

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

STEFANY CRIS PEREIRA

**FÍSICA MÉDICA E ENSINO DE FÍSICA: EXAMES DE IMAGENS NUMA
PROPOSTA DE ENSINO COM ELEMENTOS DO ENFOQUE CTS**

CURITIBA
2018

STEFANY CRIS PEREIRA

**FÍSICA MÉDICA E ENSINO DE FÍSICA: EXAMES DE IMAGENS NUMA
PROPOSTA DE ENSINO COM ELEMENTOS DO ENFOQUE CTS**

Trabalho de Conclusão de Curso da Licenciatura em Física,
do Setor de Ciências Exatas, apresentado como requisito
parcial para aprovação na disciplina TCC II, do
Departamento de Teoria e Prática de Ensino, Universidade
Federal do Paraná.

Orientadora: Professora Doutora Ivanilda Higa.

CURITIBA
2018

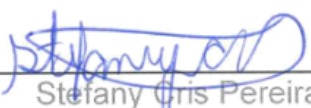
**ATA DA APRESENTAÇÃO E ARGUIÇÃO ORAL DE
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

Aos 29 dias do mês de junho de 2018, as 15 horas, na sala 206, do Setor de Educação, Edifício Dom Pedro I da Reitoria, na Universidade Federal do Paraná, compareceu a acadêmica **Stefany Cris Pereira**, aluna do Curso de Licenciatura em Física do Setor de Exatas da Universidade Federal do Paraná, para fazer a apresentação e arguição oral relativa ao seu **Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)**, intitulado **"Física Médica e Ensino de Física: Exames de imagens numa proposta de ensino com elementos do Enfoque CTS."**, orientada pela Professora Dr^a. Ivanilda Higa, perante a banca examinadora, que foi assim constituída: Prof^a. Dr^a. Ivanilda Higa, como Presidente da Banca, o Prof. Dr. Celso de Araujo Duarte, como 1º Membro da Banca e o Prof. Me. Cleiton Fábio da Roza, como 2º Membro da Banca. Após assistirem a exposição da acadêmica acima nomeada e arguirem-na sobre diferentes aspectos do TCC apresentado, os membros da banca reuniram-se para atribuição da nota final, a qual foi 10 (dez), de acordo com o **Relatório de Avaliação de TCC**, que acompanha esta Ata, estando a acadêmica aprovada na disciplina TCC2, com a recomendação de que todas as sugestões de correções indicadas pela Banca sejam atendidas e que a versão definitiva do TCC seja entregue conforme as regras estabelecidas pelo Colegiado de Curso e no prazo fixado. A nota final foi comunicada à acadêmica. Nada mais havendo a ser tratado, o Presidente da Banca declarou encerrada a seção e todos os membros da Banca assinaram a presente Ata.


Prof^a. Dr^a. Ivanilda Higa
Presidente da Banca


Prof. Dr. Celso de Araujo Duarte
1º Membro da Banca


Prof. Me. Cleiton Fábio da Roza
2º Membro da Banca


Stefany Cris Pereira
Orientanda

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha orientadora professora doutora Ivanilda Higa, pela orientação, pelos inúmeros conselhos, carinho e paciência durante o desenvolvimento deste trabalho.

À Universidade Federal do Paraná.

Ao Departamento de Teoria e Prática de Ensino.

Às escolas que me acolheram tão carinhosamente.

Ao professor que permitiu o desenvolvimento deste trabalho em suas aulas e aos alunos com quem trabalhei, que se envolveram plenamente na proposta e que me acolheram com tanto carinho e respeito.

À minha família, pela paciência nos momentos de ausência e pelo apoio.

A meus pais que tanto me auxiliaram e apoiaram durante essa caminhada.

A Richard Longhi pela ajuda na execução deste trabalho e pela paciência e carinho nos momentos em que me fiz ausente.

A meus amigos Adriano Andrade, Denise Gama, Leonara Fernanda, Matheus Lincoln, e Michelli de Marchi pela ajuda durante a execução desta pesquisa, pelo carinho em meus momentos de dificuldade e pela compreensão de minhas ausências.

RESUMO

Este Trabalho de Conclusão de Curso consiste em uma pesquisa envolvendo a elaboração e implementação de uma sequência didática em uma turma do Ensino Médio, na qual foram estudadas formas de diagnósticos por imagem para o ensino de física, com elementos do enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Este enfoque propõe um ensino contextualizado em que se estabeleçam relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade partindo de uma situação na qual os alunos sejam levados a assumir um posicionamento e/ou a uma tomada de decisão, de forma que estes analisem sua decisão quanto a uma questão de seu cotidiano pesquisando e construindo uma opinião fundamentada social e cientificamente. O objetivo geral é estudar possibilidades e implicações do enfoque CTS relacionando Ensino de Física e Física Médica. O objetivo da sequência didática desenvolvida é relacionar o conhecimento sobre as diferentes formas de obtenção de imagens com a vida em sociedade, trabalhar com os alunos as relações entre Medicina, Física e outras áreas de conhecimento, bem como refletir sobre como é complexa a decisão de um médico com relação ao diagnóstico. Ao final da sequência didática o que os alunos aprenderam? Estabeleceram as relações desejadas? Gostaram dessa forma de ensino? Ficaram interessados? Buscando uma primeira aproximação ao conhecimento e interesse dos alunos em relação ao tema, elaborou-se um questionário, que foi respondido por duas turmas: uma da 1ª e outra da 3ª série do Ensino Médio. Na sequência, a proposta de ensino foi desenvolvida na turma da 3ª série, em 4 aulas. Os alunos desenvolveram atividades de pesquisa e apresentação de seminário assumindo papéis de funcionários de um hospital, se utilizando de alguns elementos de RPG (*Roleplaying Game* ou jogo de papéis). Eles deveriam escolher exames de imagens médicas para fazer o diagnóstico de um caso clínico fictício. Ao final da sequência didática, fizeram uma produção textual. As análises indicaram que os alunos fizeram diferentes relações entre a importância de se conhecer mais sobre o funcionamento dos equipamentos e a vida deles em sociedade, se preocupando com questões financeiras, comportamentais e de prevenção de erros médicos. Fizeram ainda relação entre a Medicina e as diferentes áreas de conhecimento. Ao final da sequência didática os alunos compreenderam que um diagnóstico médico é feito com muito mais informações que apenas o histórico clínico do paciente.

Palavras-Chave: Sequência didática, Física Médica, Ensino de Física, Diagnósticos por imagem, Enfoque CTS.

ABSTRACT

This Course Conclusion Work consists of a research involving the elaboration and implementation of a didactic sequence in High School classes, in which forms of diagnostic imaging for the Physics teaching were studied, with elements of the Science, Technology and Society approach (CTS). This approach proposes a contextualized teaching in which relationships between Science, Technology and Society are established starting from a situation in which the students are led to take a position and / or a decision making, so that they analyse their decision on a question of their daily lives by researching and building a social and scientifically grounded opinion. The general objective is to study the possibilities and implications of the CTS approach relating Physics Teaching and Medical Physics. The purpose of the developed didactic sequence is to relate the knowledge about the different forms of diagnostic imaging with the life in society, to work with the students the relations between Medicine, Physics and other areas of knowledge, as well as to reflect on how complex is the decision of a Physician when facing the diagnosis. At the end of the didactic sequence, what did the students learn? Have they established the desired relationships? Have they liked of this form of teaching? Were they interested? In order to get a first approximation to the knowledge and interest of the students in relation to the subject, a questionnaire was elaborated, which was answered by two groups of students: one from the first and the other from the third grade in High School. Following, the teaching proposal was developed in the 3rd grade group, in 4 classes. Students developed research activities and seminar presentation playing roles of hospital employees, using some elements of RPG (Role-playing Games). They should choose medical imaging exams to make the diagnosis of a fictitious clinical case. At the end of the didactic sequence, they made a textual production. The analyses indicated that students made different relationships between the importance of knowing more about the functioning of equipment and their life in society, worrying about financial, behavioural and medical error prevention issues. They also made a relation between Medicine and the different areas of knowledge. At the end of the didactic sequence the students understood that a medical diagnosis is made with much more information than just the clinical history of the patient.

Keywords: Didactic sequence, Medical Physics, Physics Teaching, Diagnostic Imaging, CTS Approach.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
2. LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO.....	9
2.1 O CTS nas orientações curriculares, nos âmbitos nacional e estadual.....	12
2.2 Origens do Movimento CTS.....	13
2.3 Movimento CTS na Educação e no ensino de Ciências: Características e objetivos	14
2.4 Enfoque CTS na Educação Básica: Pesquisas com propostas didáticas para a sala de aula....	18
2.5 Propostas envolvendo ensino de física com enfoque em diagnósticos por imagens.....	26
3. OBJETIVOS E ENCAMINHAMENTOS	29
4. QUESTIONÁRIO INICIAL: O CONHECIMENTO PRÉVIO DOS ESTUDANTES	31
5. A SEQUÊNCIA DIDÁTICA: “1º SIMPÓSIO MARIE CURIE DE DIAGNÓSTICOS”	43
4.1 Descrição da sequência didática	43
4.2 Desenvolvimento da sequência didática e análises.....	44
4.2.1 Aula 1 – Apresentação da proposta à turma e problematizações iniciais	45
4.2.2 Aula 2 – Primeiro dia do Simpósio: apresentação dos casos das equipes médicas	46
4.2.3 Aula 3 – Segundo dia do Simpósio: Apresentação da especialista.....	51
4.1.1 Aula 4 – Organização do conhecimento em uma produção textual.....	54
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	61
7. REFERÊNCIAS.....	64
APÊNDICE 1 – QUESTIONÁRIO INICIAL.....	66
APÊNDICE 2 – MATERIAIS ENTREGUES AOS ALUNOS NA AULA 1	69
APÊNDICE 3 – ORIENTAÇÕES PARA O PREENCHIMENTO DAS FICHAS MÉDICAS..	70
APÊNDICE 4 – FICHA 1.....	71
APÊNDICE 5 – FICHA 2.....	73
APÊNDICE 6 – FICHA 3.....	75
APÊNDICE 7– FICHA 4.....	77
APÊNDICE 8 – CONVITE DO SIMPÓSIO FICTÍCIO	79
APÊNDICE 9 – SLIDES UTILIZADOS NA AULA 3.....	80
APÊNDICE 10 – CARTA DE APRESENTAÇÃO ENTREGUE A ESCOLA	87
APÊNDICE 11– TERMO DE CONSENTIMENTO APRESENTADO AO PROFESSOR TITULAR DA ESCOLA.....	88

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho apresenta reflexões sobre uma sequência didática elaborada pela pesquisadora e desenvolvida com uma turma do ensino médio, na qual foram utilizadas formas de diagnósticos por imagem para o ensino de física através do enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).

Este enfoque propõe um ensino contextualizado em que se estabeleçam relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade partindo de uma situação na qual os alunos, a partir de pesquisas sobre alguma questão de seu cotidiano, sejam levados a assumir um posicionamento e/ou a uma tomada de decisão, construindo argumentações fundamentadas social e cientificamente.

A escolha de se trabalhar com o enfoque CTS ocorreu buscando-se uma maneira de se responder à pergunta dos alunos que todo professor, não só da área de ciências, encontra em sala de aula: “Para que vou usar isso em minha vida?”. Isso indica que o aluno não estabelece relações entre o conteúdo aprendido em sala de aula e o seu cotidiano, e desta forma, as sequências didáticas envolvendo esse enfoque metodológico podem desenvolver esse tipo de relação.

Em documentos curriculares oficiais é mencionada a importância de uma educação contextualizada e que leve o aluno a tomar decisões e se posicionar perante questões de seu cotidiano, como é o caso das Orientações Curriculares para o Ensino Médio (2006) e das Diretrizes Curriculares de Física do Estado do Paraná (2008) na quais é possível observar que elementos condizentes com a educação CTS é indicada para o ensino de alguns temas da Física. Nesta última, não há menções explícitas ao CTS, mas há elementos convergentes a este enfoque.

A escolha de se trabalhar com diagnóstico por imagem foi feita pelo interesse da autora pelas relações entre Física e Medicina e por procurar, através da implementação da sequência didática, que os alunos tomem conhecimento dessas relações. Espera-se que a aproximação entre Física e Medicina tenda a despertar o interesse dos alunos pela disciplina.

Desta forma, o objetivo deste trabalho é elaborar, implementar em sala de aula e analisar uma sequência didática por meio da qual seja possível estabelecer as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade através de formas de obtenção de imagens, utilizadas para diagnósticos médicos, levando os alunos a tomarem um posicionamento com relação à escolha da forma de exame a ser recomendado a um paciente fictício.

2. LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

Nesta seção serão apresentadas as origens do movimento CTS, bem como suas características e objetivos. Também serão exploradas algumas sequências didáticas utilizando esse enfoque metodológico, que foram elaboradas (e algumas implementadas em sala de aula) por diferentes pesquisadores. Também serão apresentados documentos oficiais que destacam a importância de um ensino contextualizado com as relações Ciência, Tecnologia e Sociedade. Os textos usados como base para a elaboração deste trabalho foram obtidos através de buscas em bases de dado como o banco de teses da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e o *Scientific Eletronic Library Online* ¹(SciELO), com buscas a partir do ano de 2002. Além dessas bases de dados, os textos das seções 2.3 e 2.4 foram consultados diretamente da Revista Ciência e Ensino, da UNICAMP (2007), que publicou um número específico sobre este tema. O Quadro 1 apresenta os resultados destas buscas.

QUADRO 1 - RESULTADO DAS BUSCAS EM BANCOS DE DADOS DE TRABALHOS RELACIONADOS A EDUCAÇÃO

Título	Autores	Periódicos e ano de publicação
Abordagem de Temas a Partir do Enfoque CTS na Educação Básica: Caracterização dos Trabalhos Apresentados por Autores Brasileiros, Espanhóis e Portugueses nos Seminários Ibero-americanos CTS	Rafael Schepper Gonçalves e Luciano Fernandes Silva	Revista CTS, 2017
O pro-álcool e algumas relações CTS concebidas por alunos de 6ª série do ensino fundamental	Elenise Cristina Pires de AndradeI e Luiz Marcelo de Carvalho	Ciência e Educação, 2002
O uso de documentário para o debate ciência- Tecnologia-sociedade (CTS) em sala de aula	Leila Cristina Aoyama Barbosa e Walter Antonio Bazzo	Revista Ensaio, 2013
Concepções de professores de química sobre ciência, tecnologia, sociedade e suas inter-relações: um estudo preliminar para o desenvolvimento de abordagens CTS em sala de aula	Ruth do Nascimento FirmeI e Edenia Maria Ribeiro do Amaral	Ciência e Educação, 2008
O ensino de física contextualizado ao século XXI	Marcos Paulo Belançon	Revista Brasileira de Ensino de física, 2017

¹ Biblioteca Eletrônica Científica Online

Divulgação científica sobre práticas de laboratório: análise da inserção ciência, tecnologia e sociedade (CTS) em textos produzidos por estudantes de Ciências Biológicas	Diego Adaylano Monteiro Rodrigues, Raquel Crosara Maia Leite e Maria Izabel Gallão	Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos, 2016
A participação na construção do currículo: práticas educativas vinculadas ao movimento CTS	Caetano Castro Roso e Décio Auler	Ciência e Educação, 2016
Currículo temático fundamentado em freire-CTS: engajamento de professores de física em formação inicial	Caetano Castro Roso, Rosemar Ayres dos Santos Suiane Ewerling da Rosa Décio Auler	Revista Ensaio, 2015
Ensino de conceitos químicos em um enfoque CTS a partir de saberes populares	Ricardo Luiz Zanotto, Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto Silveira, Elenise Sauer	Ciência e Educação, 2016
compreensões de pesquisadores da área de ensino de física sobre a temática ambiental e as articulações com o processo educativo	Luciano Fernandes Silva, Mariana Feiteiro Cavalari, Cristiane Muenchen	Revista Ensaio, 2015
A área CTS no Brasil vista como rede social: onde aprendemos?	Alvaro Chrispino, Leonardo Silva de Lima, Márcia Bengio de Albuquerque, Ana Claudia Carvalho de Freitas, Marco Aurélio Ferreira Brasil da Silva	Ciência e Educação, 2013
Materiais didáticos elaborados por professores de química na perspectiva CTS: uma análise das unidades produzidas e das reflexões dos autores	Erivanildo Lopes da Silva, Maria Eunice Ribeiro Marcondes	Ciência e Educação, 2015
CTS na situação de estudo: desenvolvimento de currículo e formação de professores	Jaqueline Ritter e Otavio Aloisio Maldaner	Praxis e Saber, 2015
Educação com enfoque CTS em documentos curriculares regionais: o caso das diretrizes curriculares de física do estado do Paraná	Silmara Alessi Guebur Roehrig e Sérgio Camargo	Ciência e educação, 2014
Argumentação na sala de aula e seu potencial metacognitivo como caminho para um enfoque CTS no ensino de química: uma proposta analítica	Sylvia De Chiaro e Kátia Aparecida da Silva Aquino	Educação e Pesquisa, 2017
Uma experiência com o projeto Manhattan no ensino fundamental	Rafaela Samagaia e Luiz O. Q. Peduzzi	Ciência e Educação, 2004
Ensino de ciências no ensino fundamental por meio de temas sociocientíficos: análise de uma prática pedagógica com vista à superação do ensino disciplinar	Juliana Viégas Mundim e Wildson Luiz Pereira dos Santos	Ciência e Educação, 2012

Analizando a implementação de uma abordagem CTS na sala de aula de química	Ruth do Nascimento Firme e Edenia Maria Ribeiro do Amaral	Ciência e Educação, 2011
A produção de raios X contextualizada por meio do enfoque CTS*: um caminho para introduzir tópicos de FMC** no ensino médio	Adão José de Souza e Mauro Sérgio Teixeira de Araújo	Educar, 2010
Formação inicial de professores de Ciências: perspectiva discursiva na educação CTS	Suzani Cassiani e Irlan von Linsingen	Educar, 2009
Uma visão comparada do ensino em ciência, tecnologia e sociedade na escola e em um museu de ciência	Guaracira Gouvêa e Maria Cristina Leal	Ciência e Educação, 2001
Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro	Décio Auler e Walter Antonio Bazzo	Ciência e Educação, 2001
Ciências, tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio	Nilcéia Aparecida Maciel Pinheiro, Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto Silveira e Walter Antonio Bazzo	Ciência e Educação, 2007
Física moderna no ensino médio: o que dizem os professores	Fabio Ferreira de Oliveira, Deise Miranda Vianna e Reuber Scofano Gerbassi	Revista Brasileira de Ensino de física, 2007
Articulações entre o enfoque CTS e a pedagogia de Paulo Freire como base para o ensino de ciências	Tatiana Galieta Nascimento e Irlan von Linsingen	Convergencia, 2006
Construção de práticas didático-pedagógicas com orientação CTS: impacto de um programa de formação continuada de professores de ciências do ensino básico	Celina Tenreiro-Vieira e Rui Marques Vieira	Ciência e Educação, 2005
Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira	Wildson Luiz Pereira dos Santos e Eduardo Fleury Mortimer	Revista Ensaio, 2002
Educação CTSA: obstáculos e possibilidades para a sua implementação no contexto escolar	Elio Carlos Ricardo	Ciência e Ensino, 2007
Possibilidades de um caso simulado CTS na discussão da poluição ambiental	Cristhiane Cunha Flor	Ciência e Ensino, 2007
Discussões acerca do aquecimento global: uma proposta CTS para abordar esse tema controverso em sala de aula	Kátia Regina Cunha Flôr Vieira e Walter Antonio Bazzo	Ciência e Ensino, 2007
Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina	Irlan Von Linsingen	Ciência e Ensino, 2007

FONTE: A autora (2018)

Com esse levantamento foi possível perceber que as pesquisas envolvendo esse enfoque metodológico vem aumentando ao longo dos anos, porém poucos trabalhos desenvolvem sequências didáticas em CTS em sala de aula.

Durante as buscas com os termos “CTS + física médica no ensino” não foi encontrado nenhum trabalho. Dessa forma não havia nenhum trabalho que relacionasse questões relacionando física médica com o enfoque CTS.

Dentre os textos citados no Quadro 1, neste TCC serão explorados aqueles que, dentro do recorte deste trabalho, auxiliaram na compreensão desse enfoque e no desenvolvimento de uma sequência didática com o tema escolhido.

2.1 O CTS nas orientações curriculares, nos âmbitos nacional e estadual

O desenvolvimento da ciência e da tecnologia está diretamente relacionado às diversas transformações na sociedade, refletindo em mudanças econômicas, políticas e sociais. Portanto, ele deve passar por negociações, as quais devem ter a participação de diferentes grupos sociais, independentemente de sua classe social. As pessoas precisam ter acesso à tecnologia e à ciência, não somente no sentido de entendê-las e utilizarem-se de seus respectivos produtos, mas também em discutir as direções acerca do conhecimento científico-tecnológico, percebendo sua não neutralidade.

É necessária uma imagem de ciência e tecnologia que seja capaz de trazer à tona toda a sua dimensão social. Isso só será possível se o público possuir uma formação na compreensão do funcionamento da tecnociência, percebendo que o debate e a negociação são meios que permitem a solução de conflitos. Dessa forma os avanços da ciência e da tecnologia devem ser discutidos com os alunos, suas causas e consequências, interesses econômicos e políticos, de maneira contextualizada.

Nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) (1999) estabelece-se como objetivos da educação

A formação da pessoa, de maneira a desenvolver valores e competências necessárias à integração de seu projeto individual ao projeto da sociedade em que se situa; o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico; a preparação e orientação básica para a sua integração ao mundo de trabalho, com as competências que garantam seu aprimoramento profissional e permitam acompanhar as mudanças que caracterizam a produção no nosso tempo; o desenvolvimento das competências

para continuar aprendendo, de forma autônoma e crítica, em níveis mais complexos de estudos. (BRASIL, 1999, p.23)

Isso indica que a formação do indivíduo deve ser uma formação vinculada com sua vida em sociedade. Nesse sentido a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) nº 9394/96 deixa explícito que a sociedade moderna exigirá do cidadão muito mais do que saber ler, escrever e contar. Dessa forma, para que o aluno seja capaz de acompanhar as diversas situações sociais vivenciadas em seu cotidiano, assim como o desenvolvimento tecnológico e econômico, será necessário que esse tenha uma visão crítica sobre esses aspectos desenvolvidos, além de um conhecimento prévio sobre os mesmos.

As Orientações Curriculares para o Ensino Médio (2006) destacam que

É importante que os métodos de ensino sejam modificados, capacitando o aluno a responder a perguntas e a procurar informações necessárias, para utilizá-las nos contextos em que forem solicitadas. (MEC, 2006, p.46)

Pensando nessa formação voltada para um conhecimento não apenas da ciência, mas de suas implicações na sociedade, o enfoque de ensino CTS é uma importante possibilidade para a formação necessária para o aluno participar ativamente das discussões sociais e tecnológicas que possam de alguma maneira influir em seu cotidiano.

2.2 Origens do Movimento CTS

Para compreender o Movimento CTS, foram utilizados o capítulo 4 intitulado “O que é Ciência, Tecnologia e Sociedade” do livro Introdução aos estudos CTS, de Bazzo *et al* (2003) e o trabalho de Linsingen (2007) intitulado “Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina”.

Discussões em CTS têm início logo após a Segunda Guerra Mundial, período no qual houve um grande avanço tecnológico. Foi nesse período que se realizou o primeiro transplante de órgãos, o primeiro uso da energia nuclear para o transporte, a invenção da pílula anticoncepcional, entre outros. Apesar das promessas ao bem-estar social, essa época foi marcada pelo desenvolvimento de armamento nuclear e de suas implicações nocivas, para a sociedade e o meio ambiente como um todo.

Surge na década de 60, nos Estados Unidos da América (EUA) uma série de protestos contra o direcionamento do avanço tecnológico e o materialismo que havia tomado conta da

sociedade. A tecnologia foi convertida em uma palavra de sentido maligno, pois era identificada pela produção de armamentos, pela cobiça e degradação ambiental. Havia um clima de tensão gerado após a guerra no Vietnã, pela guerra fria, pelas catástrofes ambientais, efeitos de ampliação do poder destrutivo e efeitos colaterais das armas nucleares, levando à necessidade de uma forma de ver as interações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, pois a população da época não conseguia por si só enxergar estas relações. É nesse momento que surgem os movimentos em CTS. O objetivo era conscientizar a população a respeito dos impactos do desenvolvimento tecnológico tanto para a sociedade quanto para o meio ambiente.

Na América Latina, as origens do movimento se encontram em uma reflexão da ciência e da tecnologia como uma competência de políticas públicas, identificada como “Pensamento Latino Americano de Ciência, Tecnologia e Sociedade” (PLACTS), não sendo parte de uma comunidade explicitamente identificada como CTS. Os trabalhos desenvolvidos foram escritos principalmente por cientistas e engenheiros que estavam focados na busca de caminhos e instrumentos para o desenvolvimento local do conhecimento científico e tecnológico. O objetivo, que foi parcialmente atingido, era tornar a ciência e a tecnologia um objeto de estudo público.

2.3 Movimento CTS na Educação e no ensino de Ciências: Características e objetivos

O texto a seguir é baseado nos trabalhos de Bazzo *et al* (2003), Santos e Mortimer (2002) e Bazzo e Vieira (2007).

Nos dias atuais as áreas de ciência e tecnologia têm sido discutidas e problematizadas em relação à ideia do benefício imediato. A população em geral tem um maior acesso aos produtos tecnológicos que à primeira vista proporcionam um maior bem-estar social, tais como os avanços da tecnologia de telefones móveis, ou ainda no diagnóstico e tratamento de doenças. Porém as pessoas em geral não olham criticamente para estes elementos em seu cotidiano.

Segundo Bazzo *et al* (2003)

A ciência e a tecnologia atuais seguramente não atuam precisamente como agentes niveladores, do mesmo modo que outras inovações do passado como o rádio ou os antibióticos, e sim tendem a fazer os ricos cada vez mais ricos e os pobres cada vez mais pobres, acentuando a desigual distribuição da riqueza entre as classes sociais e entre nações.(...) A ciência e a tecnologia atuais são, sem dúvida, muito eficazes. O problema é se seus objetivos são socialmente valiosos (BAZZO *et al*; 2003, p.141).

Os estudos CTS se definem como um campo de trabalho recente e heterogêneo o qual possui um caráter crítico a respeito da tradicional imagem essencialista da ciência e tecnologia e de caráter interdisciplinar por fazer uso de disciplinas como filosofia e história da ciência e da tecnologia e a sociologia do conhecimento científico, entre outras disciplinas. Os diferentes enfoques em CTS pretendem que os alunos sejam motivados a buscar informações relevantes e importantes sobre a ciência e a tecnologia da vida moderna, tendo um olhar crítico a respeito dessas informações. Hofstein, Aikenhead e Riquarts (1988, p. 358) definem um currículo CTS como sendo

O ensino do conteúdo de ciências no contexto autêntico do seu meio tecnológico e social, no qual os estudantes integram o conhecimento científico com a tecnologia e o mundo social de suas experiências do dia-a-dia (apud SANTOS E MORTIMER, 2002, p.3).

Atualmente os estudos em CTS são caracterizados como um campo de trabalho que pretende relacionar questões das áreas da ciência com o desenvolvimento tecnológico e com a vida em sociedade. De acordo com Bazzo *et all* (2003) os estudos em CTS vêm se desenvolvendo em três grandes áreas:

1) no campo de pesquisa os estudos em CTS tem sido colocados como uma alternativa à reflexão acadêmica tradicional sobre a ciência e a tecnologia, promovendo uma nova visão não essencialista e socialmente contextualizada da atividade científica ; 2) no campo da política pública, os estudos CTS tem definido a regulação social da ciência e da tecnologia, promovendo a criação de diversos mecanismos democráticos que facilitem a abertura de processos de tomada de decisão em questões referentes a políticas científico-tecnológicas; 3) no campo da educação essa nova visão da ciência, tecnologia e sociedade tem consolidado a aparição de programas e materiais CTS no ensino secundário e universitário em numerosos países. (BAZZO *et all*; 2003 p. 127)

Para Bazzo *et all* (2003) os objetivos da educação CTS são: 1) Proporcionar a formação de cidadãos com capacidade para expressar opiniões e tomar decisões bem fundamentadas; 2) Motivar os alunos para a busca de informações relevantes e importantes. Para Bazzo e Vieira (2007) pode-se incluir ainda que a educação CTS procura preparar o aluno para uma

compreensão de problemas da vida real, tornando os estudantes mais capazes de agir, interagir e se posicionar a respeito de questões atuais.

Um currículo CTS possui uma estrutura conceitual composta pelos seguintes temas: conceitos científicos e tecnológicos, processos de investigação e interações entre ciência, tecnologia e sociedade. Os conteúdos referentes à ciência incluem características relacionadas a aspectos políticos da ciência, vinculados a questões sociais tanto interiores quanto exteriores à comunidade científica. Os estudos relacionados à tecnologia visam que o estudante seja capaz não apenas de entender o funcionamento de determinados produtos tecnológicos, mas também de se conscientizar a respeito do papel alienante, em alguns casos, do desenvolvimento tecnológico. No campo que compete a relações com a sociedade são trabalhadas questões potencialmente problemáticas nesse ponto de vista. Um aspecto importante das sequências didáticas envolvendo enfoque CTS é que os estudantes devem ser levados a tomar uma decisão, apoiada nos conteúdos discutidos ao longo das aulas.

Os conteúdos CTS tem um caráter multidisciplinar, devido a isso os currículos são sempre elaborados visando evidenciar as interações entre ciência, tecnologia e sociedade. Santos e Mortimer (2002), com base em McKavanagh e Maher (1982) colocam que os aspectos das abordagens de CTS podem ser divididos em 6 diferentes formas que são apresentadas na Tabela 2.

TABELA 1: ASPECTOS DA ABORDAGEM DE CTS

Aspectos de CTS	Esclarecimentos
1) Efeito da ciência sobre a Tecnologia	A produção de novos conhecimentos tem estimulado desenvolvimento tecnológico;
2) Efeito da Tecnologia sobre a Sociedade	A tecnologia disponível influencia o estilo de vida do grupo ao qual ela é acessível
3) Efeito da Sociedade sobre a ciência	A sociedade influencia a direção de pesquisas científicas por meio de investimentos e outras pressões
4) Efeito da Ciência sobre a Sociedade	O desenvolvimento de teorias científicas podem influenciar a maneira como as pessoas pensam sobre si e sobre problemas e soluções
5) Efeito da Sociedade sobre a Tecnologia	Pressões públicas e privadas podem influenciar o modo como os problemas são resolvidos e, por consequência promover mudanças tecnológicas
6) Efeito da Tecnologia sobre a Ciência	A disponibilidade dos recursos tecnológicos limitará ou ampliará os progressos científicos

FONTE: McKAVANAGH e MAHER, 1982. p.72 apud SANTOS e MORTIMER, 2002

Muitas são as propostas curriculares com enfoque CTS, porém cada uma com diferentes ênfases. Com base em Aikenhead (1994), Santos e Mortimer (2002) mencionam 8 diferentes categorias de ensino CTS, conforme se pode observar na tabela 2:

TABELA 2: CATEGORIAS DE ENSINO DE CTS

Categoria	Descrição
1. Conteúdo de CTS como elemento de motivação	Ensino tradicional de ciências acrescido da menção ao conteúdo de CTS com a função de tornar as aulas mais interessantes
2. Incorporação eventual do conteúdo de CTS ao programático	Ensino tradicional de ciências acrescido de pequenos estudos de conteúdo de CTS incorporados como apêndices aos tópicos de ciências. O conteúdo de CTS não é resultado de uso de temas unificadores.
3. Incorporação sistemática do conteúdo de CTS ao Conteúdo programático.	Ensino tradicional de ciências acrescido de uma série de pequenos estudos de conteúdo de CTS integrados aos tópicos de ciências, com a função de explorar sistematicamente o conteúdo de CTS. Esses conteúdos formam temas unificadores.
4. Disciplina científica (Química, Física e Biologia) por meio de conteúdo de CTS	Os temas de CTS são utilizados para organizar o conteúdo de ciências e a sua sequência, mas a seleção do conteúdo científico ainda é feita a partir de uma disciplina.
5. Ciências por meio do conteúdo de CTS	CTS organiza o conteúdo e sua sequência. O conteúdo de ciências é multidisciplinar, sendo ditado pelo conteúdo de CTS. A lista de tópicos científicos puros assemelha-se à listagem de tópicos importantes a partir de uma variedade de cursos de ensino tradicional de ciências.
6. Ciências com conteúdo de CTS	O conteúdo de CTS é o foco do ensino. O conteúdo relevante de ciências enriquece a aprendizagem.
7. Incorporação das Ciências ao conteúdo de CTS	O conteúdo de CTS é o foco do currículo. O conteúdo relevante de ciências é mencionado, mas não é ensinado sistematicamente. Pode ser dada ênfase aos princípios gerais da ciência.
8. Conteúdo de CTS	Estudo de uma questão tecnológica ou social importante. O conteúdo de ciências é mencionado somente para indicar uma vinculação com as ciências.

FONTE: AIKENHEAD, 1994 a. p. 55-56. apud SANTOS e MORTIMER, 2002

Segundo Santos e Mortimer (2002) a primeira categoria talvez não devesse ser chamada de uma proposta CTS, visto que não promove relações diretas entre ciência tecnologia e sociedade e não propicia ao aluno um olhar crítico a respeito dos conteúdos e situações estudadas. As categorias 3 a 6 são as mais encontradas nas literaturas. A partir da categoria 5 a ênfase dada em sala de aula muda do conhecimento científico para as inter-relações de CTS.

Embora nenhuma das categorias represente o “verdadeiro” CTS, a categoria 8 seria a que mais se aproximaria dessa definição.

Ricardo (2007) retrata um debate acerca dos desafios da implementação de uma sequência com enfoque Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) no contexto escolar, no qual ele expressa o seguinte paradoxo existente em nossa sociedade: por mais que a tecnologia desfrute de um crescente prestígio pela sociedade, as disciplinas científicas têm cada vez menos o interesse dos estudantes. A que isso se deve?

As propostas em CTS valem-se de meios de avaliação subjetivos, em torno de um caso simulado ou debate simulado. No trabalho de Bazzo e Vieira (2007) define-se que

Um caso simulado consiste em um problema relacionado com o desenvolvimento tecnocientífico e que envolve uma decisão aberta sobre esse problema (...) já o debate simulado se desenvolve a partir de uma questão científica em discussão na sociedade (BAZZO e VIEIRA, 2007. Não paginado)

Dessa forma um caso simulado é uma atividade que se desenvolve a partir de uma situação simulada partindo de um problema real, no qual se situam vários atores sociais com posturas, interesses e valores distintos. A controvérsia se resolve com a decisão sobre o problema proposto, a qual será adotada a partir dos diferentes pontos de vista expostos.

Por outro lado, o debate simulado não simula a situação, mas sim o debate. Para isso os alunos são separados em grupos os quais devem apresentar seus distintos pontos de vista acerca de uma questão em pauta. A principal finalidade dessa atividade é despertar nos alunos o interesse pelas discussões científicas atuais e que aprendam a participar da mesma e exercer a cidadania.

2.4 Enfoque CTS na Educação Básica: Pesquisas com propostas didáticas para a sala de aula

Dos trabalhos publicados mencionados no Quadro 1, buscou-se ressaltar aqueles que tivessem discussão de alguma proposta de ensino para a Educação Básica. Foram encontrados 3 que discutem e analisam sequências didáticas abordando o enfoque CTS para o ensino a partir de situações reais, nas quais os alunos foram levados a tomar uma decisão, ou convencer um grupo de pessoas a se posicionar da mesma maneira que eles.

Grande parte das propostas desenvolvidas utilizando-se abordagem enfoque CTS abordaram os temas de aquecimento global e temas que envolvem física moderna e contemporânea, como armamento nuclear e produção de Raio-X.

No trabalho de Vieira e Bazzo (2007) intitulado “Discussões acerca do aquecimento global: uma proposta CTS para abordar esse tema controverso em sala de aula” é apresentada uma proposta didática, que não foi implementada em sala de aula, porém ela tinha o objetivo de oferecer aos professores dos ensinos fundamental e médio algumas indicações sobre a forma de tratar temas científicos controversos em sala de aula.

Para o desenvolvimento da sequência os autores fizeram uso de duas hipóteses acerca do aquecimento global:

Hipótese 1: o aquecimento global é real e causado pela atividade humana (queima de combustíveis fósseis- carvão, petróleo e gás, queima das florestas tropicais, etc.). por isso, os governos devem tomar medidas urgentes para salvar o mundo da catástrofe. (Bazzo e Vieira, 2007, não paginado).

Hipótese 2: O aquecimento global é real, mas não se tem certeza sobre as suas causas. Pode se tratar de atividade solar e parte de um ciclo de aquecimento e esfriamento das temperaturas na Terra. Nesse caso, não há nada que os governos possam fazer a respeito. (Bazzo e Vieira, 2007, não paginado)

Para as discussões foi utilizado um debate simulado, visto que a situação de discussão científica sobre o assunto é real. Os objetivos do debate foram desenvolver hábitos de investigação sobre temas tecnocientífico relevantes, sendo que os alunos eram os responsáveis pelas pesquisas de embasamento teórico sobre o assunto. Como objetivos do debate tinha-se: compreender a necessidade da participação pública nas decisões que orientam o desenvolvimento tecnocientífico, participar de processos simulados de tomada de decisões; trabalho cooperativo e desenvolvimento de argumentação racional.

A organização do debate é apresentada na Tabela 3

TABELA 3: ETAPAS DO DEBATE

Etapa	Tempo Necessário	Desenvolvimento
	02 aulas de 45 minutos cada	Filme “Uma verdade inconveniente” (Al Gore). Sugerimos este filme porque o mesmo apresenta uma das visões sobre o aquecimento global que tem sofrido algumas críticas. Ao final propor uma reflexão sobre as informações repassadas no filme.
Preparação	02 a 03 aulas de 45 minutos cada	Realização de um pequeno seminário sobre o aquecimento global com o objetivo de esclarecer alguns aspectos sobre esse fenômeno (o que é, possíveis causas, consequências, as controvérsias acerca das causas) e abordar alguns conteúdos (o efeito estufa, o ciclo do carbono...). Leitura e comentário de um texto informativo sobre o aquecimento global, destacando os posicionamentos antagônicos a respeito das suas causas. Esclarecido o sentido da controvérsia, propor as seguintes questões: O aquecimento global é realidade ou mito? Quais as verdadeiras causas desse fenômeno? A partir desses questionamentos, formar dois grandes grupos que assumirão posicionamentos antagônicos durante o debate: Grupo 1: adeptos da primeira hipótese defendendo que o aquecimento global é causado pela atividade humana. Grupo 2: defensores da segunda hipótese sustentando que não é possível afirmar com certeza quais as causas do aquecimento global Esses dois grupos devem ser divididos em subgrupos menores, com no máximo 4 integrantes, para facilitar o trabalho.
Trabalho em equipe	01 semana (trabalho extraclasse)	Definidos os papéis, as equipes têm um tempo para reunir e preparar informações e argumentos para sustentar a hipótese que lhes foi incumbida. <i>Importante:</i> é necessário que o professor oriente os alunos nessa tarefa disponibilizando para as equipes informação diversificada e adequada sobre o posicionamento a ser defendido no debate.
Exposições das equipes	01 aula de 45 minutos	Nessa etapa cada equipe realiza uma exposição oral apresentando informações e argumentos a favor da postura assumida na controvérsia. Deve-se estabelecer um tempo para as exposições (de 15 a 20 minutos).

Debate aberto	01 aula de 45 minutos	Concluídas as exposições das equipes, o professor/mediador, abre o debate para que os diferentes pontos de vista sejam confrontados. Algumas normas precisam ser estabelecidas antes do início do debate: Grupo A faz uma pergunta; Grupo B tem um tempo para responder; Grupo A tem direito à réplica (contestando a resposta se julgar necessário); Grupo B tem direito à tréplica (buscando novos argumentos e justificando sua resposta); O mediador coordena as discussões (passa a palavra de um grupo para outro, evita que apenas algumas pessoas monopolizem as discussões, procura incentivar a participação de todos); Grupo B faz sua pergunta; Grupo A tem um tempo para responder; (réplica, tréplica e assim prossegue o debate).
Conclusões e Avaliação	01 aula de 45 minutos	Momento de reflexão sobre a controvérsia e suas implicações. Os alunos, agora despidos dos papéis assumidos durante o debate simulado, têm a oportunidade de expressar individualmente seus posicionamentos sobre a controvérsia. Além da exposição oral dos posicionamentos dos alunos, sugerimos que o professor solicite a elaboração de um texto individual acerca do debate.

FONTE: BAZZO e VIEIRA, 2007, não paginado

No texto os autores destacam que para a implementação desta atividade em sala de aula é necessário que os alunos sejam capazes de desenvolver pesquisas de maneira autônoma, além de terem acesso a recursos de informação. É importante destacar que esse tipo de atividade não exige conhecimento específico por parte dos alunos sobre o assunto em questão, e é necessário também que os alunos tenham capacidade de interpretação das informações apresentadas. O debate simulado pode ser desenvolvido em diversas disciplinas do currículo escolar.

No Trabalho de Vieira (2007), “Possibilidades de um caso simulado na discussão da poluição ambiental” é apresentada uma proposta de sequência didática desenvolvida em um colégio público da rede estadual de ensino do estado de Santa Catarina (SC) na disciplina Química. De acordo com a autora, a implementação de um caso simulado em sala de aula é organizada em dois momentos distintos, sendo eles a organização do caso simulado e a sua implementação, respectivamente.

O primeiro momento se subdivide em três parâmetros, os quais são necessários para a organização do caso simulado, são eles:

a) seleção do problema: o problema escolhido pelo professor deve ser próximo da realidade dos alunos e estabelecer controvérsias tecnocientíficas com relevância social além de englobar questões CTS. A autora optou pelo tema de poluição ambiental, pois na região onde

os alunos vivem é comum a profissão de pescador, assim como a exploração turística das praias da região.

b) Definir a rede de atores, ou seja, definir papéis que serão representados pelos alunos. Esses devem ser reais com posições favoráveis e desfavoráveis à situação proposta pelo professor. No caso desse trabalho foram definidas cinco equipes de alunos, sendo que cada uma delas assumiria os seguintes papéis: incineradora, pescadores, catadores de lixo, Organização Não Governamental (ONG) e poder público. Durante a execução da sequência didática se fez necessária a implantação de um sexto grupo, chamado Selga, o qual representava as indústrias de beneficiamento de peixes.

c) Elaboração da documentação: É necessário que os documentos, textos e afins que estarão disponíveis para os alunos sejam de temática variada. Dessa forma foram utilizadas notícias fictícias e verídicas de jornais e informações de livros didáticos a respeito do tema.

Para o segundo momento, implementação da sequência didática, foram necessárias oito aulas de 45 minutos cada, conforme a tabela 4, na qual é apresentado o encaminhamento didático de cada aula.

TABELA 4: ENCAMINHAMENTO DIDÁTICO DAS AULAS

Número da aula	Encaminhamento metodológico
1	Procurou-se fazer um levantamento acerca do conhecimento que os alunos possuíam sobre a problemática do lixo em seu município. Foram feitas duas perguntas aos alunos: 1) O que você entende por poluição? 2) Identifique algum efeito danoso da poluição no lugar onde você vive. Essa etapa foi desenvolvida individualmente.
2	Leitura de duas notícias fictícias de jornal a respeito da poluição no município de Governador Celso Ramos. Essa atividade foi realizada em equipes de 4 alunos. Tinha o objetivo de proporcionar uma sensibilização com a problemática
3	Apresentada aos alunos a atividade proposta. Os alunos se dividiram em grupos e a professora definiu qual seria o papel que cada grupo iria representar.
4 e 5	Pesquisa e articulação dos alunos com o intuito de organizar a argumentação, apresentação e debate. Foram também discutidos os conteúdos de tipos de misturas e separação de misturas.
6	Organização do material para o debate e retirada de eventuais dúvidas por parte das equipes.
7 e 8	Participação das equipes em um debate sobre a poluição tendo em pauta a implantação de uma incineradora no município.

FONTE: autoria própria com base em BAZZO e VIEIRA, 2007, não paginado

Segundo a autora durante a execução do debate foi sendo criada uma consciência de cidadania e participação na comunidade. Além disso, a sequência didática cumpriu seu papel tanto no que diz respeito aos conteúdos de Química a serem trabalhados, quanto com as relações CTS esperadas.

No trabalho “Uma experiência com o projeto Manhattan no Ensino Fundamental” Samagaia e Peduzzi (2004) apresentam uma sequência didática de 16 aulas, implementada em uma turma de 8ª série do Ensino Fundamental de uma escola pública de Florianópolis, na qual se procurou problematizar um evento importante vinculado a Física Moderna: a utilização e desenvolvimento das bombas nucleares que destruíram Hiroshima e Nagasaki. Foi utilizada uma abordagem CTS e a técnica RPG – *Roleplaying Game* ou Jogo de Papéis.

O modelo foi estruturado passando por uma história principal, supostamente fictícia, mas que na verdade consistia de uma reprodução o mais fiel possível, das condições e disputas ocorridas na Segunda Guerra Mundial na criação do comitê do Projeto Manhattan.

A questão central envolvia a decisão quanto a investir ou não uma quantia bastante grande para o desenvolvimento do Projeto Arbetritz, que visava a construção de uma superbomba com o intuito de acelerar o término de um conflito de grandes proporções. Para essa importante decisão foi criada uma comissão de representantes da sociedade, chamada CETODES. Eles deveriam ser informados sobre as vantagens e desvantagens da construção por outros dois grupos: o dos cientistas favoráveis e o dos cientistas contrários à construção da bomba. Havia ainda a participação de um grupo de jornalistas responsáveis pela cobertura dos acontecimentos e os membros da comissão organizadora.

A organização das 16 aulas se deu da seguinte forma:

TABELA 5: ORGANIZAÇÃO DAS AULAS

Aulas 1 e 2	Introdução e apresentação do jogo. Distribuição dos estudantes nos diferentes grupos.
Aulas 3 e 4	Definição quanto ao tipo de bomba que seria usada. Análise dos diversos tipos de energia e os danos que cada uma poderia causar. O que poderia ser usado em uma bomba?
Aulas 5 e 6	Discussão da Energia Nuclear. Análise do conhecimento necessário para a construção de uma bomba.
Aulas 7 e 8	Todas as vantagens do mundo: aula dos cientistas favoráveis à construção da bomba nuclear.
Aulas 9 e 10	Todos os riscos do mundo: aula dos cientistas contrários à construção da bomba nuclear.
Aulas 11 e 12	Debate entre os dois grupos de cientistas e jogo de perguntas e respostas sobre os conceitos já estudados.
Aulas 13 e 14	Julgamento final: a decisão do CETODES.
Aulas 15 e 16	Encerramento das discussões.

FONTE: SAMAGAIA e PEDUZZI, 2004, p. 263

Ao final da sequência, nas aulas 13 e 14, o grupo CETODES se posicionou favorável à continuação do projeto de construção da bomba. Após isso a autora revelou a história real aos alunos, expondo os números das explosões em Hiroshima e Nagasaki. Foram trabalhadas questões éticas entre outras questões para que os alunos percebessem que a decisão certa ou errada do CETODES era na verdade uma construção de opinião e da tomada coletiva de uma decisão que teria prós e contras.

No ano de 1996 a crescente degradação do meio ambiente levou Andrade e Carvalho (2002) a desenvolverem uma sequência didática com alunos dos 6º anos para discutir o projeto de Lei Proálcool, que apresentava como objetivos básicos

A expansão da produção de etanol; a redução das disparidades regionais de renda; o aumento da renda interna, com melhoria de sua distribuição; o bom aproveitamento das principais matérias-primas e a implementação de destilarias de álcool etílico (ANDRADE e CARVALHO, 2002, p.171)

A sequência didática foi desenvolvida em 14 aulas. O material didático foi fundamentado tanto nos aspectos científicos do desenvolvimento do projeto, quanto aos que envolvem os profundos impactos ambientais e sociais que o Proálcool causou à sociedade brasileira.

As atividades referentes a aspectos da relação CTS desenvolvidas com a turma de 6ª série de uma escola pública de Ensino Fundamental de Limeira (SP) estão apresentadas na tabela abaixo:

TABELA 6: ATIVIDADES DESENVOLVIDAS COM A TURMA

Aula	Atividades desenvolvidas	Recursos didáticos
1ª e 2ª	Levantamento e discussão de exemplos de degradação ambiental observados pelos alunos. Montagem de tabela (realizada pelos alunos) resultante das observações dos alunos no trajeto deles entre a escola e a residência.	
3ª	Desenvolvimento por meio de aulas expositivas dos conceitos de caloria e energia, envolvendo, além dos aspectos físicos e químicos, também os aspectos ambientais.	Textos preparados pela professora e entregue aos alunos. Questões apresentadas aos alunos para serem discutidas.
4ª	Interpretação e discussão com os alunos das músicas "Cio da Terra" (Milton Nascimento) e "Sítio do Pica-pau Amarelo" (Gilberto Gil). identificação das ideias iniciais dos alunos quanto ao significado da palavra "Tecnologia".	Texto e apresentação das músicas para o tratamento de questões que envolvessem a utilização e conservação dos solos e produtos agrícolas, além da discussão do processo tecnológico envolvido. Questões sobre as letras das músicas para discussão, em grupo, do tema acima citado
5ª	Identificação pelos alunos das ideias e dos conhecimentos das pessoas da comunidade acerca do processo de produção de álcool etílico a partir da fermentação do caldo de cana. A coleta desses dados deu-se durante as férias de julho.	Aproveitando as questões utilizadas na discussão e interpretação das músicas, montou-se um questionário com três questões para ser utilizado na pesquisa junto à comunidade. Explicação dos critérios que seriam seguidos na escolha dos vizinhos a serem entrevistados.
6ª e 7ª	Apresentação e discussão dos resultados de Pesquisa de Opinião. Categorização dos resultados da enquete obtidos pelos alunos e consequente discussão dos mesmos.	Cartazes com identificação das ideias e os conhecimentos das pessoas da comunidade.
8ª	Desenvolvimento por meio de aulas expositivas dos conceitos de fermentação e da utilização econômica desses conhecimentos: queijo, vinagre, bebidas alcoólicas, álcool.	Questões formuladas pela professora para discussão entre os alunos da importância sob vários aspectos do processo de fermentação.

9 ^a e 10 ^a	Estudo dirigido que tentou retratar as alterações sociais, políticas, econômicas e ambientais ocorridas com a implantação do Pro-álcool; papel da participação social nas políticas de desenvolvimento científico e tecnológico.	Estudo dirigido: O Pro-álcool e a cultura da cana-de-açúcar. Discussão com os alunos a partir da leitura de um texto e análise de tabelas, gráficos e mapas.
11 ^a e 12 ^a	Abordagem de temas relativos ao panorama brasileiro e mundial, relativos à década de 70 na implantação do Pro-álcool.	Estudo dirigido a partir de um vídeo do programa Globo Repórter da TV Globo "O açúcar e o álcool".
13 ^a e 14 ^a	Discussão, em pequenos grupos, a respeito de considerações de alguns cientistas brasileiros acerca do desenvolvimento científico e tecnológico e suas relações com as ações governamentais. Discussão e pedido de redação sobre o desenvolvimento tecnológico brasileiro e a existência de técnicos especializados nas Universidades e Institutos brasileiros.	Apresentação de dois institutos de pesquisa: o IPT em São Paulo e Fraunhofer na Alemanha, sob a forma de textos em cartões coloridos.

FONTE: ANDRADE e CARVALHO, 2002 p. 172

De acordo com os autores as discussões sobre o Proálcool com a turma de 6^a série permitiram identificar uma concepção de tecnologia segundo a qual o tempo não é compreendido em toda sua complexidade, pois por esta ser relacionada com modernidade faz com que os alunos a compreendam como algo do futuro. Outro aspecto interessante é que os alunos conseguiram identificar relações envolvendo aspectos econômicos como influência decisiva nas opções tecnológicas. Além disso, os alunos identificaram que essas decisões são tomadas por grupos sociais específicos.

2.5 Propostas envolvendo ensino de física com enfoque em diagnósticos por imagens

Foi realizada uma nova busca por trabalhos que apresentassem sequências didáticas, implementadas em sala ou não, que utilizassem formas de diagnósticos por imagens para o ensino, não necessariamente envolvendo enfoque CTS. Foram encontrados 2, sendo um deles desenvolvido com alunos de licenciatura em física.

Souza e Araújo (2007) desenvolveram uma atividade com uma turma de 2^o ano de uma escola particular, no trabalho intitulado “A produção de raios X contextualizada por meio do enfoque CTS: um caminho para introduzir tópicos de FMC no ensino médio”. De acordo com os autores a motivação para trabalho vem da necessidade de pesquisas relacionadas às abordagens de temas de Física Moderna e Contemporânea nas escolas. A sequência teve como

destaque a produção de Raio-X e a radioproteção, tema recorrente nos Parâmetros Curriculares Nacionais.

A sequência didática foi desenvolvida ao longo do ano letivo tendo início em abril de 2007 com a implementação de um questionário composto por dez questões, com as quais se procurou mapear os conhecimentos prévios dos alunos. Dentre as questões uma delas abordava uma notícia real, do jornal Agora (SP) a qual relatava um acidente envolvendo bronzeamento artificial.

Foi solicitado que os alunos pesquisassem cinco temas: espectro eletromagnético, descoberta dos Raio-X, radioterapia, efeitos da radiação ultravioleta (UV) e fontes naturais de radiação. Esses temas foram apresentados a turma em forma de seminários, os quais proporcionou momentos de grande interação entre os alunos.

Os alunos foram orientados a realizarem pesquisas e a elaborarem uma síntese sobre o que é o Método Científico. Na primeira quinzena de junho a síntese foi recolhida e discutiu-se com os alunos a importância do cientista, seus métodos e hipóteses de trabalho quando analisam um fenômeno. Foi durante essa etapa que se explorou pela primeira vez a produção de Raio-X em uma unidade hospitalar, abordando ainda a radioproteção e a radiografia.

Em seguida foram trabalhados os conteúdos de Óptica Geométrica, com uma abordagem histórica. Isso propiciou que os estudantes compreendessem mais facilmente a Física como uma construção humana. Em setembro foi discutido abertamente a natureza dual da luz. Com um *banner* no qual estavam expostas várias imagens relacionadas a Raio-X foi possível dar continuidade a pesquisa. Foram destacadas questões do funcionamento dos Raio-X como, por exemplo, o efeito fotoelétrico e a dose de radiação permitida para os trabalhadores de unidades hospitalares. Em uma imagem de Radiografia de uma mão e um DNA, foram destacados os riscos envolvidos na exposição a esse tipo de radiação.

Para analisar a aprendizagem dos alunos foi aplicado um segundo questionário também composto por dez questões, no qual os alunos foram questionados a respeito das atividades desenvolvidas em sala e sobre a metodologia utilizada.

A abordagem CTS se dá no final da sequência didática. Foi apresentada aos alunos uma notícia do Jornal Agora de 24 de setembro de 2007 com a manchete “Centros de Raio-X de SP têm série de problemas”, mostrando um aparelho de Raio-X em desuso, salas sem aviso de que o local tem radiação e contrato da prefeitura mal elaborado com uma determinada empresa.

Após a leitura do texto se iniciou o debate no qual foram discutidas questões de cidadania e o direito de ressarcimento por parte da jovem senhora (referida na notícia do jornal)

que, após a sessão de bronzeamento artificial, entrou em coma. De acordo com os autores foi possível perceber que os alunos se preocuparam com a falta de sinalização nos locais.

As afirmações dos alunos no segundo questionário permitiram que os autores concluíssem que eles participaram atentamente das atividades propostas e foram capazes de construir uma base de conhecimento acerca da produção de Raio-X satisfatória, assim como da radioproteção.

Silva e Almeida (2017) por sua vez implementaram uma unidade de ensino com futuros professores de física com o tema de funcionamento dos aparelhos e exames de Radiografia, Tomografia Computadorizada, Tomografia por emissão de pósitrons e Ressonância Magnética. Esta oficina foi oferecida no oitavo semestre do curso de formação de professores do Instituto Federal de São Paulo, campus de Itapetininga.

A metodologia de investigação estava centrada em dois aspectos, o primeiro deles foi a coleta de informações, através de um questionário que foi respondido antes e após o trabalho pedagógico, por sete futuros professores de física. O segundo aspecto foi a análise das respostas, de forma a se comparar as representações dos futuros professores acerca da possibilidade de abordarem ou não o tema em suas aulas.

No questionário inicial com relação à pergunta sobre como abordar temas como Raio-X, radioatividade, relatividade e física quântica no Ensino Médio os futuros professores responderam que seria a partir de temas como astronomia, história da ciência, e usando simuladores. Após a sequência didática, dois dos sete alunos responderam explicitamente que utilizariam exames médicos.

De acordo com os autores ao final do trabalho pedagógico foi possível perceber que os futuros professores incorporaram o tema às suas concepções do que pode ser trabalhado em sala no Ensino Médio.

Com a explicitação dos resultados obtidos nestes estudos anteriormente explicitados evidencia-se a importância de se trabalhar as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade e a forma como isso influencia na aprendizagem do aluno, proporcionando que esses estabeleçam relações entre o conteúdo estudado e o seu cotidiano. É indicado que uma sequência didática com enfoque CTS deve levar o aluno a tomar um posicionamento perante uma situação, sendo que este trará consequências.

3. OBJETIVOS E ENCAMINHAMENTOS

O trabalho tem como objetivo que os alunos estabeleçam relações CTS a partir do estudo e problematização de exames médicos por imagens.

Os encaminhamentos para a construção dos dados foram realizados em duas etapas: a) implementação de um questionário e b) Elaboração, implementação em sala de aula e análise de uma sequência didática sobre o tema selecionado.

Para uma primeira aproximação com os conhecimentos dos alunos acerca das relações entre Física e Medicina e o funcionamento de algumas formas de aquisição de imagens médicas foi aplicado o Questionário Inicial (Apêndice 1), em formulário do Google, com uma turma de 1º série do Ensino Médio de uma escola pública e um turma de 3ª série de uma escola particular, ambas de uma mesma cidade na região metropolitana de Curitiba. Os dados relacionados a esse questionário estão apresentados na próxima seção.

Em relação à sequência didática, antes de desenvolvê-la com os alunos, foi feito contato com o professor de Física responsável e a coordenadora pedagógica da escola. Um esboço da sequência didática foi apresentada a ambos, que concordaram com o seu desenvolvimento na escola. Antes do início dos trabalhos na escola foi entregue e assinado pelo professor um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice 11). O professor mencionou que no momento da matrícula dos alunos os seus pais ou responsáveis assinam um termo de permissão para uso de imagem dos alunos.

Conforme se explicitou na revisão de literatura e nos referenciais teóricos, as propostas em CTS devem levar os alunos à uma tomada de decisão. No caso da proposta desenvolvida neste TCC os estudantes foram levados a tomar uma decisão, quanto a que forma de exame utilizar para diagnosticar uma doença, sendo que tinham algumas opções específicas em cada caso apresentado.

Em uma das situações os alunos deveriam escolher entre uma forma de diagnósticos e as opções seriam: a) uma mais barata, porém levando um tempo maior para se obter o resultado e não sendo possível visualizar as especificidades do objeto a ser diagnosticado e b) outra opção mais cara, que atende as limitações da opção anterior, porém o paciente não possui condições financeiras para realização deste exame. Dessa forma os alunos deveriam escolher entre poupar o paciente de um gasto desnecessário, ou não diagnosticar a doença com precisão suficiente para que se possa iniciar o tratamento a tempo.

Em outros casos a decisão foi em função das contraindicações dos equipamentos médicos, com relação a um paciente com *stent* vascular, alergia ao líquido usados nos contrastes e impossibilidade de uso do cateter.

Durante o desenvolvimento da sequência didática foi apresentada aos alunos uma base do funcionamento de um aparelho de Raio-X/Radiografia², Ultrassonografia, Tomografia Computadorizada e Ressonância Magnética, para fundamentar a escolha deles quanto ao exame a ser realizado. Os alunos, separados em grupos, deveriam apresentar para os demais colegas e para a professora-pesquisadora a escolha quanto ao exame indicado e os motivos que os levaram a tal escolha, deixando explicitado porque este exame foi, na opinião do grupo, mais indicado que os demais. Para o registro foram realizadas gravações das apresentações dos alunos.

Como última atividade foi proposta uma produção textual, com um tema definido pela professora-pesquisadora, o qual visava que os alunos estabelecessem relações entre o conteúdo recém estudado e a vida em sociedade. As análises foram realizadas também, tendo como base essas produções. Para isso se utilizou elementos de Análise de Conteúdos de Bardin (2006).

Uma vez que neste trabalho se procura manter o anonimato dos alunos participantes, os alunos serão identificados por letras e/ou números.

Para cada fase de análise será utilizada uma maneira distinta de se referenciar a eles: para o questionário inicial, os alunos serão identificados por letras do alfabeto grego; para as apresentações dos seminários, dúvidas e comentários, serão utilizados números arábicos e finalmente, na fase de análise das produções textuais, os estudantes serão identificados pelas letras do alfabeto latino. Esta diferenciação se fez necessária porque não é possível associar um determinado aluno citado em uma determinada seção com cada aluno citado nas demais seções.

² Embora o termo técnico para se referir a este exame seja Radiografia e não Raio-X, ele é mais popularmente conhecido pelo segundo termo e os próprios alunos muitas vezes se utilizam do segundo termo. Por esta razão neste trabalho em alguns momentos também será utilizado o termo Raio-X.

4. QUESTIONÁRIO INICIAL: O CONHECIMENTO PRÉVIO DOS ESTUDANTES

O questionário inicial (Apêndice 1) foi proposto em formato de Formulário do Google, de forma que os alunos puderam responder as questões em suas casas ou até mesmo utilizando seus aparelhos de telefone celular. O objetivo do questionário foi o de obter uma primeira aproximação aos conhecimentos dos alunos quanto às relações entre Física e a Medicina, bem como seu conhecimento quanto a algumas formas de diagnósticos por imagem. Ele foi aplicado em duas escolas distintas e em momentos e séries diferentes. A primeira implementação ocorreu no segundo semestre de 2017 em uma turma de 1ª série do Ensino Médio de uma escola pública e a segunda em uma turma de 3ª série de uma escola particular, ambas na mesma cidade, localizada na região metropolitana de Curitiba. Esta última foi a turma escolhida para a implementação da sequência didática.

Para a turma de 1ª série, foram obtidas 27 respostas, de alunos entre 15 e 17 anos de idade. Desses, 40,7 % disseram não saber a renda familiar média e 7,4% preferiram não opinar. Do restante, ou seja, 51,9% a maioria possuía uma renda familiar superior a 4 salários mínimos.

Para a turma da 3ª série foram obtidos 15 questionários respondidos, de um total de 16 alunos. Os alunos possuem idades entre 16 e 18 anos. Quanto a renda familiar, 53,3% dos alunos possuem renda superior a 4 salários mínimos e 26,7% entre 2 e 4 salários mínimos. Um aluno optou por não opinar e o restante não sabia.

Com relação à questão 4, na qual os alunos deveriam demarcar a importância, que segundo eles, as disciplinas de Biologia, Física, Química, Matemática, História e Filosofia tem para a Medicina, obteve-se, para a turma de 1ª série, o gráfico 1.

GRÁFICO 1- IMPORTÂNCIA DAS DISCIPLINAS PARA A MEDICINA – 1ª SÉRIE

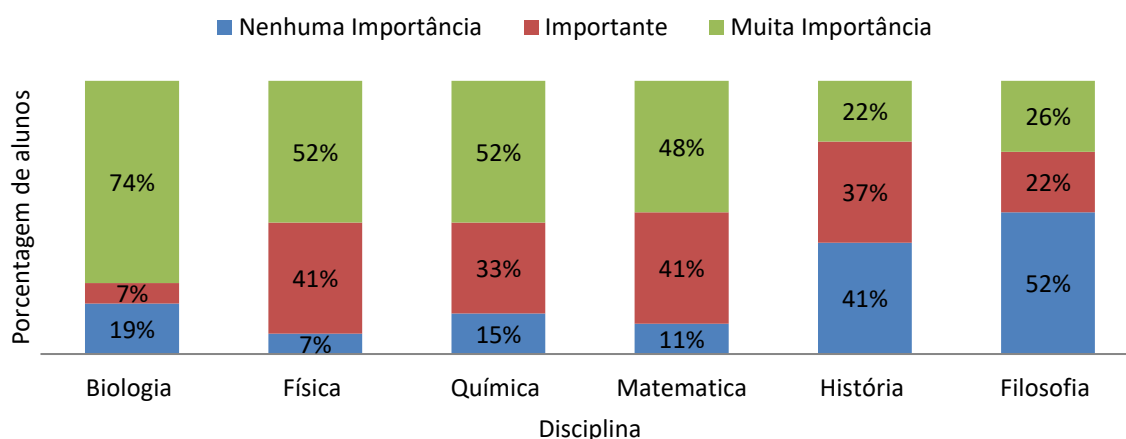


GRÁFICO 1: Opinião dos alunos da 1ª série com relação a importância das disciplinas de Biologia, Física, Química, Matemática, História e Filosofia para a Medicina

FONTE: A autora (2017)

No gráfico 1 é possível perceber que a maioria dos alunos considera a importância da Biologia, porém 19% dos alunos consideraram que esta tem pouquíssima importância para a Medicina. Com relação à Física 52% dos alunos a consideram muito importante, dessa forma fica evidente que os alunos consideram a importância da Física para a Medicina.

Para a mesma questão se obteve o gráfico 2, na turma de 3ª série.

GRÁFICO 2- IMPORTÂNCIA DAS DISCIPLINAS PARA A MEDICINA – 3ª SÉRIE

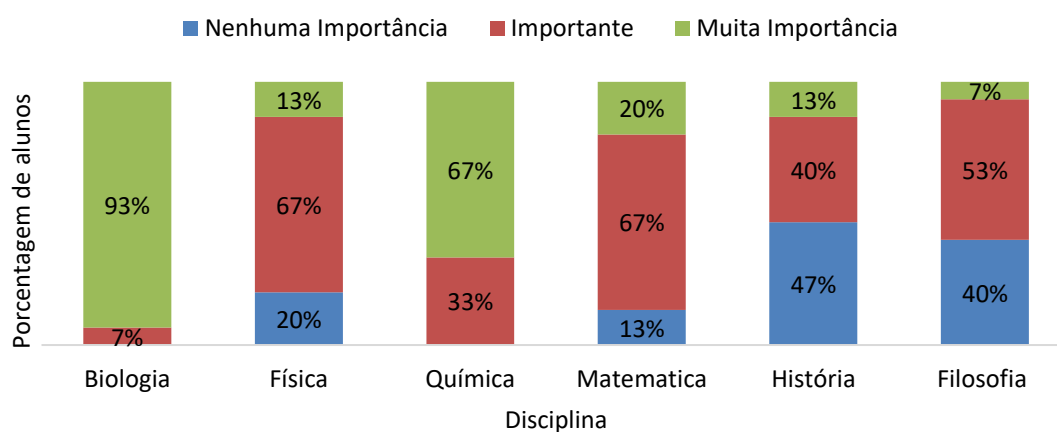


GRÁFICO 2: Opinião dos alunos da 3ª série com relação a importância das disciplinas de Biologia, Física, Química, Matemática, História e Filosofia para a Medicina

FONTE: A autora (2018)

O gráfico 2 indica que os alunos da terceira série reconhecem a importância da Biologia para a Medicina. Quanto à Física, 67% alunos consideram que esta é importante para a área e

13% que ela é muito importante. Apenas Química e Biologia não obtiveram nenhuma resposta do tipo “nenhuma importância”, o que leva a se acreditar que os alunos reconhecem o papel destas disciplinas dentro da Medicina.

Em ambas as turmas, História e Filosofia são consideradas disciplinas de menor importância para a Medicina; o que sugere a necessidade de se problematizar estas questões com estes alunos, especialmente se discutindo Ética, Filosofia da/na Medicina, entre outras possibilidades.

Na questão 5, para ambas as turmas, 100% dos alunos afirmaram já ter ouvido falar de algum exame no qual o resultado é dado por uma imagem.

Para a turma de 1ª série, os exames mais conhecidos pelos alunos são Raio-X (Radiografia) e Ultrassonografia, como é possível observar no gráfico 3. É importante destacar que nas respostas dos alunos foram encontrados diferentes termos para um mesmo exame, de forma que para a montagem dos gráficos estas foram agrupadas em apenas um termo que define o exame feito.

GRÁFICO 3- EXAMES DE IMAGENS MÉDICAS CONHECIDOS PELOS ALUNOS – 1ª SÉRIE

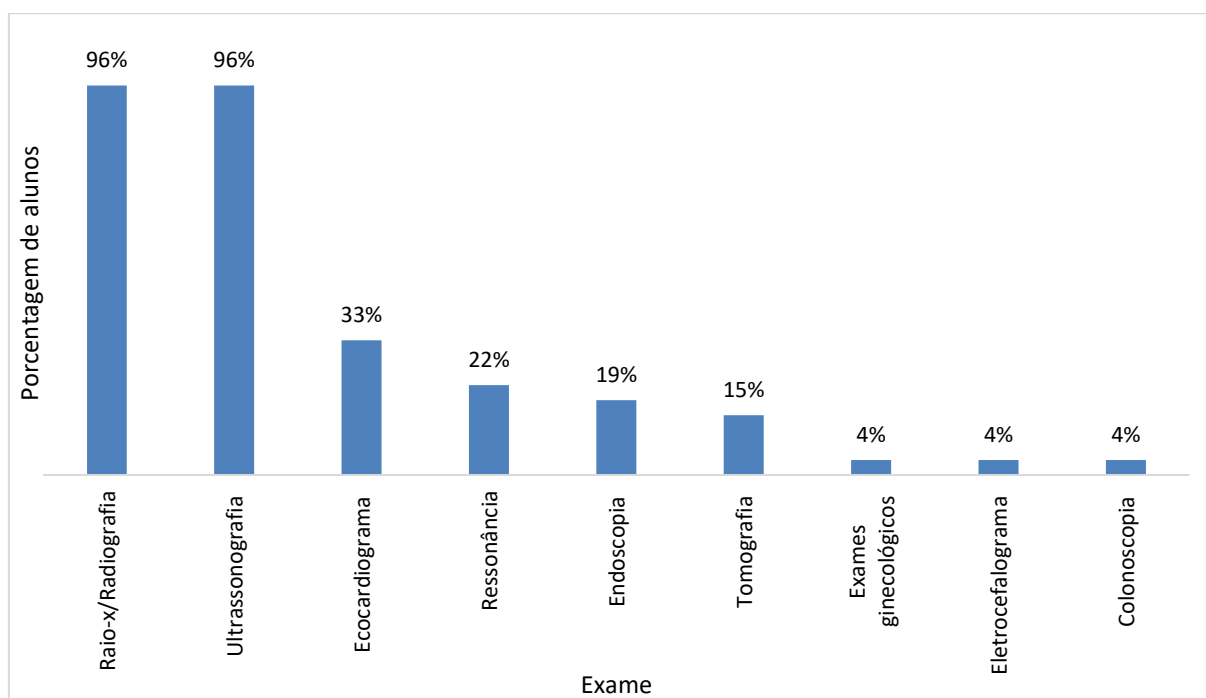


GRÁFICO 3: Quais os exames, cujo resultado é dado por uma imagem, os alunos da 1ª série conhecem.
FONTE: A autora (2017)

Já, na turma da 3ª série, os exames mais conhecidos pelos alunos são Raio-X (ou Radiografia) e Ressonância Magnética, como é possível observar no gráfico 4.

GRÁFICO 4 - EXAMES DE IMAGENS MÉDICAS CONHECIDOS PELOS ALUNOS – 3ª SÉRIE

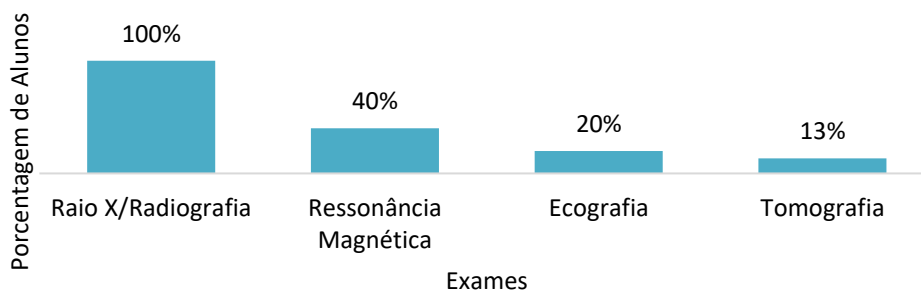


GRÁFICO 4: Quais os exames, cujo resultado é dado por uma imagem, os alunos da 3ª série conhecem.
 FONTE: A autora (2018)

Observa-se, pelos gráficos, que Raio-X/Radiografia é o mais citado em ambas as turmas.

Na questão, 7, na qual se questionava quais, dentre os exames citados, os alunos já haviam realizado, o Raio-X e a Ultrassonografia foram os mais realizados pelos alunos da 1ª série.

GRÁFICO 5- VOCÊ JÁ FEZ ALGUM DESSES EXAMES? – 1ª SÉRIE

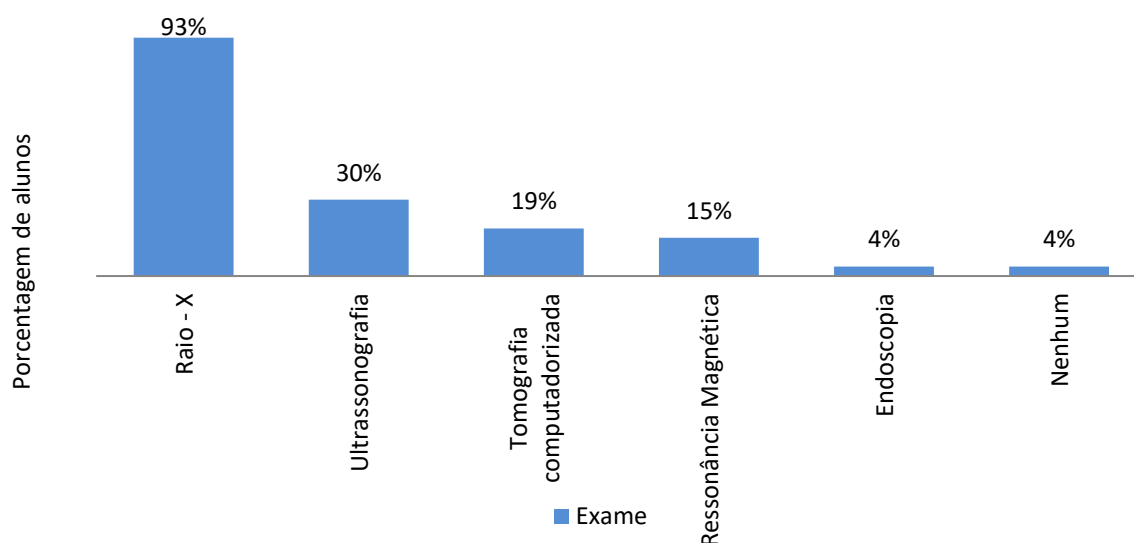


GRÁFICO 5: Exames que os alunos da 1ª série já haviam realizado, dentre os citados no questionário.
 FONTE: A autora (2017)

Para os alunos da 3ª série, dos exames citados na questão 7, similarmente aos alunos da 1ª série, o Raio-X e a Ultrassonografia também foram os mais realizados pelos alunos, conforme o gráfico 6.

GRÁFICO 6- VOCÊ JÁ FEZ ALGUM DESSES EXAMES? – 3ª SÉRIE

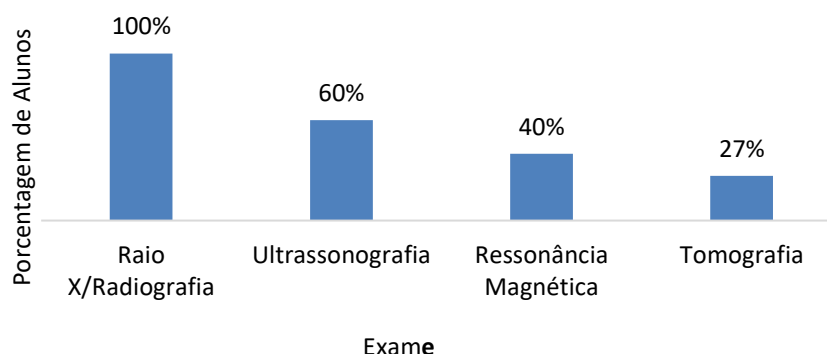


GRÁFICO 6: Exames que os alunos da 3ª série já haviam realizado, dentre os citados no questionário.
 FONTE: A autora (2018)

Dos alunos da 1ª série, 44% realizaram os exames através de planos de saúde, 37% através do Sistema Único de Saúde (SUS) e 26% de forma particular (sem plano de saúde).

Já na turma de 3ª série a maioria (80%) foi realizada através de planos de saúde. Neste grupo nenhum aluno mencionou que se utilizou do Sistema Único de Saúde (SUS) para a realização dos exames.

A questão 9 do questionário (Apêndice 1) fez um levantamento com relação a quanto os alunos imaginam que custam exames de Raios-X, Ultrassonografia, Ressonância Magnética e Tomografia Computadorizada. Embora a questão seja aberta, não sendo fornecidas alternativas de respostas (portanto aluno poderia indicar qualquer valor), para fins de organização dos resultados os valores indicados pelos alunos foram organizados em algumas faixas de preço.

Para cada exame foi elaborado um gráfico contendo a relação entre a porcentagem de alunos e faixa de preço citado. A barra hachurada (listrada) representa a faixa de preço praticado por uma das fontes utilizadas. Para os exames de Raios-X, Ultrassonografia e Tomografia Computadorizada os valores foram baseados no *site* da Policlínica São Lucas e para a Ressonância Magnética foram utilizados os valores encontrados no *site* do Cartão ABMED³, o qual dispunha para o usuário/leitor uma comparação dos valores dos exames feitos de maneira particular e com o plano, para este trabalho foram utilizados os valores pagos de forma particular, ou seja, sem plano.

³ Empresa que oferece serviços médicos hospitalares.

GRÁFICO 7 – QUANTO CUSTA UM EXAME DE RAIOS- X – 1ª SÉRIE

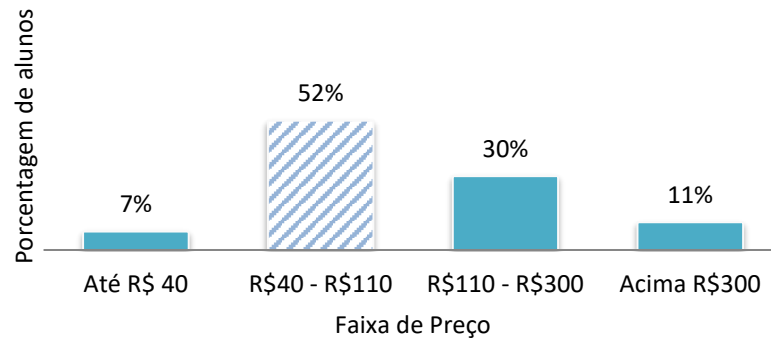


GRÁFICO 7: Valores de um exame de Raios-X, segundo os alunos da 1ª série. A segunda barra (da esquerda para a direita) representa o valor praticado de acordo com a referência utilizada.

FONTE: A autora (2017)

GRÁFICO 8- QUANTO CUSTA UM EXAME DE RAIOS- X – 3ª SÉRIE

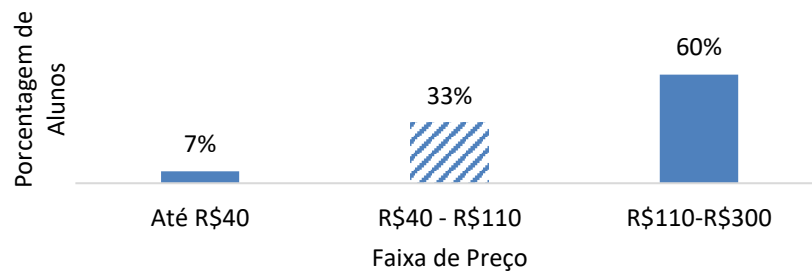


GRÁFICO 8: Valores de um exame de Raios-X, segundo os alunos da 3ª série. A segunda barra (da esquerda para a direita) representa o valor praticado de acordo com a referência utilizada.

FONTE: A autora (2018)

GRÁFICO 9- QUANTO CUSTA UMA ULTRASSONOGRAFIA - 1ª SÉRIE

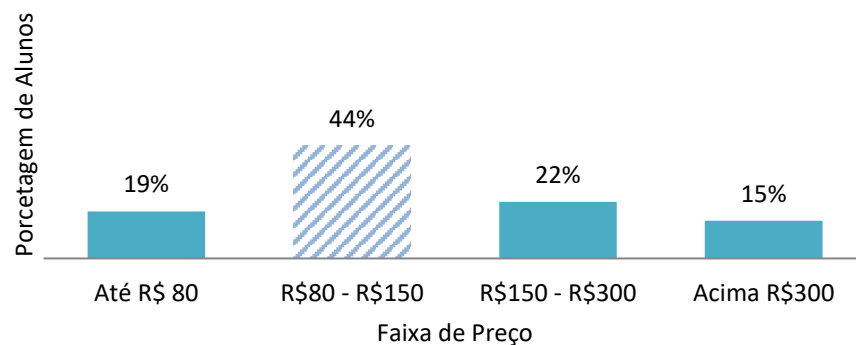


GRÁFICO 9: Valores de um exame de Ultrassonografia, segundo os alunos da 1ª série. A segunda barra (da esquerda para a direita) representa o valor praticado de acordo com a referência utilizada.

FONTE: A autora (2017)

GRÁFICO 10- QUANTO CUSTA UMA ULTRASSONOGRAFIA - 3ª SÉRIE

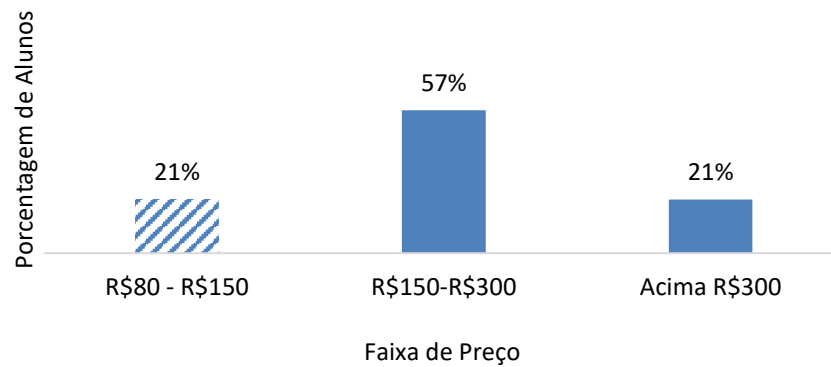


GRÁFICO 10: Valores de um exame de Ultrassonografia, segundo os alunos da 3ª série. A primeira barra (da esquerda para a direita) representa o valor praticado de acordo com a referência utilizada.

FONTE: A autora (2018)

GRÁFICO 11- QUANTO CUSTA UMA RESSONÂNCIA MAGNÉTICA – 1ª SÉRIE

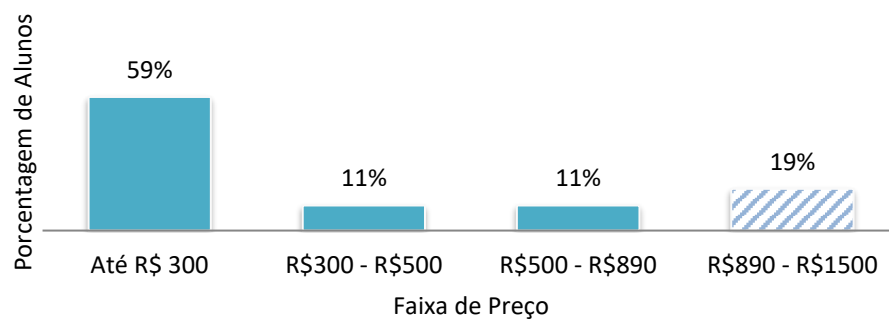


GRÁFICO 11: Valores de um exame de Ressonância Magnética, segundo os alunos da 1ª série. A última barra (da esquerda para a direita) representa o valor praticado de acordo com a referência utilizada.

FONTE: A autora (2017)

GRÁFICO 12- QUANTO CUSTA UMA RESSONÂNCIA MAGNÉTICA – 3ª SÉRIE

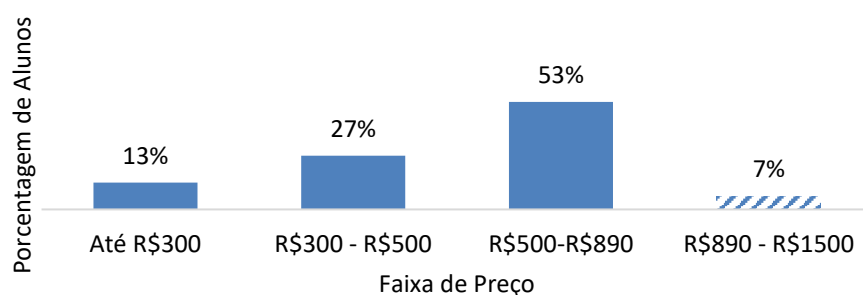


GRÁFICO 12: Valores de um exame de Ressonância Magnética, segundo os alunos da 3ª série. A última barra (da esquerda para a direita) representa o valor praticado de acordo com a referência utilizada.

FONTE: A autora (2018)

GRÁFICO 13- QUANTO CUSTA UMA TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA – 1ª SÉRIE

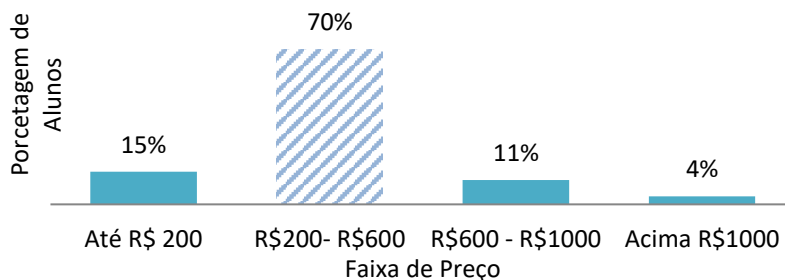


GRÁFICO 13: Valores de um exame de Tomografia Computadorizada, segundo os alunos da 1ª série. A segunda barra (da esquerda para a direita) representa o valor real de acordo com a referência utilizada.
 FONTE: A autora (2017)

GRÁFICO 14- QUANTO CUSTA UMA TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA – 3ª SÉRIE

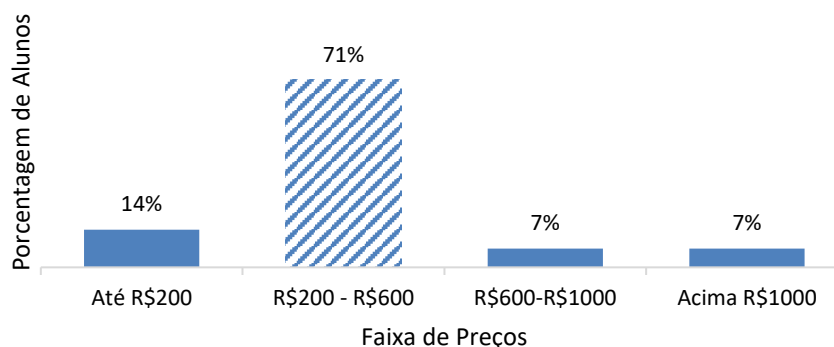


GRÁFICO 14: Valores de um exame de Tomografia Computadorizada, segundo os alunos da 3ª série. A segunda barra (da esquerda para a direita) representa o valor real de acordo com a referência utilizada.
 FONTE: A autora (2018)

Observando os gráficos 7 a 14 é possível perceber que há uma diferença, entre alguns exames, entre as respostas dadas pelas duas turmas. No caso da 1ª série se obteve um acerto, por parte dos alunos, nos exames de Raios-X, Ultrassonografia e Tomografia Computadorizada com relação ao valor tomado como referência praticada no mercado para esses exames. Já para a turma de 3ª série apenas no exame de Tomografia Computadorizada a maioria dos alunos acertou a faixa de preço. Nos demais exames a maioria das respostas foram com preços maiores do que os praticados (de acordo com a fonte utilizada).

Para a análise das questões dissertativas foram utilizados elementos da Análise de Conteúdos (Bardin, 2006) que é uma técnica de análises por categorias temáticas.

Na questão 10, questionou-se se os alunos conheciam os objetivos dos exames médicos mencionados. Para ambas as turmas inicialmente separaram-se as respostas em duas categorias: Não sabem o objetivo de nenhum exame; ou mencionaram objetivo de algum exame. Dentre

estes últimos as respostas foram, ainda, separadas em outras subcategorias: Utilizaram conceitos físicos e não utilizaram conceitos físicos para explicar o funcionamento. Finalmente, daqueles que utilizaram conceitos físicos, as respostas foram ainda separadas em: Utilizaram os conceitos corretamente, ou não.

Na turma de 1ª série apenas dois alunos disseram não saber o objetivo de nenhum dos exames.

Dentre aqueles que mencionam os objetivos, dentre as respostas mais comuns dos alunos se tem que os exames têm o objetivo de proporcionar aos médicos uma visão de estruturas e órgãos do corpo humano, a fim de se diagnosticar alguma anomalia. Em todas as respostas se tem a menção a diagnosticar alguma doença ou fratura.

Alguns alunos demonstraram ter um maior conhecimento sobre o assunto, é o caso do aluno α (identificaremos os alunos dessa maneira, para preservar sua identidade).

Raio X - Para ver se quebrou alguma parte do corpo. Ultrassonografia - Para diagnosticar uma gestação, ver o sexo do bebê, diagnosticar algum tipo de tumor, doença. Ressonância Magnética - é um exame de imagem capaz de mostrar com definição as estruturas internas dos órgãos. Tomografia Computadorizada - é quase a mesma coisa que o Raio X só que detecta alterações muito pequenas em ossos, tecidos, órgãos e outras estruturas do corpo. (ALUNO α).

Os alunos β , γ e δ mencionaram conceitos físicos para explicar o objetivo da Ressonância Magnética.

Sim, Raio-x, Ressonância Magnética e Tomografia. O Raio X tem como objetivo, geralmente, ver quebraduras de ossos. A Ressonância Magnética, tem como objetivo ver os órgãos através do magnetismo. Tomografia tem como objetivo detectar pequenas alterações em ossos, tecidos, órgãos e outras estruturas do corpo e é mais precisa que o Raio X. (ALUNO β).

Identificar fratura nos ossos, através de ondas magnéticas podemos ver mais detalhadamente os órgãos e tecidos (ALUNO γ).

Raio-x faz emitir uma onda de radiação capaz de mostrar os ossos do corpo (ALUNO δ).

Outros alunos demonstraram saber o objetivo dos exames, contudo não se utilizaram de conceitos físicos em suas explicações.

Sim, observar ou diagnosticar certos problemas que não são visíveis por exame de sangue (ALUNO ε).

Eles possuem a capacidade de ver o que está dentro do corpo humano, sem a utilização de corte (ALUNO ζ).

No caso da turma de 3ª série todos os alunos afirmaram ter conhecimento quanto ao objetivo de algum dos exames. Entre as respostas mais comuns está a função do Raio-X, por meio do qual se é possível observar, entre outras coisas, fraturas ósseas. De maneira geral os alunos destacaram que esses exames permitem identificar

“Algum tipo de problema dentro do corpo” (ALUNO η).

“Detectar fraturas (Raio-X) e Detectar vazamento de líquido em alguma parte do corpo (Ressonância Magnética)” (ALUNO θ).

O aluno θ foi o único a destacar a função da Ressonância Magnética quanto ao diagnóstico de problemas como aneurismas.

A questão 11 investigou o conhecimento dos alunos com relação ao funcionamento destes exames. Para essa análise as respostas dos alunos foram organizadas inicialmente em duas categorias distintas: uma delas, compostas pelos alunos que mencionaram não saber nada a respeito; e a outra composta pelos alunos que mencionaram conhecer algo sobre o funcionamento dos exames. Esta segunda categoria foi ainda separada em duas outras subcategorias: as respostas que mencionaram algum conceito físico para a explicação do funcionamento dos exames e a outra categoria daquelas respostas que não utilizaram nenhum conceito físico.

Na turma de 1ª série nove alunos disseram não saber nada a respeito do funcionamento dos exames.

Daqueles que mencionaram saber algo a respeito do funcionamento, doze mencionaram conceitos físicos e seis alunos não os mencionaram.

Dentre esses destacam-se algumas falas:

Feitos com uma espécie de câmera especial, para obter imagens que ajudem nos exames (ALUNO λ).

Falam que quando o enfermeiro que efetua o raioX no paciente, quando toma muita radiação por causa dos aparelhos, anos depois tem câncer (ALUNO μ).

Dentre os conceitos mais utilizados encontram-se magnetismo, radiação, ondas e sons. Porém estes são usados, em alguns casos, de maneira errônea, o que indica que os alunos não possuem uma compreensão mais ampla do conceito físico envolvido.

Ultrassonografia utiliza "sons" para examinar um órgão ou feto. O raio-x libera uma espécie de radiação e por meio dela pode ser visto os ossos (ALUNO ν).

No raio-x ondas eletromagnéticas se propagam com radiação, e a Ultrassonografia funciona com a ajuda de ondas sonoras (ALUNO ξ).

Outros alunos, contudo, demonstraram um maior entendimento com relação ao conhecimento físico envolvido, como nos extratos apresentados na sequência:

Um raio é disparado na direção do órgão problemático para que se possa localizar o problema (os raios em forma de ondas refletem apenas as massas rígidas como o osso e ignorando a carne e órgãos mais macios) (ALUNO π).

Sim, o Raio x, ocorre quando elétrons são acelerados em direção de um objeto, no caso do exame, ossos do corpo, e quando os elétrons se chocam com o alvo, deixam um feixe de luz, assim podendo ser visto se no osso possui alguma quebra ou algo do tipo, pois, aonde o raio x não passa, não fica registrado na folha de exame. É um exame onde o paciente entra dentro de um "tubo" e nesse tubo há diversos raios x, onde passam por todo o corpo dele e sendo registrado todas as partes do mesmo. (ALUNO β).

Raio X - é um par de eletrodos, um cátodo e um ânodo, que ficam dentro de um tubo de vidro a vácuo. Ultrassonografia - utiliza o eco gerado através de ondas ultrassônicas de alta frequência para visualizar em tempo real, as estruturas internas do organismo. Ressonância Magnética - Enxerga o interior do corpo e cria um campo magnético no organismo para que os núcleos dos átomos se alinhem e formem pequenos ímãs. Tomografia Computadorizada - os sinais são convertidos em sinais digitais em seguida é produzida a imagem. Esse conjunto gira em 360° em torno do paciente. (ALUNO α).

Ultrassonografia utiliza "sons" para examinar um órgão ou feto. O raio-x libera uma espécie de radiação e por meio dela pode ser visto os ossos (ALUNO v).

Nesta mesma questão, na turma de 3ª série, apenas um aluno respondeu positivamente essa questão e explicou o funcionamento do Raio-X e da Ressonância Magnética, utilizando-se de conceitos físicos para tal explicação.

O Raio-X funciona com radiação e a Ressonância Magnética funciona com um solenóide e ímãs dentro do mesmo (ALUNO p).

Os demais alunos responderam que não sabem ou apenas que “sabem pouco”, mas não descreveram sobre o funcionamento.

A questão 12 do questionário estava vinculada à opinião dos alunos com relação à importância de se aprender mais sobre o assunto. Do total de respondentes nas duas séries, apenas quatro alunos da 1ª série responderam que não achavam importante aprender mais sobre o assunto.

No espaço destinado a comentários dos alunos, obtiveram-se dois comentários, também dos alunos da 1ª série, nos quais eles explicitam a importância de se aprender mais sobre o assunto retratado no questionário. Um deles considera importante não apenas saber mais sobre os exames, mas também sobre os locais que os realizam.

Comparando os resultados obtidos nas duas turmas em que foi aplicado o questionário, é possível sugerir que a turma da 3ª série menciona menos as relações entre física e os exames de imagem. Considerando as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (2006) ou as Diretrizes Curriculares de Física do Estado do Paraná (2008) como referências, um dos conteúdos estruturantes dessa série é o eletromagnetismo, o qual possui uma forte relação entre os conteúdos que envolvem os exames de imagens médicas. Por estas razões, esta turma foi a escolhida para se implementar a proposta de ensino deste trabalho.

5. A SEQUÊNCIA DIDÁTICA: “1º SIMPÓSIO MARIE CURIE DE DIAGNÓSTICOS”

Nesta seção será apresentada a descrição da sequência didática intitulada “1º Simpósio Marie Curie de diagnósticos”, elaborada e desenvolvida no contexto deste Trabalho de Conclusão de Curso.

São apresentadas a descrição da proposta, sua implementação em sala de aula e análises. A descrição consta de uma apresentação da sequência didática, com relação ao que foi planejado para as diferentes aulas e seus objetivos, e quanto ao que ocorreu em sala de aula, o comportamento dos alunos, suas falas, suas interações, etc. Nas análises se procura observar se os objetivos foram atingidos e de que forma, evidenciando isso nas falas ou produções escritas dos alunos.

4.1 Descrição da sequência didática

A sequência didática elaborada foi composta de 4 aulas, nas quais foram trabalhados conteúdos de física relacionados à obtenção de imagens médicas, procurando estabelecer relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade.

A proposta foi elaborada pela pesquisadora e uma descrição da mesma foi apresentada ao professor titular da turma, dando liberdade para que ele, caso assim o desejasse, fizesse suas sugestões de alterações. As aulas foram desenvolvidas após aprovação pelo professor.

A implementação da sequência didática em sala de aula foi feita pela pesquisadora, que aqui será denominada professora-pesquisadora.

No quadro 1 é apresentada uma breve descrição de cada aula desenvolvida, seus objetivos e materiais utilizados.

QUADRO 2- DESCRIÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Aula	Descrição da atividade	Materiais utilizados	Objetivo
1	Apresentação e explicação da proposta para os alunos; Divisão da turma em quatro grupos;	Fichas médicas, pastas do hospital fictício, convite do simpósio, gravador de áudio	Envolver os alunos no tema proposto, despertando o interesse deles por tal e apresentar a sequência didática
2	Apresentação dos grupos	Quadro, giz, projetor, gravador de áudio e filmadora	Observar as pesquisas dos alunos, se estes perceberam as diversas nuances dentre a escolha do exame a ser realizado, levando em conta contraindicações clínicas e outras condições dos pacientes
3	Breve explanação, por parte da professora-pesquisadora, quanto à teoria que envolve o funcionamento dos exames por imagens médicas: Ressonância magnética. Tomografia Computadorizada, Ultrassonografia (com uso de contraste) e Radiografia	Multimídia, gravador de áudio, filmadora	Apresentar aos alunos conceitos físicos envolvendo os exames e sanar eventuais dúvidas com relação a essa parte das pesquisas deles
4	Produção textual	Quadro, giz, gravador de áudio.	Observar se e como os alunos relacionam os conteúdos aprendidos com a vivência em sociedade

FONTE: A autora, 2018

4.2 Desenvolvimento da sequência didática e análises

Nessa seção serão descritas as atividades realizadas em sala de aula, as produções dos alunos e os comentários da pesquisadora. O trabalho na sala de aula foi desenvolvido nos dias 04, 09 e 10 de maio, sendo que no dia 09 foram duas aulas geminadas (2 e 3), em uma escola particular da região metropolitana de Curitiba, em uma turma de 3ª série com 16 alunos, a mesma turma na qual foi feita a segunda implementação do questionário inicial. O professor titular da turma estava encerrando os conteúdos de eletromagnetismo e havia utilizado os exames de Ressonância Magnética para exemplificar uma implementação de variação de fluxo magnético.

Durante as aulas foram realizadas gravações em áudio e nas aulas 2 e 3, gravações também em vídeo, para proporcionar uma análise mais detalhada das aulas.

4.2.1 Aula 1 – Apresentação da proposta à turma e problematizações iniciais

Na aula 1, na primeira aproximação da pesquisadora com a turma, o professor apresentou-a aos alunos, que já haviam sido comunicados previamente sobre a atividade e em seguida o professor a deixou sozinha com a turma. A professora-pesquisadora se apresentou brevemente à turma, em seguida explicou para os alunos que desenvolveria uma atividade “diferente” com eles, envolvendo Física e Medicina.

Como uma primeira problematização, perguntou aos alunos se estes tinham conhecimento das relações entre Física e Medicina (antes da implementação do questionário inicial e das aulas do professor), todos responderam que não. Dessa forma iniciou a apresentação da atividade proposta.

Nesta aula professora-pesquisadora de utilizou de elementos de RPG (Roleplaying Game ou jogo de papéis), pois os alunos foram levados a assumirem papéis de profissionais de um hospital, sendo eles: Neurologista, Reumatologista, Nefrologista, Técnico de Manutenção de Equipamentos de Exames de Imagens, Especialista em Diagnóstico e Técnico de Exames de Imagem.

Os alunos se dividiram em 4 grupos de 4 componentes cada, para formarem uma equipe médica que trabalha em um hospital hipotético, chamado Marie Curie. As equipes foram convidadas a participar de um Simpósio promovido dentro do hospital (convite do Simpósio no Apêndice 8). Os alunos assumiram os papéis de: médicos, técnicos de manutenção dos equipamentos de exames de imagem, técnicos de exames e especialista de diagnóstico. A professora-pesquisadora, por sua vez, assumiu o papel de uma física, especialista em exames por imagem.

Cada grupo recebeu uma ficha médica (Apêndices 4 a 7), composta por uma descrição da atividade desenvolvida, breve contextualização histórica do paciente, identificação do paciente, exames realizados, hipóteses diagnósticas, alergias e a descrição de como deveria ser constituída a equipe médica. Todas as fichas são de pacientes fictícios desenvolvidos pela pesquisadora.

A perspectiva de assumir papéis de médicos deixou a turma bem alvoroçada e animada com a sequência didática. Após a entrega do material, os alunos já iniciaram as pesquisas utilizando os seus telefones celulares, e algumas dúvidas foram surgindo: “é necessário

fazermos o diagnóstico, ou apenas escolher o melhor exame para o caso dado? Temos que falar os possíveis tratamentos?” (Aluno 1). Foi respondido ao aluno que não, pois o objetivo central é que o grupo defina qual o melhor exame para se realizar o diagnóstico. Ao final da aula um dos grupos possuía uma lista de possíveis de exames, porém alguns eram para diagnosticar uma fratura que, de acordo com a ficha médica, já havia sido diagnosticada. Ao final da aula o objetivo foi atingido, os alunos estavam envolvidos com a sequência proposta.

4.2.2 Aula 2 – Primeiro dia do Simpósio: apresentação dos casos das equipes médicas

Na aula 2 aconteceram as apresentações dos alunos, ou seja, foi o dia do início do 1º Simpósio Marie Curie de Diagnósticos. As apresentações seguiram a ordem das fichas médicas, que eram enumeradas de 1 à 4. A descrição e análise do desenvolvimento serão feitas para cada grupo em separado, na sequência:

Grupo 1:

A Ficha 1 apresentava o caso de um paciente que se envolveu em um grave acidente de carro na BR-277, sentido Ponta Grossa, Paraná, na madrugada do dia 20/04/2018. Exames preliminares da polícia indicam que o mesmo estava alcoolizado. O paciente em questão colidiu com a traseira de um caminhão. Ele foi encontrado em seu carro, pela equipe do SAMU⁴, com uma visível fratura na tíbia e desacordado, possivelmente por ter batido sua cabeça no volante, por não estar usando o cinto de segurança. Ele foi encaminhado para o Hospital Marie Curie no qual recebeu os primeiros socorros. O paciente aparentava ter idade entre 25 e 30 anos, e foi realizada uma Radiografia para verificar a fratura na tíbia. Apresentava indícios de um possível Acidente Vascular Cerebral (AVC) e possuía alergias a frutos de mar e a insetos.

O grupo responsável pela apresentação dessa ficha médica era composto por um neurocirurgião, um técnico de exames de imagens, um técnico de manutenção de equipamentos de exames de imagens e um especialista em diagnóstico.

A equipe iniciou a apresentação com os dados fornecidos nas fichas médicas. Em seguida o neurocirurgião explicou o que é um AVC, explanando os sintomas, as diferenças entre o AVC isquêmico e o hemorrágico e suas causas. Para esse diagnóstico são mais indicados os exames de Tomografia Computadorizada e de Ressonância Magnética. A equipe optou pela Ressonância Magnética, porque o paciente possui alergia a frutos do mar e, para a realização

⁴ Serviço de Atendimento Móvel de Urgência

da Tomografia Computadorizada, seria necessária a utilização de um contraste a base de Iodo, elemento este presente em alguns frutos do mar. Dessa forma o paciente poderia ter um choque anafilático causado pelo contraste, o que não ocorreria na Ressonância magnética.

Em seguida o técnico de exames explicou os pontos positivos e negativos da Tomografia Computadorizada e da Ressonância Magnética. Os pontos positivos da Tomografia Computadorizada mencionadas pelo Aluno 2 foram:

A Ressonância Magnética demora mais tempo para feita que a tomografia computadorizada. é muito mais rápido, custo consideravelmente menor do que a da ressonância magnética, ele é menos sensível ao movimento do paciente durante o exame, é mais fácil de realizar em pacientes claustrofóbicos, os aparelhos de Tomografia costumam aguentar melhor os pacientes com obesidade mórbida e não oferece qualquer risco para o paciente com próteses implantáveis (...) a Ressonância Magnética não utiliza radiação ionizante, não se identificou nenhum efeito colateral ou dano à saúde da exposição ao campo magnético e as ondas de raio gerados por ela, ela tem uma gama muito maior de contrastes disponíveis e retrata a anatomia com mais detalhes. O contraste utilizado na Ressonância Magnética tem um risco consideravelmente menor de causar reações alérgicas graves, que é o caso do nosso paciente. (ALUNO 2).

O técnico de manutenção dos equipamentos foi responsável por apresentar as características do equipamento utilizado no exame escolhido e seu funcionamento. Explicitou o que é a bobina de alta frequência e que elas são específicas para cada parte do corpo que se deseja analisar.

A Ressonância Magnética enxerga o interior do corpo humano baseada nas moléculas de hidrogênio. Ai tem diferentes intensidades e diferentes tecidos. O aparelho tem um campo magnético nos tecidos pra atrair os núcleos desses átomos transformando-os em pequenos ímãs. Então ele manda ondas de radio no corpo pra produzir uma vibração e detectar essas moléculas e envia pro computador. O computador transforma eles em imagens podendo assim a gente ter uma noção do que ta acontecendo com o corpo do paciente. (ALUNO 3).

Toda a explicação do Aluno 3 foi feita com leitura direta de material no seu aparelho celular, mas não foi possível perceber se ele o reproduziu da mesma forma que encontrou em suas pesquisas.

Grupo 2:

Na apresentação da Ficha 2 a paciente tratava-se de uma menina de 12 anos de idade que passou por um procedimento cirúrgico há três meses para a colocação de um *stent* vascular, devido a uma obstrução de sua artéria. Há cerca de três semanas a paciente começou a sentir dores de cabeça incessantes, procurou um médico que a diagnosticou com enxaquecas. Passados alguns dias os sintomas foram piorando e surgindo novos, como náuseas, vômitos e a perda da visão. Nesse momento a paciente deu entrada no hospital. Esses sintomas são de um possível AVC ou aneurisma, de forma que se faz necessária uma investigação do caso. A paciente não possui nenhum tipo de alergias.

O grupo responsável pela apresentação dessa ficha médica era composto por um neurocirurgião, um técnico de exames de imagens, um técnico de manutenção de equipamentos de exames de imagens e um especialista em diagnóstico.

A apresentação se iniciou com o neurocirurgião explicando o caso médico e o que é um AVC, seus sintomas, diferença entre o isquêmico e o hemorrágico.

A especialista em diagnósticos explicou o que causa uma obstrução na artéria, motivo pelo qual a paciente passou por um procedimento cirúrgico para a colocação de um *stent* vascular. Devido a seu histórico médico os sintomas apresentados poderiam ser resultado de seu histórico, por esta razão optou-se pela realização de um Angiograma.

O angiograma é um exame radiográfico dos vasos sanguíneos que é feito por meio da injeção de um contraste no ambiente intravascular a partir de um cateterismo. É feito com o auxílio de um fio fino, que é o cateter, em uma artéria que pode ser no pescoço ou na virilha para esse cateter chegar até o local onde tem que ser analisado. Depois de inserir o cateter até o local, o médico injeta o contraste e tira várias radiografias ali do local por meio de uma máquina de raios-x. (ALUNO 4).

O técnico em exames explicou as vantagens e indicações da angiografia, em seguida o neurologista explicou o porquê da escolha desse exame:

A gente pensou na angiografia porque é um exame mais complexo, mas se fosse num paciente que a gente pudesse ter um resultado correto do exame primeiro seria a tomografia, porque quando você chega em um pronto socorro nenhum médico de cara vai pedir uma angiografia. Então primeiro seria feito a tomografia, se não desse nada seria uma angiografia. (ALUNO 5).

A equipe chegou a conclusão que, ao contrário do que indicava a ficha médica, a paciente teria um aneurisma e não um AVC. Na ficha médica estava indicado que a paciente tinha um AVC porquê a princípio a expectativa era que os alunos escolhessem o exame de Ressonância Magnética, porém devido ao *stent* vascular implantado há 3 meses, a paciente não poderia ser submetida a esse exame, portanto, deveria ser realizada uma Tomografia Computadorizada. O diagnóstico dos alunos não está errado, apenas seguiu por um caminho não previsto pela professora-pesquisadora. Isto foi muito interessante, visto que os alunos buscaram por um exame pouco conhecido.

Grupo 3:

Na Ficha 3 o paciente apresentou inicialmente os sintomas de dores atrás das costelas inferiores e no quadril, procurou atendimento médico, porém não houve um diagnóstico definitivo, pois foram realizados apenas exames físicos. O médico receitou remédios para dor e mandou-o para casa. Passados alguns dias outros sintomas foram aparecendo, tais como febre, vômitos, a redução da urina e a presença de sangue na mesma. Tais sintomas levaram a indicação de se procurar um profissional especializado e por esta razão o paciente deu entrada no hospital. As hipóteses diagnósticas eram um tumor nos rins ou uma trombose de via renal. O paciente possuía alergia a pólen, iodo, insetos e frutos do mar e contraindicação de inserção de cateteres nas veias.

A equipe médica era composta por um nefrologista, um técnico de manutenção de equipamentos de exames de imagens, um especialista em diagnóstico e um técnico de exames de imagem.

O médico nefrologista explicou o que é um tumor nos rins, os seus sintomas e causas e o que é uma trombose de vias renais, seus sintomas e causas. Quanto ao exame escolhido

A gente pensou que pra poder diagnosticar como ele não fez nenhum exame e ele apresentou nenhum sintoma a gente pensou em fazer uma Ressonância Magnética ver se encontrava um tumor, só que sem contraste porque ele tem alergia a iodo, e no contraste vai iodo, e caso desse alguma coisa fazer uma angiorressonância Magnética também sem o contraste e sem o cateter, porque ele é um gás e precisa do cateter pra aplicar o contraste. (ALUNO 6).

Quanto ao funcionamento da Ressonância Magnética e da Angioressonância

A Ressonância Magnética é um exame de diagnóstico por imagem que consegue criar imagens de alta definição dos órgãos através da utilização de um campo magnético.

A agitação das moléculas é captada pelo aparelho, transferida para um computador no qual, com uma série de cálculos matemáticos, esses dados são transformados em imagens. Ai a angioressonância, caso encontrasse alguma coisa, porque o tumor pode causar a trombose (...) com ela é possível obter imagens de vasos sanguíneos por todo o corpo, porque ela emite ondas de rádio frequência. (ALUNO 7).

O Aluno 7 fez sua explicação lendo no telefone celular, ficou visível que este apenas leu o que estava escrito, parecendo não entender o que estava lendo. Em seguida o outro membro da equipe expressou os pontos positivos do exame, e suas contraindicações, que seria apenas no caso de o paciente ter algum implante metálico.

Grupo 4:

A Ficha 4 apresentava um paciente de 50 anos que procurou atendimento médico por apresentar dores no joelho. O médico lhe receitou um analgésico e recomendou sessões de fisioterapia, alegando que isso era apenas um sintoma da idade e do excesso de peso. Porém alguns dias depois apresentou-se a formação de um edema e a diminuição da força muscular, de forma que o paciente procurou atendimento especializado. Devido à demora de atendimento no SUS ele procurou atendimento particular, porém o paciente é de baixa renda. O paciente possui alergia a baratas, pólen e poeira. Os possíveis diagnósticos são tendinite ou artrite reumatoide.

A equipe médica era composta por um reumatologista, um técnico de manutenção de equipamentos de exames de imagens, um especialista em diagnóstico e um técnico de exames de imagem.

Assim como as demais equipes, iniciaram a apresentação explanando o histórico médico do paciente. O reumatologista explicou o que é uma tendinite e uma artrite reumatoide, de maneira muito breve. A equipe optou por fazer uma Ressonância Magnética, pois devido ao edema é possível que o paciente tenha artrite reumatoide. De acordo com o técnico de exames de imagem

O exame que a gente optou por fazer foi a Ressonância Magnética por se tratar de um exame mais sofisticado e que não usa radiação ionizante e ele, assim, possibilita uma maior clareza em identificar problemas nas extremidades do corpo e por ser algo mais seguro para pessoas de idade ou crianças, pois podem ser acompanhados durante o exame (...) esse exame é o mais indicado para esse caso por ele ser mais preciso. (ALUNO 8).

O diferencial desse diagnóstico estava por conta da condição financeira do paciente e a equipe, mesmo escolhendo um exame caro, justificou o porque:

Como o exame tem um custo alto e o paciente uma renda baixa, ele vai ter que optar por fazer esse exame devido a precisão de se identificar o que ele tem, qual o problema dele. Esse é um exame muito cara porque ele exige profissionais habilitados para manusear a maquina e a manutenção constante dos equipamentos, por exemplo você tem que verificar se a temperatura ela ta baixa, ele tem o uso do gás hélio, que está escasso no mercado (...) o equipamento utilizado no exame é um equipamento muito caro. (ALUNO 9).

Ao final de cada apresentação, os alunos não expressaram comentários sobre as apresentações dos colegas. Cada aluno recebeu, no início da aula, uma folha na qual deveriam anotar dúvidas sobre as apresentações, se mudariam o diagnóstico realizado pelos outros grupos ou fazer comentários sobre a sequência didática desenvolvida. Este material foi entregue à professora-pesquisadora ao final da aula 4.

4.2.3 Aula 3 – Segundo dia do Simpósio: Apresentação da especialista

Na aula 3, continuando com o simpósio interno do hospital, após as apresentações das equipes médicas, ocorreu a apresentação de uma física, especialista nos exames por imagem, a qual fez uma apresentação contemplando o funcionamento de quatro exames: Ultrassonografia, Radiografia, Tomografia Computadorizada e Ressonância Magnética. Neste caso, o papel de física (especialista) foi desempenhado pela professora-pesquisadora. É importante ressaltar que neste momento os conteúdos específicos de Física não foram discutidos em detalhes e profundidade, pois o professor da turma já os havia trabalhado com os alunos em aulas anteriores ao desenvolvimento desta sequência didática.

Para cada um dos exames foi apresentada uma breve história de seu desenvolvimento, como é seu funcionamento, principais aplicações, pontos positivos e negativos e a “física envolvida” (nesse último tópico eram apresentados os conceitos físicos envolvidos no funcionamento do exame).

Para o caso da Ultrassonografia o conceito físico trabalhado foi o som como onda mecânica. O equipamento emite um sinal sonoro, em uma frequência não audível para o ouvido humano, essas ondas se propagam no interior do corpo humano e, quando atingem um

obstáculo, retornam como um eco para a fonte receptora. O computador interpreta esse sinal que retornou e o transforma em imagem. O principal conceito é o de que o som precisa de um meio para se propagar, e que este promove uma alteração nas partículas, o que resulta em um sinal de eco.

A Radiografia funciona com a emissão de elétrons acelerados, providos de um tubo de raios catódicos, em direção ao corpo do paciente. Os elétrons que não são absorvidos no interior do copo são depositados em um papel que recebeu um tratamento especial com bário, posicionado atrás do corpo, de forma que no papel é “impressa” uma imagem dos ossos do corpo, pois esses absorvem os elétrons acelerados. Para a compreensão dos alunos acerca do funcionamento do aparelho foi necessária a explicação do que é um tubo de raios catódicos, o que são raios-X e porque eles são nocivos à saúde humana.

Em seguida foi apresentada a Tomografia Computadorizada, pois esta também funciona com raios-X. Ao contrário da Radiografia os feixes de elétrons são direcionados, através do corpo do paciente, para um sistema de detecção ligado a um computador que transforma as informações recebidas em imagens. O tubo de raio-X gira 360° ao redor da estrutura a ser analisada e as imagens obtidas são em cortes ou fatias. Utilizando elaborados cálculos matemáticos essas informações são convertidas em imagens bidimensionais ou tridimensionais.

O último exame a ser trabalhado foi a Ressonância Magnética, devido à sua maior complexidade. Uma vez que os alunos já haviam estudado o seu funcionamento em aulas anteriores com o professor titular da turma, a explanação foi apenas na forma de uma revisão. O aparelho funciona com a produção de um campo magnético que atravessa o corpo do paciente em todas as direções, de forma que este interage com os átomos de hidrogênio alinhando-os e provocando uma agitação nas moléculas de água (H_2O) que constituem 80% do corpo humano. Essa agitação é captada pelo aparelho e transferida para um computador que transforma essas informações em imagens. Esse aparelho é capaz de produzir imagens em qualquer plano, o que possibilita uma visão tridimensional do corpo humano, podendo ainda promover uma reconstrução de estruturas e órgãos. Para a compreensão do funcionamento do aparelho foram trabalhados os conceitos de campo magnético, campo elétrico e campo magnético gerando campo elétrico.

Após a apresentação os alunos deveriam (em casa por falta de tempo na aula), escrever se mudariam algo no diagnóstico realizado pela sua equipe ou a equipe dos colegas, e baseado em quais motivos.

Foram analisadas as anotações dos alunos sobre as apresentações dos colegas, dos 16 presentes apenas 6 escreveram dúvidas e/ou comentários a respeito da atividade desenvolvida.

O Aluno 10 expressa que mesmo depois das explicações dadas na aula 3 não mudaria o diagnóstico escolhido. “Em minha opinião, os exames escolhidos (Ressonância Magnética e Angioressonância) não teriam a necessidade de serem modificados, pois para o problema de nosso paciente, obteríamos resultados bem parecidos.” (ALUNO 10).

Os demais alunos expressaram dúvidas sobre as apresentações. Duas delas foram a respeito do uso de contraste em paciente com alergia a iodo ou a frutos do mar. Sobre o grupo que apresentou sobre a ficha 3:

O grupo falou que não poderia ser usado contraste e cateter em seu paciente. Eles optaram por fazer um RM mas é possível ser feita nessas condições? (ALUNO 11).

Sobre a minha apresentação (ficha 1) fiquei com muita dúvida na hora de escolher o exame. O nosso paciente sofreu um AVC (possivelmente). Era alérgico a frutos do mar por isso não poderia usar contraste de iodo, mas ele poderia fazer uma TC sem contraste? (ALUNO 12).

Em ambos os casos poderia ter sido utilizado um contraste a base de outro elemento como gadolínio, ou ainda, ter tratado o paciente com antialérgico antes do procedimento. Os alunos, porém, não fizeram essas relações, mesmo sabendo dos contrastes à base de outro elemento químico.

Um aluno expressou que poderiam ter sido utilizados outras formas de exame

Em nosso trabalho sobre tumor nos rins e/ou trombose, poderia ser feito o exame de ecografia, mas os exames de Ressonância Magnética e angioressonância seriam mais eficaz para a descoberta do problema. (ALUNO 13).

Os alunos compreenderam que outro exame poderia ser indicado, mas mantiveram o seu diagnóstico inicial. Isso demonstra que eles estavam seguros de suas pesquisas e que consideraram firmemente que haviam feito o melhor para o paciente.

Os dois alunos restantes expressaram comentários a respeito da sequência didática desenvolvida.

Gostei da experiência realizada nesse trabalho, esclareceu minhas duvidas do funcionamento dos exames de imagem, e do preço para a realização do mesmo. (ALUNO 14).

A apresentação me ajudou a entender muito mais sobre a radiologia e sua finalidade tirando duvidas e explicando muito sobre a Medicina e o dia a dia médico. Não mudaria o exame proposto. Porém adicionaria mais informações sobre o mesmo. (ALUNO 15).

O fato de alunos terem gostado da sequência didática e terem expressado o que aprenderam demonstra que os alunos acharam essa uma forma interessante de se estudar em aulas de física.

4.1.1 Aula 4 – Organização do conhecimento em uma produção textual

Nesta seção os alunos serão citados por letras do alfabeto latino, pois não há é possível associar um determinado aluno citado nesta seção com cada aluno citado nas seções anteriores.

No início dessa aula foi proposto que os alunos fizessem uma produção textual com o tema: “Levando em conta os estudos desenvolvidos nas ultimas aulas. Qual a importância, para a sociedade, sobre os conhecimentos das diferentes formas de obtenção de imagens na Medicina?”. A produção foi livre, com no mínimo 10 linhas, podendo ser escrito em primeira pessoa, uma vez que isso facilitaria para eles se expressarem.

Ao final da aula foram entregues 15 produções textuais. Nas análises foram elaboradas algumas categorias, de forma a se ressaltar as relações estabelecidas pelos alunos entre o que haviam recém estudado e a vida em sociedade. Tais categorias foram elaboradas usando-se elementos da Análise de Conteúdos (Bardin, 2006).

Os resultados foram organizados da seguinte forma: Primeiro distinguiram-se aqueles que fizeram menções à relação dos exames com a sociedade e aqueles que não ressaltaram tais relações.

Das 15 produções textuais entregues, em apenas quatro não foram feitas referência à relação dos exames com a sociedade, os alunos expressaram que com a sequência didática obtiveram um aumento de conhecimento com relação aos conteúdos de física e suas aplicações, bem como das relações entre Física e Medicina. Um aluno ainda expressou que um exame pode ser mais caro que outro, e que com eles é possível fazer um rápido diagnóstico, e outro, que a Medicina depende das relações entre diferentes áreas de conhecimento.

Dentre aqueles que fizeram a relação entre o que haviam recém-estudado e a sociedade, foram organizadas 4 categorias, a seguir descritas:

a) Relações entre os exames por imagens e o desenvolvimento tecnológico:

As relações entre os exames por imagens médicas e o desenvolvimento tecnológico foram apresentados por 4 alunos. Destes, 2 expressam que, ao se desenvolver o interesse sobre esses exames, mais pessoas podem estudar e desenvolver equipamentos melhores.

Além da importância do conhecimento de desenvolver o interesse, e assim, mais pessoas poderão estudar, desenvolver mais equipamentos e gerar mais tecnologia (ALUNO A).

As pessoas tendo informações sobre como funcionam os exames e os resultados que trazem, podem estudar mais sobre. Aperfeiçoar os aparelhos e principalmente de usufruir de seus benefícios (ALUNO P).

Outro aspecto apontado pelos alunos foi o quanto os exames auxiliam nos diagnósticos e como isso melhoraria a vida das pessoas.

Esse tipo de exame traz benefícios a sociedade, pois como examina o corpo de modo a descobrir qualquer problema que está ocorrendo internamente, proporciona ao paciente maiores chances de melhora e cura, fazendo com que possíveis doenças, fraturas, etc. não sejam mais uma grande barreira para os médicos (ALUNO P).

Com a criação dos exames de imagem ficou mais fácil tanto para o médico quanto para as pessoas entenderem com clareza o que acontece no interior do corpo humano. Mais opções de exames e de tratamentos foram adicionados na Medicina, o que significa um avanço para a sociedade baseado na tecnologia. As pessoas estão mais seguras quanto a Medicina por causa desses novos exames de imagem, porque conseguem ver e compreender seu possível problema (ALUNO B).

As tecnologias referentes à Medicina estão evoluindo cada vez mais e sendo cada vez mais importantes em nossas vidas, pois muitas vezes dependemos dos mesmos para sobreviver a certas ocasiões. Por esse motivo acaba sendo muito importante sabermos pelo menos o básico (ALUNO I).

Com esses extratos das produções textuais é possível perceber que os alunos evidenciam benefícios dos exames por imagem na saúde das pessoas e como eles são

importantes para os diagnósticos, em alguns casos, podendo salvar vidas. Eles estabeleceram as relações entre a tecnologia e a sociedade tendo em vista o bem-estar das pessoas.

As falas dos alunos B, I, P e A sugerem uma visão de neutralidade que grande parte da sociedade tem com relação ao conhecimento científico-tecnológico. Percebe-se que para eles existe uma relação linear entre Conhecimento-Tecnologia-Benefícios, de forma que o desenvolvimento científico-tecnológico está diretamente relacionado a benefícios para a sociedade, e eles mencionam apenas esta relação, não trazendo maiores problematizações. Observar-se-á se estes alunos também expressam outras relações em Ciência, Tecnologia e Sociedade nas demais categorias subsequentes; o que indicaria, positivamente, que talvez sua visão não seja exclusivamente de linearidade, contendo maiores problematizações destas relações.

b) Conhecimento do funcionamento dos exames e a sua relação com o emocional:

Três alunos expressam que o conhecimento do funcionamento dos exames e suas contraindicações podem levar os pacientes a ficarem mais calmos durante o exame e ainda a auxiliarem durante as consultas, pois os pacientes podem expressar suas alergias para que se evite fazer determinados exames.

O mais importante, entretanto, em minha opinião seria saber as indicações e contraindicações também para o caso que um exame precise ser feito, para alertar os médicos sobre alergias e outras coisas que não levamos em consideração em horas de pânico ou nervoso (ALUNO O).

Sabendo como funcionam determinados exames para obter imagem, as pessoas podem ter noção dos riscos que estão se expondo e saber como funcionam, possíveis riscos e reações.

Evitando assim, tanto desespero na hora dos exames por nervosismo ou desconhecimento do assunto (ALUNO M).

Saber como funciona um exame muitas vezes nos deixa mais calmos e com aquela sensação de que está tudo sob controle. Nos informar sobre as contraindicações pode nos lembrar de falar alguma coisa que especemos de informar ao médico (como alergias, etc.) (ALUNO E).

Os alunos estabeleceram uma relação entre os conhecimentos dos exames e os aspectos comportamentais dos pacientes e de como os conhecimentos do funcionamento dos equipamentos pode fazer os pacientes ficarem mais calmos e seguros da escolha feita pelos médicos. É comum as pessoas ficarem nervosas quando precisam passar por um procedimento que não conhecem ou não entendem.

c) Especificidade entre o caso clínico e o tipo de exame:

Apenas um aluno expressou que dependendo do caso clínico deve-se realizar um tipo específico de exame.

A respeito dos conhecimentos adquiridos nas ultimas aulas sobre a física na Medicina, e também sobre os exames de imagem, percebemos que por apresentar distintas formas de exames, podemos usa-los para casos específicos, como quando é preciso ver o vazamento de líquidos ou é apenas uma fratura, essa que não exige algo tão específico (ALUNO L).

d) Conhecimentos sobre exames podem levar a uma economia de gastos evitando que o médico indique um exame caro sem necessidade:

Um dos objetivos dessa pesquisa era de que, ao final da sequência didática, os alunos pudessem entender que um maior conhecimento sobre os exames podem levar a uma economia de gastos não permitindo que o médico se “aproveite” do paciente pedindo um exame caro sem necessidade. Essa perspectiva foi observada em 6 produções textuais, sendo que uma delas expressa a relação do desenvolvimento de exames por imagem e a economia local e geração de empregos.

O conhecimento sobre os diferentes exames de imagem pode trazer para cada individuo diversos benefícios. Desde a obtenção de conhecimento e a economia de gastos (...) (ALUNO A).

A partir do momento em que o país entrou em crise, muitas pessoas começaram a cortar planos de saúde no qual tinha incluso os exames, tornando-os, muitas vezes, pagos. Muitos deles podem ser substituídos por outros mais baratos e que muitas vezes são mais eficaz. Se a sociedade souber as grandes diferenças elas conseguem

economizar e conseguem, muitas vezes, saber mesmo resultado que teria em um exame mais caro (ALUNO F).

Por esse desinteresse das pessoas, muitos médicos se aproveitam e pedem para as pessoas exames caríssimos, sendo que com um mais simples já seria o suficiente (ALUNO N).

Os exames de imagem também nos proporcionam um conhecimento de qual exame deve ser realizado, para saber qual é o melhor e com o melhor custo benefício, para poder identificar os problemas (ALUNO L).

Tendo em vista os aspectos observados é importante para a sociedade, a Medicina estar desenvolvendo e aprimorando exames para a sociedade, pois para mesma, facilita em custo, em rapidez, agilidade, etc. Além de proporcionar mais empregos, ajudando assim, a sociedade, não somente nos exames, mas também na renda e economia local (ALUNO D).

Mesmo não trabalhando na área de Medicina, ou física relacionada a exames, há importância em saber mais sobre o assunto, como em saber a necessidade do exame, vamos supor que a pessoa quebra a perna, em vez de pagar muito caro em um exame de imagem, pode ser feito um Raio-X que é mais barato em relação ao outro (ALUNO C).

Foi possível perceber que os alunos estabeleceram diferentes relações entre o que foi estudado e a vida em sociedade, todas elas muito importantes e relevantes.

No Quadro 1 é feita uma sistematização acerca dos principais elementos ressaltados na análise das produções textuais, a partir do qual foi produzido o gráfico 15, no qual é possível observar a distribuição das respostas dos alunos dentro das categorias estabelecidas.

QUADRO 3 – RESULTADOS DAS ANÁLISES DAS PRODUÇÕES TEXTUAIS DOS ALUNOS

	I	II	III	IV	V	VI
ALUNO	Não faz referência à relação dos exames com a sociedade	Faz alguma referência à relação dos exames com a sociedade				
		Relações entre os exames por imagens e o desenvolvimento tecnológico		Conhecimento do funcionamento dos exames e suas contraindicações podem levar os pacientes a ficarem mais calmos	Dependendo do caso clínico deve-se realizar um tipo específico de exame	Conhecimento sobre exames podem levar a uma economia de gastos evitando que o médico indique um exame caro sem necessidade
		A partir do interesse sobre esses exames, mais pessoas podem estudar e desenvolver equipamentos melhores	Exames auxiliam nos diagnósticos e isso melhora a vida das pessoas			
A		X				X
B			X			
C						X
D						X
E				X		
F						X
G	X					
H	X					
I			X			
J	X					
K	X					
L					X	X
M				X		
N						X
O				X		
P		X	X			
Total	4	2	3	3	1	6

FONTE: A autora, 2018

GRÁFICO 15 - DISTRIBUIÇÃO DAS PRODUÇÕES TEXTUAIS DOS ALUNOS EM RELAÇÃO AS SEIS CATEGORIAS ESTABELECIDAS

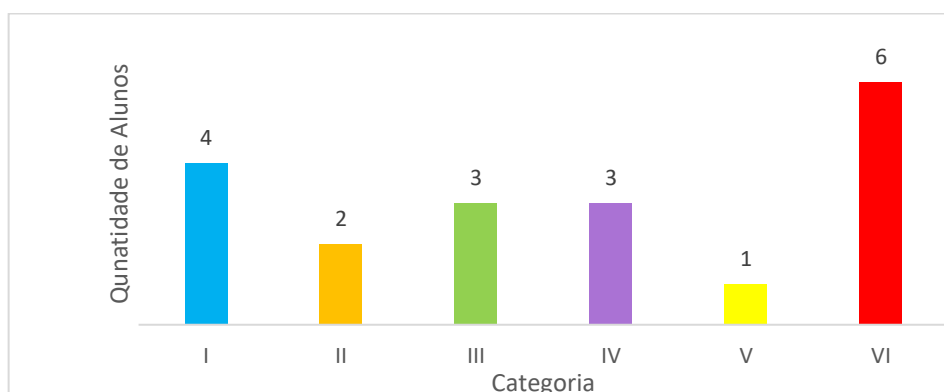


GRÁFICO 15: categorias estabelecidas a partir das produções textuais dos alunos utilizando os dados apresentados no quadro 3.

FONTE: A autora (2017)

É possível observar, pelo Quadro 3; que de uma forma geral, 4 estudantes não mencionam, em suas produções textuais, a relação entre o que estudaram e a vida em sociedade (coluna I). Os demais, em geral, mencionam algum tipo de relação (colunas II a VI).

No caso daqueles que mencionam apenas as ideias contidas nas colunas II e/ou III, considerou-se que o elemento que ficou mais evidente (a partir da análise da produção textual), foi a relação linear de desenvolvimento científico-tecnológico.

Observa-se também que a característica mais mencionada nas produções textuais dos estudantes está na coluna VI, ou seja, a importância do conhecimento acerca dos exames permitiria uma visão crítica sobre os exames que os médicos indicam.

É importante destacar que o aluno A, inicialmente mencionado na categoria que se comentou conter uma visão linear do desenvolvimento científico-tecnológico (Coluna II), também se expressa com a visão da coluna VI, o que é bastante positivo, ou seja, embora ele tenha expressado em um determinado momento elementos que indicam tal visão linear, em outro momento ele expressa alguma relação mais problematizadora da relação CTS.

Ao final dessa aula, nos últimos 10 minutos a professora-pesquisadora conduziu uma breve conversa com os alunos, na qual eles expressaram que, em uma das fichas médicas foi muito difícil definir o exame a ser recomendado, pois faltavam informações que seriam facilmente obtidas durante uma conversa informal entre o médico e o paciente. Dessa forma os alunos expressaram que, quando se faz um diagnóstico, o médico deve levar em consideração não apenas o quadro clínico do paciente, mas também informações relacionadas a seus hábitos diários e seu contexto social. Os alunos ainda expressaram que gostaram muito da atividade desenvolvida e que a consideraram muita válida como forma de ensino.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo da sequência didática era observar se os alunos, com a mediação da professora-pesquisadora, conseguiam estabelecer relações entre os conteúdos apresentados em sala e a vida em sociedade. No caso da sequência desenvolvida, relacionar o conhecimento sobre as diferentes formas de obtenção de imagens com a vida em sociedade. Com as produções textuais dos alunos foi possível observar que este objetivo foi atingido, eles fizeram diferentes relações entre a importância de se conhecer mais sobre o funcionamento dos equipamentos e a vida deles em sociedade, se preocupando com questões financeiras, comportamentais e de prevenção de erros médicos. Fizeram ainda relação entre a Medicina e as diferentes áreas de conhecimento.

A sequência didática foi elaborada tendo como base as categorias apresentadas na tabela 2, do trabalho de Santos e Mortimer (2002) (apud Aikenhead, 1994). Entende-se que se considerada de forma isolada, ela está mais próxima das categorias 7 e 8, pois o elemento principal da sequência é o conteúdo CTS. Porém ao se olhar para um contexto mais amplo, considerando todo semestre da turma na qual foi implementada a sequência, é possível associá-la à categoria 2: “Incorporação eventual do conteúdo de CTS ao programático”, pois o professor titular havia trabalhado os conteúdos de Física de maneira mais aprofundada em aulas anteriores, e a sequência didática implementada pela pesquisadora acabou representando, neste contexto maior, um acréscimo de um estudo de conteúdos CTS ao final do semestre.

Ao final da sequência didática os alunos compreenderam que um diagnóstico médico é feito com muito mais informações que apenas o histórico clínico do paciente.

O objetivo de pesquisa foi o de observar como o enfoque CTS implica no ensino. Ao final da sequência didática o que os alunos aprenderam? Estabeleceram as relações desejadas? Gostaram dessa forma de ensino? Ficaram interessados?

Em uma breve conversa com os alunos e em suas declarações escritas percebeu-se que os alunos se interessaram pelo tema e pela forma como ele foi trabalhado. Em uma conversa com o professor da escola ele expressou que a turma vinha recebendo inúmeras reclamações por parte de professores, pela falta de interesse nas aulas, porém durante as aulas descritas neste trabalho os alunos se mostraram muito produtivos e interessados. Muitos expressaram que conseguiram, ao final das aulas, suprir suas dúvidas e da análise, percebeu-se que estabeleceram algumas relações CTS.

Este trabalho teve como embasamento principal os objetivos do CTS descritos por Bazzo *et al* (2003), dessa forma a sequência didática procurava levar os alunos a busca de

informações importantes e relevantes e à uma tomada de decisão. Isso se estabeleceu nas pesquisas realizadas pelos alunos quanto a qual exame indicar ao paciente e porque, de forma que estes precisaram procurar as especificidades dos exames normalmente utilizados para os diagnósticos e determinar qual seria o mais apropriado para o caso clínico que eles possuíam. As falas dos alunos nas produções textuais indicam que estes estabeleceram relações críticas com relação ao diagnóstico realizado pelos médicos. Desta forma entende-se que o presente trabalho contribuiu para preparar os alunos para a compreensão de um problema de vida real, a realização de exames de imagens médicas, procurando tornar os estudantes mais capazes de agir, interagir e se posicionar a respeito destas questões em seu cotidiano.

Ainda no contexto deste trabalho poderiam ser abordadas questões relacionadas às formas de tratamento com radioterapia. Para isso seriam necessárias mais aulas e ainda poderia se contar com uma atividade interdisciplinar com outras disciplinas do Ensino Médio. É importante destacar que, em outros contextos, a aula 3, descrita na seção 4.2.3, poderia ser explorada com um maior nível de detalhamento.

Também poderiam ser abordadas outras relações com o enfoque CTS, ainda no contexto da física médica, tais como as diferentes formas de tratamentos de radioterapia ou os diferentes usos do laser na Medicina.

Uma das características de uma sequência com enfoque CTS é estabelecer um dilema para os alunos (Samagaia e Peduzzi, 2004), de forma que eles percebam que a tomada de decisão pode levar a perdas ou ganhos, dependendo do ponto de vista estabelecido e das escolhas feitas. Esta foi uma característica pouco abordada na sequência didática implementada e que pode ser reforçada numa adaptação para novos estudos.

As manifestações dos estudantes participantes também indicaram outras questões possíveis de serem incorporadas em novos estudos, como por exemplo, elementos da filosofia da medicina; quando os estudantes indicaram em conversas informais com a professora-pesquisadora que, quando se faz um diagnóstico, o médico deve levar em consideração não apenas o quadro clínico do paciente, mas também informações relacionadas a seus hábitos diários e seu contexto social.

Este trabalho foi enriquecedor no ponto de vista de desenvolvimento da autora como professora-pesquisadora. Foi desafiador trabalhar com o enfoque CTS, pois esse é muito trabalhoso e requer muita pesquisa, estudo, criatividade e até imaginação. Por esta razão desenvolveu o lado pesquisadora na forma de entender o que é o enfoque e como abordá-lo, desenvolver uma sequência didática que abrangesse os diferentes objetivos e características do enfoque, além das diferentes formas de análises e interpretações dos materiais desenvolvidos

pelos alunos. O desenvolvimento deste trabalho auxiliou na concretização desse enfoque em sala de aula, contribuindo para o desenvolvimento profissional da professora-pesquisadora, pois muitas vezes o profissional conhece o enfoque ou metodologia, porém não sabe como abordá-lo em sala de aula. Este trabalho permitiu trabalhar com essas questões, além de desenvolver uma visão mais crítica com relação à sequência didática e às produções dos alunos.

7. REFERÊNCIAS

- BARDIN, L.. **Análise de conteúdo** (L. de A. Rego & A. Pinheiro, Trads.). Lisboa: Edições 70. (Obra original publicada em 1977), 2006
- BAZZO, W. A.; et all **Introdução aos estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade**. Madri, Espanha: OEI (Organização dos Estados Ibero-americanos), 2003
- BRASIL, Lei de Diretrizes e B. Lei nº 9.394/96, de 20 de dezembro de 1996.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Orientações curriculares para o ensino médio** – Brasília: Ministério da Educação/Secretaria de Educação Médio e Tecnológica, 2006.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio: bases legais/ Ministério da Educação** – Brasília: Ministério da Educação/Secretaria de Educação Médio e Tecnológica, 1999.
- CARTÃO ABMED, Tabela de preços. Disponível em <<http://www.abmedconvenio.com.br/?id=tabela>>. Acesso em 09 dez 2017.
- FLOR, C. C. Possibilidades de um caso simulado CTS na discussão da poluição ambiental. **Ciência e Ensino**, V. 1, número especial, 2007.
- LINSINGEN, I. V. Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina. **Ciência e Ensino**, vol 1, edição especial, 2007
- PARANÁ. Secretaria do Estado da Educação. **Diretrizes curriculares da educação básica – Física** – governo do Paraná/secretaria de estado da educação do Paraná, 2008.
- PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. Ciência, tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. **Ciência e Educação**, V13, n.1 p 71-84, 2007.
- POLICLINICA SÃO LUCAS. Exames clínicos realizados. Disponível em <http://www.saolucas.med.br/index.php?pg=exames_c&id=68> acesso em: 08 dez 2017.
- RICARDO, E. C. Educação CTSA: obstáculos e possibilidades para a sua implementação no contexto escolar. **Ciência e Ensino** V. 1, número especial, 2007.
- ROEHRIG, S. A. G.; CAMARGO, S. Educação com enfoque CTS em documentos oficiais: o caso das diretrizes curriculares de física do estado do Paraná. **Ciência e Educação**, V.20, n. 4, p. 871-887. 2014.
- ROSO, C. C.; AULER, D. A participação na construção do currículo: práticas educativas vinculadas ao movimento CTS. **Ciência e Educação**, V.22, n.2, p. 371-389, 2016

SAMAGAIA, R. e PEDUZZI, L. O. Q. Uma experiência com o projeto Manhattan no ensino fundamental. **Ciência e Educação**, V.10, n.2. p. 259-276. 2004.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio – Pesquisas em educação em ciência**, vol 2, Número 2, 2002.

SILVA, A. C.; ALMEIDA, M. J. P. M. Exames de imagem no ensino médio: representações de futuros professores de física. X Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. **Anais...** 2017.

SOUZA, A. J.; ARAÚJO, M. S. T.; A produção de raios X contextualizada por meio do enfoque CTS: um caminho para introduzir tópicos de FMC no ensino médio. **Educar**, Nº 37, editora UFPr, 2010.

VIEIRA, K. R. C. F.; BAZZO, W. A. Discussões acerca do aquecimento global: uma proposta CTS para abordar esse tema controverso em sala de aula. **Ciência e Ensino**, vol 1, edição especial, 2007.

APÊNDICE 1 – QUESTIONÁRIO INICIAL

Levantamento sobre o conhecimento acerca de exames médicos por imagem

Aplicado a 1ª série do ensino médio

*Obrigatória

Seção 1

1. Nome*
2. Idade*

Seção 2

3. Qual a Renda média de sua família?*(Marcar apenas uma opção).

- ☐ um salário mínimo (R\$937,00)
- ☐ Até 2 salários mínimos (R\$ 1874,00)
- ☐ Entre 2 e 4 salários mínimos (R\$ 1874,01 a 3748,00)
- ☐ Mais que 4 salários mínimos (superior que R\$ 3748,00)
- ☐ Não sei
- ☐ Prefiro não opinar

Seção 3

4. Dentre as disciplinas citadas a seguir enumere a importância que, em sua opinião, elas têm para a Medicina. (Sendo 1 nenhuma importância e 3 muito importante)(marcar uma opção por linha) *

	1	2	3
Biologia	☐	☐	☐
Física	☐	☐	☐
Química	☐	☐	☐
Matemática	☐	☐	☐
História	☐	☐	☐
Filosofia	☐	☐	☐

Seção 4

5. Você já ouviu falar de algum exame médico cujo resultado é dado através de uma imagem? * (Marcar apenas uma opção).

☐ sim
☐ Não

6. Em caso afirmativo na questão anterior, quais exames médicos deste tipo você conhece?

Seção 5

7. Você já fez algum destes exames de diagnóstico por imagens? * (Marque todas que se aplicam)

- ☐ Raio - X
☐ Ultrassonografia
☐ Ressonância Magnética
☐ Tomografia computadorizada
☐ Nenhum
☐ Outro: _____

8. Se a resposta anterior foi positiva, você fez o exame de que maneira? (Marque todas que se aplicam)

- ☐ Pública (SUS)
☐ Plano de saúde
☐ Particular

Seção 6

9. Quanto você acha que uma clínica cobra, em reais, os seguintes exames? (Considerando o valor integral, sem os descontos de planos de saúde)*

- a) Raio- X
b) Ultrassonografia
c) Ressonancia magnética
d) Tomografia Computadorizada

e) Outros

Seção 7

10. Dos exames citados, você sabe o objetivo de algum deles? Comente *

11. Você sabe alguma coisa a respeito do funcionamento de algum desses exames?
Comente *

Seção 8

12. Você acha importante ter conhecimentos sobre exames médicos por imagem? *
(Marcar apenas uma oval)

☐

Sim

☐

Não

☐

Outro:

13. Caso queira fazer um comentário, utilize o espaço abaixo.

Muito obrigada pela sua participação!

APÊNDICE 2 – MATERIAIS ENTREGUES AOS ALUNOS NA AULA 1



Figura 1- Crachás entregues aos alunos

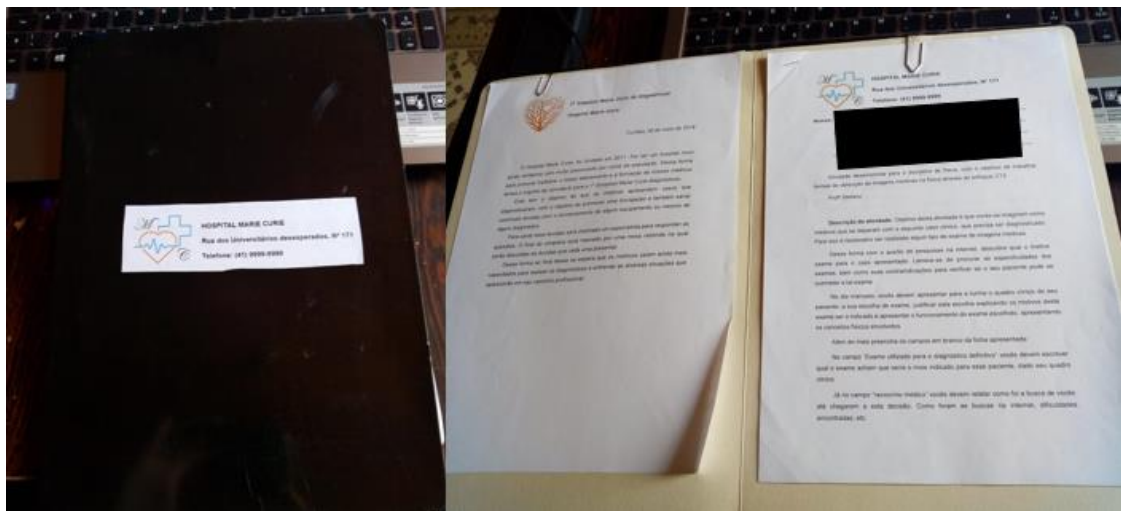


Figura 2 - Vista exterior e interior das pastas entregues aos alunos, contendo a ficha médica e o convite para o simpósio fictício

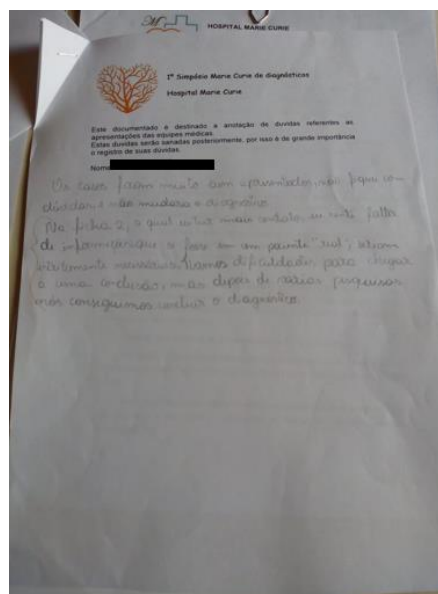


Figura 3- Folha na qual os alunos deveriam individualmente anotar as dúvidas e fazer a produção textual

APÊNDICE 3 – ORIENTAÇÕES PARA O PREENCHIMENTO DAS FICHAS MÉDICAS



HOSPITAL MARIE CURIE

Rua dos Universitários desesperados, Nº 171

Telefone: (41) 9999-9999

Atividade desenvolvida para a disciplina de física, com o objetivo de trabalhar formas de obtenção de imagens médicas na física através do enfoque CTS

Professora Stefany Cris Pereira

Descrição da atividade: Objetivo desta atividade é que vocês se imaginem como médicos que se deparam com o seguinte caso clínico, que precisa ser diagnosticado. Para isso é necessário ser realizado algum tipo de exame de imagens médicas.

Dessa forma, com o auxílio de pesquisas na internet, descubra qual o melhor exame para o caso apresentado. Lembre-se de procurar as especificidades dos exames, bem como suas contraindicações para verificar se o seu paciente pode se submeter a tal exame.

No dia marcado, vocês devem apresentar para a turma o quadro clínico do seu paciente, a sua escolha de exame, justificar esta escolha explicando os motivos deste exame ser o indicado e apresentar o funcionamento do exame escolhido, apresentando os conceitos físicos envolvidos.

Além do mais, preencha os campos em branco da ficha apresentada:

No campo “Exame utilizado para o diagnóstico definitivo” vocês devem escrever qual o exame acham que seria o mais indicado para esse paciente, dado seu quadro clínico.

Já no campo “raciocínio médico” vocês devem relatar como foi a busca de vocês até chegarem a esta decisão. Como foram as buscas na internet, dificuldades encontradas, etc.

APÊNDICE 4 – FICHA 1



HOSPITAL MARIE CURIE

Rua dos Universitários desesperados, Nº 171

Telefone: (41) 9999-9999

Breve contextualização histórica do paciente

O paciente se envolveu em um grave acidente de carro na BR-277, sentido Ponta Grossa, na madrugada do dia 20/04/2018. Exames preliminares da polícia indicam que o mesmo estava alcoolizado.

O paciente em questão colidiu com a traseira de um caminhão. Ele foi encontrado em seu carro, pela equipe do SAMU, com uma visível fratura na tíbia e desacordado, possivelmente por ter batido sua cabeça no volante, por não estar usando o cinto de segurança.

Ele foi encaminhado para o Hospital Marie Curie no qual recebeu os primeiros socorros.

FICHA 1

Identificação do paciente: Vítima de acidente de carro. Aparentando ter entre 25 e 30 anos

Exames realizados: Radiografia, para verificar uma fratura na tíbia.

Hipóteses diagnósticas: Indícios de um possível AVC

Alergias: frutos do mar, insetos.

Exame utilizado para o diagnóstico definitivo:

Raciocínio médico:

Sua opinião sobre a atividade desenvolvida:

Composição da equipe médica

Neurocirurgião: _____

Técnico de exames de imagem: _____

Técnico de manutenção dos equipamentos de exames de imagem:

Especialista em diagnósticos: _____

Especificações de cada profissional

- Neurocirurgião: será responsável por explicar, durante a apresentação, o que é um AVC
- Técnico de manutenção dos equipamentos de exames de imagem: deverá explicar o funcionamento do exame escolhido
- Especialista em diagnósticos: Qual o exame escolhido? Porque?
- Técnico de exames de imagem: Indicações e contraindicações do exame.

APÊNDICE 5 – FICHA 2



HOSPITAL MARIE CURIE

Rua dos Universitários desesperados, Nº 171

Telefone: (41) 9999-9999

Breve contextualização histórica do paciente

Há três meses a paciente passou por um procedimento cirúrgico para a colocação de um *stent* vascular, devido a uma obstrução de sua artéria.

Há cerca de três semanas a paciente começou a sentir dores de cabeça, incessantes, procurou um médico que a diagnosticou com enxaquecas.

Passados alguns dias, os sintomas foram piorando e surgindo novos como náuseas, vômitos e a perda da visão. Nesse momento a paciente deu entrada no hospital. Esses sintomas são de um possível AVC ou aneurisma, de forma que se faz necessária uma investigação do caso.

Há paciente não possui nenhum tipo de alergias.

FICHA 2

Identificação do paciente: Criança, 12 anos de idade. Menina.

Sintomas: perda de visão, dor de cabeça, náuseas, vomito

Hipóteses diagnósticas: AVC ou Aneurisma

Alergias: Nenhuma

Histórico médico: *Stent* vascular

Exames realizados: Nenhum

Exame utilizado para o diagnóstico definitivo:

Raciocínio médico:

Sua opinião sobre a atividade desenvolvida:

Composição da equipe médica

Neurocirurgião: _____

Técnico de exames de imagem: _____

Técnico de manutenção dos equipamentos de exames de imagem:

Especialista em diagnósticos: _____

Especificações de cada profissional

- Neurocirurgião: será responsável por explicar, durante a apresentação, o que é um AVC e um aneurisma. Qual a diferença entre eles?
- Técnico de manutenção dos equipamentos de exames de imagem: deverá explicar o funcionamento do exame escolhido
- Especialista em diagnósticos: Qual o exame escolhido? Porque?
- Técnico de exames de imagem: Indicações e contraindicações do exame.

APÊNDICE 6 – FICHA 3



HOSPITAL MARIE CURIE

Rua dos Universitários desesperados, Nº 171

Telefone: (41) 9999-9999

Breve contextualização histórica do paciente

O paciente apresentou inicialmente os sintomas de dores atrás das costelas inferiores e no quadril, procurou atendimento médico, porém não houve um diagnóstico definitivo, pois foram realizados apenas exames físicos. O médico receitou remédios para dor e mandou-o para casa.

Passados alguns dias outros sintomas foram aparecendo como, febre, vômitos, a redução da urina e a presença de sangue na mesma que levaram à indicação de se procurar um profissional especializado. Por esta razão o paciente deu entrada no hospital.

FICHA 3

Identificação do paciente: Menino, 10 anos de idade.

Sintomas: Dor atrás das costelas inferiores e no quadril, febre, vômitos, redução da urina e sangue na urina.

Hipóteses diagnósticas: tumor nos rins ou trombose de via renal

Alergias: pólen, lodo, insetos e frutos do mar

Exames realizados: Nenhum

Observação: Contraindicação de inserção de cateteres nas veias

Exame utilizado para o diagnóstico definitivo:

Raciocínio médico:

Sua opinião sobre a atividade desenvolvida:

Composição da equipe médica

Nefrologista: _____

Técnico de exames de imagem: _____

Técnico de manutenção dos equipamentos de exames de imagem:

Especialista em diagnósticos: _____

Especificações de cada profissional

- Nefrologista: será responsável por explicar, durante a apresentação, o que é um tumor nos rins e uma trombose de via renal. Qual a diferença entre eles?
 - Técnico de manutenção dos equipamentos de exames de imagem: deverá explicar o funcionamento do exame escolhido
 - Especialista em diagnósticos: Qual o exame escolhido? Porque?
- Técnico de exames de imagem: Indicações e contraindicações do exame.

APÊNDICE 7– FICHA 4



HOSPITAL MARIE CURIE

Rua dos Universitários desesperados, Nº 171

Telefone: (41) 9999-9999

Breve contextualização histórica do paciente

O paciente procurou atendimento médico por apresentar dores no joelho. O médico lhe receitou um analgésico e recomendou sessões de fisioterapia, alegando que isso era apenas um sintoma da idade e do excesso de peso.

Porém, alguns dias depois apresentou-se a formação de um edema e a diminuição da força muscular, de forma o paciente procurou atendimento especializado. Devido à demora do sistema único de saúde (SUS) ele procurou atendimento particular, porém é de uma família de baixa renda.

FICHA 4

Identificação do paciente: Homem, 40 entre e 50 anos.

Sintomas: Dor no joelho, edema, diminuição de força muscular

Hipóteses diagnósticas: tendinite* ou Atrite reumatoide

Alergias: baratas, pólen, poeira.

Exames realizados: Nenhum

Exame utilizado para o diagnóstico definitivo:

Raciocínio médico:

Sua opinião sobre a atividade desenvolvida:

Composição da equipe médica

Reumatologista: _____

Técnico de exames de imagem: _____

Técnico de manutenção dos equipamentos de exames de imagem:

Especialista em diagnósticos: _____

Especificações de cada profissional

- Reumatologista: será responsável por explicar, durante a apresentação, o que são tendinite e artrite reumatoide. Qual a diferença entre eles?
 - Técnico de manutenção dos equipamentos de exames de imagem: deverá explicar o funcionamento do exame escolhido
 - Especialista em diagnósticos: Qual o exame escolhido? Porque?
- Técnico de exames de imagem: Indicações e contraindicações do exame.

APÊNDICE 8 – CONVITE DO SIMPÓSIO FICTÍCIO



1º Simpósio Marie Curie de diagnósticos

Hospital Marie Curie

Curitiba, 09 de maio de 2018

O Hospital Marie Curie, foi fundado em 2017. Por ser um hospital novo ainda contamos com muito preconceito por conta da população. Dessa forma para procurar melhorar o nosso atendimento e a formação de nossos médicos temos o orgulho de convidá-lo(a) para o 1º Simpósio Marie Curie diagnósticos.

Este tem o objetivo de que os médicos apresentem casos que diagnosticaram, com o objetivo de promover uma divulgação e também sanar eventuais dúvidas sobre o funcionamento de algum equipamento ou mesmo sobre algum diagnóstico.

Para sanar essas duvidas será chamado um especialista para responder as questões. O final do simpósio será marcado por uma mesa redonda na qual serão discutidas as dúvidas que cada uma apresentar.

Dessa forma ao final desse se espera que os médicos saiam ainda mais capacitados para realizar os diagnósticos e enfrentar as diversas situações que aparecerão em seu caminho profissional.

APÊNDICE 9 – SLIDES UTILIZADOS NA AULA 3

FUNCIONAMENTO DE ALGUNS EXAMES DE IMAGENS MÉDICAS

PROF. STEFANY CRIS

EXAMES

- Ultrassonografia
- Radiografia
- Tomografia computadorizada
- Ressonância magnética

ULTRASSONOGRRAFIA

- Ecodopler
- Pré-natal
- Guiar biópsias e outros procedimentos do gênero



BREVE HISTÓRIA DO DESENVOLVIMENTO DESSE EXAME

- Surgiu partir dos estudos da física dos sons;
- Ficou, inicialmente famoso na metalurgia, por proporcionar a detecção de fissuras nos metais;

FUNCIONAMENTO

- Um pulso curto de energia mecânica é enviado para os tecidos, este pulso viaja na velocidade do som. Devido as mudanças das propriedades acústicas dos tecidos, uma fração do pulso é refletido como um eco que volta a fonte. Armazenando os ecos assim como a intensidade dos mesmos obtemos informações sobre os tecidos ao longo do caminho.

FUNCIONAMENTO



A FÍSICA DA COISA...

- Som como onda mecânica



SOM COMO ONDA MECÂNICA

- Ondas mecânicas transferem energia mecânica
- A transferência ocorre continuamente entre sucessivas partículas do meio material.
- Quando o sinal sonoro é emitido por uma fonte sonora, há transferência de energia mecânica entre as partículas que constituem o material, estas oscilam em torno de sua posição de equilíbrio.



PONTOS POSITIVOS

- Não utiliza radiação ionizante;
- Método não invasivo
- Imagens em tempo real;
- Barato comparado a outros exames com resultados semelhantes;
- Não possui contraindicações

RADIOGRAFIA

- Fraturas;
- Anomalias estruturais



BREVE HISTÓRIA DO DESENVOLVIMENTO DESSE EXAME

- A primeira radiografia da história ocorreu em 1895 pelo físico alemão Roentgen. Que fez uma radiografia da mão de sua esposa.
- O cientista estava trabalhando com um tubo de raios catódicos
- Ele percebeu que uma folha de papel tratada com bário emitia luz. Na tentativa de descobrir a origem dessa luminescência colocou vários objetos entra a ampola e a tela e observou que estes ficavam transparentes. Em certo momento Roentgen fez o mesmo com sua mão e pode observar seus ossos.

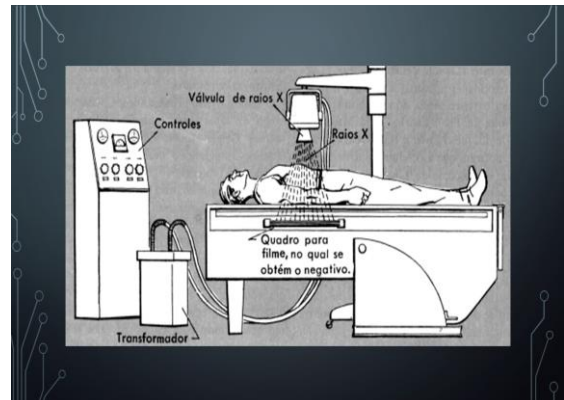


FUNCIONAMENTO

- Elétrons, em alta velocidade, atingem um eletrodo metálico, o que resulta na produção de pulsos eletromagnéticos de alta frequência.
- Estes pulsos se diferem a luz visível apenas pelo comprimento de onda, fator responsável por seu alto poder de penetração, é graças a isso que os raios-x são capazes de atravessar tecidos de baixa densidade, como a carne humana, mas não tecidos de densidade maior, como os tecidos ósseos.

FUNCIONAMENTO

- Os elétrons acelerados são provenientes de um tubo de raios catódicos. Estes são acelerados em direção ao corpo do paciente (parte que se deseja fazer a imagem). Devido a baixa densidade da carne humana estes elétrons atravessam o tecido e se deposição no papel que recebeu um tratamento especial com bário. Já os elétrons que foram acelerados em direção aos osso não conseguem atravessar, dessa forma eles são absorvidos e não deixam marcas no papel.



A FÍSICA DA COISA...

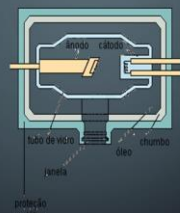
- Tubo de raios catódicos
- O que são raios-X?
- Porque são nocivos a nossa saúde?



TUBO DE RAIOS CATÓDICOS

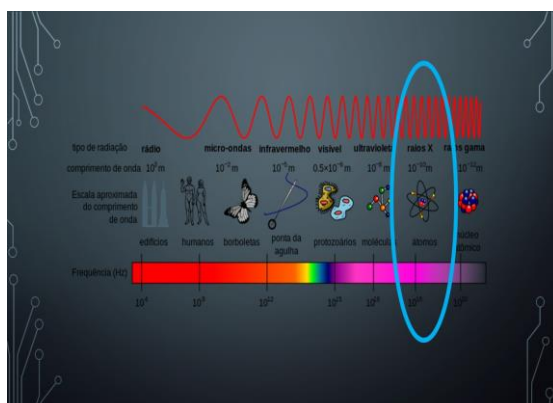
- São tubos de vidro com extremidades metálicas (Ânodo e Cátodo) ligadas a baterias.
- Consiste em produzir uma descarga elétrica, através de um gás em baixa pressão, aplicando-se uma ddp entre os eletrodos.
- Dessa forma os elétrons são acelerados do Cátodo em direção ao Ânodo a partir do qual são refletidos e produzem um feixe de elétrons, que são responsáveis pela produção de imagem.

TUBO DE RAIOS CATÓDICOS



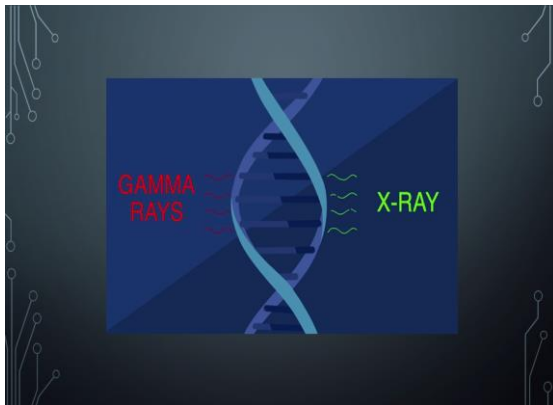
O QUE SÃO RAIOS-X?

- Os raios-X são, assim como a luz, ondas eletromagnéticas
- Se diferem da luz apenas pelo comprimento de onda.
- De acordo com a frequência são capazes de atravessar diferentes materiais.



POR QUE SÃO NOCIVOS A SAÚDE?

- Devido a seu comprimento de onda próximo ao dos átomos, quando esses raios passam pelos tecidos do corpo humano, podem alterar o DNA.
- Alterações no DNA levam ao câncer.



PONTOS POSITIVOS

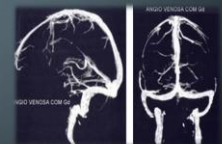
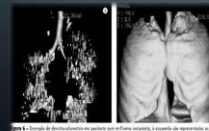
- Normalmente não possuem efeitos secundários
- Permite a visualização rápida dos órgãos examinados
- São relativamente **baratas**, quando comparadas com exames similares.

PONTOS NEGATIVOS

- Expõe o paciente e os técnicos à radiação
- Não podem ser utilizados por mulheres grávidas

TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA

- Trauma craniano e fraturas;
- Problemas pulmonares
- Tumores ósseos

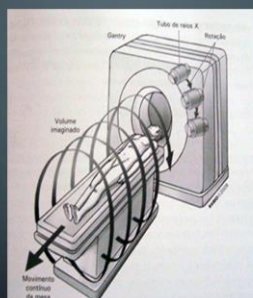


BREVE HISTÓRIA DO DESENVOLVIMENTO DESSE EXAME

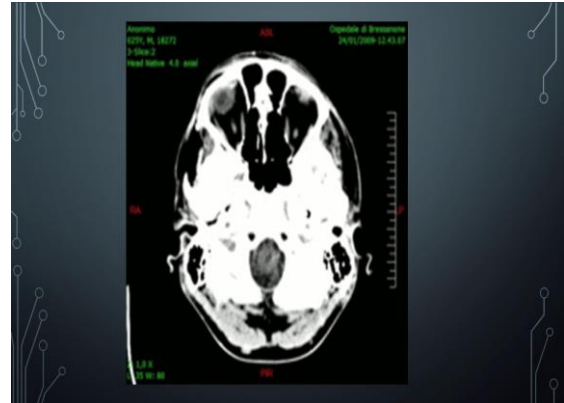
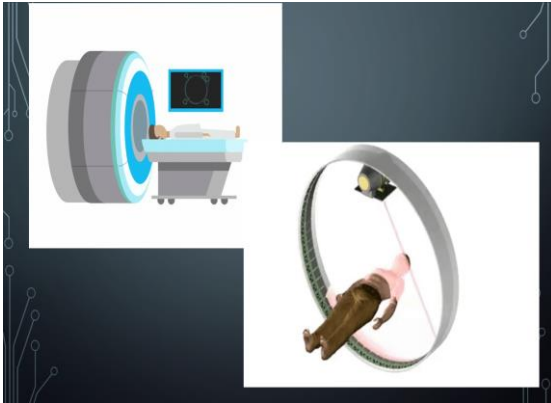
- Em 1961 o médico neurologista William Henry Oldendorf realizou as primeiras experiências com imagens computadorizadas porém o método não foi executado por falta de um suporte matemático.
- Entre 1963 e 1964 Allan MacLeod Cormack constituiu o método matemático necessário para refazer imagens.
- A primeira máquina de TC demorava cerca de 9 dias para que a imagem ficasse pronta, sendo essa bidimensional.

FUNCIONAMENTO

- Utiliza a mesma radiação da radiografia, porém fornece imagens melhores
- O tubo de raio-X gira 360° em torno da estrutura desejada para o exame. As imagens obtidas são em cortes ou fatias.
- Do lado oposto ao tubo de Raios-X tem um sistema detector de fótons que gira junto com o feixe de raios-X.

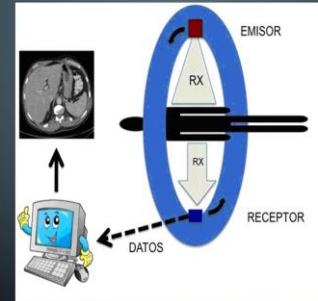
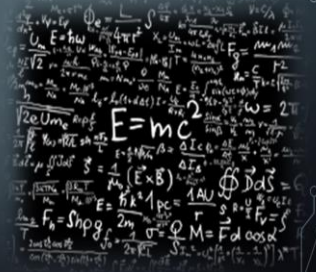


- A quantidade de fótons capturados pelos detectores vai depender da espessura e da capacidade do objeto de absorver a energia dos Raios-x.
- Os fótons capturados pelos detectores são, por meio de programação computacional, transformados em imagens.
- De forma que as estruturas analisadas no exame são representadas na imagem em diferentes tons de cinza.



A FÍSICA DA COISA...

- Igual ao do Raio-X



PONTOS POSITIVOS

- Permite o estudo de "cortes" ou seções transversais do corpo humano vivo;
- Maior distinção entre dois tecidos.

DESVANTAGEM

- Utiliza radiação;
- Auto custo.

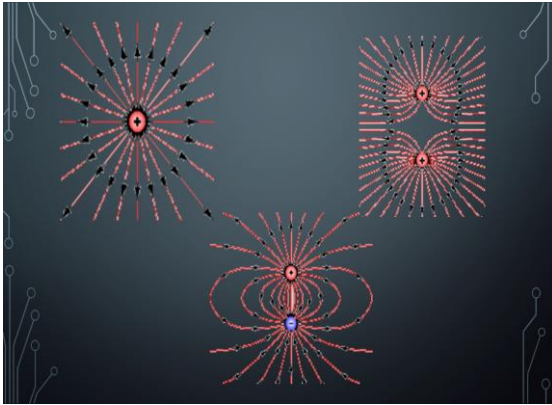
RESSONÂNCIA MAGNÉTICA

- Identificar doenças neurológicas, como Alzheimer, tumor cerebral, esclerose múltipla ou AVC;
- Observar inflamações ou infecções no cérebro, nervos ou articulações



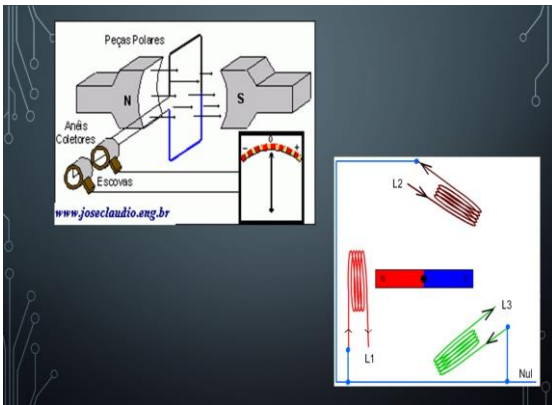
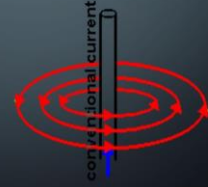
BREVE HISTÓRIA DO DESENVOLVIMENTO DESSE EXAME

- As primeiras publicações a respeito do fenômeno da ressonância magnética (RM) foram feitas por dois grupos de cientistas americanos independentes: Felix Bloch e colaboradores, da Universidade de Stanford, e Edward Purcell e colaboradores, da Universidade de Harvard.
- Esta descoberta basicamente reside no fato de que núcleos processando em uma faixa fina de radiofrequência podem emitir um sinal capaz de ser detectado por um receptor de rádio;
- A partir daí, a evolução da RM aplicada à medicina foi rápida. As primeiras imagens humanas foram descritas por Sir Peter Mansfield em 1976, focalizando-se mais nas mãos e no tórax.



CAMPO ELÉTRICO GERANDO CAMPO MAGNÉTICO

- Um fio condutor, percorrido por uma corrente elétrica gera ao seu redor um campo magnético
- Descoberta de Oersted



PONTOS POSITIVOS

- Não utiliza radiação
- Baixa incidência de efeitos colaterais
- Gera imagens em qualquer plano
- Comparado a TC é Barato.

PONTOS NEGATIVOS

- A máquina faz muito barulho
- Pessoas muito grandes não podem fazer
- Pessoas claustrofóbicas se recusam a fazer o exame
- É necessária ficar completamente imóvel
- Não pode ser realizado por pessoas com equipamentos ortopédicos ou qualquer tipo de implantes metálicos

MUITO OBRIGADA!!



APÊNDICE 10 – CARTA DE APRESENTAÇÃO ENTREGUE A ESCOLA

Curitiba, 13 de Abril de 2018.

À Direção e à Coordenação Pedagógica
XXXXXXXXX
XXXX (MUNICÍPIO), PR

Prezados Senhores:

Respeitosamente apresentamos a acadêmica STEFANY CRIS PEREIRA, regularmente matriculada no Curso de Licenciatura em Física da UFPR, que está desenvolvendo seu Trabalho de Conclusão de Curso sobre as relações entre Ensino de Física e Física Médica, sob um enfoque nas relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade.

O trabalho envolve desenvolvimento de sequência didática em conteúdos de física da terceira série do Ensino Médio, em comum e prévio acordo com o Professor de Física XXXXXXXXXXXX.

Quaisquer dúvidas ou esclarecimento sobre o trabalho, ficamos à disposição nos emails e/ou telefones abaixo.

Sendo o que tínhamos para o momento, agradecemos vossa atenção e despedimo-nos.

Stefany Cris Pereira
Licencianda
Curso de Licenciatura em Física – UFPR
stefanycrsip@gmail.com
41 (Telefone de contato)

Profa. Ivanilda Higa
Orientadora
Setor de Educação – DTPEN
ivanildahiga@gmail.com
(41) (telefones de contato)

**APÊNDICE 11– TERMO DE CONSENTIMENTO APRESENTADO AO
PROFESSOR TITULAR DA ESCOLA**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

- a) Você, professor XXXXXXXXXX, está sendo consultado acerca do desenvolvimento de um estudo intitulado provisoriamente de “Física Média e Ensino de Física: Uma proposta utilizando CTS”. Este estudo é parte do Trabalho de Conclusão de Curso que está sendo desenvolvido no âmbito do Curso de Licenciatura em física da UFPR, pela discente Stefany Cris Pereira, sob orientação da Profa. Ivanilda Higa.
- b) O objetivo deste trabalho é compreender as possibilidades e limites da relação entre Ensino de Física e Física Médica, sob o enfoque CTS.
- c) Caso você concorde, será necessário o desenvolvimento de uma sequência didática em uma turma do Terceiro ano do Ensino Médio, envolvendo o tema acima mencionado.
- d) A sequência didática será previamente apresentada ao seu conhecimento.
- e) Nem você nem a escola onde trabalha serão identificados nos relatórios e demais publicações advindas da pesquisa. A identificação do seu nome só será realizada caso você deseje, do contrário, a pesquisa é totalmente anônima. Quando os resultados forem publicados, não aparecerá seu nome, e sim um código.
- f) Os benefícios esperados desta pesquisa são: ampliar a compreensão acerca da possibilidades e limites da relação entre Ensino de Física e Física Médica, sob o enfoque CTS.
- g) As responsáveis abaixo que poderão ser contatadas poderão esclarecer eventuais dúvidas a respeito da sua participação.

Stefany Cris Pereira
Licencianda
Curso de Licenciatura em Física – UFPR
stefanycrsip@gmail.com
41 (telefone de contato)

Profa. Dra. Ivanilda Higa
Orientadora
Setor de Educação – DTPEN
ivanildahiga@gmail.com
- h) Estão garantidas todas as informações que você queira, antes durante e depois do estudo.

- i) A sua participação neste estudo é voluntária. Contudo, se você não quiser mais fazer parte da pesquisa, poderá desistir a qualquer momento e solicitar que lhe devolvam o termo de consentimento livre e esclarecido assinado.
- j) O acesso às informações relacionadas ao estudo serão de acesso da pesquisadora e de sua orientadora e qualquer informação que for divulgada em relatório ou publicação será feito sob forma codificada, para que a sua identidade seja preservada e a confidencialidade seja mantida.
- k) Pela sua participação no estudo, você não receberá qualquer valor em dinheiro.

Eu, XXXXXXXXXXXX li o texto acima e compreendi a natureza e objetivo do estudo do qual fui consultado a participar. Eu entendi que sou livre para interromper minha participação no estudo a qualquer momento sem justificar minha decisão. Entendi que não terei nenhum benefício em dinheiro pela participação do estudo. Eu concordo voluntariamente em participar deste estudo.

(Assinatura do sujeito de pesquisa)

(Assinatura da pesquisadora)

(Assinatura da orientadora)

Curitiba, ____ de Abril de 2018.