

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS HUMANAS E BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO

ANDERSON CLAITON FERRAZ

**O USO DO PEER INSTRUCTION NO ENSINO DE FÍSICA:  
CONTRIBUIÇÕES PARA O ENSINO DE RADIAÇÕES**

SOROCABA  
2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS HUMANAS E BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO

ANDERSON CLAITON FERRAZ

**O USO DO PEER INSTRUCTION NO ENSINO DE FÍSICA:  
CONTRIBUIÇÕES PARA O ENSINO DE RADIAÇÕES**

Dissertação apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação em  
Educação para obtenção do título  
de Mestre em Educação, na linha  
de pesquisa em Formação de  
Professores e Práticas Educativas.

Orientação: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria José  
Fontana Gebara

SOROCABA  
2017

Claiton Ferraz, Anderson

O USO DO PEER INSTRUCTION NO ENSINO DE FÍSICA:  
CONTRIBUIÇÕES PARA O ENSINO DE RADIAÇÕES / Anderson Claiton  
Ferraz. – 2017.

186 f. : 30 cm.

Dissertação (mestrado)-Universidade Federal de São Carlos, campus  
Sorocaba, Sorocaba

Orientador: Maria José Fontana Gebara

Banca examinadora: Rickison Coelho Mesquita, Fabricio do Nascimento

Bibliografia

1. Peer Instruction. 2. Interações discursivas . 3. Conhecimento  
Científico. I. Orientador. II. Universidade Federal de São Carlos. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada pelo Programa de Geração Automática da Secretaria Geral de Informática (SIn).

DADOS FORNECIDOS PELO(A) AUTOR(A)

## **DEDICATÓRIA**

*Com amor e carinho à minha mãe  
Matilde (in memoriam) e meu tio Getúlio.*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela força.

À Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria José Fontana Gebara, minha orientadora e exemplo profissional, por não ter medido esforços na orientação e pela confiança.

Não citarei muitos nomes para não me esquecer de ninguém, mas representarei na figura de pessoas especiais que diretamente me ajudaram: Franciele, Dr. Rogério e Daniel.

Aos irmãos que nunca deixaram de medir esforços para que eu estudasse: José Roberto e Márcio.

À minha esposa, pela paciência cotidiana.

Aos meus amigos Luizão, Davi, Angélica e Alcilene, pela constante ajuda.

Ao Fabrício do Nascimento, pelas conversas, *feedbacks* e conselhos.

Aos professores, funcionários e colegas do Programa de Pós-Graduação em Educação da UFSCar - *campus* Sorocaba.

Aos professores Hylío Laganá Fernandes e Rickson Coelho Mesquita, que participaram de minhas bancas de qualificação e de defesa, pelas sugestões e análises significativas.

Aos alunos da turma do Mestrado, principalmente aos da Linha de Formação de Professores e, em especial, à minha amiga Maria Aparecida.

À equipe da escola, pelo incentivo e colaboração.

A todos aqueles que me ajudaram, direta ou indiretamente.

Meu agradecimento!

## RESUMO

O objetivo principal da pesquisa de caráter qualitativo foi investigar o potencial do *peer instruction* como facilitador das interações discursivas nas aulas de Física, especialmente no ensino de radiações em uma escola pública do interior do Estado de São Paulo. Acreditando que o estímulo às interações entre alunos e destes com o professor possa contribuir para um ensino mais próximo da realidade do estudante, procuramos responder a seguinte questão: “Quais os limites e as possibilidades do uso do *peer instruction* enquanto estratégia facilitadora dos processos interativos aluno-aluno e aluno-professor nas aulas de Física do Ensino Médio?” Para responder a essa pergunta, estabelecemos os seguintes objetivos específicos: delimitar através da literatura o potencial educativo do *peer instruction*; investigar o papel das interações nas aulas de física; analisar o papel do *peer instruction* nos processos interativos aluno-aluno; delimitar as possibilidades de construção do conhecimento científico na relação entre professor e aluno com a utilização do *peer instruction* e, analisar as possíveis limitações educativas inerentes ao uso do *peer instruction* nas aulas de física do Ensino Médio. Como aporte teórico utilizamos a teoria sociointeracionista de Mortimer e Scott (2002). Os dados que compõem a pesquisa provêm de questionários abertos e fechados e de gravações em áudio das atividades de doze (12) alunos de um cursinho social oferecido pela escola. Foram desenvolvidas oito (8) atividades de ensino sobre tópicos de radiações, com duração de 50 minutos cada, em que se utilizou uma versão modificada do *peer instruction* de Eric Mazur (2015). Os dados foram analisados à luz da análise de conteúdo de Bardin (2011) e das interações discursivas de Mortimer e Scott (2002). Os resultados indicam que o *peer instruction*, com algumas adaptações, além de tornar as aulas mais dinâmicas, propicia mais liberdade para os alunos externalizarem suas conclusões perante o professor. Constitui-se, também, em uma estratégia eficaz na promoção das interações aluno-aluno e aluno-professor durante os processos de construção do conhecimento científico.

Palavras-chave: Radiações. *Peer Instruction*. Interações discursivas. Conhecimento Científico.

## **ABSTRACT**

The main purpose of this research was to investigate the peer instruction. Focusing in the Radiations teaching the aim was to make easier discursive interactions in physics classes. Through the socio-interactionist theory (Mortimer and Scott) the study was carried on in a public school of the São Paulo State with students (n=12) that aiming a preparation to enter a college. During the eight teaching activities, the data were collected through open and closed questionnaires (pre-post test) and audio recording. In each teaching activities, after a brief conceptual presentation, a question was designed to the students. Bardin's content analysis and the discursive interactions of Mortimer and Scott were used to examine the data. The results indicate that peer instruction is an effective strategy to promote interactions between students themselves and students-teacher interactions.

Keywords: Radiations. Peer Instruction. Discursive interactions. Scientific knowledge.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Estudantes utilizando <i>flashcards</i> .....	P. 30
Figura 2 -	Dispositivo eletrônico ( <i>clicker</i> ) .....	P. 31
Figura 3 -	Diagrama esquemático do método <i>Peer Instruction</i> .....	P. 33
Figura 4 -	Linha de tempo do Ensino sob Medida e do <i>Peer Instruction</i> ..	P. 36
Figura 5 -	Espectro eletromagnético.....	P. 59
Figura 6 -	Estudantes desenvolvendo as atividades.....	P. 61
Figura 7 -	Tubo de raios-x.....	P. 62
Figura 8 -	Jogo dominó radioativo.....	P. 64
Figura 9 -	Alunos modificando suas alternativas.....	P. 70
Figura 10 -	Chapa radiográfica.....	P. 72



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Zonas do Perfil Conceitual .....	P. 45
Tabela 2 -	Padrões de interações.....	P. 46

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -	Interação entre alunos e professor-aluno nas tendências pedagógicas apresentadas.....	P. 43
Quadro 2 -	Atividades educacionais desenvolvidas.....	P. 59
Quadro 3 -	Interações entre alunos.....	P. 66
Quadro 4 -	Interações entre aluno e professor.....	P. 67
Quadro 5 -	Interações entre alunos e professor.....	P. 68
Quadro 6 -	Explicação do aluno para convencimento de seus colegas .....	P. 69
Quadro 7 -	Alunos realizando votação.....	P. 69
Quadro 8 -	Interação entre professor e aluno.....	P. 71
Quadro 9 -	Interação entre professor e aluno.....	P. 71
Quadro 10 -	Alunos votando.....	P. 73
Quadro 11 -	Questionando o resultado da votação.....	P. 73
Quadro 12 -	Motivação para discussões.....	P. 74
Quadro 13 -	Alunos no momento da votação.....	P. 75
Quadro 14 -	Interações entre alunos e professor.....	P. 75
Quadro 15 -	Interações entre alunos e professor.....	P. 76
Quadro 16 -	Discutindo o resultado da votação.....	P. 77
Quadro 17 -	Sondagem inicial sobre radioatividade.....	P. 78
Quadro 18 -	Interações entre professor e aluno.....	P. 80
Quadro 19 -	Mediação em processos interativos.....	P. 82
Quadro 20 -	O peer instruction como estratégia didática.....	P. 83
Quadro 21 -	Análise dos questionários.....	P. 94

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC: Base Nacional Comum Curricular

ECA: Estatuto da Criança e do Adolescente

EsM: Ensino sob Medida

FCI: Force Concept Inventory

FMC: Física Moderna Contemporânea

IDEB: O Índice de Desenvolvimento da Educação Básica

I-R-A: Iniciação-Resposta do aluno-Avaliação da resposta por parte do professor

I-R-P-R-F: Iniciação-Resposta do Aluno - Prosseguimento da resposta do aluno - (nova) Resposta do aluno-*Feedback* do professor

LDB: Lei de Diretrizes e Bases da Educação

PBL: Problem based learning

PI: Peer Instruction

PPP: Projeto Político Pedagógico

PCNEM: Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

TCLE: Termos de Consentimento Livre e Esclarecido

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>P. 15</b>
<b>CAPÍTULO 1 – AS METODOLOGIAS ATIVAS E AS INTERAÇÕES DISCURSIVAS: A IMPORTÂNCIA DO PROTAGONISMO DOS ESTUDANTES</b>	
<b>1.1. Breve diagnóstico do ensino de Física na atualidade.....</b>	<b>P. 21</b>
<b>1.2 Metodologias Ativas de Ensino.....</b>	<b>P. 23</b>
<b>1.2.1. Sala de Aula Invertida (<i>Flipped Classroom</i>) .....</b>	<b>P. 25</b>
<b>1.2.2 Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) .....</b>	<b>P. 25</b>
<b>1.2.3 Ensino Sob Medida (<i>Just-in-Time Teaching</i>) .....</b>	<b>P. 26</b>
<b>1.2.4 <i>Peer Instruction</i> (Instrução Pelos Pares) .....</b>	<b>P. 27</b>
<b>1.3 As Interações Discursivas.....</b>	<b>P. 36</b>
<b>1.3.1 A Pedagogia Tradicional.....</b>	<b>P. 37</b>
<b>1.3.2 O Construtivismo.....</b>	<b>P. 38</b>
1.3.2.1. O Construtivismo Interacionista.....	P. 40
1.3.2.2 O Construtivismo Sóciointeracionista.....	P. 42
<b>1.3.3 A Teoria do Perfil Conceitual de Mortimer.....</b>	<b>P. 43</b>
<b>CAPÍTULO 2 - PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....</b>	<b>P. 48</b>
<b>2.1. Sobre os tipos de pesquisa .....</b>	<b>P. 48</b>
<b>2.2. Sobre os Participantes da Pesquisa .....</b>	<b>P. 50</b>
<b>2.3. Sobre a coleta de dados .....</b>	<b>P. 53</b>
2.3.1 Questionários .....	P. 54
2.3.1.1 Questionário Aberto .....	P. 55
2.3.1.2 Questionário Fechado .....	P. 55
<b>2.4. Sobre os métodos de análise dos dados.....</b>	<b>P. 56</b>
<b>2.5 Atividades didáticas.....</b>	<b>P. 57</b>
<b>CAPÍTULO 3 – RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>P. 65</b>
<b>3.1 Interações nas atividades didáticas.....</b>	<b>P. 65</b>
3.1.1 Atividade 1: Colorações presentes na chama de uma vela.....	P. 65
3.1.2 Atividade 2: Raios-X.....	P. 70
3.1.3 Atividade 3: radioatividade .....	P. 78
<b>3.2 Questionários .....</b>	<b>P. 84</b>
3.2.1 Análise da Questão 1 .....	P. 86

3.2.2 Análise da Questão 2 .....	P. 89
3.2.3 Questionário fechado.....	P. 94
<b>CONCLUSÕES</b> .....	P. 100
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	P. 104
<b>APÊNDICE 1</b> .....	P. 116
<b>APÊNDICE 2</b> .....	P. 118
<b>APÊNDICE 3</b> .....	P. 120
<b>APÊNDICE 4</b> .....	P. 121

## INTRODUÇÃO

A motivação para a realização do Mestrado em Educação nasceu da constante reflexão sobre minha prática como docente de Física na educação básica. Durante mais de uma década de atividade profissional em escolas públicas da região de Sorocaba (SP) foi possível constatar que as aulas dessa disciplina seguem, habitualmente, o mesmo modelo: breve apresentação de conceitos e fórmulas, seguida de resolução de exercícios mecânicos e repetitivos. Os conteúdos são apresentados de forma descontextualizada, fragmentada e linear, distanciada do cotidiano dos estudantes. Contudo, essa forma de ensino tem agregado pouco significado para os alunos.

Em 1996 é promulgada a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), de número 9394/96, que estabelece como finalidades para o Ensino Médio:

- 1) a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no Ensino Fundamental, possibilitando o prosseguimento de estudos;
- 2) preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com a flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores;
- 3) aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico;
- 4) a compreensão dos fundamentos científicos-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina (BRASIL, 1996).

Além de apresentar para o Ensino Médio importantes finalidades – tais como a complementação dos conhecimentos adquiridos no Ensino Fundamental, que possibilitem a continuidade dos estudos em nível superior; preparação para o mundo do trabalho e para o exercício da cidadania; autonomia intelectual, ética e pensamento crítico – a LDB atribui para esse nível da escolaridade básica a compreensão de fundamentos científicos e tecnológicos, questão crucial em nossa pesquisa.

Logo após a promulgação da LDB/96, são publicados os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (BRASIL, 1997) e os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) (BRASIL, 1999), documentos que, na

ausência de uma base nacional curricular<sup>1</sup>, adquiriram força de lei e serviram de referência para diversos programas e ações.

Dentre várias recomendações, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio indicam que os estudantes devem ser levados a compreender a Física como um corpo de conhecimentos que vem se constituindo ao longo da história, tratando-se, portanto, de uma construção humana com implicações culturais, econômicas e sociais. O documento recomenda também que sejam destacadas as relações entre a Física e os avanços da tecnologia.

Passados mais de 15 anos da publicação dos PCNEM, estamos longe do intento de “formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para compreender, intervir e participar da realidade” (BRASIL, 2002). De acordo com Pietrocola (2005), para que isso ocorra é preciso que haja uma renovação no currículo, considerando especialmente a necessidade de inserir temas atuais e significativos para a sociedade moderna, de forma a permitir que o ensino de Física contribua de maneira expressiva para a formação de cidadãos que tenham condições de realizar uma leitura mais elaborada do mundo em que vivem.

Para atender à necessidade de inserir temas contemporâneos no currículo de Física, como recomendado pelos PCNEM (BRASIL, 2000), é preciso conhecer de que forma é produzido e utilizado, na maioria das vezes em forma de tecnologia, o conhecimento científico. Oliveira *et al.* (2007), defendem a inclusão da Física Moderna e Contemporânea (FMC) no Ensino Médio a fim de que o estudante possa se sentir participante do que é produzido e circula na sociedade. O contato com saberes novos da Ciência pode despertar o interesse por áreas afins, abrindo possibilidades de inserção do sujeito em instâncias do saber às quais o direito costuma lhe ser negado.

Contudo, posicionamentos favoráveis à FMC no Ensino Médio não podem desconsiderar a necessidade de realizar pesquisas em relação às formas de abordagem e enfoques a serem desenvolvidos, principalmente frente às dificuldades apresentadas pelos professores com esses conteúdos (SOLBES *et al.*, 2001).

Pesquisadores como Terrazzan (1992, 1994); Menezes e Hosoume (1997); Valadares e Moreira (1998); Pinto e Zanetic (1999); Ostermann e Moreira

---

<sup>1</sup>A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), cuja existência foi prevista pela LDB de 1996, após fase de consulta pública à sua primeira versão, encontra-se sendo revista e a expectativa é que entre em vigor em 2017.

(2001); Brockington e Pietrocola (2005); Machado e Nardi (2006); Sousa (2009), têm conduzido, no Brasil, o debate sobre a importância da Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio.

Todos são unânimes em relatar a necessidade de incluir tópicos de FMC para, dentre outras razões, possibilitar aos alunos uma leitura melhor de sua época, como destacam Valadares e Moreira (1998):

É imprescindível que o estudante do ensino médio conheça os fundamentos da tecnologia atual, já que atua diretamente em sua vida e certamente definirá o seu futuro profissional. Daí a importância de se introduzir conceitos básicos de física moderna e, em especial, de se fazer uma ponte entre a física da sala de aula e a física do cotidiano (VALADARES; MOREIRA, 1998, p.359).

Ostermann e Moreira (2001) também apresentam argumentos favoráveis à sua utilização, afirmando que:

Deveria haver mais Física Contemporânea no Ensino Médio e menos “fósseis” da física clássica. Os alunos podem aprendê-la se os professores estiverem adequadamente preparados e se bons materiais didáticos estiverem disponíveis. Com isso, os jovens podem ter uma escolarização de nível médio em física atualizada e mais coerente com um pleno exercício da cidadania na sociedade contemporânea (OSTERMANN; MOREIRA, 2001, p.147).

A maioria dos autores reforça a importância da capacitação profissional para trabalhar temas de Física Moderna Contemporânea. Contudo, acreditamos que qualquer tentativa de abordagem que enverede por rigores matemáticos trará aos estudantes a falsa impressão de que esse conhecimento é para poucos.

Deficiências nos cursos de formação de professores que comprometem o ensino de FMC são discutidas por pesquisadores como Terrazzan (1994); Ostermann (1999) e Mota (2000). Nesse mesmo contexto, discute-se a necessidade de material adequado para os professores ensinarem Física Moderna Contemporânea, alertando, contudo, que sem professores preparados, ainda que o material esteja disponível, seu uso pode ser inadequado. Ou seja, é preciso investir em formação de professores.

Concordamos com Saviani (1980) quando afirma que, devido a uma inadequada formação científica dos professores, o ensino de Ciências não fornece aos alunos uma formação crítica e o desenvolvimento de habilidades cognitivas e



sociais necessárias para o enfrentamento do mundo científico-tecnológico atual. Com isso, aos alunos fica a impressão de que se trata de um saber descomprometido, neutro e acrítico, visto que seus valores, suas pré-concepções e visões de mundo, suas necessidades e as especificidades da realidade em que vivem não são considerados aspectos relevantes no processo educativo.

Nesse sentido, outro ponto que merece atenção especial – além de materiais adequados e professores em constante aperfeiçoamento – é a compreensão da importância dos conhecimentos que os estudantes trazem consigo. Observações em sala de aula mostram que há pouco espaço para essas manifestações, uma vez que o padrão de ensino predominante é o expositivo, de forma que os conhecimentos prévios dos alunos e os processos pelos quais constroem o conhecimento continuam sendo desconsiderados. Isso se dá, principalmente, pela falta de interação entre professor e alunos (MORTIMER; MACHADO, 1997).

Tomando como exemplo o tema “Radiações” – que é parte dos conteúdos de FMC do terceiro ano do Ensino Médio – seria fundamental compreender de que forma o mesmo se articula com o contexto atual e com as vivências dos estudantes. Ao mesmo tempo em que fenômenos relacionados às radiações, tais como a radioatividade, podem favorecer a humanidade, contribuindo em áreas como Medicina, Química, Arqueologia, Engenharia de Alimentos, Engenharia Industrial dentre outras, também podem apresentar consequências catastróficas, gerando a morte de milhares de pessoas e sérios impactos ambientais.

Como discutido, para a apresentação de conteúdos de FMC na educação básica é recomendável que sejam utilizadas propostas de ensino diferenciadas. Nesse sentido, entendemos que o “*Peer Instruction*”<sup>2</sup> (PI), estratégia desenvolvida por Eric Mazur, professor de Física da Universidade de Harvard, é indicado para romper com o ensino convencional, fortemente expositivo. Com essa estratégia, os alunos são envolvidos em sua própria aprendizagem durante as aulas.

Mazur e Somers (1997) e Crouch *et al* (2007), consideram que as aulas devem intercalar a exposição de um conceito ou conteúdo pelo professor com questões conceituais, chamadas *concept tests*, destinadas a expor as dificuldades

---

<sup>2</sup>Uma tradução livre de *peer instruction* seria instrução por pares. Nesse trabalho optamos por utilizar o termo em língua inglesa, como é mais conhecido.

comuns na compreensão do que foi apresentado. Este processo exige que o aluno elabore argumentos para explicar sua resposta, permitindo ao professor dimensionar o nível de compreensão dos conceitos (MAZUR; SOMERS, 1997).

Com o PI é possível estimular interações entre os estudantes, permitindo que os mesmos apresentem concepções distintas para explicar uma situação problema. Defendendo suas ideias, o aluno é levado a analisar a solidez de seus argumentos a partir de um processo racional em que são levadas em consideração as evidências a favor de cada modelo (MAZUR, SOMERS, 1997).

A proposta do *peer instruction* pode colaborar com a formação de cidadãos críticos, pois permite aproximar o ensino da realidade do aluno. Outro ponto positivo está no estímulo que os estudantes adquirem para pensar; buscar soluções para situações cotidianas; trabalhar coletivamente; e, conseqüentemente, permite uma ressignificação de suas descobertas (MAZUR, 1997; MULLER, 2013; PALHARINI, 2012; REIS, 2011; SCHEEL, 2013).

O *peer instruction* é uma estratégia que atende às demandas atuais de renovação curricular no ensino de Física, tanto do ponto de vista conceitual como metodológico (BARROS *et al.*, 2015).

Outras possíveis razões para sua adoção residem na facilidade de adaptação ao contexto local e estímulo na busca do conhecimento, enfatizando que a função de aprender não termina quando os alunos saem da escola.

Acreditando que o estímulo às interações entre alunos e destes com o professor pode contribuir para um ensino mais próximo da realidade do estudante, cabe perguntar: Quais os limites e as possibilidades do uso do *peer instruction* enquanto estratégia facilitadora dos processos interativos aluno-aluno e aluno-professor nas aulas de Física do Ensino Médio?

Para responder a essa pergunta, estabelecemos como objetivo geral investigar se o uso do *peer instruction*, particularmente no ensino do tema Radiações, pode facilitar os processos de interação nas aulas de Física.

Como objetivos específicos nos propusemos a:

- delimitar através da literatura o potencial educativo do *peer instruction*;
- investigar o papel das interações nas aulas de Física;
- analisar o papel do *peer instruction* nos processos interativos aluno-aluno;

- delimitar as possibilidades de construção do conhecimento científico na relação entre professor e aluno com a utilização do *peer instruction*;
- analisar as possíveis limitações educativas inerentes ao uso do *peer instruction* nas aulas de Física do Ensino Médio.

Como sujeito no processo educativo, o aluno deve articular os conhecimentos científicos à experiência cotidiana e aos seus valores. Ao mesmo tempo, deve adquirir uma linguagem científica que lhe permita discutir a Ciência como atividade humana, crítica e social. Sendo assim, partimos da hipótese que o *peer instruction* pode ser uma estratégia didática capaz de favorecer os processos interativos, pois alunos ativamente envolvidos no processo de aprendizagem transmitem aos seus pares seu entendimento sobre os conceitos relevantes, bem como examinam a interpretação e raciocínio destes.

Acreditamos também que esta estratégia de ensino seja facilitadora da aprendizagem de conhecimentos científicos em sala de aula, pois os alunos desenvolvem habilidades de raciocínio complexas de forma mais eficaz quando estão envolvidos com o que estão estudando. Da mesma forma, atividades cooperativas constituem-se em alternativa para fazer com que os alunos se envolvam ativamente em sua própria aprendizagem (ARAUJO; VEIT; MOREIRA, 2005; ROSENBERG; LORENZO; MAZUR, 2006).

Para expor as diferentes etapas, essa dissertação foi estruturada em três capítulos. No Capítulo 1, apresentamos um panorama geral das dificuldades enfrentadas pelo ensino de Física e as propostas dos documentos legais. Também apresentamos algumas metodologias de ensino ativas, dentre as quais destacamos o *peer instruction*. Da mesma forma, a importância das interações aluno-aluno e aluno-professor nas aulas de Física estão contidas nesse capítulo.

Em seguida, no Capítulo 2, são apresentados os atributos gerais da pesquisa e do objeto estudado; as atividades desenvolvidas e a metodologia de análise dos dados. No Capítulo 3, analisamos os resultados obtidos com o intuito de atender aos objetivos da pesquisa. E, finalmente, apresentamos nossas conclusões e as possibilidades de continuação dessa pesquisa.

## **CAPÍTULO 1**

### **AS METODOLOGIAS ATIVAS E AS INTERAÇÕES DISCURSIVAS: A IMPORTÂNCIA DO PROTAGONISMO DOS ESTUDANTES**

Neste capítulo faremos uma breve discussão de alguns problemas que afetam o ensino de Física na educação básica e o que propõe os documentos legais. Em seguida, apresentaremos uma discussão sobre o uso de metodologias ativas e sobre a importância das interações discursivas nas aulas de Física.

#### **1.1. Breve diagnóstico do ensino de Física na atualidade**

Parte-se do pressuposto de que as aulas de Física na educação básica ocorrem, como exposto na Introdução dessa dissertação, basicamente, por meio de uma brevíssima síntese da teoria seguida de resolução de exercícios repetitivos (ROSA, 2005). Isso implica, na maior parte das vezes, na falta de conexão do assunto ensinado com o cotidiano do estudante, que vê o ensino reduzido à mera aplicação de fórmulas e à adoção de um modelo de treinamento voltado para a resolução de exercícios. Dentre diferentes razões para a permanência desse modelo fracassado destacamos o reduzido número de aulas e a qualificação profissional dos professores em exercício.

Por conta de questões como as expostas, o ensino de Física tem sido duramente criticado por diversos autores como Nardi (1998) e Souza (2002). Outro autor que também contribui para a crítica é Ricardo (2004), a saber:

A constituição de um cidadão contemporâneo, capaz de compreender seu mundo, dificilmente ocorrerá por meio de conteúdos envelhecidos didaticamente, cujo ensino persiste muito mais “consagrado pelo uso” do que por sua pertinência na formação geral do aluno. Ou seja, há necessidade de rever os conteúdos a ensinar, mas não só, uma vez que também as práticas escolares teriam que passar por constantes avaliações, reflexões e que resultassem em novas ações. (RICARDO, 2004).

Vale ressaltar que mudanças nos métodos de ensino adotados pelos professores podem ser de grande valia, não apenas em relação à eficiência da aprendizagem dos estudantes, mas também na perspectiva de recuperar o prazer de aprender.

Certamente, um ensino de Física amparado em acúmulo de informações e inúmeros pré-requisitos contribui pouco para a autonomia do aluno,

pois fica ao seu encargo dar sentido ao que aprendeu de forma a utilizar para intervir em sua realidade. Segundo Ricardo (2004), é permitido duvidar que isso aconteça.

Outra situação alvo de críticas pelos pesquisadores é a excessiva “matematização” no Ensino de Física, que leva muitos professores a atribuir o fracasso dos estudantes, ao fato de não saberem Matemática. Não estamos, obviamente, discutindo o inegável papel da Matemática como estruturante do conhecimento físico; discute-se, sim, as inúmeras situações encontradas em sala de aula em que esse conhecimento é reduzido à manipulação de fórmulas desprovidas de significado para os alunos.

Para Bonadiman (2005), um dos grandes entraves do ensino de Física reside na baixa valorização do profissional da educação básica, nas condições precárias de trabalho desse professor. Além disso, há o grave problema da escassez de professores formados na área, fato esse que impõe a um enorme contingente de estudantes, aulas de Física ministradas por matemáticos, engenheiros, químicos, economistas, músicos etc. Ou seja, muitas vezes quem leciona esta disciplina não está capacitado para tal tarefa. E mesmo nos casos em que a formação é correta, há (inúmeras) situações em que os recursos e a metodologia usados por este professor já estão ultrapassados, tornando as aulas desmotivadoras e cansativas, dificultando com isso o aprendizado do estudante.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio defendem que o enfoque do Ensino Médio não deve ser pautado apenas na preparação para o acesso ao ensino superior. São necessárias ações que preparem os estudantes para os desafios da sociedade moderna, dentre os quais compreender as inovações tecnológicas, resultado de um aprimoramento da Ciência. Os produtos decorrentes dessas inovações estão presentes em nosso cotidiano e influenciam profundamente a relação entre o homem e a natureza.

Outra questão destacada nos PCNEM é a necessidade do desenvolvimento da capacidade de comunicação, como uma das competências a ser alcançada ao final da educação básica, possibilitando ao estudante exprimir-se oralmente, com correção e clareza, e usando terminologia correta; produzir textos adequados para relatar experiências; formular dúvidas ou apresentar conclusões (BRASIL, 1999, p 215).

Portanto, mudanças curriculares exigem novas estratégias de ensino aprendizagem, pois, segundo Gadotti (2000), um novo mundo globalizado e

informatizado se apresenta e com ele muitas áreas como a Educação requerem reconstruções teórico-metodológicas, ou seja, é necessário rever conceitos, métodos e quebrar paradigmas para suprir as demandas do ensino. É nesse cenário que entram as “Metodologias Ativas de Ensino”, que implicam na adoção de novas práticas curriculares e metodologias inovadoras.

## 1.2. Metodologias Ativas de Ensino

A forma de construir o conhecimento através de modelos educacionais que visam simplesmente à transmissão de conteúdos - na maioria das vezes fora do contexto dos estudantes e com estes recebendo passivamente as informações – parece fadada ao insucesso, por ser pouco atraente e desmotivadora.

Araújo (2011) ressalta a necessidade de transformações do modelo educacional afirmando que

[...] os profissionais da educação precisam entender e assumir uma postura acadêmico-científica que leve à reinvenção da educação. Esse modelo de escola e de universidade consolidado no século XIX tem agora, também, de dar conta das demandas e necessidades de uma sociedade democrática, inclusiva, permeada pelas diferenças e pautada no conhecimento inter, multi e transdisciplinar, como a que vivemos neste início de século XXI (ARAÚJO, 2011, p. 39).

Para Demo (2004), o ato de aprender pressupõe um processo reconstrutivo que permite o estabelecimento de diferentes tipos de relações entre fatos e objetos, que desencadeia ressignificações e que contribui para a reconstrução do conhecimento e a produção de novos saberes a partir de uma educação transformadora e significativa, que rompe com o marco conceitual da pedagogia tradicional. Conhecimento e aprendizagem são fundamentais para o ser humano exercer a sua autonomia e sua cidadania, com argumentações e ética, para mudar sua realidade e a sua vida.

Assim sendo, e havendo uma grande variedade de metodologias ativas de ensino, acreditamos em alternativas mais eficazes que a do ensino tradicional que podem ser testadas em sala de aula, tais como o *peer instruction* (PI) ou instrução pelos colegas (MAZUR, 1997); *problem based learning* (PBL) ou aprendizagem baseada em problemas (RIBEIRO, 2008), dentre outras.

Dessa forma, as metodologias ativas podem contribuir para elevar a eficiência e eficácia da aprendizagem no contexto da educação, possibilitando ao aluno ser estimulado a construir o conhecimento ao invés de recebê-lo de forma

passiva do professor. Em um ambiente de aprendizagem ativa, o professor atua como orientador, supervisor, facilitador do processo de aprendizagem, e não apenas como fonte única de informação e conhecimento.

Além disso, os alunos que vivenciam metodologias ativas de ensino adquirem mais confiança em suas decisões e na aplicação do conhecimento em situações práticas, melhoram o relacionamento com os colegas, aprendem a se expressar melhor oralmente e por escrito, adquirem gosto para resolver problemas e vivenciam situações que requerem tomar decisões por conta própria, reforçando a autonomia no pensar e no atuar (RIBEIRO, 2005).

As metodologias ativas estão embasadas em uma maior autonomia e reflexão crítica sobre o que os estudantes estão aprendendo e, segundo Bastos (2006), são processos interativos de conhecimento, análise, estudos, pesquisas e decisões individuais ou coletivas, com a finalidade de encontrar soluções para um problema.

Portanto, tais metodologias estimulam as tomadas de decisões, cabendo ao professor a participação na construção do conhecimento para o qual a interação e a mediação são de suma importância para que a aprendizagem seja significativa por parte dos estudantes (MITRE *et al.*, 2008).

Para Berbel (2011), as metodologias ativas baseiam-se em formas de desenvolver o processo de aprender, utilizando experiências reais ou simuladas, visando às condições de solucionar, com sucesso, desafios advindos das atividades essenciais da prática social em diferentes contextos, ou seja, deslocar o aluno do papel de espectador passivo para o de ator. Dessa forma, as metodologias ativas podem dar respostas favoráveis a uma sociedade em constante mudança.

A seguir, sem ter a pretensão de esgotar o assunto, apresentaremos algumas metodologias ativas e, dentre elas, daremos maior ênfase ao *peer instruction*.

### **1.2.1. Sala de aula invertida (*Flipped Classroom*)**

Nessa proposta, a tecnologia constitui-se em importante auxílio para a aprendizagem, permitindo ao professor otimizar o tempo na sala de aula, dando mais ênfase aos conteúdos nos quais os estudantes encontram mais dificuldades.

De maneira simplificada, nesse modelo os conteúdos são apresentados, previamente, através de leituras indicadas e/ou de vídeos gravados pelo professor e disponibilizados na Internet. Os alunos, após o contato com esse material, devem anotar os pontos de dificuldade e aqueles que consideraram fáceis. Os vídeos permanecem disponíveis para consulta, tanto por parte dos estudantes como por parte do professor, objetivando a ampliação dos conteúdos e possíveis correções, se for o caso.

Nas palavras de Schneider *et al.* (2013, p.71) a sala de aula invertida é apontada como:

[...] possibilidade de organização curricular diferenciada, que permita ao aluno o papel de sujeito de sua própria aprendizagem, reconhecendo a importância do domínio dos conteúdos para a compreensão ampliada do real e mantendo o papel do professor como mediador entre o conhecimento elaborado e o aluno (SCHNEIDER *et al.*, 2013, p.71).

O acesso prévio aos conteúdos da aula permite que os estudantes solucionem suas dúvidas e acrescentem nas discussões com o professor mais informações sobre o conteúdo estudado, cabendo a este a mediação e a problematização das discussões.

Para Santos *et al.* (2016), a postura de mediação por parte do professor leva o aluno a ter mais confiança no processo de ensino aprendizagem e, conseqüentemente, a uma visão mais crítica sobre o conteúdo estudado.

### **1.2.2. Aprendizagem baseada em problemas (PBL)**

Trata-se de uma metodologia centrada no estudante e que tem como finalidade o estudo de conteúdos selecionados. Nessa proposta, os estudantes têm contato com menos conteúdos do que em um método tradicional, porém, aprendem com maior profundidade o que estão estudando.



Portanto, a aprendizagem baseada em problemas tem por intenção ser mais formativa, na medida em que estimula o estudante pela busca de conhecimento e, ao mesmo tempo, tenta entender as muitas variáveis que interferem no processo de ensino aprendizagem.

Na PBL, segundo Berbel (1998), os problemas devem ser elaborados cuidadosamente por uma comissão designada para tal situação. Após o término do módulo proposto, faz-se uma avaliação do conhecimento adquirido e o estudante passa ao módulo seguinte, com um nível superior ao anterior.

A aprendizagem baseada em problemas é particularmente útil nas situações em que o estudante, ao interagir com situações problemas, desenvolve a capacidade de ser autônomo e mostra-se apto para receber novas informações para a resolução dos problemas ou minimizá-los. Outro ponto importante da PBL é que as hipóteses apresentadas pelos estudantes podem trazer possíveis explicações sobre o fenômeno estudado, ou seja, o conhecimento prévio que o estudante traz é de fundamental importância para a construção do conhecimento científico.

Por fim, a PBL vai ao encontro do que pensamos sobre o processo de ensino aprendizagem e sobre o aprender a pensar e construir soluções para os problemas levantados, como discorre Berbel (1998), afirmando tratar-se de uma metodologia alternativa inspiradora para professores no que se refere a uma aprendizagem efetivamente significativa em detrimento de um ensino pouco interativo e, por vezes, mnemônico.

### **1.2.3. Ensino sob medida (*Just-in-Time Teaching*)**

A metodologia ativa conhecida por *just-in-time teaching* (MAZUR; WATKINS, 2007; CROUCH *et al.*, 2007; CROUCH; MAZUR, 2001; ARAÚJO; MAZUR, 2013), que em tradução livre expressa o “ensino sob medida”, tem como proposta permitir ao professor refletir sobre as dificuldades que os estudantes apresentaram com a leitura prévia do material didático selecionado e preparar-se para enfrentá-las.

Sabendo, antecipadamente, das dificuldades dos estudantes, o professor pode começar a aula discutindo os pontos da matéria que não ficaram claros, e pode fazer uso de outras estratégias para sanar as dificuldades, tais como: simuladores, experimentos, trechos de documentários e de filmes etc.. Tal proposta

pode complementar e ser complementada pela utilização do *peer instruction* para verificação da aprendizagem.

Segundo Novak *et al.* (1999), os estudantes que utilizam o *just-in-time teaching* terão capacidade de realizar questionamentos sobre sua aprendizagem e capacidade crítica para resolver problemas trabalhando coletivamente. De acordo com relatos de alunos em diferentes níveis de escolaridade, o uso do *just-in-time teaching* tem efeito positivo, ajudando-os a se manterem envolvidos com o material de estudo, segundo Oliveira *et al.* (2015). Contudo, essa proposta parece estar sendo pouco utilizada em instituições de Ensino Médio, tendo em vista o pequeno número de trabalhos encontrados na literatura que fazem referência ao seu uso.

#### **1.2.4. Peer Instruction (Instrução pelos Pares)**

O *peer instruction*, ou instrução pelos pares, é uma estratégia de ensino de Física desenvolvida por Eric Mazur<sup>3</sup>. Em suas aulas, Mazur utilizava-se de métodos tradicionais de ensino, ou seja, aulas expositivas, demonstrações de experimentos e resoluções de exercícios. Seus alunos não externavam críticas à sua forma de lecionar e obtinham bons resultados nas resoluções de exercícios considerados difíceis. Ainda assim, Mazur se deparava com considerações de seus estudantes do tipo “Física é chato” e “estudar Física é muito entediante”.

Ao tomar conhecimento de artigos de Hestenes e colaboradores (1992) sobre um teste de múltipla escolha denominado *Force Concept Inventory* (FCI), ou Inventário sobre o Conceito de Força, Mazur mostrou-se cético, pois, como professor da conceituada Universidade de Harvard, não acreditava que os resultados negativos resultantes da aplicação desse teste seriam verificados entre seus alunos. Dentre várias razões, porque seus alunos tinham boas notas e ele era considerado um bom professor. Para provar que seus alunos – e ele próprio - eram diferentes, aplicou o FCI.

---

<sup>3</sup>Nascido na Holanda, em 14 de novembro de 1954, concluiu seu doutorado em 1981 pela Universidade de Leyden e se tornou especialista em espectroscopia a laser. Realizou seu pós-doutorado nos Estados Unidos, na Universidade de Harvard, trabalhando com o prêmio Nobel de Física Nicolaas Bloembergen. Tornou-se professor associado dessa universidade em 1988 e conquistou vários prêmios, sendo um deles recebido das mãos do presidente americano Ronald Reagan (LAIER; BETTINI, 2011).

Esperando que seus alunos obtivessem ótimas notas no teste, ficou estarelecido com os resultados. Sua primeira reação foi pensar que o teste estava errado, pois seus alunos tinham boas notas em exames muito mais complexos, que continham questões de conteúdos mais exigentes, como dinâmica das rotações e momento de inércia.

Outro fato que ele não contava era que os alunos, perante as questões conceituais, lhe perguntassem: “Professor Mazur, como devo responder a essas questões? De acordo com o que o senhor ensinou ou do meu jeito de pensar a respeito dessas coisas?” (MAZUR, 2015, p.4)

Os questionamentos levantados pelos alunos despertaram a percepção de que algo na forma como trabalhava o conteúdo com os mesmos estava errado. Segundo Mazur, respondendo a uma pergunta em entrevista a Fiolhais e Pessoa (2003, p. 19), “... ensinava tal como eu próprio tinha sido ensinado”, afinal, que outras formas há de ensinar? A tendência natural é repetir o modelo como nós aprendemos. Além disso, temos tendência de projetar a nossa própria experiência nas pessoas que nos rodeiam, de forma que se “eu aprendi assim e, por isso, eles também devem aprender assim”.

O FCI, teste que está nas origens do *peer instruction*, é composto por trinta questões conceituais, cada uma com cinco opções de resposta, e foi elaborado para avaliar a compreensão dos estudantes sobre os conceitos fundamentais de Mecânica Newtoniana, especialmente o conceito de força, e verificar se conseguiram romper com crenças relacionadas à Física trazidas de seu cotidiano (HESTENES; WELLS; SWACKHAMER, 1992 *apud* DINIZ, 2015).

Dentre as cinco alternativas apenas uma é considerada correta, segundo a teoria newtoniana. As demais respostas, denominadas distratores, foram cuidadosamente elaboradas a partir de pesquisas sobre concepções alternativas e refletem as crenças dos alunos sobre os conceitos newtonianos de força. Por ser constituído por várias questões sobre cada concepção alternativa, a probabilidade de alguns alunos atingirem bons resultados respondendo ao acaso é bastante reduzida.

Dessa forma, o FCI pode servir para os professores diagnosticarem a forma como o conhecimento científico está sendo construído pelos estudantes e realizarem uma profunda reflexão sobre os métodos de ensino tradicionais. Um dos problemas citados por Halloun e Hestenes (1985 *apud* MAZUR, 2015) é que os

estudantes resolvem questões numéricas sobre as Leis de Newton, mas não compreendem as leis, ou seja, os estudantes são capazes de resolver matematicamente os exercícios sem compreender os conceitos físicos subjacentes.

A maioria dos trabalhos que utilizaram o *FCI* trazem comparações entre aulas utilizando o modelo tradicional e aulas interativas, com inserção de atividades em grupos, como descrito por Goya e Laburú (2014).

Para medir diferenças na aprendizagem entre aulas interativas – nas quais se utiliza experimentos simulados computacionalmente e exposições interativas – e aulas no modelo tradicional – baseadas na exposição do conteúdo pelo professor e posterior resolução de exercícios – procede-se à aplicação do *FCI* duas vezes: a primeira antes da realização das atividades de ensino; e a segunda após o término das atividades de ensino.

O ganho normalizado do *FCI*, denotado por “g”, pode ser obtido pela expressão:

$$g = \frac{(\text{nota pós} - \text{nota pré})}{(100 - \text{nota pré})}$$

A nota pós representa a porcentagem de acertos no teste pós-instrução e a nota pré representa a porcentagem de acertos no teste pré-instrução (GOYA; LABURÚ, 2014). Segundo Barros *et al.* (2004), os cursos que em que são utilizados métodos tradicionais têm um ganho próximo de 0,2 e os que se utilizam de metodologias ativas atingem em média 0,4.

Portanto, os resultados indicam que a utilização de metodologias ativas traz contribuições ao processo ensino aprendizagem, especialmente porque leva em consideração a interação entre professor e estudante e entre os estudantes.

Os resultados positivos do uso do *FCI* em suas aulas levaram Mazur a incrementar o questionário com uma nova estratégia, denominada *peer instruction*, que possibilitaria maior engajamento nas aulas de Física por parte dos alunos.

Com o *peer instruction* o professor limita a exposição inicial de um conceito ou conteúdo a não mais do que 20 minutos e, de acordo com Mazur, é interessante que a apresentação seja focada nos tópicos essenciais. Segue-se à exposição um teste conceitual, de escolha múltipla, a ser respondido individualmente pelos alunos, que dispõem de, aproximadamente, 2 minutos para a resposta (MAZUR, 1997).

As respostas dos alunos podem ser informadas ao professor de diversas maneiras, dentre elas estão os sistemas eletrônicos de respostas (*clickers*), as cartelas coloridas (*flashcards*), computadores e outros dispositivos eletrônicos conectados à Internet. Também é possível responder ao questionamento do professor levantando as mãos, um dos sistemas de votação mais simples.

Cada sistema apresenta vantagens sobre os demais. O método mais simples (levantar as mãos) permite ao professor fazer um levantamento da compreensão dos alunos, se estão entendendo o assunto discutido e, com isso, fazer os ajustes necessários em relação ao tempo que está sendo ocupado. Para Mazur (2015), a principal desvantagem está na precisão, pois não é simples fazer uma estimativa sobre as alternativas escolhidas pelos alunos.

Com os cartões de resposta (*flashcards*) – dos quais cada estudante recebe um conjunto de cinco, com alternativas de “A”, “B”, “C”, “D” e “E” – a desvantagem está na possibilidade de os alunos se comunicarem antes da primeira votação, prejudicando o resultado e o trabalho de análise em relação à compreensão do assunto por parte do professor.

Figura 1 - Estudantes utilizando os *flashcards*



Fonte: Autor

Há também a possibilidade de as respostas serem anotadas em um formulário. Nesse caso, além das respostas aos testes conceituais, também é possível fazer anotações em relação ao que entenderam sobre o assunto. Isso permite recolher grande quantidade de informações em relação ao progresso e frequência do aluno, garantindo ao professor um melhor levantamento sobre a aprendizagem e intervindo se necessário. A desvantagem está no *feedback* após cada aula, sobrecarregando o trabalho extraclasse do professor.

Com dispositivos portáteis, a análise do resultado é instantânea e personalizada, sendo possível obter os dados de cada estudante (como o nome e o lugar onde está sentado), deixando-os disponíveis ao professor (MAZUR, 2015). Outra facilidade de se trabalhar com esses dispositivos é o aumento da interação entre os estudantes. A desvantagem é a exigência de recursos financeiros, quase nunca disponíveis nas escolas públicas de educação básica.

Figura 2 - Dispositivo eletrônico (*Clicker*)



Fonte: Araujo e Mazur (2013).

Para Araújo e Mazur (2013), quando o professor entra em contato com o *peer instruction*, ele acredita que suas aulas se tornam mais atrativas, principalmente se utilizar os *clickers*. Entretanto, a simples utilização dos *clickers* não garante que o professor esteja usando a estratégia de forma correta, ou seja, ele pode apenas estar conseguindo uma dinâmica maior. A finalidade do PI é ter o estudante no centro do processo de ensino aprendizagem e o professor como um facilitador desse processo.

Mazur (2015) defende que o professor não precisa de recursos financeiros, pois o sucesso do método não depende do *feedback* oferecido por recursos tecnológicos. Lasry (2008a) partilha da mesma opinião:

O *Peer Instruction* é uma abordagem pedagógica que enfatiza os conceitos básicos, com alunos comprometendo-se a uma concepção, oferecendo um ambiente para a discussão com colegas e com professores, onde é chamada a atenção para as concepções erradas. A tecnologia por si só não é a pedagogia (LASRY, 2008a).

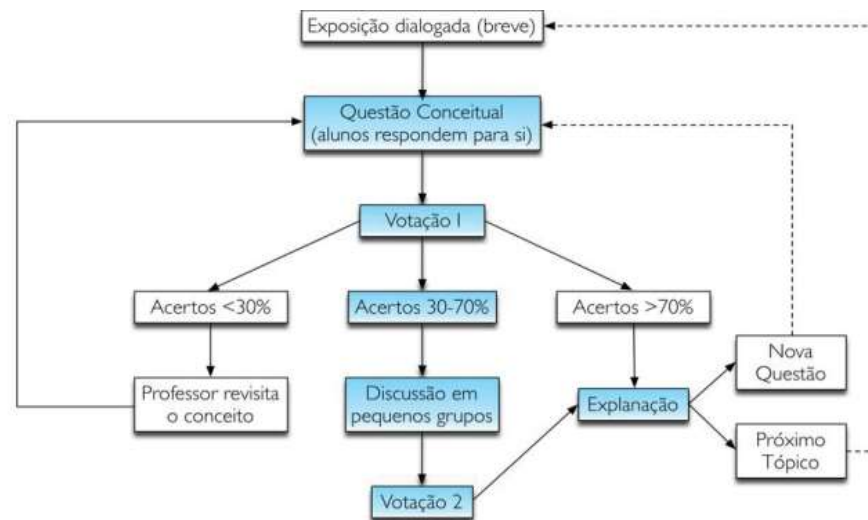
Em estudo realizado por Lasry (2008) a fim de comparar a eficácia do uso de sistemas de votação eletrônica (*clickers*) e cartelas coloridas (*flashcards*), os resultados encontrados, em termos de aprendizagem, foram os mesmos. Entretanto, em termos de ensino, os *clickers* mostraram-se melhores por facilitarem a contagem dos votos; por não permitirem que um estudante veja o que o outro está marcando no momento da votação; e, também, por manterem um registro das opções individuais que pode ser usado para acompanhar a evolução dos alunos em direção aos objetivos de aprendizagem.

O *peer instruction*, da forma como descrito por Mazur (1997) e Crouch *et al.* (2007), pode ser dividido em nove momentos durante as aulas, como exposto a seguir e representado na Figura 3:

1. Breve apresentação oral por parte do professor sobre os elementos centrais de um dado conceito ou teoria, entre 15 e 20 minutos;
2. Proposição de uma questão conceitual, usualmente de múltipla escolha, sobre o conceito (teoria) apresentado na exposição oral;
3. Os alunos têm de dois a três minutos para pensar, individualmente, sobre a questão apresentada e formular uma argumentação que justifique sua resposta;
4. Segue-se a votação, quando os estudantes registram suas respostas, individualmente, e as apresentam ao professor utilizando algum sistema de votação (por ex., *clickers* ou *flashcards*);
5. De acordo com a distribuição de respostas, o professor pode passar para o passo seis (frequência de acertos entre 30% e 70%) ou diretamente para o passo nove (frequência de acertos superior a 70%). Caso a frequência de acertos seja inferior a 30%, o professor deve retomar a explicação antes de reapresentar o teste conceitual ou propor uma nova questão sobre o tema;
6. Os alunos, reunidos em grupos de 2-5 pessoas que tenham, preferencialmente, escolhido alternativas diferentes, discutem a questão com seus pares. Nesse momento, eles devem realizar um exercício de convencimento, usando a justificativa que elaboraram individualmente para convencer os demais que sua escolha é a correta.
7. Após alguns minutos de discussão, nova votação é realizada;
8. Com isso, o professor tem um retorno das respostas dos alunos a partir das discussões;

9. O professor explica a questão aos alunos e pode apresentar uma nova pergunta sobre o mesmo conceito ou passar ao próximo tópico da aula, voltando ao primeiro passo. Essa decisão dependerá de seu julgamento sobre a adequação do entendimento atingido pelos estudantes a respeito do conteúdo abordado nas questões.

Figura 3 - Diagrama esquemático do Método



Fonte: Araujo e Mazur (2013).

Nas palavras de Mazur (2015):

Normalmente, a melhora é maior quando a porcentagem inicial de respostas corretas está em torno de 50%. Se essa porcentagem for muito mais elevada, haverá pouco espaço para melhora; se for muito menor, haverá poucos estudantes na classe para convencer os demais da resposta correta (MAZUR, 2015, p.12).

Mazur (2015, p.12) destaca também que estudantes que respondem incorretamente, após as discussões com seus pares e a mediação do professor, geralmente modificam suas respostas na segunda votação, acarretando em aumento das respostas corretas. Segundo o autor, isso se deve ao fato de ser mais fácil mudar a mente de alguém que está errado do que mudar a mente de alguém que escolheu a resposta correta.

Para um melhor *feedback*, o professor deverá participar dos debates entre os estudantes e analisar os erros que estão sendo cometidos. Dessa forma,



terá condições de pontuar em que os estudantes tiveram mais dificuldades e enriquecer as discussões no encerramento da aula.

Também vale ressaltar que os alunos se sentem mais livres quando estão discutindo com seus colegas e, conseqüentemente, são capazes de ensinar uns aos outros. Sendo assim, é possível que os estudantes aprendam com seus colegas de classe, e por vezes até mais do que aprendem com o professor, pois:

os estudantes são capazes de entender o conceito que fundamenta a questão dada, acabaram de aprender a ideia e ainda estão cientes das dificuldades que tiveram que superar para compreender o conceito envolvido, conseqüentemente, eles sabem exatamente o que enfatizar em sua explicação. De forma semelhante, muitos professores experientes sabem que a sua primeira aula em uma nova disciplina frequentemente é a melhor, marcada por uma clareza e uma leveza que em geral deixam de existir nas versões posteriores, mais polidas. A razão que está por trás disso é a mesma: à medida que o tempo passa e um professor permanece exposto ao mesmo material, parece que as dificuldades conceituais vão desaparecendo e, conseqüentemente, vão deixando de ser examinadas com cuidado (MAZUR, 2015, p.13).

A utilização do *peer instruction* permite que a exposição de um conceito pelo professor seja intercalada com questões conceituais destinadas a expor as dificuldades comuns na compreensão do conteúdo. A boa questão deve promover dúvidas nos estudantes, propiciando a posterior discussão entre eles.

Para Crouch *et al.* (2007), citados por Muller (2013), o sucesso do método dependerá da seleção adequada pelo professor das questões que serão desenvolvidas nos testes conceituais, visto que somente ele sabe das dificuldades apresentadas pelos estudantes e pode, de acordo com o nível da sala, graduar o nível de dificuldade. Para os autores, outro ponto positivo de se utilizar testes conceituais é que eles fornecem elementos de fácil percepção ao professor em relação à aprendizagem dos estudantes.

Vale ressaltar que, embora não se deva encarar como uma receita pronta, algumas recomendações devem ser seguidas em relação à aplicação dos testes conceituais:

- devem focar um único conceito;
- não devem depender de equações para serem resolvidos;
- devem conter respostas adequadas de múltipla escolha;
- devem estar redigidos de forma não ambígua; e
- não devem ser fáceis demais, nem difíceis demais (MAZUR, 2015, p.28).

Quanto mais próximas as alternativas incorretas estiverem das dificuldades apresentadas pelos estudantes na apresentação teórica, melhor será a

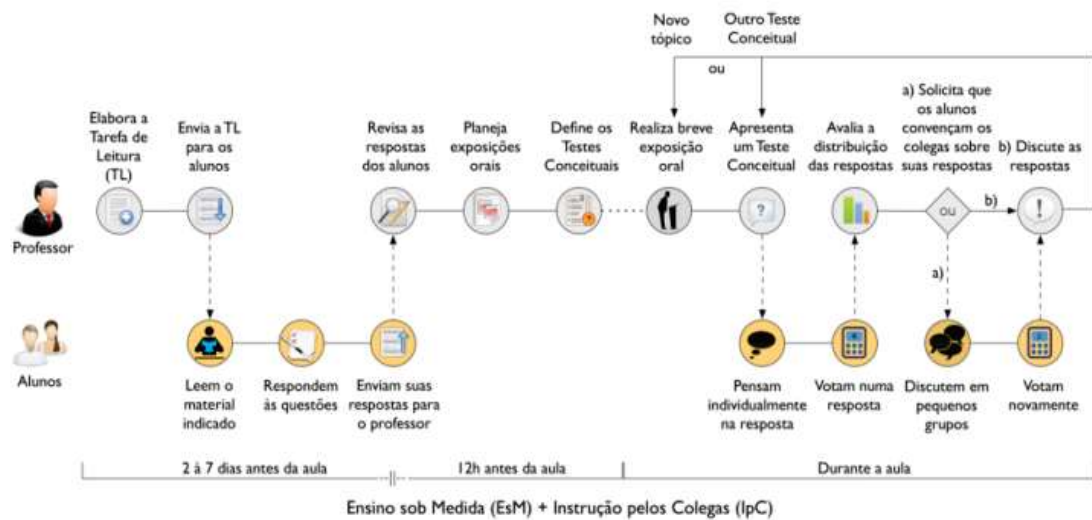
averiguação do que está ocorrendo em termos de aprendizagem. Para Romano (2013), a construção de bons distratores se dará quando as alternativas incorretas refletirem os principais erros praticados pelos estudantes. Questões bem elaboradas podem ser reutilizadas diversas vezes.

Embora o *peer instruction* não seja tão recente, pesquisas realizadas na educação básica têm apontado que sua utilização no Ensino Médio é baixa, ainda que, como apontam Muller (2013), Oliveira (2012) e Barros *et al.* (2015), o rendimento dos alunos que trabalham com essa estratégia seja superior ao dos estudantes que continuam aprendendo pelo método tradicional.

Para Mazur (2015), o ensino através do PI se torna mais significativo quando o material que será discutido é disponibilizado com antecedência que varia de uma semana a (no mínimo) dois dias. O aluno deve ler e apontar as maiores dificuldades, enviando essas informações através de e-mails ou aplicativos para o professor. Isso permitirá a otimização das aulas, destinando maior tempo às dificuldades apresentadas pelos alunos.

Por fim, acreditamos que o *peer instruction* utilizado em conjunto com outras metodologias ativas poderá trazer importantes contribuições para o ensino de Física, possibilitando maior engajamento tanto no quesito interação como na construção do conhecimento científico. A título de ilustração dessa possibilidade, na Figura 4 temos a representação da articulação entre o *peer instruction* e o ensino sob medida, duas importantes metodologias ativas, para o ensino de Física.

Figura 4 - Linha de tempo do EsM e do IpC para uma determinada aula.



Fonte: Araujo e Mazur (2013).

Acreditamos que o processo de ensino aprendizagem poderá melhorar com o uso de metodologias que instiguem a colaboração entre aluno-aluno e aluno-professor e que o *peer instruction*, enquanto parte dessas estratégias de ensino, é capaz de estimular as interações discursivas em sala de aula, as quais serão apresentadas no próximo tópico.

### 1.3. As interações discursivas

Neste tópico, apresentaremos processos de interação entre professores-alunos e entre alunos-alunos em diferentes modelos educacionais que influenciaram a educação brasileira no século XX e nos primeiros anos do século XXI.

Sem a pretensão de esgotar as discussões referentes aos processos de interação discursiva no ensino de Ciências, nem especificamente no ensino de Física, apresentaremos os processos interativos – ou a ausência deles - na pedagogia tradicional e na construtivista. Maior ênfase será dada aos padrões de interação propostos por Eduardo Mortimer para a construção do conhecimento científico.

### 1.3.1 A Pedagogia Tradicional

Segundo Saviani (2005), a pedagogia tradicional compreende duas vertentes distintas:

- a religiosa, cujas raízes estão na Idade Média, caracterizada, principalmente, dentro das correntes do tomismo e neotomismo, que orientaram muitos compêndios de filosofia da educação baseados na escolástica;

- a pedagogia tradicional leiga, própria do período de ascensão da burguesia, cuja educação centrada na “natureza humana” serviu como instrumento de consolidação de sua hegemonia. Esta última inspirou a construção dos sistemas públicos de ensino, essencialmente laicos, obrigatórios e gratuitos.

A pedagogia tradicional, que vigorou no Brasil desde meados do século XIX, pauta-se em técnicas que visam única e exclusivamente à verbalização por parte do professor e à experimentação como forma de construção de um modelo que prima pela verdade (SAVIANI, 2005). Essa pedagogia parte do princípio de que o conhecimento é transmitido pelo professor, cabendo aos alunos apenas a reprodução do conhecimento difundido, o que acaba ocorrendo, na maioria das vezes, através da memorização. Também salientamos que a pedagogia tradicional permite ao professor assumir, muitas vezes, atitudes autoritárias no que tange ao respeito e à ordem, o que pode levar, também, à repressão de alunos que sejam contrários às concepções ideológicas do professor, como destaca Lima (2011).

O relacionamento professor-aluno, nessa pedagogia, é caracterizado pela autoridade do primeiro e, segundo Mizukami (1986), tal relação é baseada pela verticalidade, tornando o ensino centrado no professor. De forma que o aluno se torna um agente passivo, destinado a assimilar e memorizar conteúdos que refletem conhecimentos e valores sociais acumulados por gerações passadas como verdades acabadas.

Outro problema que envolve a pedagogia tradicional é a ideia de que “a capacidade de assimilação da criança é idêntica à do adulto, apenas menos desenvolvida” (LIBÂNEO, 1986, p. 24). As avaliações, por sua vez, que têm por função verificar se houve “fixação” do conteúdo, conferem ao aluno a menção de aprovado ou retido, e os altos índices de reprovação associados à pedagogia tradicional estão, frequentemente, associadas aos altos índices de evasão escolar. Nas palavras de Cachapuz *et al.* (2000, p.7) “quase tudo se reduz ao professor

injetar nos alunos as ‘matérias’ que centralmente são definidas e obrigatórias dar ao longo do ano, importando, sobretudo, os resultados finais obtidos pelos alunos nos testes somativos”.

Do exposto é possível depreender um caráter individualista na pedagogia tradicional, que vê o aluno como uma “tábula rasa”, um “copo vazio” ou um “quadro em branco”, dependendo da metáfora que se queira usar. Não são levados em consideração fatores como a participação dos estudantes em discussões sobre o conteúdo apresentado; o reconhecimento do saber produzido pelos alunos fora da escola (conhecimento prévio), as relações entre os próprios alunos etc. que contribuem para que haja uma aprendizagem efetiva, segundo Lopes (2008).

Devido a esse caráter individualista, a compreensão de como se constituíam os processos interativos entre professor e aluno em um ensino por transmissão, de acordo com Coll e Solé (1996), não foi das mais confiáveis, pois dependia da relação do professor com o aluno e, conseqüentemente, do desempenho nas avaliações. Ou seja, os processos interativos na pedagogia tradicional não têm um papel significativo como descrito em Libâneo (2006):

Predomina a autoridade do professor que exige atitude receptiva dos alunos e impede qualquer comunicação entre eles no decorrer da aula. O professor transmite o conteúdo como verdade a ser absorvida; em consequência, a disciplina imposta é o meio mais eficaz de assegurar a atenção e o silêncio (LIBÂNEO, 2006, p. 24)

Evidencia-se nas palavras de Libâneo que o diálogo inexistente nas relações pedagógicas do ensino tradicional e que o processo de ensino aprendizagem não se dá através de interações permanentes entre professor e aluno e entre alunos.

### **1.3.2. O Construtivismo**

Uma das teorias mais importantes na educação, a Teoria Construtivista, surgiu no século XX a partir das experiências do biólogo Jean Piaget (1896-1980). As preocupações de Piaget sempre foram voltadas para questões do conhecimento, analisando crianças desde o nascimento até a adolescência. Tratava-

se de entender como um recém-nascido passava do estado de não reconhecimento de seu ser frente ao mundo que o cerca até a adolescência, quando já se tem o início de operações de raciocínio mais complexas. Ou seja, de seus estudos sobre a forma como o conhecimento se transforma e como o conhecimento transforma o homem ao longo da vida, concluiu que se trata de um processo que se constrói na interação do sujeito com o meio em que ele vive (NIEMANN E BRANDOLI, 2012).

Para Carretero (1997, p.10), no construtivismo “o conhecimento não é uma cópia da realidade, mas, sim, uma construção do ser humano”. Essa construção é realizada através dos esquemas que o ser humano já possui, isto é, trata-se de um processo dinâmico (aprendizes ativos).

Notadamente em relação à pedagogia tradicional, redefiniram-se os lugares a serem ocupados pelos sujeitos no processo educativo, a começar pela criança que passou a ser compreendida a partir de seu desenvolvimento cognitivo. O professor, por sua vez, teve redimensionado o seu papel de educador, deixando de ocupar uma posição mais ativa e diretiva para assumir o papel de facilitador no processo de aquisição do conhecimento (FERNANDES, 1990).

O que não significa, necessariamente, que ele não dê ênfase aos conteúdos. O construtivismo esteve sob ataque por muito tempo por conta de equívocos relacionados à importância atribuída aos conteúdos curriculares. Em uma abordagem construtivista correta, o professor, além de ter domínio sobre os conteúdos, terá que conduzir os alunos para a construção do conhecimento científico, partindo do conhecimento prévio que o aluno traz.

Para Macedo (1992), o sucesso da pedagogia construtivista está na pergunta ou na formulação de uma questão problema, ou seja, o processo da construção do conhecimento pelo aluno é instigado pelas soluções por ele apresentadas, analisando pontos de vista diferentes, com o intuito de colaborar e estabelecer a troca de ideias para que no educando ocorra uma reorganização do saber.

A pedagogia construtivista está sempre se aperfeiçoando devido às relações/interações que o sujeito - aluno - tem com o meio. Nas palavras de Anjos (2008):

Em se tratando de construtivismo, há duas hipóteses que o fundamentam: a primeira é uma visão transformista, que significa

considerar que tudo no universo, inclusive no plano da vida e do conhecimento, está em construção; a segunda é a visão relacionista da natureza humana, segundo a qual a construção de conhecimento se dá por meio do relacionamento, da relação do sujeito com o meio. (ANJOS, 2008, p.66)

Para Moraes (2000), uma boa prática construtivista deve estar amparada nos seguintes pontos: atitude pesquisadora, atitude questionadora e flexibilidade. Segundo o autor, a atitude pesquisadora implica no professor ser pesquisador de sua prática docente, agindo de forma a conhecer cada vez mais seu aluno e desafiá-lo em direção a um conhecimento que ele ainda não domina. Uma atitude questionadora por parte do professor mediará a construção do conhecimento novo a partir de um já existente, a partir do diálogo no qual o aluno é constantemente solicitado a participar e refletir; e, por fim, a flexibilidade fará com que o professor se adapte às necessidades dos alunos e às circunstâncias do processo de aprendizagem, afastando-se de procedimentos excessivamente rígidos e pré-planejados (MORAES, 2000).

É nesse cenário que o construtivismo ganha força e tem como principais defensores o suíço Jean Piaget e o bielorusso Lev Vygotsky, associados, respectivamente, ao construtivismo interacionista e ao sóciointeracionista.

#### 1.3.2.1. O Construtivismo Interacionista

As ideias colocadas pela abordagem construtivista interacionista, das quais Piaget é o maior expoente, sugerem que o aprendiz compreenda o mundo através da sua percepção, construindo significados para esse mundo (BARROS E CAVALCANTI, 2000). Para Piaget, a aprendizagem não se dava pelo acúmulo de informações, mas sim por etapas que estavam diretamente ligadas ao desenvolvimento mental. Segundo Barros (1999, p.5),

Ela estava centrada no desenvolvimento individual do sujeito, cada estudante deveria construir seu próprio conhecimento, sem levar em conta o contexto histórico social. A ideia principal da abordagem piagetiana era que "a lógica de funcionamento mental da criança é qualitativamente diferente da lógica adulta". (BARROS, 1999, p. 5)

O ponto central nas pesquisas de Piaget está relacionado com as estruturas internas e processos que desenvolvem no aluno a aquisição de conhecimento, sendo explicada pela Teoria dos Estágios de Desenvolvimento Cognitivo. Piaget (1971), em citação de La Taille *et al.* (1992), afirma que "a forma como uma pessoa representa o mundo – as estruturas mentais internas ou esquemas – muda sistematicamente com o desenvolvimento".

Estas estruturas internas foram classificadas, segundo La Taille *et al.* (1992), em três estágios:

- estágio sensório-motor, de 0 a 24 meses – a criança representa o mundo em termos de ações e percepções e a inteligência é essencialmente individual, não há socialização;
- estágio pré-operatório ou representação, que é compreendido entre 2 e 7 anos – a criança, nesse estágio, lida com imagens reais e é limitada por problemas de concretude, irreversibilidade, egocentrismo e centralização, ou seja, a criança não consegue seguir uma referência única (fala uma coisa agora e o contrário dali a pouco), colocar-se no ponto de vista do outro, não são autônomas no agir e no pensar;
- estágio operatório, a partir dos 7 anos em diante, que divide-se em dois subgrupos: operatório concreto que vai de 7 a aproximadamente 12 anos e formal que vai dos 12 anos em diante – a criança tem a capacidade recém-adquirida de operar mentalmente ou de mudar uma situação concreta e de realizar operações lógicas sem apresentar os problemas do estágio anterior;
- estágio das operações formais (12 anos – adulto), inicia-se uma progressiva capacidade mais refinada para executar operações mentais, não apenas com objetos concretos, mas também com símbolos. A criança desenvolve a capacidade de pensar em termos de hipóteses e possibilidades, começando a aparecer o raciocínio científico em sua forma sistemática.

Nunes (2009) argumenta que a aprendizagem para Piaget é um processo muito complexo, não ocorre de forma passiva e mecânica, mas requer elaboração interna de forma ativa e singular e leva em conta as interações afetivas e sociais que as crianças já carregam consigo. Ou seja, as estruturas da aprendizagem não são pré-formadas pelo sujeito e sim construídas por ele.

Para Grossi (2010), Piaget não estudou profundamente as relações de aspectos sociais e culturais relacionados à construção do conhecimento. O conhecimento, dessa forma, pode ser percebido como, primeiramente, uma troca, uma interação com as pessoas, com o meio e até mesmo com o objeto de estudo e, em segundo lugar, com a psicogênese, ou seja, uma "sequência de passos que o aluno constrói quando quer compreender algo da realidade" (GROSSI, 2010).



### 1.3.2.2. O Construtivismo Sóciointeracionista

Um dos principais expoentes do construtivismo sóciointeracionista é Vygotsky, que desenvolveu seus estudos durante os anos de 1930, embora seu pensamento só tenha se tornado conhecido no Ocidente a partir dos anos 1980 (BAPTISTA, 2008, p.82).

Para Vygotsky (1984), os indivíduos se constituem nos processos interativos com o meio em que estão inseridos. A aprendizagem ocorre através de interações entre indivíduos de valores socioculturais diferentes, portanto, leva em consideração que as experiências de vida intervêm significativamente no aprendizado. Ou seja, trata-se de um processo que se realizará de dentro para fora.

Um conceito de grande importância na pedagogia de Vygotsky é o da Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP),

[...] distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através de solução de problemas sob orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes (VYGOTSKY, 1984, p. 97)

Ou seja, a aprendizagem ocorre devido à capacidade de um indivíduo construir conhecimento com o auxílio de um companheiro, de um professor ou até mesmo com o apoio de aparelhos tecnológicos (computadores). Nesse aspecto, o professor teria o papel de fazer a intermediação entre o aluno e a aprendizagem, desenvolvendo sua capacidade de aprender sempre e possibilitando autonomia em sua forma de refletir, ter iniciativa para questionar, descobrir e compreender o mundo a partir de interações com os demais elementos do contexto histórico no qual está inserido (OLIVEIRA, 2006).

É possível construir a partir daí uma relação do desenvolvimento da criança com as possibilidades de aprendizagem que pode ser explicada segundo dois eixos. Existe um nível de desenvolvimento tal como pode ser avaliado por meio de provas, observações, entrevistas etc., que se constituiria no primeiro eixo. Por outro lado, existe um desenvolvimento potencial, que pode ser analisado a partir daquilo que o sujeito é capaz de construir com a ajuda de um adulto num certo momento, e que será capaz de realizar sozinho mais tarde, que se constituindo segundo eixo. Esta capacidade potencial, que pode ser realizável,

ocorrerá por processos interativos. Dessa maneira, a aprendizagem se torna um fator de desenvolvimento segundo La Taille *et al.* (1992).

Para efeito de comparação, o Quadro 1 sintetiza os processos de interação entre alunos (aluno-aluno) e professor-aluno nas duas tendências pedagógicas apresentadas.

Quadro 1 - Interação entre alunos e professor-aluno nas tendências pedagógicas apresentadas

<b>Relação</b>	<b>Pedagogia Tradicional</b>	<b>Construtivista-Interacionista</b>	<b>Construtivista-Sócio-Interacionista</b>
<b>Aluno-professor</b>	O aluno é conduzido pelo professor, que determina a velocidade e a forma de construção do conhecimento.	O professor deve estimular o aluno a construir seu conhecimento de forma autônoma, a partir de suas descobertas individuais.	O professor é um mediador do processo de construção do conhecimento que se dá através de interações sociais.
<b>Aluno-aluno</b>	Desconsiderada.	Pouco explorada.	O aluno é parte de um contexto social e deve ter iniciativa para questionar, descobrir e compreender o mundo a partir de interações com os demais.
<b>Aluno-objeto do conhecimento a ser aprendido</b>	O conhecimento é disponibilizado de forma sequencial para o aluno.	O aluno constrói seu conhecimento a partir de suas próprias percepções oriundas das interações com o objeto.	O aluno é capaz de interagir com os objetos (amplificadores culturais) e modificá-los, construindo assim seu conhecimento.

Fonte: Barros e Cavalcanti (2000)

### 1.3.3. A Teoria do Perfil Conceitual de Mortimer

O perfil conceitual é utilizado para descrever a evolução das ideias individuais e no espaço social da sala de aula como consequência do processo de ensino. Em outras palavras, distintas formas de compreender a realidade dentro de uma mesma cultura convivem e se modificam durante o processo de ensino (MORTIMER, 1996).

Nesse sentido, para a construção do conhecimento novas ideias podem se constituir, independentemente daquelas já existentes, e estas últimas não representam, necessariamente, obstáculos à construção das primeiras (MORTIMER,

1995, 2000). Ou seja, o estudante pode desenvolver várias formas de representar determinados assuntos e cabe ao professor possibilitar caminhos para sua utilização no contexto apropriado, segundo Mortimer e Smolka (2001).

Segundo Mortimer (1995, 2000), as diferentes concepções científicas que os estudantes carregam consigo podem ser categorizadas por meio de zonas de perfil conceitual. Nessa perspectiva, o perfil conceitual se constitui em um importante mecanismo para capturar novos significados que são produzidos no ambiente escolar, sendo de fundamental importância levar em consideração a forma como esse estudante desenvolve sua fala (MORTIMER, 1996).

Sob diversos pontos de vista, a utilização de instrumentos de análise da dinâmica discursiva dos estudantes em sala de aula é de fundamental importância, visto que os discursos são heterogêneos. Logo, o que se almeja com a constituição das zonas de perfil conceitual é entender como essas são produzidas na sala de aula, quando os significados se tornam relevantes no contexto em que estão sendo utilizados e sua relação com o conhecimento científico (MORTIMER, 1996).

A estrutura analítica desenvolvida por Mortimer e Scott (2002) - a partir das ideias de Mehan (1979 *apud* MORTIMER, 2002) - para analisar as interações discursivas que ocorrem em sala de aula e que permitem definir as zonas de perfil conceitual, é baseada em cinco aspectos inter-relacionados que focalizam o papel do professor e são agrupados em termos de focos do ensino; abordagem; e ações, como mostrado na Tabela 1.

Para os autores, as intenções do professor ao planejar diferentes atividades para apresentar os conteúdos, constituem-se no 'foco do ensino'. Portanto, o conteúdo do discurso em sala de aula e as interações entre professor e estudantes podem ser relacionados a uma ampla variedade de temas, incluindo, por exemplo, a 'história científica', aspectos procedimentais, questões organizacionais, disciplinares e manejo de classe, segundo Mortimer e Scott (2002, p.286).

Tabela 1 - Zonas do Perfil Conceitual

i. Focos do ensino	1. Intenções do professor	2. Conteúdo
ii. Abordagem	3. Abordagem comunicativa	
iii. Ações	4. Padrões de interação	5. Intervenções do professor

Fonte: Mortimer e Scott (2002)

O conteúdo do discurso em sala de aula pode ser classificado em função de características fundamentais da linguagem social (BAKHTIN, 1986 *apud* MORTIMER, 2000) e da ciência escolar, tomando por base a distinção entre descrição, explicação e generalização:

Descrição: envolve enunciados que se referem a um sistema, objeto ou fenômeno, em termos de seus constituintes ou dos deslocamentos espaço-temporais desses constituintes.

Explicação: envolve importar algum modelo teórico ou mecanismo para se referir a um fenômeno ou sistema específico.

Generalização: envolve elaborar descrições ou explicações que são independentes de um contexto específico (MORTIMER, SCOTT, 2002, p.287).

Uma distinção adicional que consideramos importante relaciona-se ao fato de que descrições, explicações e generalizações podem ser caracterizadas como empíricas ou teóricas. Assim, descrições e explicações que se utilizam de referentes (constituintes ou propriedades de um sistema ou objeto) diretamente observáveis são caracterizadas como empíricas, segundo Mortimer e Scott (2002). Já as descrições e explicações que utilizam referentes não diretamente observáveis, mas que são criadas por meio do discurso teórico das ciências, como no caso, por exemplo, de modelos para a matéria, são caracterizadas como teóricas (MORTIMER, 2000).

O conceito de 'abordagem comunicativa' é central na estrutura analítica, fornecendo a perspectiva sobre como o professor trabalha as intenções e o conteúdo do ensino por meio de intervenções pedagógicas que resultam em diferentes padrões de interação (MORTIMER; SCOTT, 2002, p.287).

Com relação à abordagem comunicativa, a combinação das dimensões dialógica e de autoridade gera quatro classes: interativo/dialógica; não

interativo/dialógica; interativo/de autoridade; não interativo/de autoridade, como descrito por Mortimer e Scott (2002) e ilustrado na Tabela 2.

Tabela 2 - Padrões de interação

	INTERATIVO	NÃO-INTERATIVO
DIALÓGICO	Interativo / Dialógico	Não-interativo / Dialógico
DE AUTORIDADE	Interativo / de autoridade	Não-interativo / de autoridade

Fonte: Mortimer e Scott (2002)

Na classe interativo/dialógico, professor e estudantes exploram ideias; formulam perguntas autênticas; oferecem, consideram e trabalham seus pontos de vista individuais. Por outro lado, na classe não interativo/dialógico o professor reconsidera, na sua fala, vários pontos de vista, destacando similaridades e diferenças.

Quanto ao padrão interativo de autoridade, o professor, geralmente, conduz os estudantes por meio de uma sequência de perguntas e respostas ao seu ponto de vista pessoal; enquanto que no padrão não interativo de autoridade sequer há a tentativa de conduzir os estudantes, sendo o ponto de vista do professor apresentado diretamente.

Finalmente, no que diz respeito às 'ações', podem ser identificados dois padrões de interação: iniciação - resposta do aluno - avaliação da resposta por parte do professor (I-R-A); e iniciação - resposta do aluno - prosseguimento da resposta do aluno - (nova) resposta do aluno - *feedback* do professor (I-R-P-R-F). Esses padrões, propostos por Mortimer e Scott (2002) para analisar as sequências de enunciação, permitem compreender os padrões de interação que ocorrem durante as interações verbais entre professor e alunos em sala de aula.

No padrão I-R-A, mais tradicional, existe pouco diálogo no processo de construção do conhecimento, as ideias prévias dos estudantes não são consideradas e, após as considerações do aluno, o professor expõe sua resposta que adquire "poder de verdade". Na sequência de enunciação I-R-P-R-F, o professor permite que o aluno organize seu pensamento e, dessa forma, construa o conceito com uma apropriação livre de ideias. Casos em que ocorrem discussões entre

professor e alunos, resultando em discursos complexos, não são enquadrados nos padrões acima descritos e são conhecidos como “trocas verbais” (MORTIMER *et al.*, 2007).

Outro tipo de interação surge quando o questionamento parte do aluno, como consequência de um conceito não muito bem definido pelo professor ou mesmo em razão de pontos que o aluno gostaria de aprofundar sobre o tema estudado. Essas interações foram denominadas por Mortimer e Scott (2002) como “pergunta do aluno” e não se enquadram nas interações acima mencionadas.

Entender a maneira como o professor intervém nesses processos e de que forma ele se utiliza das ideias dos alunos para facilitar a construção do conhecimento é desejável. Para a construção do conhecimento científico, Mortimer (2006) enfatiza a importância das interações entre alunos, seja estimulando a ampliação de ideias ou a testagem de hipóteses pessoais.

A interação deve se concretizar em sala de aula com estímulos para que os alunos debatam suas opiniões. Essas interações devem ser breves e, idealmente, em pequenos grupos. Para Santos (2008), três alunos parece ser o número ideal para se evitar a dispersão e perda de foco, contudo, nossa experiência pessoal mostra que números maiores também permitem a mesma dinâmica com sucesso. O professor deve explorar os pontos de vista dos alunos, permitindo, dessa forma, que os demais estudantes reflitam sobre a fala do colega e analisem suas próprias concepções.

Apresentados os referenciais que nortearam o desenvolvimento da pesquisa e a posterior análise dos dados, apresentaremos no Capítulo 2 os procedimentos metodológicos que conduziram esta dissertação.

## **CAPÍTULO 2**

### **PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

Nesse capítulo apresentaremos os procedimentos metodológicos adotados, apresentando as características gerais da pesquisa e do objeto de estudo, assim como as atividades didáticas que foram conduzidas ao longo do período de coleta de dados.

#### **2.1. Sobre o tipo de pesquisa**

O método de pesquisa utilizado é o que dá suporte para responder aos questionamentos que se colocam na explicitação do problema e dos objetivos. Portanto, é relevante que o pesquisador tenha presente que o melhor método é aquele que mais ajuda na compreensão do fenômeno a ser estudado (HAGUETTE, 1992).

Tendo em vista as especificidades deste trabalho, optamos pela realização de uma pesquisa de cunho qualitativo, do ponto de vista da abordagem, pois permite produzir um conhecimento aprofundado do objeto estudado e possibilita a verificação, em situação real do ensino, do que está sendo construído (PRODANOV; FREITAS, 2013).

Segundo Silva (2010), pesquisas de caráter qualitativo permitem capturar a perspectiva dos sujeitos investigados e considerar a heterogeneidade dos pontos de vista dos mesmos. Portanto, a coleta de dados, deve ser realizada pelo próprio pesquisador, pois isso lhe dará mais suporte no entendimento do objeto do qual se pretende um conhecimento mais sólido.

Para Minayo (1994), a pesquisa qualitativa responde a questões muito particulares e se preocupa com um nível de realidade que não pode ser quantificado. Segundo a autora, um dos pontos interessantes dessa modalidade de pesquisa é que pesquisador e sujeitos investigados são incentivados a se expressar livremente, permitindo que o pesquisador, no decorrer da coleta de dados, recolha a maior quantidade de informações possível e das mais diversas formas, o que confere um caráter flexível para esse tipo de abordagem.

Bryman (1989) ressalta que a pesquisa qualitativa apresenta duas características importantes: 1) busca uma profunda compreensão do contexto da situação; 2) seu enfoque é mais desestruturado, não há hipóteses fortes no início da pesquisa, o que lhe confere flexibilidade.

Em pesquisas qualitativas, geralmente, emprega-se mais de um instrumento de coleta de dados. O pesquisador, na tentativa de compreender o problema investigado, pode fazer uso de questionários, entrevistas, audiografações etc..

Por outro lado, este estudo caracteriza-se, do ponto de vista dos procedimentos, como uma pesquisa de campo. De acordo com Marconi e Lakatos (2003), este tipo de pesquisa tem por objetivo captar informações e/ou conhecimentos acerca de um problema ou de uma hipótese que se queira comprovar, ou ainda descobrir novos fenômenos ou relações entre eles. A pesquisa de campo consiste na observação de fatos e fenômenos tal como ocorrem espontaneamente (VERGARA, 2000, p. 47). Segundo Moresi (2003), na pesquisa de campo pode-se trabalhar com questionários, testes e observações participantes ou não. Para Gil (2008), trata-se propriamente da interpretação da realidade.

É válido destacar que a pesquisa de campo em Educação utiliza-se de técnicas de observação, apresentando ampla flexibilidade e podendo sofrer alterações no decorrer do estudo (MARCONI; LAKATOS, 2007). Geralmente, como afirmam Marconi e Lakatos (2007), o pesquisador desenvolve a pesquisa pessoalmente, tendo relação direta com o fenômeno estudado e imersão no local, para que possa captar as regras e os costumes dos sujeitos investigados, o que contribui significativamente para responder seu problema de pesquisa.

Esse tipo de pesquisa possibilita ao pesquisador uma maior sintonia com os sujeitos pesquisados, pois terá respostas com maior nível de confiabilidade devido ao “vínculo” estabelecido e acúmulo de informações sobre determinado fenômeno (MARCONI; LAKATOS, 2007).

De acordo com Marconi e Lakatos (2007), esse método de pesquisa oferece ao pesquisador menos controle sobre sua coleta de dados, além do fato de que fatores desconhecidos podem interferir nos resultados, devido à pesquisa de campo estar sujeita a diversas variáveis. Para os autores, uma das possibilidades de minimizar as interferências é utilizar um controle adequado e objetivos pré-estabelecidos em relação ao que deve ser investigado.



Na medida em que “objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos” (SILVEIRA; CÓRDOVA, 2009, p.35), este estudo pode ser classificado como aplicado, do ponto de vista de sua natureza.

## **2.2. Sobre os participantes da pesquisa**

### **2.2.1. A instituição escolar**

A instituição onde se desenvolveu a pesquisa é uma escola estadual, criada em 25 de Abril de 2001 por meio do Decreto 45773, seguindo os trâmites da Lei 4.024/61 voltados à formação de educandos do Ensino Fundamental e Médio.

Situada em área periférica de uma cidade do interior do estado de São Paulo, caracteriza-se como uma instituição de grande porte - uma das maiores do município - atendendo, aproximadamente, 750 alunos, distribuídos nos turnos matutino e vespertino. Fazem parte da demanda, estudantes portadores de necessidades especiais, os quais se encontram incluídos nas turmas regulares. Apesar de sua localização, o alunado é bastante diversificado quanto aos níveis social, econômico e cultural e provém de diferentes bairros.

Da estrutura organizacional fazem parte o diretor geral, o vice-diretor e um diretor auxiliar, que é também o coordenador do programa Escola da Família. A cada período ao menos um desses profissionais se encontra na escola. Há também três funcionários administrativos e nove de serviços gerais. A instituição possui duas coordenadoras pedagógicas ou de orientação educacional, distribuídas nos dois períodos de aula, e um professor mediador.

Em relação à infraestrutura, a escola possui amplo espaço físico, constituído por várias salas administrativas e de apoio pedagógico; 14 salas de aula, incluindo aquelas voltadas para a educação especial (sala de apoio e sala de recursos pedagógicos); quadras esportivas; ginásio de esportes; biblioteca; laboratórios de informática, de Física, de Química e de Biologia; além de outras salas-ambiente para atividades didático-pedagógicas.

O projeto político pedagógico (PPP) do colégio leva em conta a constituição brasileira; a LDB 9394/96; e o Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA). Segue também o disposto nos Parâmetros Curriculares Nacionais e a deliberação número 1, de 1999, do Conselho Estadual de Educação do estado de

São Paulo, valorizando a aprendizagem de conhecimentos científicos que possam auxiliar o alunado a entender o contexto social em que vive e nele poder intervir de maneira crítica, sendo necessário para alcançar tais objetivos que o professor seja o mediador entre o aluno e o conhecimento científico.

Nesta perspectiva, o PPP da escola valoriza o papel do professor como mediador no processo de apropriação de conhecimentos científicos, enfatizando como finalidade educacional o pleno desenvolvimento dos educandos e a formação voltada ao exercício da cidadania, do trabalho e transformação social.

Por fim, não poderíamos deixar de mencionar o quadro de 28 professores, sendo 20 efetivos e 8 pertencentes às categorias “F” e “O”, além dos professores eventuais. Mesmo aqueles que são de outras categorias, que não os efetivos, possuem uma relação muito próxima com a escola e os alunos, pois já estão há certo tempo trabalhando na unidade escolar.

Para muitos pesquisadores da área educacional - como Duarte (2009) e Iosif (2007), apenas para citar alguns - um dos empecilhos para termos uma educação de qualidade é a alta rotatividade de professores, os quais ficando pouco tempo com uma turma não desenvolvem vínculos com os alunos e nem com a comunidade, comprometendo a aprendizagem pela falta de interação e continuidade no trabalho pedagógico, prejudicando assim a construção da identidade escolar.

Provavelmente, por conta de conjunção de vários fatores, dentre os quais destacamos o corpo docente, os resultados mais recentes do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) da unidade escolar foram dos melhores da região, apontando caminhos para uma escola mais incluyente e de qualidade.

### **2.2.2. O Cursinho Social**

O direito à Educação de nível superior, pública, gratuita e de qualidade deveria estender-se a todos os jovens que completam a educação básica, sejam eles alunos de escolas públicas ou privadas. Porém, temos consciência de que os estudantes do Ensino Médio das escolas públicas, em geral, encontram barreiras muito maiores para conquistar esse direito, devido não apenas às suas condições de vida, mas também por conta da qualidade da educação que recebem.

Tendo em perspectiva essas dificuldades, foi criado na escola em que esta pesquisa se desenvolveu um “Cursinho Social”, que chamaremos apenas de

Cursinho, voltado para os estudantes do município. Trata-se de uma iniciativa conjunta do diretor da unidade escolar e dos professores. As aulas acontecem aos sábados, das 8 às 12 horas e são divididas por dois professores. O trabalho é realizado pelos docentes sem fins lucrativos e os alunos não têm necessidade de passar por processo seletivo.

O Cursinho teve início em 2005, com apenas 10 estudantes. Desde então, o projeto vem obtendo bons resultados, como no ano de 2006, em que noventa por cento (90%) dos estudantes conseguiram a tão almejada vaga em uma universidade pública e, dentre esses, hoje cinco são doutores em suas respectivas áreas e uma ex-aluna é doutoranda. Atualmente, contamos com 12 estudantes.

Os estudantes possuem autonomia em relação à sua frequência nas aulas e, mesmo sem regras que tentem controlar o comparecimento, a maioria deles não falta um dia sequer, demonstrando total comprometimento com sua formação. Outro ponto a ser destacado é que o Cursinho não se limita somente à preparação para exames de acesso ao ensino superior, mas dedica-se à formação no seu sentido mais amplo, como na promoção do espírito crítico e no exercício da cidadania.

O projeto tem duração anual e é composto pelas disciplinas da grade curricular do Ensino Médio como: Português, Literatura e Redação, Matemática, Física, Biologia e Química, Língua Estrangeira, Geografia e História.

Em relação à disciplina de Física, ministrada pelo professor-pesquisador, esta possui um caráter interacionista. Estudantes e professor têm total liberdade para expor seus pontos de vistas. Em suas aulas, o professor parte do conhecimento prévio dos estudantes, indo de encontro às propostas interacionistas de Mortimer e Scott (2002). Cabe destacar também que nos momentos de resolução de exercícios é usada a estratégia do *peer instruction*. Essas abordagens são possíveis graças à liberdade dos professores que atuam no Cursinho para debater os temas trabalhados e a forma de conduzir o processo de ensino aprendizagem.

Em se tratando do conteúdo de Radiações, abordado nesta pesquisa, o professor partiu da vontade dos estudantes em estudar o assunto, tendo em vista uma visita que fariam ao Centro Experimental da Marinha Brasileira (ARAMAR), onde são realizados testes de enriquecimento de urânio.

### **2.2.3. Os alunos**

Os sujeitos que participaram dessa pesquisa são alunos da escola, sendo 6 rapazes e 8 moças; com idades compreendidas entre 16 e 18 anos; que cursam a terceira série do Ensino Médio e também frequentam o cursinho social.

Esses alunos sempre estudaram em escolas públicas e a maioria está há sete anos nessa unidade, caracterizando grande vínculo entre eles, os professores e a instituição escolar. Há quatro alunas oriundas de outras unidades escolares, sendo que três delas relatam terem sempre estudado em escolas públicas e uma delas teve sua formação em outro país (Suíça).

Um ponto importante a ser observado na fala dos alunos é a importância que eles atribuem ao Cursinho em suas vidas, pois a maioria não tem condições financeiras de pagar um curso preparatório para os exames de acesso ao ensino superior e a abertura oferecida pela escola e pelos professores pode ser a única possibilidade de ingressar em universidades públicas. Nas falas dos alunos também transparecem as dificuldades financeiras para sustentar as mensalidades de instituições de ensino superior privadas, reforçando a importância do Cursinho para obter um bom desempenho no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e conseguirem bolsas integrais.

As atividades didáticas durante as quais foram coletados os dados dessa pesquisa foram realizadas nas aulas do Cursinho Social. Todos os alunos receberam os devidos esclarecimentos sobre os objetivos da pesquisa e sua participação, além de serem informados que poderiam a qualquer momento encerrar sua participação. Os Termos de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), cujo modelo se encontra no Apêndice 1, foram assinados por esses alunos ou seus responsáveis legais e encontram-se com o pesquisador, assim como o Termo de Consentimento da escola.

### **2.3. Sobre a coleta de dados**

Com o intuito de poder contar com informações diversificadas, os dados nesta pesquisa foram coletados através de diferentes instrumentos e analisados com diferentes métodos. Nessa perspectiva, foram utilizados recursos de audiogravação e questionários, com o objetivo de obter maior grau de confiança nos dados coletados.

### 2.3.1. Questionários

Para Gil (2008), o questionário pode ser definido como uma técnica de investigação social composta por um conjunto de questões que são submetidas às pessoas com o propósito de obter informações sobre conhecimentos, crenças, sentimentos, valores, interesses, expectativas, aspirações, temores, comportamento presente ou passado etc.. Vários pesquisadores destacam a importância do questionário como recurso para coleta de informações, dentre eles podemos citar Bogdan e Biklen (1994) e Fiorentini e Lorenzato (2006).

Para alcançar os objetivos da pesquisa, utilizamos um questionário inicial para levantar os conhecimentos prévios dos alunos em relação ao tema trabalhado e, ao final das atividades, reaplicamos o mesmo questionário para avaliar possíveis alterações/evolução nos conhecimentos sobre o tema. Nosso instrumento foi dividido em duas modalidades: questionário aberto e questionário fechado, cada um com suas especificidades. Os questionários encontram-se no Apêndice 4.

Para chegar a esse modelo final, foi realizado um teste piloto em outra escola pública estadual da mesma cidade. Participaram do teste com o questionário cerca de 20 estudantes.

O intuito principal do teste piloto foi identificar eventuais problemas de compreensão da linguagem utilizada, dimensionar o tempo necessário para as respostas e, embora reconheçamos a subjetividade desse objetivo, dimensionar o interesse dos alunos em respondê-lo.

Para tanto, aplicou-se o questionário em um local diferente de onde ocorreu a pesquisa, indo ao encontro ao que propõe Marconi e Lakatos (2003) e Gil (2003) sobre a realização de um teste piloto em local que não seja o mesmo onde, efetivamente, acontecerá a pesquisa. Feitos os ajustes necessários, os questionários foram aplicados aos alunos que participaram desta pesquisa.

Os questionários foram aplicados duas vezes: a primeira aplicação, como já explicado, teve por objetivo levantar as concepções dos alunos sobre Radiações e Radioatividade e foi realizada antes do início das atividades didáticas; com a segunda aplicação, após a conclusão das atividades didáticas, pretendíamos verificar se haviam ocorrido mudanças no nível de conhecimento sobre os temas discutidos.

### **2.3.1.1. Questionário Aberto**

Para Mattar (1994), questionários constituídos por perguntas abertas apresentam como pontos favoráveis o estímulo à cooperação; menor poder de influência sobre os respondentes do que os questionários com alternativas previamente estabelecidas; permitem comentários, explicações e esclarecimentos significativos para a interpretação e análise das respostas; além de evitar o risco do esquecimento, por parte do elaborador, de relacionar alternativas significativas no rol de opções.

Contudo, segundo Mattar (1994), há uma desvantagem não desprezível: dá margem à parcialidade do entrevistador na compilação dos dados, uma vez que não há um padrão claro de respostas possíveis. A codificação das respostas e sua compilação são menos objetivas, pois o respondente pode divagar e até mesmo fugir do assunto. Além disso, a análise é mais demorada.

### **2.3.1.2. Questionário Fechado**

É aquele em que o informante escolhe sua resposta dentre, no mínimo duas e até várias opções. Este tipo de questão, embora restrinja a liberdade das respostas, facilita o trabalho do pesquisador no tratamento dos dados, desde a tabulação, pois as respostas são objetivas (MARCONI, LAKATOS, 1999, p.77). Gil (2008) acrescenta também a maior facilidade na categorização das respostas para posterior análise.

Contudo, os estudantes podem responder o questionário de forma aleatória, respondendo ao acaso, e comprometendo a compreensão das reais concepções que têm sobre o assunto (GIL, 2008).

### **2.3.1.3. Outras fontes de dados**

Segundo Phillips (1974), citado por Ludke e André (1986, p.38), documentos são “quaisquer materiais escritos que possam ser usados como fonte de informação sobre o comportamento humano”. Nesse sentido, os áudios gravados durante as atividades realizadas pelos estudantes consistem em objetos de análises. Autores como Patton (1990), citado por Matsumoto *et al.* (2008), e Rojas (1999) defendem essa forma de coleta de dados.

As gravações em áudio foram realizadas desde o primeiro encontro. Os estudantes não demonstraram constrangimento, preocupação ou mudaram de

atitude, visto que em outras oportunidades, tais como em feiras de ciências e feiras literárias realizadas na escola, esses registros são frequentes.

Foram gravadas seis aulas totalizando, aproximadamente, 4h e 11 minutos, sendo selecionados para transcrição alguns momentos em que ocorrem as interações entre os estudantes e entre o professor e os estudantes, para posterior análise à luz dos referenciais adotados.

#### **2.4. Sobre os métodos de análise dos dados**

Para os dados do questionário aberto utilizamos a análise de conteúdo proposta por Bardin (2011). A análise de conteúdo é:

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (qualitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (BARDIN, 2011, p.48).

A análise de conteúdo é uma leitura “profunda”, determinada pelas condições oferecidas pelo sistema linguístico e objetiva a descoberta das relações existentes entre o conteúdo do discurso e os aspectos exteriores, segundo Santos (2012, p.385).

Constitui-se em sua fase inicial da pré-análise do material organizado, compondo o *corpus* da pesquisa, de forma a permitir a formulação de hipóteses e elaboração de indicadores que nortearão a interpretação final, sendo nesse processo fundamental observar as regras: (i) exaustividade, esgotar todo o assunto sem omissão de nenhuma parte; (ii) representatividade, ou seja, amostras que representem o universo; (iii) homogeneidade, dados que se refiram ao mesmo tema, serem coletados por meio de técnicas iguais e indivíduos semelhantes; (iv) pertinência, documentos adaptados aos objetivos da pesquisa (SANTOS, 2012, p.385).

O contato inicial com os documentos, a chamada “leitura flutuante” é a fase em que são elaboradas as hipóteses que, segundo Bardin (2011), são explicações antecipadas do fenômeno observado. Dito de outra forma, trata-se de respostas provisórias que podem ser comprovadas ou refutadas ao final do estudo. Após a realização da “leitura flutuante” são organizados os indicadores, ou seja, no

momento da exploração do material, codificam-se os dados, processo pelo qual são transformados sistematicamente e agregados em unidades. Para Bardin (2011), uma unidade de registro significa uma unidade a se codificar, podendo esta ser um tema, uma palavra ou uma frase.

Outros fatores que devem ser considerados nesse processo são a frequência com que aparece a unidade de registro; a intensidade medida através dos tempos dos verbos, advérbios e adjetivos; a direção favorável, neutra ou desfavorável e demais critérios associados (positivo ou negativo); a ordem estabelecida nos registros, ou seja, se o sujeito A aparece antes do B e, por fim, a concorrência, caracterizada pela presença simultânea de duas ou mais unidades de registro numa unidade de contexto, segundo Santos (2012, p.385).

Os questionários fechados, dado o número reduzido de participantes, não puderam passar por análise estatística. Os resultados foram tabulados de maneira a facilitar sua leitura e estes foram analisados em conjunto com os dados coletados através dos outros instrumentos.

Além da análise de conteúdo, os padrões de interação discursiva propostos por Mortimer e Scott (2002) – discutidos no Capítulo 1 - serão utilizados como referencial para análise das gravações em áudio. Como visto anteriormente, a abordagem comunicativa, central no modelo dos autores, pode ser classificada em: discurso de autoridade, dialógico, interativa e não interativa.

Nesse modelo o professor tem o papel principal no desenvolvimento da aula. Na medida em que as interações vão ocorrendo, ora dialógicas, promovendo as interações entre alunos, objetivando-as; ora de autoridade, fazendo com que os alunos “percorram” a direção norteada pelo professor através de perguntas ou apresentando um ponto de vista específico, cresce a autonomia do aluno em relação à construção do conhecimento científico.

## **2.5. Sobre as atividades didáticas**

Em todas as aulas do Cursinho que fizeram parte das etapas desta pesquisa foi utilizado o *peer instruction* como estratégia didática. Contudo, é importante ressaltar que se trata de uma adaptação do modelo proposto por Mazur (2015), descrito no Capítulo 1. Isso se justifica pelo fato de, em nossa experiência



docente, termos utilizado o *peer instruction* na sua forma original por alguns anos e sentirmos que não estávamos atingindo os resultados esperados.

Percebemos que na dinâmica de sala de aula, alunos com maiores dificuldades sentiam-se desmotivados ao discutir com alunos considerados mais “inteligentes”, gerando pouca ou quase nenhuma interação. Nossas alterações foram no sentido de alocar todos os alunos que escolheram uma determinada alternativa no mesmo grupo e, entre eles, questionar quem se habilitaria a explicar as conclusões que levaram a escolher a alternativa. Com isso, deveriam convencer os estudantes dos outros grupos que optaram por alternativas diferentes.

Após a explicação do representante desse grupo, os demais, caso se sentissem convencidos, poderiam alterar suas alternativas, mudando de grupo. Com essas mudanças a interação cresceu, pois o que era uma discussão entre dois alunos passou a ser entre grupos.

Do *peer instruction* original foram mantidos os demais pontos, como o uso dos cartões respostas, o tempo para o aluno individualmente refletir sobre a questão, o *feedback* do professor e a explicação da resposta correta. As modificações que desenvolvemos no *peer instruction* serão retomadas no próximo capítulo quando detalharemos suas contribuições na análise dos dados.

Inicialmente, pretendíamos trabalhar com conceitos que envolviam a Física das Radiações, em âmbito explicativo, através de discussões interativas, de acordo com os pressupostos de Mortimer e Scott (2002). No entanto, na verificação dos conhecimentos prévios, observamos que os alunos tinham pouco conhecimento sobre o conceito de ondas. Procuramos então, apresentar da maneira mais simples e objetiva possível, a definição e os conceitos principais relacionados a ondas. Após esse ajuste, o plano de atividades foi retomado.

Durante as aulas foram utilizadas explicações, exemplos e aplicações da Física das Radiações e seus usos em determinados contextos. Também foi solicitado aos alunos que fizessem uma leitura sobre os diferentes tipos de radiações e, se possível, citassem ou destacassem alguma forma de utilização no cotidiano, em diferentes áreas do conhecimento. Para melhor organizar os conceitos, foram apresentados filmes e simuladores (Apêndice 3).

No Quadro 2, temos uma visão das atividades realizadas, que serão detalhadas na sequência.

Quadro 2 - Atividades educacionais desenvolvidas

Atividade educacional	Descrição	Objetivos educacionais	Duração
Conhecimento prévio sobre Física das Radiações	Resposta ao Questionário 1 (Apêndice 4)	Verificar conhecimentos prévios sobre Física das Radiações.	Livre
Colorações presentes na chama de uma vela	Analisar a chama de uma vela e identificar as suas diferentes regiões (cores).	Esta atividade introduz o estudo das ondas eletromagnéticas a partir da identificação das diferentes colorações presentes na chama de uma vela. Para esta atividade, os alunos deverão formar grupos com 2 integrantes e formular sínteses das discussões	2 horas/aula
Raios-X	Realização de atividades em grupos: leitura do roteiro de experimentação; elaboração de hipóteses e discussão com a classe.	Discutir radiações corpusculares, aquelas constituídas por partículas elementares.	2 horas/aula
Radioatividade	Realização de atividades em grupos; explicações do roteiro de atividades e discussão com a classe.	Compreender as transformações nucleares que dão origem à radioatividade, para reconhecer sua presença na natureza e em sistemas tecnológicos.	2 horas/aula
Aplicação do questionário final	Resposta ao Questionário 2 (Apêndice 4)	Verificar se houve construção do conhecimento através de processos interativos com a utilização da estratégia do Peer Instruction em Física das Radiações.	livre

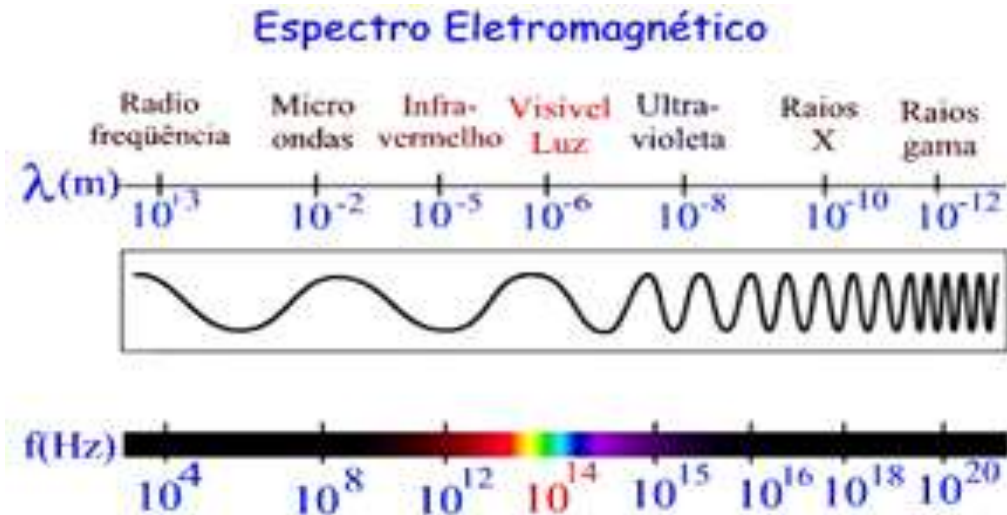
Fonte: Autor

É importante registrar que nas três atividades de ensino, os alunos receberam material complementar ao livro didático e ao material próprio do estado de São Paulo para leitura prévia.

### 2.5.1. Atividade 1- Colorações presentes na chama de uma vela

A atividade possibilita ao estudante fazer relações entre a luz visível e o espectro eletromagnético (Figura 5) e, com isso, identificar diferentes tipos de radiações. Nessa aula, foram discutidos o espectro eletromagnético; as relações entre frequência, energia e seu comprimento de onda; os decaimentos nucleares; os efeitos da radioatividade em sistemas biológicos (pontos positivos e negativos).

Figura 5 - Espectro eletromagnético



Fonte: Retirado de <http://www.rc.unesp.br/showdefisica/99>

O propósito dessas discussões era sinalizar que, além dos conceitos científicos e da formalidade matemática, deve-se discutir as múltiplas implicações do desenvolvimento da ciência e da tecnologia no mundo moderno, na história e na vida das pessoas, questionando o mito da neutralidade da ciência.

Com implicações diretas nas análises, devem ser consideradas as diferentes vozes que emergem dos debates entre alunos e professor durante as aulas, que Mortimer e Scott (2002) chamam de abordagem comunicativa dialógica. Nela, a sala de aula se configura como local permanente de diálogo e o professor, necessariamente, ouve e considera os diversos pontos de vista produzidos por um grupo ou por indivíduos.

Para o desenvolvimento da atividade em si, complementamos as informações contidas no livro didático<sup>4</sup> e no material próprio do estado de São Paulo. Buscamos outros mecanismos culturais que pudessem alterar a ação na sala de aula, ou seja, que estimulassem a participação dos alunos. Os materiais escolhidos variaram entre experimentos de baixo custo e vídeos de reportagens disponíveis no *Youtube* (entre eles alguns acidentes radioativos e radiológicos ocorridos no mundo, como os de *Three Mile Island*, Chernobyl, Goiânia e Fukushima).

<sup>4</sup> Pietrocola et al. (2013) Física em contexto.

Feitas as escolhas, novas preocupações surgiram, devido à complexidade do assunto. A primeira se relacionou com a inserção do tema no Ensino Médio, muitas vezes colocado nos apêndices e tópicos opcionais dos livros didáticos (MEDEIROS; LOBATO, 2010), ou discutido de forma simplista e isolada, sem relação com questões históricas, sociais, políticas e ambientais (MONTEIRO; NARDI, 2008; OSTERMANN; MOREIRA, 2000; OLIVEIRA; VIANNA; GERBASSI, 2007).

Além disso, quando se aprofunda no tema, os conceitos físicos se tornam muito complexos, exigindo noções mínimas de Física Relativística e Física Quântica (KARAM; PIETROCOLA, 2008). Para o bom desenvolvimento da proposta deveria haver um equilíbrio entre a contextualização e a complexidade da Física Moderna Contemporânea (FMC).

Durante o desenvolvimento da atividade, os alunos investigaram, para debate posterior, a emissão de luz por diferentes materiais, relacionando com as propriedades atômicas estudadas.

Inicialmente, os alunos observam e registram as diferentes colorações presentes na chama de uma vela (Figura 6).

Figura 6 - Estudantes desenvolvendo as atividades



Fonte: Autor

Na sequência, discute-se qual região da vela é a mais “quente”, ou seja, qual tem maior temperatura. O intuito dessa atividade é discutir radiações, espectro eletromagnético e fenômenos ligados a ele, conduzindo as discussões para questões mais instigantes, como a possibilidade de estudar a composição química

do Sol e de estrelas extremamente distantes com base na análise da luz que emitem.

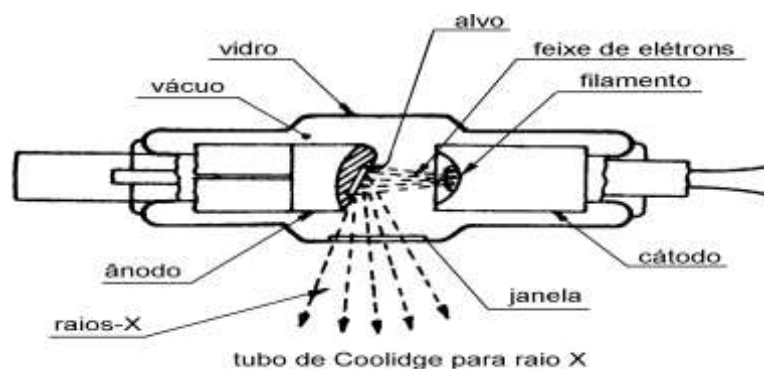
Para a prática do *peer instruction* foram utilizadas questões retiradas de vestibulares e do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM)<sup>5</sup>.

### 2.5.2. Atividade 2 - Raios-X

A segunda atividade envolveu conhecimentos sobre raios-X, dando continuidade à primeira atividade e tendo por objetivo que os alunos estabelecessem relações e fossem capazes de distinguir a luz visível dos raios-X a partir de informações como frequência, comprimento de onda e energia.

Iniciando a atividade, o professor apresentou o contexto histórico da descoberta dos raios-X e como ocorre sua produção, no alvo de um tubo de Crookes, representado esquematicamente (Figura 7), em que um feixe de elétrons de alta energia, acelerados por uma diferença de potencial, é freado ao atingir o alvo (EISBERG; RESNICK, 1979).

Figura 7 -Tubo de raios-x



Fonte: <http://bioblogandofisica.blogspot.com.br/2013/03/o-producao-do-raio-x.html>

O tema tinha por objetivo levar os estudantes a realizarem uma análise crítica dos pontos positivos (benéficos) e negativos (malefícios) dos raios-X, bem como fazer relações com o cotidiano, como por exemplo, a utilização de radiografias em consultórios odontológicos e hospitais.

Essa atividade possibilita um número grande de interações entre professor e estudantes, especialmente quando são resgatados conceitos

<sup>5</sup> As questões serão apresentadas e discutidas no Capítulo 3.

relacionados aos conhecimentos prévios, e também quando são realizadas novas problematizações com o intuito de fomentar as discussões. No final da atividade, o professor deverá selecionar uma questão para discutir o tema, utilizando a estratégia didática do *peer instruction*, pois os estudantes se mostram abertos para mais debates quando o tema parte de seu interesse, como nesse caso.

Os estudantes tendem a participar mais das aulas quando há uma abordagem comunicativa por parte do professor e, consonante com os padrões de Mortimer e Scott (2002), em que são utilizados recursos que habitualmente os conduzem para uma sequência de perguntas e respostas. Sob a ótica interacionista, o professor está resgatando conceitos fundamentais, já ensinados, para apresentar um novo assunto, fundamental para o enriquecimento da aprendizagem.

### **2.5.3. Atividade 3 - Radioatividade**

A radioatividade é uma propriedade de núcleos instáveis, que emitem radiações tendendo sempre a uma determinada estabilidade. A radioatividade pode ocorrer espontaneamente ou artificialmente.

Atividades voltadas ao tema Radioatividade no Ensino Médio possuem um caráter desafiador, visto ser necessário aprofundamento no assunto por parte do professor em função da curiosidade despertada nos alunos.

Como última proposta, utilizamos o jogo “Dominó Radioativo”, que se encontra no caderno do professor de Física, 3ª Ano do Ensino Médio, Volume 2, que faz parte do material próprio do estado de São Paulo. Nesse jogo, o núcleo atômico torna-se instável emitindo radiações alfa, beta e gama. Se o núcleo emitir radiação alfa ele perderá dois prótons e dois nêutrons, o número atômico diminuirá em duas unidades, transformando-se em outro elemento. Como exemplo, um isótopo de Urânio (U) que tem número atômico 90, irá se transmutar em Tório (Th), porém, o Tório é outro elemento instável e irá decair para se estabilizar.

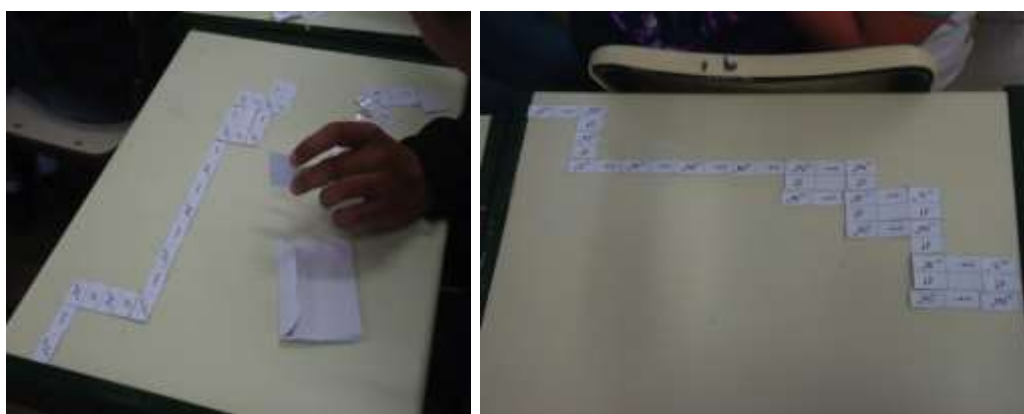
No decaimento do Tório será emitirá uma partícula beta, que é basicamente um elétron gerado no núcleo do átomo, causada pela força nuclear fraca, ou seja, transformação de um nêutron em um próton, ocorrendo ainda a liberação de neutrino. No decaimento beta o número atômico aumenta em uma unidade. Em relação à partícula gama - por ser uma onda eletromagnética, viajar à velocidade da luz e interagir pouco com a matéria - é uma das mais penetrantes do espectro eletromagnético.

Para a realização da atividade utilizamos no dominó radioativo apenas as partículas alfa e beta. Como dificilmente notaremos o núcleo “estabilizar” em apenas uma transformação, o propósito do jogo é fazer com que os estudantes percebam uma série de transformações resultando em uma sequência de elementos químicos que compõe a família radioativa.

Com a aplicação da atividade é possível explorar os símbolos, códigos e diagramas da linguagem científica, os tipos de radiações presentes no cotidiano e em sistemas tecnológicos. Dessa forma, propiciando motivação aos estudantes no estudo da temática, bem como uma compreensão inicial dos conceitos envolvidos da radioatividade.

Utilizamos para a atividade a série do Urânio e do Tório como mostrado na Figura 8.

Figura 8 - Jogo Dominó Radioativo



Fonte: Autor

Finalizada a apresentação dos procedimentos metodológicos que guiaram esta pesquisa, apresentaremos no próximo capítulo os dados coletados com os instrumentos aqui descritos e os resultados obtidos através da análise de conteúdo de Bardin (2011) e das interações discursivas de Mortimer e Scott (2002).

## CAPÍTULO 3

### RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo apresentamos a análise dos dados obtidos através das duas aplicações dos questionários aberto e fechado, chamadas de pré-teste e pós-teste, assim como da transcrição de trechos gravados em áudio durante as atividades didáticas realizadas com os alunos. Utilizaremos a análise de conteúdo de Laurence Bardin e as interações discursivas de Mortimer e Scott na tentativa de compreender esses dados.

Embora a coleta de dados tenha se iniciado com a realização do pré-teste, para esta exposição optamos por apresentar, em primeiro lugar, as transcrições de algumas interações ocorridas com a utilização do *peer instruction* nas atividades didáticas. Dessa forma, ao apresentarmos os dados relativos ao pré-teste e ao pós-teste de maneira conjunta será possível acompanhar a evolução das respostas dos alunos.

#### 3.1. Interações nas atividades didáticas

##### 3.1.1. Atividade 1: Colorações presentes na chama de uma vela

Na transcrição de trechos que ilustram as interações, os alunos serão identificados pela letra A seguida de um número e o professor pela letra P. Também é importante registrar que os trechos transcritos obedecem, fielmente, a linguagem dos estudantes.

Como parte da atividade *Colorações presentes na chama de uma vela*, descrita no Capítulo 2, selecionamos uma questão retirada do vestibular da Universidade Estadual Paulista (Vunesp), do ano de 2006, para colocar em prática a estratégia do *peer instruction*. A questão versa sobre o espectro eletromagnético, que neste caso associaremos às colorações presentes na chama de uma vela, e está reproduzida a seguir:

Sabe-se que a energia de um fóton é proporcional à sua frequência. Também é conhecido experimentalmente que o comprimento de onda da luz vermelha é maior que o comprimento de onda da luz violeta que, por sua vez, é maior que o comprimento de onda dos raios X. Adotando a constância da velocidade da luz, pode se afirmar que:



- a) a energia do fóton de luz vermelha é maior que a energia do fóton de luz violeta.
- b) a energia do fóton de raio X é menor que a energia do fóton de luz violeta.
- c) as energias são iguais, uma vez que as velocidades são iguais.
- d) as energias dos fótons de luz vermelha e violeta são iguais, pois são parte do espectro visível, e são menores que a energia do fóton de raio X.
- e) a energia do fóton de raio X é maior que a do fóton de luz violeta, que é maior que a energia do fóton de luz vermelha.

Conforme exposto nos Capítulos 1 e 2, a prática do *peer instruction*, utilizada de forma adaptada nessa pesquisa, esteve presente nas três atividades didáticas conduzidas com os estudantes do Cursinho. Dessa forma, após breve apresentação do conteúdo, foi proposta a questão da Vunesp (2006), acima transcrita, e após o tempo necessário para que os alunos chegassem a uma resposta foi realizada a primeira votação. O resultado indicou que três alunos escolheram a alternativa B e nove escolheram a alternativa E. As alternativas A, C e D não receberam votos.

Na transcrição apresentada no Quadro 3, percebe-se a liberdade que os estudantes tiveram para discutir suas alternativas, questionando-se mutuamente, determinando como iriam apresentar sua resposta e tentando convencer os demais que sua alternativa estava correta.

Quadro 3 - Interações entre alunos

Participante	Transcrição
A1	Eu pensei porque a radiação dos Raios-X é menor que do Raio Gama, então, não tem sentido que os Raios-X ser maior que a do Violeta.
A2	E você o que achou?
A1	Porque você escolheu a alternativa B?
A2	Devido à aula passada.
A2	Devido aos Raios-X desacelerar ele pode ser menor.
A3	É devido então a hora dele desacelerar?
A2	O que vocês acham?

Fonte: Autor

Na sequência, o professor questiona os estudantes sobre a escolha de suas alternativas e pede a um membro do grupo que escolheu a alternativa B para explicar aos demais os motivos da escolha, como ilustrado no Quadro 4.

Quadro 4 - Interações entre aluno e professor

Participante	Transcrição
P	Chegaram a um consenso?
P	Porque vocês responderam a alternativa B?
A1	Então Professor a gente tava pensando na cor, por causa dos Raios-X, quando você vai a um hospital você tira Raios-X, então, ele depois desacelera.
P	Então a energia dos Raios-X é menor que a do Violeta?
A1	Isso.
P	Alguém gostaria de mudar para a alternativa B?

Fonte: Autor

Nesse diálogo, os alunos que optaram pela alternativa B acreditam que quando os elétrons são “freados” emitem radiações que teriam menor energia que a luz visível, ou seja, entenderam que os Raios X seriam um subproduto da desaceleração do elétron e não teriam energia maior do que a luz visível. Não levaram em consideração a relação do comprimento de onda e frequência discutida em aulas anteriores a essa atividade.

Em relação aos padrões adotados por Mortimer, as interações seguem o padrão I-R-A, ou seja, os estudantes iniciaram uma discussão e logo a finalizaram, sem continuidade, cabendo ao professor dar continuidade à linha de raciocínio dos mesmos, o que não ocorreu. Por fim, os outros estudantes indagados pelo professor não quiseram mudar suas alternativas.

Na sequência, no Quadro 5, temos as transcrições dos diálogos dos que escolheram a alternativa “E”, assim como suas justificativas.

O ponto a ser destacado é que os estudantes estabeleceram relações com a aula anterior, sobre ondas eletromagnéticas, e com o espectro eletromagnético. O aluno A6 pergunta ao professor se seria possível mostrar, novamente, o *slide* (Figura 5, p. 59), pois em sua visão seria mais fácil explicar.

No Quadro 3 temos um exemplo em que alguns estudantes conseguiram relacionar de maneira favorável uma informação nova a partir de sua

estrutura cognitiva prévia, modificando e ampliando seus conhecimentos. Embora nem todos tenham conseguido, alguns estudantes fizeram a relação: energia, frequência e comprimento da onda.

Quadro 5 - Interações entre alunos e professor

Participante	Transcrição
A4	Porque quanto maior a onda, menor a quantidade de energia.
P	O que mais?
A4	A luz vermelha no caso é menor...
A5	Frequência e Energia
P	Também está associado ao comprimento de onda?
A6	Comprimento maior, energia menor
P	Faz sentido pessoal?
A1	Faz
P	Quem quer mudar para a alternativa E?
P	Pede para os alunos explicarem novamente para o aluno A14 sobre a alternativa E.
A4	Quanto maior o comprimento da onda, menor a energia...
A6	Lembra da tabela que o professor colocou

Fonte: Autor

Com relação aos padrões de interação, circulam diferentes vozes e contribuições de dois ou três alunos são ouvidas antes que seja dado um *feedback* pelo professor. Para Mortimer (1996), trata-se de classes de abordagens interativo/dialógicas em que professor e estudantes exploram ideias; formulam perguntas autênticas; e oferecem, consideram e trabalham diferentes pontos de vista. Padrões de interação do tipo I-R-P-R-F não são comuns nas salas de aula.

Na fala do estudante A6 o que chama a atenção é a espontaneidade em solicitar a rerepresentação da figura do espectro eletromagnético (Figura 5, p. 59) para que pudesse fazer seus comentários no exercício de convencimento daqueles que não optaram pela alternativa E, como ilustrado no Quadro 6.

O estudante leva em consideração não apenas os comprimentos de onda da luz visível, mas também do infravermelho, micro-ondas e radiofrequência. No término da explicação, foi possível notar sua alegria em expor suas ideias, como detectado pela transcrição apresentada no Quadro 6, e a forma como desenvolveu a argumentação, levando os estudantes de outro grupo a refletirem sobre suas

respostas. Isso demonstra a importância da linguagem não apenas como comunicação que se utiliza no cotidiano, mas como um processo operativo do raciocínio.

Quadro 6 - Explicação do aluno para convencimento de seus colegas

Participante	Transcrição
A6	Vou virar professor agora.
A6	Tá vendo o comprimento da onda?
A6	Quanto mais para a direita, menor o comprimento da onda e maior a frequência.
A6	Primeiro o professor falou da luz vermelha
P	Certo
A6	Olhando para a tabela (espectro), o comprimento é maior que o vermelho, sendo assim, a frequência é menor e a energia também.
A7	Só que a violeta é menor que os raios-X
P	Entenderam?
A6	Acho que da para eu ser professor

Fonte: Autor

Outro ponto importante a ser considerado sobre os alunos é, que mesmo agindo de forma passiva - ou seja, ouvindo o desenvolvimento do raciocínio do colega - não significa que estejam recebendo (aprendendo) o conteúdo de forma passiva. Em relação aos padrões interativos, notamos uma interação do tipo I-R-P-R-F, ou seja, ocorreu uma iniciação por parte do professor, uma resposta por parte do estudante, o professor deixando o estudante prosseguir, e, posteriormente, o fechamento por parte do professor. Com esse padrão de interação, os estudantes têm a oportunidade de rever/corriger sua opinião dos conceitos envolvidos na discussão, atitude necessária a todo conhecimento consistente.

Finalizando a atividade, o professor pede aos estudantes que votem novamente, como visto no Quadro 7.

Quadro 7 - Alunos realizando votação

Participante	Transcrição
P	Vamos fazer uma nova votação?
A	Vamos
P	Será que vocês acertaram?
P	A resposta correta é?
A6	E.
P	A alternativa correta é a E.

Fonte: Autor

Depois da explanação do aluno A6, os que optaram de início pela alternativa B resolveram aderir à alternativa E. A Figura 9 ilustra o momento em que os estudantes modificaram suas alternativas.

Portanto, uma das formas de perceber se a aprendizagem está ocorrendo é estimular os estudantes a explicarem o que aprenderam com suas próprias palavras, o que é muito facilitado pela adoção de metodologias de ensino ativas.

Figura 9 - Alunos modificando suas alternativas



Fonte: Autor

Para finalizar, constatou-se que, de fato, faz-se necessário desenvolver um ambiente aberto às discussões e à construção do conhecimento: fazer-se ouvir, fazer com que os alunos entendam e esclarecer os pontos emergentes são fundamentais para a construção do conhecimento científico.

### 3.1.2. Atividade 2 - Raios-X

O tema tinha por objetivo levar os estudantes a uma análise crítica dos pontos positivos (benéficos) e negativos (malefícios) que envolvem os raios-X, bem como fazer relações com o cotidiano, como por exemplo, a utilização de radiografias em consultórios odontológicos e hospitais.

Essa atividade apresentou um número grande de interações entre professor e estudantes quando foram resgatados conceitos relacionados às aulas anteriores; aos conhecimentos prévios dos estudantes; e, também, interações quando foram realizadas novas problematizações com o intuito de fomentar as discussões.

No final da atividade, o professor realizou um questionamento sobre o tema, pois os estudantes se mostraram abertos para debates (Quadros 8 e 9).

Quadro 8 - Interação entre professor e aluno

Participante	Transcrição
P	Já que vocês estão falando de frequência, os raios-X têm maior ou menor frequência do que a luz visível?
A8	Maior
P	Dos raios-X é maior?
A9	Bem maior
P	Frequência maior está relacionada a energia maior ou menor?
A8	Maior
P	Porque frequência alta a energia tem que ser...?
A9	Alta
P	Lembra da aula passada, do visível, da luz, qual a cor mais energética?
A3	Azul
P	Por que o azul?
A3	Porque a frequência é maior
P	Se a frequência é maior a energia é?
A3	Maior
P	Lembra que cor queima mais rápido?
A8	Azul

Fonte: Autor

Quadro 9 - Interação entre professor e aluno

Participante	Transcrição
P	O que seriam os raios-X?
A9	Se você esta com o osso quebrado...
A10	Uma bordoadada de radiação que é jogada em você
A8	Joga um monte de radiação, essa radiação chega ao osso e não passa
A9	O cálcio absorve
P	Meninas o que vocês acham?
A11	Uma radiação mais fraca
P	Alguém quer completar a fala da colega
A12	Onda eletromagnética consegue passar a pele, mas a frequência não consegue passar o osso

Fonte: Autor

Segundo Mortimer (2006), para que o conhecimento científico possa ser construído é necessário identificar o conhecimento prévio do aluno. Mesmo que não tenham definindo claramente o conceito de raios-X, a partir de suas colocações foi possível mapear pontos importantes a serem discutidos, como mostram as expressões “uma bordoadada de radiação que é jogada em você”; “joga um monte de radiação”; “essa radiação chega ao osso e não passa”; “o cálcio absorve”.

Concluída a primeira etapa da atividade, um item conceitual retirado do Exame Nacional do Ensino Médio de 2009 foi utilizado no *peer instruction*;

Considere um equipamento capaz de emitir radiação eletromagnética com comprimento de onda bem menor que a da radiação ultravioleta. Suponha que a radiação emitida por esse equipamento foi apontada para um tipo específico de filme fotográfico e entre o equipamento e o filme foi posicionado o pescoço de um indivíduo. Quanto mais exposto à radiação, mais escuro se torna o filme após a revelação. Após acionar o equipamento e revelar o filme, evidenciou-se a imagem mostrada na figura abaixo<sup>6</sup>.

Dentre os fenômenos decorrentes da interação entre a radiação e os átomos do indivíduo que permitem a obtenção desta imagem inclui-se a

A- absorção da radiação eletromagnética e a consequente ionização dos átomos de cálcio, que se transformam em átomos de fósforo.

B- maior absorção da radiação eletromagnética pelos átomos de cálcio que por outros tipos de átomos.

C- maior absorção da radiação eletromagnética pelos átomos de carbono que por átomos de cálcio.

D- maior refração ao atravessar os átomos de carbono que os átomos de cálcio.

E- maior ionização de moléculas de água que de átomos de carbono.

<sup>6</sup> Figura 10. Retirado: <http://educacao.globo.com/provas/enem-2009/questoes/32.html>

Figura10 - Chapa radiográfica



Fonte: Exame Nacional do Ensino Médio

No Quadro 10 o diálogo no momento da votação.

Quadro 10 - Alunos votando

Participante	Transcrição
P	Vou contar até três e vocês vão levantar a plaquinha Todos os estudantes escolheram a alternativa B
P	Por que B?
A6	Devido ao cálcio absorve mais que outros elementos
P	Há outros elementos químicos em nosso corpo?
Alunos	Dentre todos os elementos do exercício o cálcio absorve mais.

Fonte: Autor

Todos escolheram a alternativa B e a pergunta foi considerada fácil. De acordo com a manifestação de um dos alunos, graças às explicações anteriores do professor (Quadro 11).



Quadro 11 - Questionando o resultado da votação

Participante	Transcrição
P	A questão foi fácil?
A11	Pela explicação sobre os raios-X foi considerada fácil.

Fonte: Autor

Segundo Mazur (2015), para que haja melhor aproveitamento do *peer instruction* enquanto estratégia didática, é interessante que nas respostas exista equilíbrio, por exemplo, que 50% dos alunos escolham uma alternativa e 50% outra, para garantir o debate. Nos casos em que todos escolhem a mesma – e correta – alternativa, pode-se questionar sobre a impossibilidade das demais, utilizando uma maneira diferente de conferir os conhecimentos adquiridos.

Em vista desse resultado, e aproveitando a motivação do momento, o professor colocou uma dúvida e pediu aos estudantes que o ajudassem na resposta (Quadro 12).

Quadro 12 – Motivação para discussões

Participante	Transcrição
P	Por que que eu não consigo enxergar os raios-X?
A10	Mais rápido
P	Mais rápido está relacionado à que?
A10	Frequência
P	Quem tem maior frequência?
A8	Raios-X
P	Perfeito gente.

Fonte: Autor

Nas transcrições do Quadro 12, a resposta dada pelo estudante A10 - “Mais rápido” – foi conferida pelo professor (intervenção do professor), mesmo sabendo ao que ele estava se referindo. Ou seja, o papel do professor é fazer com

que o conhecimento seja acessível ao estudante, permitindo que dê continuidade às colocações e, com isso, ampliando o repertório disponível na cultura científica, como defende Mortimer (2006). Além disso, o professor deve elaborar perguntas que instiguem o estudante a vivenciar a busca, a exercitar as várias possibilidades de resposta. Afinal, esse é o exercício que conduz a aprendizagem.

Tendo em vista que todos acertaram, foi proposta uma segunda questão, retirada do Vestibular da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul de 2002. Os diálogos iniciais encontram-se no Quadro 13.

Em 1895, o físico alemão Wilhelm Conrad Roentgen descobriu os raios X, que são usados principalmente na área médica e industrial. Esses raios são:

- a) Radiações formadas por partículas alfa com grande poder de penetração.
- b) Radiações formadas por elétrons dotados de grandes velocidades.
- c) Ondas eletromagnéticas de frequências maiores que as das ondas ultravioletas.
- d) Ondas eletromagnéticas de frequências menores do que as das ondas luminosas.
- e) Ondas eletromagnéticas de frequências iguais as das ondas infravermelhas.

Quadro 13 - Alunos no momento da votação

Participante	Transcrição
P	Vou contar até três e vocês levantam a plaquinha.
P	Essa discussão vai ser legal.
A9	Acho que nós estamos errados.
P	Pessoal, não conversem agora.

Fonte: Autor

A solicitação de silêncio foi necessária porque os estudantes começaram a discutir suas alternativas sem autorização, demonstrando disponibilidade em relação ao aprender (Quadro 14).

### Quadro 14 - Interações entre alunos e professor

<b>P</b>	Professor pede aos estudantes que se organizem em grupos e comecem a discutir sobre a alternativa escolhida.
<b>P</b>	Por que a alternativa A?
<b>A3</b>	Fiquei na duvida entre A e B.
<b>A3</b>	Porque a onda de raios-X passava pelo corpo e aí eu me lembrei de penetração das partículas.
<b>P</b>	Alguém gostaria de mudar de alternativa?
<b>P</b>	Porque a alternativa B?
<b>A12</b>	Fiquei também em duvida da alternativa A se a radiação era alfa.
<b>A10</b>	Mas só que no caso como o senhor explicou para nós é que ele acelera os elétrons ele bate na placa e desacelera e sai a radiação.
<b>A8</b>	Partícula alfa não pode ser devido ao seu baixo poder de penetração e, por isso, não pode ser a alternativa A.

Fonte: Autor

Nessa questão, as escolhas recaíram nas seguintes alternativas: quatro alunos escolheram a alternativa A; três alunos escolheram a alternativa B; dois a alternativa C e dois escolheram a alternativa D. A alternativa E não recebeu votos. Os estudantes, primeiramente, expõem o porquê de suas escolhas e depois é reservado um tempo para a discussão, abrindo a possibilidade para chegar a um consenso (Quadro 15). Nesse caso, os questionamentos começaram antes da autorização, pois os alunos estavam em um momento rico de debates no processo de ensino aprendizagem.

Quadro 15 - Interações entre alunos e professor

<b>P</b>	<b>Por que a alternativa C?</b>
<b>A9</b>	Na tabela que você passou para nós a violeta tem frequência menor que a gama.
<b>A9</b>	Os raios-x têm frequência maior que a violeta.
<b>P</b>	Alguém quer mudar de alternativa?
<b>P</b>	Por que a alternativa D?
<b>A11</b>	Também me lembrei da tabela (espectro eletromagnético), só que quanto mais ia para o lado mais forte a frequência ia ficando menor. O que eu quero dizer com isso é que quanto menor a frequência mais forte é a radiação.
<b>P</b>	Alguém quer mudar de alternativa?
<b>A9</b>	É o contrario do que ela disse professor.
<b>P</b>	Pede para os estudantes analisarem as alternativas dos colegas.
<b>P</b>	Porque não pode ser a alternativa A?
<b>A9</b>	Porque a partícula alfa não tem grande poder de penetração.
<b>P</b>	Então não pode ser A por causa disso?
<b>Alunos</b>	É.
<b>P</b>	Vocês que responderam A entenderam? Gostariam de mudar de alternativa?
<b>A13</b>	Vou mudar para a alternativa B.
<b>P</b>	Pode ir com eles então.
<b>P</b>	Por que não pode ser a alternativa B?
<b>A9</b>	Eu fiquei em duvida entre B e C
<b>P</b>	Gostaria de mudar para a B?
<b>P</b>	Naquela hora vocês falaram que as ondas dos raios-x têm frequência maior que da ultravioleta.
<b>P</b>	Está certa ou está errada?
<b>A6</b>	Estamos errados e gostaríamos de mudar para a alternativa B.
<b>P</b>	Pode mudar então.
<b>P</b>	Porque não pode ser a alternativa D?
<b>A8</b>	Porque a frequência dos raios-x é maior que a da onda luminosa.
<b>A8</b>	A frequência dos raios-x tem que ser maior, pois da luz visível a gente vê e das de raios-x não.
<b>P</b>	Concorda e quer mudar?
<b>A11</b>	Vou mudar para a alternativa B.
	Todos os estudantes trocaram suas alternativas para a B.

Fonte: Autor

O estudante A8 desenvolve uma linha de raciocínio que poderia ser mais explorada. Em sua colocação, relacionou a frequência do raios-X ser maior que a luz visível (Quadro 16). Nesse momento, poderiam ser lembrados outros tipos de radiação que não vemos e têm frequência menor que a luz visível como, por exemplo, infravermelho, micro-ondas e ondas de rádio.

Quadro 16 - Discutindo o resultado da votação

<b>P</b>	O Professor mostra o espectro eletromagnético e pede para os alunos analisarem se acertaram a alternativa.
<b>Alunos</b>	Quanto menor o comprimento de onda maior sua frequência.
<b>A9</b>	Moscamo.
<b>P</b>	Qual a resposta pessoal?
<b>Alunos</b>	É a alternativa C.
<b>A9</b>	Porque não pode ser a alternativa B?
<b>P</b>	Devido às radiações não serem elétrons e sim ondas eletromagnéticas de alta frequência e grande poder de penetração.

Fonte: Autor

Como todos os estudantes optaram por alterar suas respostas e migraram para a alternativa B, que não estava correta, seria necessário, segundo a proposta de Mazur (2015), explicar novamente o assunto e colocar uma nova questão para o debate. Mas o diálogo mostrou que os estudantes não tiveram dificuldades com o tema discutido, mas com a questão em si.

Nessas situações é importante ficar atento ao que está ocorrendo e não informar a resposta correta, como era desejo dos alunos, mas prosseguir nas discussões possibilitando um novo olhar sobre o assunto discutido e o exercício proposto. O professor mostrou o espectro novamente e, ao confrontarem com a resposta que chegaram, concluíram que a alternativa correta não era a que eles tinham discutido. Para Mortimer (1996, p.34), “[...] ao propiciar a contextualização das ideias alternativas como parte de um repertório disponível na cultura cotidiana, a noção de perfil conceitual abre a possibilidade para a reinterpretação dos resultados disponíveis na literatura.

Nessa situação, coube ao professor conduzir as discussões e encorajar o estudante para explicitar e clarificar os seus posicionamentos. Dessa forma, o ensino e a aprendizagem transformaram-se em um processo em que o conhecimento não passa mais pelo simples ato de transmitir, mas a palavra de ordem é “mediação”, como uma atividade de produção de conhecimento.

### 3.1.3. Atividade 3 - Radioatividade

Os estudantes não demonstraram dificuldades, pois o tema havia sido discutido em aulas anteriores, assim como a atividade em si.

Quadro 17 - Sondagem inicial sobre radioatividade

Participante	Transcrição
P	O que vocês sabem sobre o assunto?
A6	É usado em tratamentos de pessoas com câncer e destruir células cancerígenas
A9	Serve para celular, rádio, micro-ondas, raio-X
P	Radioatividade pelo que vocês estão argumentando, consideram-na como sendo positiva?

Fonte: Autor

A sondagem inicial (Quadro 17) permitiu identificar que, em princípio, Radioatividade não apresentava conotação negativa. Por outro lado, transparecem nas respostas concepções não muito comuns sobre o tema, pois, geralmente, o assunto radioatividade é associado de forma direta às bombas nucleares, ao acidente com o césio-137 de Goiânia e à explosão do reator em Fukushima.

Contudo, o breve levantamento do conhecimento prévio indicou que a Medicina - uma das áreas que mais se beneficiaram com a descoberta da radioatividade, tanto em exames como terapias (DAMÁSIO, TAVARES, 2010), e as fontes de energia para aparelhos estavam mais presentes no imaginário desses alunos.

Após as atividades, foram utilizados dois itens do ENEM no *peer instruction*. O primeiro foi retirado do Exame Nacional do Ensino Médio de 2005.

Um problema ainda não resolvido da geração nuclear de eletricidade é a destinação dos rejeitos radiativos, o chamado “lixo atômico”. Os rejeitos mais ativos ficam por um período em piscinas de aço inoxidável nas próprias usinas antes de ser como os demais rejeitos, acondicionados em tambores que são dispostos em áreas cercadas ou encerrados em depósitos subterrâneos secos, como antigas minas de sal. A complexidade do problema do lixo atômico, comparativamente a outros lixos com substâncias tóxicas, se deve ao fato de:

- a) emitir radiações nocivas por milhares de anos, em um processo que não tem como ser interrompido artificialmente.
- b) acumular-se em quantidades bem maiores do que o lixo industrial convencional faltando assim, locais para reunir tanto material.
- c) ser constituído de materiais orgânicos que podem contaminar muitas espécies vivas, incluindo os próprios seres humanos.
- d) exalar continuamente gases venenosos, que tornariam o ar irrespirável por milhares de anos.
- e) emitir radiações e gases que podem destruir a camada de ozônio e agravar o efeito estufa.

Na votação, todos os alunos escolheram a alternativa A e no Quadro 18 apresentamos a transcrição de algumas discussões. Os estudantes não tiveram dificuldade em escolher a alternativa correta. Segundo A11, isso se deveu ao fato do item ser direto. Desta vez, uma das estudantes menciona a Radioatividade como causa do câncer, ao contrário de outros diálogos ocorridos nessa atividade, quando os alunos fizeram menção a tratamentos contra a doença, associados à Radioatividade. Outro aspecto que também merece atenção é a relação que um aluno faz com meia-vida, discutido em aulas anteriores, que é o tempo necessário para que metade dos isótopos radiativos de uma amostra se desintegre. Ainda que os alunos tenham chegado à resposta correta, o professor procurou debater as demais alternativas, aproximando-se de uma ação que Mortimer (2006) chama de interativa/dialógica. Na sequência, nova pergunta foi apresentada. Trata-se de um item retirado do ENEM/2003.

Na música “Bye, bye, Brasil”, de Chico Buarque de Holanda e Roberto Menescal, os versos: “*puseram uma usina no mar talvez fique ruim pra pescar*” poderiam estar se referindo à usina nuclear de Angra dos Reis, no litoral do Estado do Rio de Janeiro. No caso de tratar-se dessa usina, em funcionamento normal, dificuldades para a pesca nas proximidades poderiam ser causadas:

- a) pelo aquecimento das águas utilizadas pela refrigeração da usina que alteraria a fauna marinha.
- b) pela oxidação de equipamentos pesados e por detonações que espantariam os peixes.
- c) pelos rejeitos radioativos lançados continuamente no mar que provocariam a morte dos peixes.
- d) pela contaminação por metais pesados dos processos de enriquecimento do urânio.
- e) pelo vazamento de lixo atômico colocado em tonéis e lançado ao mar nas vizinhanças da usina.

Quadro 18 - Interações entre professor e alunos

Participante	Transcrição
P	Peço que vocês façam a leitura da questão
P	Estabelece um tempo de três minutos para a leitura
P	Solicita aos estudantes que levantem as plaquinhas.
	Todos os estudantes escolheram a alternativa A.
P	Todos vocês colocaram a alternativa A. Por que A?
A6	Por causa das radiações serem emitidas por milhares de anos.
A13	Respondi a A, porém fiquei em dúvida com a palavra artificial.
ALUNOS	Fiquei em dúvida com a alternativa E
P	Nas aulas passadas eu mencionei os pontos positivos e negativos. Lembram?
A8	Não afeta a camada de ozônio.
A6	Não libera gases nocivos na atmosfera
P	O que mais?
A8	Vapor de água
A14	Porque não pode ser a alternativa D?
A8	Porque é radioativo e não tem como você ficar respirando isso.
P	Alguém completa a questão colocada pelo estudante
A14	Tem relação com o câncer.
P	Que relação tem com o câncer?
A14	Produz mutação descontrolada em nossas células.
P	Isso tem relação com a questão?
A14	Não. Só fiz um comentário a mais.
P	Isso. Obrigado pela participação.
P	Porque não podem ser as outras alternativas?
P	Falta discutir a alternativa D
P	Acumula mais lixo radioativo que os lixos convencionais?
A8	Não. Pois ele pode contaminar os outros elementos (lixo convencional).
P	Alguém gostaria de fazer mais colocações?
A11	A questão foi muito direta e por isso foi fácil.
P	A radiação por milhares de ano lembra o que?
A14	Meia-vida.
P	Perfeito.

Fonte: Autor



Nessa proposta, os estudantes tiveram dificuldade para chegar a um consenso, diferente da situação anterior, como podemos acompanhar no Quadro 19. A votação indicou que seis estudantes escolheram a alternativa A e seis escolheram a alternativa C.

Os estudantes que escolheram a alternativa A tinham noção de que, geralmente, usinas nucleares precisam ser construídas em regiões litorâneas, para o resfriamento do reator nuclear. Nota-se aqui a relação que o estudante faz com a explosão da usina nuclear de Fukushima no Japão.

O tema radioatividade é pouco discutido e quando isso ocorre, as relações com questões históricas e ambientais não costumam ser exploradas, segundo Pietrocola (2008). Para Bazzo (1998), apresentar o tema abordando questões políticas, históricas e ambientais é o caminho mais interessante para a inserção dos conteúdos de (FMC) no Ensino Médio, opinião corroborada por Osterman e Moreira (1998), para quem tal abordagem agrega o potencial de estimular a argumentação (reflexão social) e aprendizagem científica.

Em relação à situação apresentada na alternativa C - a preocupação inicial manifestada pelos estudantes quanto à possibilidade de rejeitos radioativos “serem lançados ao mar” e com isso afetarem a pesca ao redor da usina - a partir das discussões a maioria se convenceu da impossibilidade disso acontecer. A escolha dessa alternativa pode estar ligada à visão de que o descarte de resíduos radioativos é semelhante ao lixo comum.

Contudo, um estudante permaneceu com sua opinião em relação à alternativa C. Dessa forma, coube ao professor explicar a alternativa que estaria correta.

Após a realização das três atividades e dos debates que surgiram com o uso do *peer instruction* foi possível perceber que, efetivamente, alterações na estrutura cognitiva não são resultado apenas de atividades internas do sujeito, mas resultam também de sua interação com o outro, o coletivo, o social (NOVAK, 1981).

Tal constatação reforça a importância do papel de mediador do professor e da instrução no processo de aprendizagem como analisado sob a ótica de Mortimer (1996). Quando o professor propicia condições para o estudante reativar seus conhecimentos prévios, este desenvolverá conceitos cada vez mais enriquecedores, como afirma o autor.

Quadro 19 - Mediação em processos interativos

P	Os que responderam A de um lado e C do outro.
P	Discutam porque é a alternativa A.
A13	A água tem que esfriar o reator para não explodir.
A9	Pois é o que ocorreu com Fukushima.
A9	Só que aconteceu o acidente por causa do terremoto.
A13	Tem que ter refrigeração do mar e vai oscilando a temperatura do mar.
A13	Você explica para os outros (estudantes).
A13	Por que não pode jogar restos químicos (lixo radioativo) na água.
A9	Precisa da água para esfriar o reator.
A13	Acho que é isso.
A13	Volta na alternativa A.
A13	Não pode ser a A de novo, pois a outra questão foi a alternativa A.
P	Por que a alternativa A?
A9	Tem que ficar próximo do mar para esfriar o reator.
A13	Da alteração no clima da água e conseqüentemente espantar os peixes.
A11	E talvez não de para pescar mais, ela não está afirmando (questão).
A11	Talvez pelo aquecimento da água...ao redor da usina.
P	Alguém quer mudar para a alternativa A?
ALUNOS	Não.
P	Por que a alternativa C?
A14	A resposta seria mais no sentido de radiação, pois os peixes poderiam sair se a temperatura aumentar.
A14	Devido à radiação matar os peixes e a radiação ir para o mar.
A14	Acho que agora pintou uma dúvida.
A11	Realmente aquece muito a água?
A11	É no sentido de radiação.
A3	A radiação não pode ir para o mar por isso não pode ser a C.
P	Alguém gostaria de mudar?
	Alguns alunos mudaram suas alternativas para a alternativa A.
P	Explicando a resposta e encerrando as discussões sobre as alternativas.

Fonte: Autor

Ao final, questionados sobre possíveis incertezas que ainda permanecessem, os estudantes afirmaram que as explicações e o desenrolar das atividades foram esclarecedores.

Finalmente, em questionamento sobre o *peer instruction*, enquanto estratégia didática, os alunos teceram os comentários apresentados no Quadro 20.

Quadro 20 - O *peer instruction* como estratégia didática

Participante	Transcrição
P	O que vocês acharam?
P	A aprendizagem melhora?
A8	Contribui porque dá para discutir as opiniões, assim, diferentes e chegar a um consenso.
A9	Os alunos vão se ajudar a chegar a respostas, não vai achar sozinho.
A10	Completando um ao outro.
A2	E também tem a forma de debate.
A2	Pensando nas várias áreas.

Fonte: Autor

Encontramos relatos na literatura que vão de encontro aos resultados positivos que obtivemos. Oliveira (2012) apresenta pesquisa em que o *peer instruction* foi introduzido em escola pública federal de educação básica para um grupo de 30 alunos. Os resultados indicam que a estratégia, utilizada no ensino de conceitos de eletromagnetismo, apresentou melhores resultados quando comparados aos obtidos com o método tradicional.

Muller (2013) acompanhou uma turma de 34 alunos de um colégio público federal, em um projeto denominado "Um Computador por Aluno" (UCA). Nessa proposta, cada aluno tinha acesso a um microcomputador para realizar suas votações. O objetivo central da pesquisa era investigar interações entre alunos e a eficiência da tecnologia (computador) como sistema de votação. O autor verificou que as interações entre os colegas mostraram-se frutíferas, propiciando uma participação ativa dos alunos e levando à convergência para a resposta correta e que o *peer instruction* pode ser aplicado com êxito no contexto de uma sala de aula de Ensino Médio.

Embora nossa pesquisa tenha sido realizada com um grupo reduzido de estudantes, temos indicações evidentes que o uso do *peer instruction* trará bons resultados em grupos maiores, sendo possível estender sua utilização para outras disciplinas do Ensino Médio. O entusiasmo com que os estudantes participaram das atividades indicam a potencialidade da estratégia para a construção do conhecimento científico, não apenas em aulas do ensino superior, como na proposta original de Mazur (2015), mas também nas aulas de Física da educação básica.

### 3.2 Questionários

Conforme descrição de Bardin (2011), optamos por estabelecer *a priori* a categorização dos itens. Segundo a autora, a atividade taxonômica é uma operação muito vulgarizada de repartição dos objetos em categorias e o critério para o estabelecimento destas é adaptado à realidade do investigador (2011, p.147-148). Ou seja, a categorização dos itens é uma operação de classificação com critérios previamente definidos.

Para a designação de cada categoria de análise, nos utilizamos da proposta curricular do estado de São Paulo. Tendo em vista os temas que seriam abordados nas atividades didáticas, a partir dos conteúdos relacionados ao tópico Matéria e Radiação (SÃO PAULO, 2013, p.47-56) foram criadas as categorias: Radiações e suas interações; Energia Nuclear e Radioatividade; Aplicações tecnológicas.

Para cada pergunta do questionário aberto buscamos responder à questão “Quais conteúdos específicos são necessários para sua resolução?” Com base na resposta, os questionários foram distribuídos nas três categorias supracitadas. De acordo com a proposta curricular do estado de São Paulo, descrevemos a seguir os conteúdos previstos em cada categoria.

#### *Categoria Radiações e suas Interações*

As respostas elencadas nessa categoria contemplam os seguintes tópicos:

- identificar diferentes tipos de radiações presentes na vida cotidiana, reconhecendo sua sistematização no espectro eletromagnético (das ondas de rádio aos raios  $\gamma$ ) e sua utilização através das tecnologias a elas associadas (radar, rádio, forno de micro-ondas, tomografia, etc.);
- compreender os processos de interação das radiações com meios materiais para explicar os fenômenos envolvidos em, por exemplo, fotocélulas, emissão e transmissão de luz, telas de monitores, radiografias;
- avaliar efeitos biológicos e ambientais do uso de radiações não ionizantes em situações do cotidiano.

### *Categoria Energia Nuclear e Radioatividade*

Na segunda categoria foram agrupadas respostas que abarcam os conteúdos:

- compreender as transformações nucleares que dão origem à radioatividade para reconhecer sua presença na natureza e em sistemas tecnológicos;
- conhecer a natureza das interações e a dimensão da energia envolvida nas transformações nucleares para explicar seu uso em, por exemplo, usinas nucleares, indústria, agricultura ou medicina;
- avaliar os efeitos biológicos e ambientais, assim como medidas de proteção, da radioatividade e radiações ionizantes.

### *Categoria Aplicações Tecnológicas*

A terceira categoria agrupou respostas que envolvem:

- utilizar elementos e conhecimentos científicos e tecnológicos para diagnosticar e equacionar questões sociais e ambientais;
- associar conhecimentos e métodos científicos com a tecnologia do sistema produtivo e dos serviços;
- reconhecer o sentido histórico da ciência e da tecnologia, percebendo seu papel na vida humana em diferentes épocas e na capacidade humana de transformar o meio;

### **Análise dos questionários abertos**

Para a interpretação dos questionários aplicaremos as técnicas da análise de conteúdo a cada pergunta e as respostas<sup>7</sup> serão classificadas nas categorias elencadas.

Os dados obtidos das duas questões abertas aqui analisadas serão apresentados na seguinte sequência:

- enunciado da questão;
- respostas no pré-teste e no pós-teste para cada uma das três categorias de análise; respostas sem classificação;
- considerações sobre as respostas.

---

<sup>7</sup> As respostas dos alunos foram transcritas literalmente.

Para que não haja identificação dos participantes, os mesmos serão indicados pela letra “A” seguida do mesmo número utilizado nas transcrições do Tópico 3.1.

### 3.2.1. Análise da Questão 1

“A maioria dos países da Europa utiliza como principal forma de energia a nuclear. No Brasil, a forma mais utilizada é a gerada em usinas hidroelétricas. Supondo que a escassez de água levasse o governo brasileiro a pensar na possibilidade de utilizar em larga escala a energia nuclear, como você se posicionaria? Seria a favor ou contra? Explique seu posicionamento”

#### *Categoria Radiações e suas interações*

##### Respostas do pré-teste:

A7 - Eu seria a favor, embora não saiba muito sobre o assunto acredito que seja eficiente, pois vários países da Europa usam essa energia.

A13 - Favor. A energia nuclear pode vir a ser uma segunda alternativa de energia, o que diversificaria as nossas fontes de energia.

##### Respostas dos pós-teste:

A2 - Sou a favor, pois é uma energia limpa. Outro ponto de destaque seria a busca por fontes de energia, por exemplo, somos dependentes da energia hidrelétrica, mas poderíamos fazer usos de outras, como: nuclear, eólica e solar.

A3 - Sou a favor, desde que haja um controle rígido da situação e também sou a favor por liberar vapor de água na atmosfera.

A5 - Seria a favor, devido a ser uma energia limpa e que causa poucos danos ao meio ambiente.

A7 - Eu seria a favor, pois ela é uma energia limpa e também pelo fato do Brasil ter um extenso litoral que pode ser aproveitado.

A12 - A favor, pela diversidade de energia para a produção de energia elétrica no Brasil.

A inclusão das respostas acima nessa categoria deveu-se ao fato de estarem relacionadas com a avaliação dos efeitos biológicos e ambientais resultantes do uso de radiações não ionizantes em situações do cotidiano.

Notamos que, entre a primeira e a segunda aplicações do questionário, alunos que não tinham uma concepção formada sobre o assunto passaram a expor seu ponto de vista de maneira mais assertiva, embora com evidentes limitações, como exemplo, descrever a energia nuclear como fonte de energia limpa, que libera apenas vapor de água na atmosfera. Isso na verdade não condiz com a realidade, ao não levar em consideração que o resíduo nuclear - “lixo atômico” - é extremamente prejudicial ao ambiente. Porém, é possível afirmar com certa

razoabilidade que houve ganho de conhecimento. Exemplos são as respostas da aluna A7 que no pós-teste, associa a energia nuclear no Brasil ao “extenso litoral” brasileiro, devido ao fato de a matriz energética necessitar de resfriamento de seu reator e o país ter um imenso litoral que pode ser utilizado.

Também é importante notar que no pós-teste houve um acréscimo de respostas em relação ao primeiro teste, demonstrando enriquecimento teórico em suas falas. Portanto, identificar quais são os conceitos trazidos pelos alunos antes de iniciar qualquer processo de ensino aprendizagem é fundamental, como expressam as palavras de Mortimer (1999, p. 57) [...] “as ideias prévias dos estudantes desempenham um papel importante no processo de aprendizagem”.

### *Categoria Energia Nuclear e Radioatividade*

#### Respostas do pré-teste

A2 - Seria contra, essa é uma energia perigosa e prejudicial à saúde.

A5 - Seria contra a utilização em largas escalas, pois essa fonte de energia pode causar muitos problemas.

A6 - Sou contra, pois existem outras maneiras de se obter energia, a nuclear deve ser utilizada como último recurso.

A9 - Não teria restrições, mas podem ocorrer sérios danos à saúde e ao meio ambiente.

A12 - Seria contra, pois não concordaria em usar a energia nuclear.

#### Respostas do pós-teste

A6 - Sou a favor se o controle desses elementos radioativos for maior, porque apesar dela ser limpa e não agredir o meio ambiente, se acontecer algo em uma usina nuclear os danos serão quase permanentes e durarão mais do que as nossas vidas, afetando futuras gerações, por estes argumentos sou contra no momento.

A8 - Usinas nucleares são fontes de energia limpa por liberarem vapor de água na atmosfera. Os pontos negativos são as dificuldades para se livrar dos detritos radioativos da usina, que deveriam ser reciclados; riscos de acidentes nas usinas e a contaminação que isso causaria por milhares de anos na região.

A9 - Eu seria contra, pois se acontecer alguma coisa nessa usina seria uma tragédia, porém é uma energia mais limpa em relação às outras.

A11 - Sou a favor, pois ela gera energia, porém ela também gera risco de explosão.

A13 - Favor, usinas nucleares são fontes de energia limpa por liberarem vapor de água. A radiação também ajuda na medicina, com tratamento de câncer e com os raios-x. Também ajuda na área de segurança e engenharia. Os pontos negativos são: a dificuldade para se livrar dos detritos radioativos da usina e que deveriam ser reciclados, riscos de acidentes nas usinas e a contaminação que isso causaria por milhares de anos na região. O uso da energia nuclear para a produção de armamentos (bombas nucleares).

A14 - Sim, eu concordo com a energia nuclear porque é uma energia limpa e que, com pouca quantidade de urânio, já é suficiente para abastecer grandes cidades por algum tempo.

A resposta do aluno A13 foi incluída nessa categoria por estar vinculada à natureza das interações e à dimensão da energia envolvida nas transformações nucleares para explicar seu uso, por exemplo, em usinas nucleares, indústria, agricultura ou medicina. Também por relacionar os efeitos biológicos e ambientais (radiações ionizantes). As respostas A2, A5, A6, A9 e A12 vinculam-se às radiações ionizantes.

Com relação às respostas apresentadas pelo aluno A6 nas duas aplicações do questionário, estas explicitam uma mudança de posicionamento. Inicialmente mostra-se contrário à utilização da energia nuclear, considerando-a como algo extremamente perigoso, porém, não cita outros recursos que poderiam ser utilizados para sua substituição. No segundo questionário, o aluno continuou enfático em suas colocações, mas com modificações sobre o pensamento anterior. Utilizando-se de repertórios diversificados para expor seu ponto de vista, expressa a noção de que, em havendo um controle rigoroso, o uso da energia nuclear não causaria problema algum, e ainda cita um dos pontos positivos relacionados à sua utilização: não poluir tanto o ambiente. Também comenta o conceito de meia-vida (tempo necessário para que metade do número de átomos do isótopo radioativo presente em uma amostra se desintegre), o qual prejudicaria futuras gerações. Tal conceito não é algo comumente discutido por alunos dentro da sala de aula.

O aluno A14 que não se pronunciou inicialmente em relação ao tema, pois desconhecia o assunto, na segunda aplicação pontuou alguns aspectos positivos em relação à energia nuclear, vinculadas à quantidade do material radioativo em relação a outras fontes de energia. Por exemplo, o carvão mineral, são necessárias 25 toneladas para produzir a mesma quantidade de energia de 10 gramas de Urânio 235, segundo a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN).

Isso nos leva às ideias de Mortimer e Scott (2002), para quem há pouco espaço para as interações discursivas em sala de aula, sendo predominante o padrão de ensino tradicional. Partilham dessa visão Socha e Marin (2015), para quem o professor apenas expõe o conteúdo - desconsiderando os conhecimentos prévios e o processo de construção do conhecimento dos alunos - e, em seguida, resolve exercícios mecanicamente, caracterizando a falta de interação entre professor e alunos. Rego (2007) defende que as interações sociais são imprescindíveis para o desenvolvimento e aprendizado do aluno, pois



Passam a ser entendidas como condição necessária para a produção de conhecimentos por parte dos alunos, particularmente aquelas que permitam o diálogo, a cooperação e troca de informações mútuas, o confronto de pontos de vista divergentes e que implicam na divisão de tarefas onde cada um tem uma responsabilidade que, somadas, resultarão no alcance de um objetivo comum. Cabe, portanto, ao professor não somente permitir que elas ocorram, como também promovê-las no cotidiano da sala de aula (REGO, 2007, p.110).

Ressalte-se que as interações discursivas, entre alunos e entre professor e alunos, são facilitadas por estratégias educacionais como o *peer instruction*. É importante destacar o papel do professor que, ao planejar as atividades, deve incluir perguntas que instiguem o aluno a buscar respostas e a exercitar os diferentes caminhos possíveis como descrito nos processos interativos de Mortimer e Scott (2002).

#### *Categoria Aplicações Tecnológicas*

Nenhuma resposta, tanto no pré-teste quanto no pós-teste, foi classificada na categoria Aplicações tecnológicas.

#### *Respostas sem classificação*

É importante ressaltar que algumas falas não se enquadraram em nenhuma das categorias, porém, serão apresentadas pela importância que representam para acompanhar a evolução dos alunos na comparação com o pós-teste.

A1 - A favor, pois a água é um bem precioso e utilizando só para o consumo ela irá durar mais.

A3 - Não tenho conhecimento sobre o assunto.

A7 -Eu seria a favor, embora não saiba muito sobre o assunto acredito que seja eficiente, pois vários países da Europa usam essa energia.

A11 - Eu seria a favor, dependendo do custo que levaria para a população.

A14 - Não tenho conhecimento sobre o assunto e não gostaria de me posicionar neste momento.

Essas respostas foram apresentadas no pré-teste, ou seja, antes do desenvolvimento da proposta de trabalho em sala de aula. Coube então ao professor, fundamentar seu trabalho conforme as necessidades dos alunos, respeitando seus pontos de vista e considerando seus conhecimentos prévio como base para o desenvolvimento das atividades de ensino.

### 3.2.2. Análise da Questão 2

“Explique os pontos positivos e negativos da radioatividade. Caso consiga identificar apenas pontos positivos ou pontos negativos, indique quais são eles e explique sua resposta”.

#### *Categoria Radiações e suas Interações:*

##### Respostas do pré-teste:

A1 - Ela traz substâncias necessárias ao corpo; o ponto negativo, a exposição a ela faz mal.

A2 - A energia é usada na área medicinal, ajudando na cura de doenças.

Exemplo: raios x.

A6 - O ponto positivo é o fato de utilizarmos para matar bactérias dos alimentos, usar para a saúde como no caso dos raios x.

A resposta do aluno A1 inclui-se a essa categoria devido a identificar diferentes tipos de radiações presentes na vida cotidiana, reconhecendo sua sistematização no espectro eletromagnético (das ondas de rádio aos raios  $\gamma$ ) e sua utilização através das tecnologias a elas associadas (radar, rádio, forno de micro-ondas, tomografia, etc.). Em relação ao aluno A2, na resposta há uma tentativa de avaliar os efeitos biológicos do uso de radiações não ionizantes em situações do cotidiano. Por fim, o aluno A6 encaixa-se nesta categoria por estar relacionado a natureza das interações e a dimensão da energia envolvida nas transformações nucleares para explicar seu uso na medicina.

##### Respostas do pós-teste:

A1 - Ajuda muito, pois em relação à saúde, ela melhora ajudando com materiais como a máquina de raios x, ou através das ondas emitidas pelo sol trazendo vitaminas que o corpo necessita. Pode ajudar em relação à energia, pois de certa forma é uma energia limpa. Em relação à segurança de aeroportos e fronteiras ajudando a detectar armas entre outras coisas. Pontos negativos: está relacionado com as sobras dos rejeitos radioativos, por exemplo, o criptônio e o bário. A radioatividade em excesso por conta dos raios x pode causar tumores e prejudicar a pele.

A2 - Usados para fins medicinais e para a energia.

A3 - Usado para a medicina e também poderíamos pensar em novas usinas como fonte de energia como as do Rio de Janeiro.

A6 - Pode ser utilizada em diversas áreas, como na saúde, ajudando em vários tratamentos; na segurança de aeroportos.

A7 - Ponto positivo é o uso dela nos alimentos, na medicina e o fato de considerar-se uma energia limpa.

A8 - No caso para a medicina (o raios x) e também feito para fabricar energia.

A9 - Usamos na medicina, na segurança, em celulares, micro-ondas, rádio etc.

A11 - Usado na geração de energia, raios x (saúde) etc.

A14 - É que quando controlada pode ser usada como fonte de energia nuclear em um processo chamado de fissão nuclear, pode ser utilizada na medicina, como cura de câncer, entre outras.

As respostas dos alunos A1, A2, A3, A6, A7, A8, A9, A11 e A14 indicam conhecer (ou, ao menos reconhecer) a natureza das interações e a dimensão da energia envolvida nas transformações nucleares para explicar seu uso na medicina.

Da resposta inicial do aluno A1, bastante vaga, tenta apontar a existência de fatores positivos e negativos para a saúde. Na resposta ao pós-teste, o aluno A1 expõe com mais detalhes esses pontos, o que, por si, representa um ganho de aprendizagem. O aluno ampliou seus pontos de vista, inclusive trazendo aplicabilidades da Física das Radiações no campo da segurança e da Medicina. Dentre os fatores negativos, mencionou o lixo radioativo, utilizando alguns elementos químicos como exemplo. Observa-se que há variedade na argumentação desenvolvida pelo aluno, caracterizando um enriquecimento do seu ponto de vista e de sua aprendizagem, certamente facilitado pela participação em atividades escolares que fazem uso de estratégias como o *peer instruction*.

Diferentemente do aluno A1, o aluno A6 só adota pontos positivos, tanto no pré quanto no pós-teste. Em seu primeiro questionário, menciona os benefícios da radioatividade associados aos alimentos, que contribuem para um maior tempo de vida útil do alimento, em especial as frutas. No questionário final, relaciona outras possibilidades da aplicação que indicam sua compreensão de usos no cotidiano.

A aluna A3, que não se posiciona de início por não ter conhecimento sobre o assunto, traz algumas contribuições no questionário final, em relação à Medicina e à produção de energia, diminuindo a dependência em relação às hidrelétricas, e demonstrando conhecer o fato de utilizarem-se dessa fonte de energia no estado do Rio de Janeiro.

O aluno A14, que também não se posiciona inicialmente, no questionário final tenta explica a forma de produção de energia nuclear através do processo de fissão nuclear (controlada) e sua utilização para tratar pacientes com câncer, denotando um aumento de seu repertório cultural.

Estudos têm demonstrado que quando os alunos atribuem significado aos conhecimentos o aprendizado ocorre de forma mais eficaz (MORTIMER, 2005), ou seja, interagindo com o professor ou com seus pares, eles têm a possibilidade de

reconstruir seus pontos de vista e produzir conhecimento. Araujo e Mazur (2013, p. 367) descrevem a meta principal do PI como sendo “promover a aprendizagem dos conceitos fundamentais dos conteúdos em estudo, através da interação entre os estudantes”.

Em vários desses exemplos – seja em situações de diferença de posicionamento entre o pré-teste e o pós-teste; ou casos em que o aluno afirmava no início desconhecer o assunto ou não ter opinião formada e no final manifestava-se, senão com propriedade ao menos com interesse - é possível relatar um ganho em relação a seu repertório inicial. Como aponta Mortimer (1998), a forma como pensamos e construímos a cultura científica resultou em um discurso único, diverso do gênero do discurso cotidiano, portanto, valorizar a cultura na qual o aluno está inserido pode trazer grandes contribuições para o aprendizado da Ciência.

### *Categoria Energia nuclear e Radioatividade*

#### Respostas do pré-teste

- A5 - São devido à radioatividade causar acidentes gravíssimos para o ser humano e a natureza.
- A9 - Os pontos negativos é que podem deformar a pele e também pode causar vários tipos de câncer.
- A11 - Deve ser mais econômico, mas o risco para a saúde deve ser maior.
- A12 - Pode fazer mal, pois a radioatividade é perigosa.
- A13 - A energia nuclear é perigosa para o meio ambiente.
- A14 - Só tem lado negativo, devido à explosão da usina nuclear do Japão.

As respostas desses alunos foram alocadas nessa categoria por levarem em consideração os efeitos biológicos e ambientais da radioatividade, bem como, o das radiações ionizantes.

#### Respostas do pós-teste

- A1 - Ajuda muito, pois em relação à saúde ela melhora ajudando com materiais como a máquina de raios x, ou através das ondas emitidas pelo sol trazendo vitaminas que o corpo necessita. Pode ajudar em relação à energia, pois de certa forma é uma energia limpa. Em relação à segurança de aeroportos e fronteiras ajudando a detectar armas entre outras coisas. Pontos negativos: está relacionado com as sobras dos rejeitos radioativos, por exemplo, o criptônio e o bário. A radioatividade em excesso por conta dos raios x pode causar tumores e prejudicar a saúde.
- A2 - A radioatividade em excesso no corpo humano pode causar câncer e outras anomalias, e também o lixo nuclear radioativo que deveria ser reciclado e que não ocorre devido a seu alto custo, ou seja, o ser humano pensando somente nas questões financeiras e não no bem-estar da sociedade.
- A3 - Ela em excesso traz danos tanto para a atmosfera quanto para a saúde.

A5 Afeta o meio ambiente devido ao lixo nuclear (resto de urânio). Pontos positivos: energia limpa e recursos minerais disponíveis na natureza.

A6 - Em excesso pode fazer mau (sic) e também causar desastre em usinas nucleares.

A7 - Ponto negativo seria o lixo nuclear radioativo que é gerado. Ponto positivo é o uso dela nos alimentos, na medicina e o fato de considerar-se uma energia limpa.

A8 - Se não souber usar ou cair em mãos erradas pode matar milhares de pessoas.

A11 - Bomba nuclear pode ser perigosa, e na geração de energia pode ficar descontrolada e acabar acontecendo um desastre.

A12 - Positivo: Energia limpa, também pode ser utilizada em tratamentos de câncer e serve para detectar objetos que morreram há muitos anos (datação de carbono 14). Negativo: O lixo radioativo exposto ao ambiente e em alguns casos jogados no mar.

A13 - Como ponto positivo se usa a radioatividade nos aceleradores de partículas para tratamento de câncer em estágios avançados e não mais tratamentos como a quimioterapia. O negativo seria a falta de informação das empresas que vendem produtos radioativos sem conhecimento, como a camisinha de lampião no nordeste, que por ser radioativa contaminou várias pessoas, causando o câncer.

A14 - É que a radioatividade em grande escala e sem controle pode gerar bombas nucleares, lixo radioativo, entre outros problemas.

Os alunos A1, A2, A5, A7, A11, A12 e A14 incluem-se nessa categoria por mencionarem os efeitos ambientais produzidos pelo “lixo radioativo”. Enquanto que os alunos A3 e A13 relacionam a compreensão das transformações nucleares que dão origem à radioatividade para reconhecer sua presença na natureza.

Para aluna A5, em seu questionário inicial, pontuou negativamente a Radioatividade, porém, em seu questionário final, acrescentou pontos positivos, ou seja, houve favorecimento do pensamento criativo pelo maior nível de transferência do conteúdo aprendido, além de favorecimento do pensamento crítico e da aprendizagem como construção do conhecimento (PONTES NETO, 2001).

A aluna A11 segue o mesmo caminho, apontando riscos em sua resposta inicial. Contudo, na resposta ao pré-teste percebe-se que adotou uma posição ainda mais negativa. Em suas ponderações iniciais, há o relato de informações distorcidas, uma vez que as usinas nucleares têm um alto investimento em segurança se comparadas a outras fontes de energia, segundo o Conselho Nacional de Energia Nuclear (CNEN). No questionário final, embora apresente considerações sobre o tema estudado, mantém uma visão negativa da energia nuclear e da radioatividade.

Em consonância com o posicionamento de A5 e A11, o aluno A14 também parece fixar-se nos fatores negativos, tanto no pré-teste quanto no pós-teste. É importante ressaltar que o aluno participou ativamente das atividades

realizadas e em seu questionário final tece considerações plausíveis sobre os processos de produção da energia nuclear e radioatividade.

Portanto, das duas manifestações percebe-se que houve um aumento em seu repertório cultural, levando-nos a acreditar nas ideias de Mortimer e Smolka (2001), para quem o estudante pode desenvolver várias formas de representar determinados assuntos e cabe ao professor possibilitar caminhos para sua utilização no contexto apropriado.

Também o aluno A13 parte do princípio que existem somente fatores negativos para a energia nuclear, mas no questionário final diversifica suas considerações. O aluno faz menção a partículas elementares, assunto ainda distante de ser ensinado no Ensino Médio, segundo Ostermann (1999). Por outro lado, o aluno faz menção, de maneira equivocada, a um artefato que é parte de lâmpões a gás e que contém uma quantidade de material radioativo pequena e insuficiente para causar doenças como o câncer. Aqui cabe reiterar a importância da realização de testes conceituais antes e após as atividades de ensino, pois estes nos permitem identificar conhecimentos que não foram internalizados, ou que foram internalizados de forma incorreta pelos alunos, assim como eventuais ilações sem fundamento que venham a ser feitas.

Por fim, outro ponto que merece atenção é a evolução das ideias do aluno em sala de aula através da noção de perfil conceitual. Segundo Mortimer (1996), é possível situar as ideias dos alunos num contexto mais amplo em que o professor passa a ser fundamental para a transformação, ou seja, o aluno continuou utilizando conceitos cientificamente incorretos em seu pós-teste, cabendo ao professor revisitar o conceito e permitir que o mesmo reflita sobre suas afirmações possibilitando a construção do saber científico.

A resposta inicial e a resposta final da aluna A12 apontam que houve uma abertura de ponto de vista, de forma que pontos positivos e negativos são vislumbrados com relação a um mesmo assunto, o que, na perspectiva de Mortimer e Scott (2002) indica que:

o processo de aprendizagem não é visto como a substituição das velhas concepções, que o indivíduo já possui antes do processo de ensino, pelos novos conceitos científicos, mas como a negociação de novos significados num espaço comunicativo no qual há o encontro entre diferentes perspectivas culturais, num processo de crescimento mútuo. As interações discursivas são consideradas como constituintes do processo de construção de significados. (SCOTT, 2002, p. 284)

Ou seja, é na busca das ressignificações que se constrói conhecimento científico e para que isso ocorra o auxílio de estratégias de ensino diversificadas, como o *peer instruction*, é fundamental.

### 3.2.3. Questionário fechado

Os 12 alunos que participaram da pesquisa também responderam a um questionário composto por perguntas com alternativas fechadas, sendo que havia a possibilidade, em algumas questões, de escolher mais de uma alternativa. Da mesma forma que o questionário aberto, este foi aplicado duas vezes, como pré-teste e como pós-teste.

Como se trata de um número pequeno de sujeitos, não cabe fazer qualquer tipo de estatística. Os resultados serão apresentados, a título de comparação, em função do número de respostas em cada alternativa nas duas aplicações. No Quadro 21 apresentamos os resultados do questionário fechado.

A evolução das respostas das questões 3, 4, 5, 6 e 13 permite inferir que os alunos se mostraram motivados com o tema Física das Radiações e buscaram mais informações na Internet e na televisão. Embora sejam comuns no ambiente escolar críticas ao uso, por parte dos alunos, de equipamentos tecnológicos – especialmente celulares com acesso à Internet – seu uso em conjunto com o *peer instruction* pode trazer contribuições para o processo de ensino aprendizagem (MAZUR, 2015).

Dessa forma – e lembrando que a realidade do ensino de Física nas escolas não tem sido capaz de subsidiar o desenvolvimento do sujeito que tanto almejamos – cabe questionar se as críticas não deveriam ser substituídas por uma utilização direcionada pelo professor em favor da aprendizagem. Sendo assim, nessa proposta de ensino de Física das Radiações procuramos contextualizar os conteúdos em situações do cotidiano que envolvem os conceitos trabalhados, no sentido de dar sentido a esses conhecimentos (AGUIAR JR; MORTIMER; 2005).

Quadro 21 - Análise dos questionários

Enunciado da Questão	Alternativas	No. Alunos	
		Pré-teste	Pós-teste
Questão 3 - Você já ouviu falar sobre esse assunto em algum lugar? Indique por qual meio tomou conhecimento do assunto (é permitido marcar mais de uma resposta).		Pré-teste	Pós-teste
	Nunca ouvi falar	1	0
	Escola	7	11
	TV	5	6
	Internet	4	5
	Livros/revistas	1	3
Questão 4 - Você já estudou radioatividade na escola?		Pré-teste	Pós-teste
	Sim	5	11
	Não	6	1
	Não sei	1	0
Questão 5 - Considera o tema radioatividade importante no seu dia a dia e gostaria de aprender sobre o assunto?		Pré-teste	Pós-teste
	Sim	12	12
	Não	0	0
	Não sei	0	0
Questão 6 - Uma onda eletromagnética transporta energia em qualquer meio?		Pré-teste	Pós-teste
	Sim	4	12
	Não	5	0
	Não sei	3	0
Questão 7 - Os raios X podem ser gerados quando elétrons colidem com alvos metálicos e são desacelerados?		Pré-teste	Pós-teste
	Sim	2	12
	Não	4	0
	Não sei	6	0
Questão 8 - Partículas alfa e partículas beta são radiações corpusculares que interagem pouco em contato com seres humanos?		Pré-teste	Pós-teste
	Sim	3	6
	Não	1	6
	Não sei	8	0
Questão 9 - Os raios X são os mais energéticos do espectro eletromagnético?		Pré-teste	Pós-teste
	Sim	0	0
	Não	3	12
	Não sei	9	0
Questão 10 - O Brasil não possui registro de acidentes radioativos?		Pré-teste	Pós-teste
	Sim	4	6
	Não	2	6
	Não sei	6	0
Questão 11 - O material mais utilizado para a produção de energia elétrica em uma usina nuclear é o urânio 235?		Pré-teste	Pós-teste
	Sim	4	12
	Não	0	0
	Não sei	8	0
Questão 12 - O Brasil possui usinas nucleares?		Pré-teste	Pós-teste
	Sim	5	12
	Não	2	0
	Não sei	5	0
Questão 13 - O Sol e as demais estrelas são fontes de partículas que emitem radiações eletromagnéticas?		Pré-teste	Pós-teste
	Sim	8	12
	Não	1	0
	Não sei	3	0
Questão 14 - Materiais radioativos só emitem radiações por apresentarem núcleos estáveis?		Pré-teste	Pós-teste
	Sim	4	0
	Não	0	12
	Não sei	8	0

Fonte: Autor



Em relação às questões sete e nove, percebemos que os alunos sabiam da importância dos raios X, porém não conseguiam estabelecer relações que permitissem uma explicação científica do tema. Somente após as atividades de ensino perceberam que os raios X são muito mais complexos que uma chapa radiográfica. No sentido de minimizar as dificuldades de assimilação pelos alunos, durante as atividades de ensino foi apresentada, com o propósito de contextualização, parte da história dos raios X, desde a descoberta até os dias atuais, procurando estabelecer relações com o cotidiano dos estudantes.

Portanto, trabalhar os conhecimentos sobre Radiações do ponto de vista histórico, de forma a despertar a curiosidade dos alunos e ajudá-los a reconhecer a Física como um empreendimento humano, é um dos fatores essenciais para a aprendizagem, como descrito por Ostermann e Moreira, (2000). Para Mortimer e Scott (2002) trata-se de desenvolver a “estória científica”, ou seja, disponibilizar as ideias científicas (incluindo temas conceituais, epistemológicos, tecnológicos e ambientais) no plano social da sala de aula.

Com relação às questões 8 e 10, os alunos apresentaram dificuldade para compreendê-las, como pode ser visto nos indicadores do pré-teste e pós-teste. Mesmo percebendo tais dificuldades, acreditamos que a compreensão de conceitos de Física Moderna e Contemporânea está ao alcance dos alunos de ensino médio. Afirmar o contrário não apenas subestima a capacidade dos estudantes, mas isenta o professor da responsabilidade de ensinar.

Nas respostas iniciais às questões 11, 12 e 14, o desconhecimento por parte dos alunos em relação às usinas nucleares como fonte de energia - e sua utilização também no Brasil - era total. Após as atividades de ensino, verificou-se que os alunos não tiveram grandes dificuldades em responder às questões, passando a defender sua utilização como fonte de energia limpa e como mais uma alternativa em nossa matriz energética, reduzindo a dependência das hidroelétricas.

Nas questões 11 e 14 os alunos se reportaram ao jogo “Dominó radioativo” (Figura 8, p.64) que, no conjunto das atividades desenvolvidas, forneceu subsídios para as respostas. Sem esse recurso os estudantes teriam maior dificuldade para responder corretamente.

Os questionários aplicados em dois momentos dessa pesquisa tiveram diferentes finalidades. Inicialmente, o pré-teste forneceu informações sobre os conhecimentos prévios dos estudantes, base a partir da qual foram elaboradas as

atividades de ensino. No planejamento das atividades privilegiaram-se estratégias, como o *peer instruction* em especial, que estimulasse as interações entre alunos e destes com o professor, pois esses processos interativos são de suma importância para a construção do conhecimento científico (MORTIMER, 2006). Os mesmos questionários aplicados ao final das atividades de ensino, no pós-teste, nos permitiram avaliar os avanços ocorridos do ponto de vista da aprendizagem de conceitos relacionados à Física de Radiações.

Sabemos que levantamentos de concepções realizados logo após os momentos de aprendizagem precisam ser relativizados, pois a aproximação temporal com as atividades de ensino transparece nas respostas. Para que a interiorização dos conhecimentos possa ser melhor avaliada seria necessário reaplicar o instrumento – ou outro instrumento mais elaborado - passado um tempo maior. Mas, independente da reafirmação dos resultados, é cada vez mais urgente em nossas escolas contemplar o aluno com outras possibilidades didático-pedagógicas, capazes de ampliar o senso crítico e sua conscientização de modo que possam atuar assumindo suas responsabilidades na sociedade (KRASILCHIK, 1985).

E a utilização de estratégias como o *peer instruction* auxiliará no enfrentamento dessas dificuldades apresentadas pelos alunos, pois constitui-se em um movimento multidirecional, em que os estudantes não apenas processam ideias através de informações desenvolvidas pelo professor. Em movimento inverso, eles próprios passam a ter um papel importante no desenvolvimento de suas argumentações, o que torna os aspectos cognitivos mais variados e complexos.

### **3.3. Contribuições do *peer instruction* e das interações discursivas**

A título de ilustração, discutiremos o caso de dois participantes da pesquisa cujas respostas sofreram alterações significativas entre o pré-teste e pós-teste, que podem ser atribuídas à participação dos mesmos nas atividades de ensino em que o *peer instruction* foi utilizado com estratégia capaz de facilitar as interações entre alunos e entre aluno e professor.

O aluno A6, que no questionário inicial afirmou ser contra a energia nuclear “pois existem outras maneiras de se obter energia”, após a participação nas

atividades didáticas mostra-se mais aberto, afirmando ser favorável caso haja controle rigoroso, tendo em vista que “se acontecer algo em uma usina nuclear os danos serão quase permanentes e durarão mais do que as nossas vidas, afetando futuras gerações”.

Na análise do questionário fechado, apresentada no tópico anterior, constatamos que houve apropriação dos conteúdos desenvolvidos ao longo das aulas o que, certamente, contribuiu para que o aluno A6 construísse seu ponto de vista. Da mesma forma, as transcrições apresentadas no Quadro 18 (p.81) mostram a participação desse aluno junto com seus colegas e com o professor na discussão do conceito de meia-vida em atividade utilizando o *peer instruction* a partir de um item retirado do Exame Nacional do Ensino Médio (2005).

O aluno A14, que em seu questionário inicial elencou fatores negativos, também teve participação ativa nas atividades realizadas. Por ocasião da discussão do item do ENEM/2003, não apenas manifesta-se com relação à resposta correta, mas externaliza uma dúvida surgida nas discussões.

Podemos perceber que mesmo apresentando dúvida nas interações com outros alunos e o professor, no questionário final teceu considerações plausíveis sobre os processos de produção da energia nuclear, inclusive expondo pontos positivos e negativos da radioatividade, os quais não constavam em seu questionário inicial.

Portanto, a ampliação de seu repertório cultural - como visto através das transcrições e nas manifestações de seus pontos de vista, enriquecidos em relação ao questionário inicial - leva-nos a acreditar que a aprendizagem por processos interativos pode desenvolver várias formas de representar determinados assuntos e cabe ao professor possibilitar caminhos para sua utilização no contexto apropriado (MORTIMER, 2001).

Segundo Mortimer (1997), as interações discursivas em sala de aula ainda têm pouco espaço, prevalecendo o ensino predominantemente tradicional. Nesse modelo, como dissemos anteriormente, o professor expõe o conteúdo de forma que os conhecimentos prévios e o processo de construção do conhecimento dos alunos continuam sendo desconsiderados (SOCHA; MARIN, 2015).

Rego (2007) também defende que as interações sociais são imprescindíveis para o desenvolvimento e aprendizado do aluno, pois

Passam a ser entendidas como condição necessária para a produção de conhecimentos por parte dos alunos, particularmente aquelas que permitam o diálogo, a cooperação e troca de informações mútuas, o confronto de pontos de vista divergentes e que implicam na divisão de tarefas onde cada um tem uma responsabilidade que, somadas, resultarão no alcance de um objetivo comum. Cabe, portanto, ao professor não somente permitir que elas ocorram, como também promovê-las no cotidiano da sala de aula. (REGO, 2007, p. 110).

Por outro lado, as interações discursivas entre alunos e entre professor e alunos, são facilitadas com o auxílio de estratégias educacionais como o *peer instruction*. Nesta pesquisa, a importância desse recurso na construção da aprendizagem e sua importância são destacadas na fala do aluno A8, ao afirmar que “Contribuí porque dá para discutir as opiniões, assim, diferentes e chegar a um consenso” e da aluna A2, ao destacar que “também tem a forma de debate”. Tais caminhos possibilitaram ao aluno A14 refazer seus pontos de vista e desenvolver-se culturalmente.

Portanto, utilizar o *peer instruction* é desenvolver um movimento multidirecional, no qual o aluno passa a ser o centro do processo de aprendizagem, como manifesta Rego (1999):

os estudantes constroem o conhecimento em parceria, pois utilizam da argumentação, que possibilita a “abstração e generalização de objetos” de forma a estabelecer “significados através da percepção e interpretação” de conceitos tanto para quem explica quanto para quem ouve, que esforça-se em entender. Dessa forma o conhecimento é internalizado (REGO, 1999, p.53-55).

Finalizando esta dissertação, apresentaremos a seguir nossas conclusões e as possibilidades para a continuidade desta pesquisa.

## CONCLUSÕES

Atualmente, os métodos utilizados por professores de Física estão ainda próximos do ensino tradicional, com aulas pouco atrativas, baseadas na apresentação de leis e fórmulas em verdadeiro monólogo docente. Neste formato há pouca liberdade para o estudante se manifestar de forma crítica em relação ao conteúdo que está sendo apresentado. Além disso, atribui-se no ensino de Física, ênfase excessiva à resolução de exercícios, voltados na maioria das vezes ao treinamento dos estudantes para as provas de acesso ao ensino superior.

Frente a essas questões, e devido também ao fato de que estamos buscando há tempos em nossa prática profissional privilegiar atividades didáticas que deem voz aos estudantes, realizamos uma pesquisa que teve como objetivo geral investigar a efetividade do *peer instruction*, enquanto estratégia facilitadora dos processos de interação nas aulas de Física, particularmente no ensino do tema “Radiações”.

Para alcançar essa meta, estabelecemos alguns objetivos específicos que conduziram as diferentes etapas da pesquisa, iniciando por delimitar através da literatura o potencial educacional do *peer instruction*. Nesse quesito, os trabalhos de Mazur e Somer (1997), Crouch *et al.* (2007), Muller (2013), Palharini (2012), Reis (2013), Scheel (2013) e Barros *et al.* (2015) relatam episódios de sucesso na utilização da estratégia. Nossos resultados reafirmaram que o *peer instruction* propicia maior liberdade para os alunos exporem suas conclusões perante o professor; torna as aulas mais dinâmicas quando comparadas ao método tradicional em que, praticamente, existe uma só voz na sala de aula; e, o que consideramos muito importante, os alunos não demonstraram nenhuma resistência ou apresentaram dificuldades em relação ao seu uso, confirmando o sucesso do potencial educacional da estratégia.

Quanto ao objetivo de investigar o papel das interações nas aulas de Física, há alguns pontos a considerar. O fato da linguagem não científica utilizada pelos estudantes ser “compreendida” e decodificada pelo professor e o diálogo ser mantido a partir dela – e apesar dela - permite que a discussão se estenda. Quando corrigido de imediato pelo uso de linguagem coloquial, o aluno tende a se fechar e se torna refratário a novas participações. Dessa forma, considerando um ponto de vista muitas vezes de senso comum é possível desenvolver um raciocínio que leve o

aluno a refazer suas colocações de forma mais próxima da linguagem/conhecimento científico.

Essa dinâmica permite que os conhecimentos trazidos pelos alunos sejam aproveitados na construção do conhecimento científico, que é uma das principais características da aprendizagem. Mortimer (1996) vai além ao afirmar que o conhecimento que o estudante traz consigo não será substituído nem mesmo transformado, mas sim, caminhará em conjunto com o saber construído cientificamente.

Quanto ao objetivo de analisar o papel educativo do *peer instruction* nos processos interativos aluno-aluno, constatamos que a liberdade dos mesmos para analisar as falas dos colegas e a confiança para ouvir e alterar suas escolhas foram produtivos para o processo de ensino aprendizagem. Acompanhamos explicações de alunos que acarretaram em mudanças na escolha de outros estudantes, na linha do que Mortimer e Scott (2002) chamam de padrões de interação do tipo I-R-P-R-F.

Com relação à delimitação das possibilidades de construção do conhecimento científico na relação entre professor e aluno por meio do *peer instruction*, percebemos a importância da mediação do professor nas situações em que os alunos tendem para respostas incorretas, conduzindo-os a rever seus pontos de vista, que é outra finalidade da aprendizagem.

Embora a pesquisa tenha apontado inúmeros pontos a favor da utilização do *peer instruction* no ensino de Radioações nas aulas de Física do Ensino Médio, há limitações educativas que não podem ser desprezadas. Uma delas está relacionada à pré-leitura dos textos, fase importante para o sucesso da estratégia da forma como utilizamos. A leitura realizada antes das aulas e o retorno dos pontos de maior dificuldade, permitiriam partir das dificuldades dos alunos, o que, infelizmente, não ocorreu. Foi possível notar que os estudantes que realizaram as atividades prévias participavam de maneira positiva no transcorrer das aulas, indicando que se todos assumissem a leitura como ponto de partida o sucesso seria maior.

Uma limitação que costuma ser apontada na literatura, relativa aos “custos” envolvidos nos processos de votação eletrônica após os testes conceituais, não foi percebida em nossa pesquisa. O modelo de votação do qual nos utilizamos - cartões respostas - não exige praticamente nenhum investimento e mostrou-se

eficiente no desenvolvimento das atividades, contrariando eventuais argumentos restritivos relacionados aos custos e que inviabilizariam a adoção da estratégia em escolas públicas. Como vantagem adicional, o sistema possibilitou maior interação social; o desenvolvimento da capacidade de trabalhar em grupos; e ser participativo na disciplina, benefícios que podem ser estendidos à outras disciplinas, à escola e à sociedade em que o aluno está inserido.

Finalmente, tendo sido contemplados os objetivos específicos, podemos afirmar que, com relação ao grupo de estudantes investigado, o *peer instruction* mostrou-se uma estratégia facilitadora dos processos interativos no desenvolvimento do tema “Radiações”, nas aulas de Física de um Cursinho Social oferecido em uma escola pública do interior do estado de São Paulo.

Embora seja necessário relativizar os resultados por conta das dimensões do grupo investigado e da impossibilidade de um distanciamento maior entre as atividades de ensino e a aplicação do pós-teste, consideremos em resposta à questão que nos colocamos inicialmente que o *peer instruction* proporciona maior liberdade e melhor compreensão do conceito estudado se comparado ao método tradicional, visto que os estudantes são encorajados a darem suas contribuições nos testes conceituais e se autocorrigirem.

Os estudantes manifestaram-se de maneira favorável à utilização do *peer instruction*, e dentre as razões por eles apontadas estão o trabalho em grupo; a liberdade para expressar suas opiniões, tanto individual quanto coletivamente; e a percepção de que a compreensão do conteúdo abordado foi maior, conforme manifestação dos alunos A2, A8, A9 e A10. Acrescentamos aqui a percepção do pesquisador sobre o potencial positivo da estratégia para melhorar a interação entre os estudantes e destes com o professor.

Do ponto de vista do professor, houve valorização no planejamento das aulas; modificação dos critérios de avaliação, pois as interações entre estudante-estudante e professor-estudantes são fontes de informação importantes; e mais consciência em relação às dificuldades de aprendizagem por parte dos alunos, o que nos moldes tradicionais não era muito evidente.

Quanto à motivação, é possível afirmar que o *peer instruction* foi bem recebido pelos estudantes do Ensino Médio e que apresenta potencial para ser utilizado em outras disciplinas na medida em que favorece o desencadeamento de processos interativos na sala de aula. Tais benefícios vêm de encontro ao que

Mortimer (1996) trata como pontos essenciais para a aprendizagem ocorrer, pois a interação entre os estudantes lhes permite ratificar ou retificar suas hipóteses, mecanismo necessário para a construção de um conhecimento científico consistente. Portanto, temos o desafio de contribuir para a inserção desta e de outras metodologias ativas no espaço escolar.

Como perspectiva de continuação da pesquisa, vislumbramos a possibilidade de investigar as contribuições do *peer instruction* – enquanto estratégia de ensino – e das interações discursivas nas aulas de Física para uma aprendizagem significativa, ampliando o número de participantes na pesquisa e adequando os instrumentos de coleta de dados a esse novo objetivo. Além disso, planejamos desenvolver um software de baixo custo, para moodle ou aplicativos, que possa otimizar o uso do *peer instruction* na educação básica.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR JR, O; MORTIMER, E.F. (2005). Promovendo a tomada de consciência dos conflitos a superar: análise da atividade discursiva em uma aula de ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, Disponível em: [http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo\\_ID128/v10\\_n2\\_a2005.pdf](http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID128/v10_n2_a2005.pdf). Acesso em: 29/01/2017.
- ANJOS, C. I. **A educação infantil representada: uma análise da revista nova escola (2005-2007)**. 2008. 124 p. Dissertação (mestrado). Programa de Pós-graduação em educação da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 2008.
- ARAUJO, I.S.; MAZUR, E. Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Universidade Federal de Santa Catarina – Florianópolis. v.30, n.2, p. 362-384, 2013. Disponível em: <http://www.pucpr.br/arquivosUpload/5379833311461697415.pdf>. Acessado em: 27/01/17
- ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A.; MOREIRA, M. A.. Um estudo exploratório sobre o uso de simulações computacionais na aprendizagem da lei de Gauss e da lei de Àmpere em nível de física geral. **Enseñanza de las ciências**, número extra, VII Congresso, 2005.
- ARAÚJO. U.F. **A quarta revolução educacional: a mudança de tempos, espaços e relações na escola a partir do uso de tecnologias e da inclusão social**, 2011.
- BAPTISTA, M. G. A. **A concepção do professor sobre sua função social: das práticas idealistas à possibilidade de uma ação crítica**. 2008.253p. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa. 2008.
- BARDIN, L.. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011, p.229.
- BARROS, M. A.; ZAGO, L.; Barros, M. V.; MASCARENHAS, I. P. O Método Peer Instruction: Uma proposta didática para o ensino do efeito fotoelétrico. XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF, Uberlândia - MG, **Anais**, 2015. Disponível < [http://www.sbfisica.org.br/v1/arquivos\\_diversos/SNEF/X/X-SNEF-Atas.pdf](http://www.sbfisica.org.br/v1/arquivos_diversos/SNEF/X/X-SNEF-Atas.pdf)> Acesso em 27/01/2017.
- BARROS, S.; CAVALCANTE, P.S. Os recursos computacionais e suas possibilidades de aplicação no ensino segundo as abordagens de ensino-aprendizagem. In André Neves e Paulo C. Cunha Filho (org.), **Projeto Virtus: educação e interdisciplinaridade no ciberespaço**. (2000). Recife: Editora Universitária da UFPE; São Paulo: Editora da Universidade Anhembi Morumbi.
- BARROS, S. **Os recursos computacionais e suas possibilidades de aplicação no ensino segundo as abordagens de ensino aprendizagem**. 1999. Disponível em: <http://homes.dcc.ufba.br/~frieda/mat061/as.html> Acesso em : 27/01/2017.

- BARROS, J. A. SILVA, G. S. F.; TAGLIATI, J. R., REMOLD, J. Engajamento Interativo no curso de Física da UFJF. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v 26, n.1, p. 6369, 2004.
- BASTOS, C. C. **Metodologias Ativas**. 2006. Disponível em: <http://educacaoemedicina.blogspot.com.br/2006/02/metodologias-ativas.html>. Acesso em: 27/01/ 2017.
- BAZZO, W. A. **Ciência, Tecnologia e Sociedade**: e o contexto da educação tecnológica. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1998.
- BERBEL, N. A. N. A problematização e a aprendizagem baseada em problemas: diferentes termos ou diferentes caminhos? **Interface**. Comunicação, Saúde e Educação, Botucatu, v 2, n. 2, p.140-160, fev.1998a.
- BERBEL, N. A. N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. **Ciências Sociais e Humanas**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 25-40, jan/jun 2011.
- BONADIMAN, H., **A aprendizagem é uma conquista pessoal do aluno**. O aluno como mediador, oferece condições favoráveis e necessárias para está caminhada. UNIJUÍ – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, 2005.
- BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação**. Uma introdução à teoria e aos métodos. Porto: Porto Editora, Coleção Ciências da Educação, 1994.
- BRASIL. Ministério da Educação. Pcn+ **Ensino Médio**: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciência da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília, MEC/SEMT, 2002.
- \_\_\_\_\_. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Lei número 9394, 20 de dezembro de 1996.
- \_\_\_\_\_. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: introdução aos parâmetros curriculares nacionais** / Secretaria de Educação Fundamental. – Brasília: MEC/SEF, 1997.
- \_\_\_\_\_. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio)**. Brasília: MEC, 2000.
- \_\_\_\_\_. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio**. Ministério da educação. Secretária da educação média e tecnológica. Brasília, 1999.
- BROCKINGTON, G.; Pietrocola, M. Serão as regras da transposição didática aplicáveis aos conceitos de física moderna? **Investigações em Ensino de Ciências**, V.10(3), p. 387-404, 2005.
- BRYMAN, A. **Research methods and organization studies**. London: Unwin Hyman, London, 1989.

- CACHAPUZ, A. F.; PRAIA, J. F.; JORGE, M. P. (2000). **Perspectivas de Ensino das Ciências**. Em A. Cachapuz (Org.), Formação de Professores/Ciências. Porto: CEEC.
- CARRETERO, M. **Construir e Ensinar as Ciências Sociais e a História**. São Paulo: Artes médicas, 1997.
- COLL & SOLÉ. A interação professor/aluno no processo ensino e aprendizagem. In: COLL, C., PALACIOS, J. E MARCHESI, A. **Desenvolvimento Psicológico e Educação. Psicologia e educação**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.
- DAMASIO, F.; TAVARES, A. **Perdendo o medo da radioatividade: pelo menos o medo de entendê-la**. Campinas: Autores Associados, 2010.
- DEMO, P. **Professor do futuro e reconstrução do conhecimento**. Petrópolis: Vozes; 2004.
- DINIZ, A.C. **Implementação do Método Peer Instruction em Aulas de Física no Ensino Médio**. 2015.152p. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2015.
- DUARTE, R. G.. **Os determinantes da rotatividade dos professores no Brasil: uma análise a com base nos dados do SAEB 2003**. Dissertação (Mestrado). 2009. 34 p. Faculdade de Economia, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2009.
- EISBERG, Robert; RESNICK, Robert. **Física Quântica**. Rio de Janeiro: Elsevier, 1979.
- FERNANDES, A. M. D. **A constituição da psicogênese enquanto teoria hegemônica na década de 80**. Fórum Educacional. Rio de Janeiro, v. 14, n. 1, dez. 1989/ fev. 1990.
- FIOLHAIS, C., & PESSOA, C. **Ensinar é Apenas Ajudar a Aprender**. Gazeta de Física, 26 (Fascículo 1). (2003). Disponível em: <[http://nautilus.fis.uc.pt/gazeta/revistas/26\\_1/entrevista.pdf](http://nautilus.fis.uc.pt/gazeta/revistas/26_1/entrevista.pdf)> Acesso em 27/01/2017.
- FIORENTINI, D.; LORENZATO, S. **Investigação em educação matemática: percursos teóricos e metodológicos**. Campinas, São Paulo: Autores Associados, 2006. 226 p.
- GADOTTI, M. Perspectivas atuais da Educação. **São Paulo em Perspectiva**. v.14(2), p. 3-11, 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/spp/v14n2/9782.pdf>. Acesso em: 27/01/2017.
- GIL, R. Análise de Discurso. In: BAUER, M. W.; GASKELL, G. (Orgs.). **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: Um manual prático**. 2 ed. Petrópolis, RJ: Vozes Editora, 2003, p (244-270).
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

- Goya, A.; Laburú, C. E. (2014). Uma atividade experimental de Física por meio de investigação multimodal representacional. **Experiências em Ensino de Ciências**, 9(2), 32-44.
- GROSSI, E. P. **O método pós-construtivista**. (2010). Disponível em: [http://www.ihuonline.unisinos.br/index.php?option=com\\_tema\\_capa&Itemid=23&task=detalhe&id=1419](http://www.ihuonline.unisinos.br/index.php?option=com_tema_capa&Itemid=23&task=detalhe&id=1419) >. Acesso em: 27/01/ 2017.
- HAGUETTE, M. T. F. Metodologias Qualitativas na Sociologia. In: HAGUETTE, Maria Teresa Frota. **A Etnometodologia**. Petrópolis: Vozes, 1992
- IOSIF, R. M. G. **A qualidade da educação na escola pública e o comprometimento da cidadania global emancipada: implicações para a situação de pobreza e desigualdade no Brasil**. (2007). 309p. Tese de doutoramento. Universidade de Brasília, Brasília, Brasil.
- KARAM, R. A. S.; PIETROCOLA, M. Formalização matemática X Física moderna no ensino médio: É possível solucionar esse impasse? In: XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 2008, Curitiba. **Anais ...Curitiba: SBF, 2008**.
- KRASILCHIK, M. Ensinando ciências para assumir responsabilidades sociais. **Revista de Ensino de Ciências**, v. 14, p. 8-10, 1985.
- LAIER, F.P; BETTINI, C. **Just-in-Time Teaching**, Peer Instruction, clicker – A revolução do Ensino Universitário Americano. Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Petróleo e Gás. PDPETRO, 6. Florianópolis (SC),2011.
- LA TAILLE, Y; OLIVEIRA, M. K.; DANTAS, H. **Piaget, Vygotsky, Wallon: teorias psicogenéticas em discussão**. São Paulo: Summus, 1992.
- LIBÂNEO, J. C. **Democratização da Escola Pública**. A Pedagogia Histórico – Crítico Social dos Conteúdos. São Paulo: Loyola,1986.
- LIBÂNEO, J. C. **Democratização da Escola Pública: a pedagogia crítico-social dos conteúdos**. 21ª ed. São Paulo: Loyola, 2006.
- LIMA, R. S. **Ensino e aprendizagem: concepções de um professor e alunos da educação básica de uma escola pública de São Paulo** 2011. 81p. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo,2011.
- LOPES. R. C. S. **A RELAÇÃO PROFESSOR-ALUNO E O PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM**. (2008). Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1534-8.pdf> acessado em :27/01/2017.
- LÜDKE, M. e ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

- MACEDO, L. de. Para uma psicopedagogia construtivista. In: ALENCAR, E. M. L. S. de. (Org.). **Novas contribuições da psicologia aos processos de ensino e aprendizagem**. São Paulo: Cortez, 1992. p. 119-140.
- MACHADO, D.; NARDI, R. Construção de conceitos de física moderna e sobre a natureza da ciência com suporte da hiperídia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v. 28, n. 4, p. 473-485, dez. 2006.
- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1999.
- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M.; **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.
- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia do trabalho científico**. 7ª ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- MATSUMOTO, M., M.; M., SUZUKI; N., TSUBOI; H., HATAGAKI; C.; SHIRAI, H. **Application of Rorschach for Japanese children: What the Rorschach means for Japanese children**. In Proceedings, 19. International Congress of Rorschach and Projective Methods, 2008, Leuven, Belgium. Leuven: IRS, 2008.
- MATTAR, F. N. **Pesquisa de marketing: metodologia, planejamento, execução e análise**, 2a. ed. São Paulo: Atlas, 2v., v.2, 1994.
- MAZUR, E., **Peer Instruction: A User's Manual**, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 1997.
- MAZUR, E.; SOMERS, M. D. **Peer Instruction: A user's manual**. Upper Saddle River, N. J. Prentice Hall, p. 253, 1997.
- Mazur, E.; Watkins, J. **Just-in-Time Teaching and Peer Instruction**. Physics, p. 39-62, 2007.
- MAZUR, E. **Peer Instruction: a revolução da aprendizagem ativa**; tradução: Anatólio Laschuk – Porto Alegre: Penso, 2015.252p.
- MEDEIROS, M. A.; LOBATO, A. C. Contextualizando a abordagem de radiações no ensino de Química. **Ensaio: pesquisa em educação em ciências**, v.12, n.3, p.65-84, 2010.
- MENEZES, L. C.; HOSOUHE, Y. Para lidar com o mundo real, a física escolar também precisa ser quântica. In: Simpósio Nacional De Ensino De Física, 12. 1997, Belo Horizonte, **Atas...** Belo Horizonte, 1997. p. 1-10.
- MINAYO, M. C. S.(org.) **Pesquisa Social**, Petrópolis-RJ, Vozes, 1994.
- MITRE, S. M.I; SIQUEIRA-BATISTA, R.; GIRARDIDE MENDONÇA, J. M.; MORAIS-PINTO, N. M.; MEIRELLES, C.A.B.; PINTO-PORTO, C.; MOREIRA, T.; HOFFMANN, L. M. A. **Metodologias ativas de ensino-aprendizagem na**

- formação profissional em saúde: debates atuais.** Ciências e Saúde Coletiva, Rio de Janeiro, v. 13, 2008. Disponível em: <http://www.redalyc.org/redalyc/pdf/630/63009618.pdf>. Acesso em: 27/01/2017.
- MIZUKAMI, M. G. N. **Ensino: as abordagens do processo.** São Paulo: EPU, 1986. (Temas básicos da educação e ensino) <http://www.angelfire.com/ak2/jamalves/Abordagem.html>. Acessado em 27/01/2017.
- MONTEIRO, M. A. ; NARDI, R. **As abordagens dos livros didáticos acerca da física moderna e contemporânea: algumas marcas da natureza da ciência.** Atas do XI Encontro de Pesquisadores em Ensino de Física (EPEF). Curitiba, PR. 21 a 24 de outubro de 2008.
- MORAES, R. **É Possível Ser Construtivista no Ensino de Ciências?** In: MORAES, R. (org.). **Construtivismo e ensino de Ciências.** Porto Alegre: EDIPUCRS, p. 103-30, 2000.
- MORESI, E. **Metodologia da Pesquisa,** Brasília, 2003, Universidade Católica De Brasília – UCB, Pró-Reitoria De Pós-Graduação – PRPG Programa De Pós-Graduação Stricto Sensu Em Gestão Do Conhecimento E Tecnologia Da Informação. Disponível em: <[http://www.unisc.br/portal/upload/com\\_arquivo/metodologia\\_da\\_pesquisa.pdf](http://www.unisc.br/portal/upload/com_arquivo/metodologia_da_pesquisa.pdf)> Acesso em: 27/01/2017
- MORTIMER, E.F. **Conceptual change or conceptual profile change?** Science & Education, 4(3): 265-287, 1995.
- \_\_\_\_\_. **Construtivismo, mudança conceitual e ensino de Ciências: para onde vamos?** Investigações em Ensino de Ciências, Porto Alegre, v. 1, n. 1, p. 20-39, 1996.
- \_\_\_\_\_. **Multivoicedness and univocality in classroom discourse: an example from theory of matter.** International Journal of Science Education, 20(1), 67-82, 1998.
- \_\_\_\_\_. **Construtivismo, mudança conceitual e ensino de Ciências: para onde vamos?** 3 escola de verão, p.56-73,1999.
- \_\_\_\_\_. **Linguagem e Formação de Conceitos no Ensino de Ciências.** Belo Horizonte: ed. UFMG, 2000. 338p.
- MORTIMER, E. F. et al. Uma metodologia para caracterizar os gêneros de discurso como tipos de estratégia enunciativas nas aulas de Ciências. In: NARDI, Roberto. **A Pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil: alguns recortes.** São Paulo: Escrituras Editora, 2007.
- MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. **Múltiplos Olhares sobre um Episódio de Ensino: "Por que o gelo flutua na água?"**. Encontro sobre Teoria e Pesquisa em Ensino de Ciências, Belo Horizonte, 1997.

- MORTIMER, E.F.; SMOLKA, A.L. (orgs). **Linguagem, Cultura e Cognição: Reflexões para o Ensino e a Sala de Aula**. 1ª ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2001, v.1, p. 09-20.
- MORTIMER, E.F.; SCOTT, P. Atividade Discursiva nas Salas de Aulas de Ciências: Uma Ferramenta Sociocultural para Analisar e Planejar o Ensino. **Investigação em Ensino de ciências**, Porto Alegre - RS, v.7, n. 3, p. 01-24, 2002. Disponível em < [http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo\\_ID94/v7\\_n3\\_a2002](http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID94/v7_n3_a2002). Acesso em 27 de janeiro de 2017.
- MOTA, L. M. **As controvérsias sobre a interpretação da mecânica quântica e a formação dos licenciados em física (um estudo em duas instituições: UFBA e UFSC)**. 2000. 176f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Centro de Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- MÜLLER, M. G. **Metodologias Interativas na formação de Professores de Física: Um estudo de caso com o Peer Instruction**. 2013. p.226. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul 2013. Disponível em < <http://hdl.handle.net/10183/72092>> Acesso em 27/01/2017.
- NARDI, R. **Questões atuais no ensino de ciências**. Editora Escrituras. São Paulo. v.2, p. 43-52, 1998.
- NIEMANN, F. A.; BRANDOLI, F. **Jean Piaget: um aporte teórico para o construtivismo e suas contribuições para o processo de ensino e aprendizagem da Língua Portuguesa e da Matemática**. UPF, IX ANPED Sul, 2012. Disponível em: <http://www.ucs.br/etc/conferencias/index.php/anpedsul/9anpedsul/paper/viewFile/770/71>. Acessado em 26/01/2017
- NOVAK, J.D. (1981). **Uma teoria educação**. São Paulo, Pioneira. Tradução de M.A. Moreira do original A theory of education. Ithaca, NY, Cornell University Press, 1977.
- NOVAK, G. M. et al. **Just-in-time teaching**: blending active learning with web technology. [S.l.] Prentice Hall, 1999. p. 188.
- NUNES, A. I. B. L.; SILVEIRA, R.N. **Psicologia da aprendizagem**: processos, teorias e contextos. Brasília: Liber Livro, 2009.
- OLIVEIRA, F. F. de; VIANNA, D. M.; GERBASSI, R. S. **Física moderna no ensino médio: o que dizem os professores**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 29, n. 3, p. 447-454, 2007. Disponível em < <http://www.scielo.br/pdf/rbef/v29n3/a16v29n3>> Acesso em 27/01/2017.
- OLIVEIRA, V. **Uma proposta de ensino de tópicos de eletromagnetismo via instrução pelos colegas e ensino sob medida para o ensino médio**. 2012. 236 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, (2012).

- Oliveira, W. M. **Uma Abordagem Sobre o papel do professor no processo ensino/aprendizagem**, 2006. Disponível em: [https://www.inesul.edu.br/revista/arquivos/arqidvol\\_28\\_1391209402.pdf](https://www.inesul.edu.br/revista/arquivos/arqidvol_28_1391209402.pdf). Acesso em 27 de janeiro de 2017.
- OLIVEIRA, V.; VEIT, E. A.; ARAUJO, I. S. Relato de experiência com os métodos Ensino sob Medida (Justin-Time Teaching) e Instrução pelos Colegas (Peer Instruction) para o Ensino de Tópicos de Eletromagnetismo no nível médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 1, p. 180-206, 2015.
- OSTERMANN, F., MOREIRA, M. A. Tópicos de física contemporânea na escola média brasileira: um estudo com a técnica Delphi. In: Encontro de Pesquisa Em Ensino De Física, 6,1998, Florianópolis. **Atas**. Florianópolis: Imprensa UFSC, 19p. [Seção de Comunicações Orais] 1 CD-Rom, 1998.
- OSTERMANN, F. **Tópicos de física contemporânea em escolas de nível Médio e na formação de professores de física**. 1999. 175 p. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.
- OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa “física moderna e contemporânea” no ensino médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v.5, n.2, paginação eletrônica, 2000.
- OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. Atualização do currículo de Física na escola de nível médio: um estudo desta problemática na perspectiva de uma experiência em sala de aula e da formação inicial de professores. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, V.18, n.2, p.135-151, ago 2001.
- PALHARINI, C. Peer Instruction: **Uma metodologia ativa para o processo de ensino e aprendizagem**. 2012. Disponível em: <https://cristianopalharini.wordpress.com/2012/05/26/peer-instruction-uma-metodologia-ativa-para-o-processo-de-ensino-e-aprendizagem/>. Acesso em: 27/01/2017.
- PIETROCOLA, M. Linguagem e estruturação do pensamento na ciência e no ensino de ciência. In: Pietrocola, Maurício; (Org.). **Filosofia, Ciência e História**. 1 ed. São Paulo: Editora Discurso editorial, 2005.
- PIETROCOLA, M. A transposição da física moderna e contemporânea para o ensino médio: superando obstáculos epistemológicos e didático-pedagógicos. In: BORGES, R. (Org.). **Propostas Interativas na Educação Científica e Tecnológica**. Porto Alegre: EDUC, 2008.
- PIETROCOLA, Maurício. et al. **Física em Contextos: Pessoal, social e histórico. Energia, calor, imagem e som: vol. 3**. 1ª ed. São Paulo: FTD, 2010.
- PINTO, A. C.; ZANETIC, J. **É possível levar a física quântica para o ensino médio?** Caderno Catarinense de Ensino de Física, v. 16, n. 1, 1999. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6873/6333>>. Acesso em: 27 janeiro 2017.



- PONTES NETO, José. A. da S. **Sobre a aprendizagem significativa na escola.** MARTINS, E. J. S. et. al. Diferentes faces da educação. São Paulo: Arte & Ciência Villipress, 2001, p. 13-37.
- PRODANOV, C.C.; FREITAS, E. C. de, **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**, 2ª Ed., Novo Hamburgo - RS, Associação Pró-Ensino Superior em Novo Hamburgo - ASPEUR Universidade Feevale, 2013. Disponível em: <[http://www.feevale.br/comum/mídias/8807f05a\\_14d0cientific.pdf](http://www.feevale.br/comum/mídias/8807f05a_14d0cientific.pdf)>. Acesso em: 27/01/2017.
- REGO, T. C. **Vygotsky: uma perspectiva histórico-cultural da educação.** 8 a ed. ed. Petrópolis, Rio de: Vozes, 1999.
- REGO, T. C. **Vygotsky. Uma perspectiva histórico-cultural da educação.** 18. ed. Petrópolis: Vozes, 2007.
- REIS, F. G. **“Peer instruction”:** uma proposta para a inovação acadêmica. Out. 2011. Disponível em: <<http://www.fabiogarciareis.com/wp//p=231>>. Acesso em: 27/01/2017.
- RIBEIRO, R. de C. **A aprendizagem baseada em problemas (PBL): uma implementação na educação em engenharia.** 2005.p.236.Tese (Doutorado) – Universidade Federal de São Carlos,2005.
- \_\_\_\_\_. **Aprendizagem Baseada em Problemas – PBL:** uma experiência no ensino superior. São Carlos: EDUFSCar, 2008.
- RICARDO, E. C. **Discussões dos seminários regionais e nacional referentes aos rumos que serão dados ao ensino de física a partir dos PCNEM.** Brasília, 2004. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/08Fisica.pdf>. Acesso em 27/01/2017.
- ROJAS, J. E. A. O indivisível e o divisível na história oral. In: MARTINELLI, M. L. Pesquisa qualitativa: um instigante desafio. p. 87-94. São Paulo: Veras, 1999.
- ROMANO. A. C. M. **Aprendizagem pelos Pares: Um contributo para a sua aplicação no Ensino Secundário.** 2013. p116. Tese (Mestrado) – Universidade Beira Interior, Corvilhã, Portugal, 2013.
- ROSA, W.C. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciências.** vol.4, Nº1, 2005.
- SANTOS et al. **Sala de aula invertida e novas tecnologias:** Uma nova proposta de ensino. (2016). Disponível em: <https://eventos.set.edu.br/index.php/enfope/article/viewFile/2169/707>. Acesso: 27 de Janeiro de 2017.
- SANTOS, F. M. dos (2012). **Análise de Conteúdo:** A visão de Laurence Bardin. Revista Eletrônica de Educação. São Carlos, SP; UFSCAR, (6) (1), p.383-387.

- SANTOS, J. C. F. **O papel do professor na promoção da aprendizagem significativa.** Revista UNIABEU: Rio de Janeiro, Junho/ 2008. Disponível em: <[revista.uniabeu.edu.br/index.php/RU/article/viewFile/66/113](http://revista.uniabeu.edu.br/index.php/RU/article/viewFile/66/113)>. Acesso:27 de janeiro de 2017.
- SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Educação. Proposta Curricular do Estado de São Paulo: **Ciências da natureza- Física.** Volume 3. São Paulo: SEE, 2013.
- SAVIANI, D. **Educação: do senso comum à consciência filosófica.** São Paulo: Cortez Autores Associados, 1980.
- SAVIANI, D. **Escola e democracia,** 37<sup>a</sup> ed. Campinas: Autores Associados, 2005.
- SHELL, J. **Instrução pelos Colegas para iniciantes: o que é Instrução pelos Colegas.** Trad. Maykon Müller. 2013. Disponível em:<[HTTP://blog.peerinstruction.net/instrucao-pelos-colegas-para-iniciantes-o-que-e-instrucao-pelos-colegas-peer-instruction/](http://blog.peerinstruction.net/instrucao-pelos-colegas-para-iniciantes-o-que-e-instrucao-pelos-colegas-peer-instruction/)>. Acesso em: 27/01/2017.
- SCHNEIDER, E. I.; ZUHR, I. R. F.; ROLON, V.; ALMEIDA, C. M. de. **“Sala de Aula Invertida em EAD: uma proposta de Blended Learning”.** Intersaberes (Facinter), vol. 08, 2013, p. 68-81. Disponível em: <<http://www.uninter.com/intersaberes/index.php/revista/article/viewFile/499/316>> Acesso em: 27 de Janeiro de 2017.
- SILVA, N.S **Curso de pedagogia a partir das representações sociais e expectativas dos alunos ingressantes,** 2010.
- SILVEIRA, D. T.; CÓDOVA, F. P. A pesquisa científica. In: GERHARDDT, T. E. e SILVEIRA, D. T. (org.). **Métodos de Pesquisa.** Porto Alegre: Editora de UFRGS, 2009. P. 31 -42.
- SOCHA, R. R.; MARIN, F. A. D. G. **A Construção do conhecimento científico através das interações verbais em sala de aula.** Nuances: estudos sobre Educação, v. 26, p. 198-218, 2015.
- SOLBES, J.; TRAVER, M. Resultados Obtenidos Introduciendo Historia de la Ciencia en las Clases de Física y Química: Mejora de la Imagen de la Ciencia y Desarrollo de Actitudes Positivas. **Enseñanza de las Ciencias.** 19(1), 151-162. 2001.
- SOUSA, W. B. de. **Física das Radiações:** uma proposta para o Ensino Médio. 2009.p.249 USP. Dissertação de Mestrado.Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 2009.
- SOUZA, T. C. F. **Avaliação do ensino de física:** um compromisso com a aprendizagem. Passo Fundo: Ediupf, 2002.
- TERRAZAN, E. A. A inserção da física moderna e contemporânea no ensino de física na escola de 2º grau. **Caderno Catarinense de Ensino de Física.** Florianópolis, v. 9, n. 3, p. 209-214, dez. 1992.

- \_\_\_\_\_. **Perspectivas para a Inserção da Física Moderna na Escola Média**. 1994. 241f. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- VALADARES, E. C.; MOREIRA, A. M. **Ensinando Física Moderna no segundo grau: efeito fotoelétrico, laser e emissão de corpo negro**. Caderno Catarinense de Ensino de Física, v.15, n.2, pp.121-135, ago. 1998.
- VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2000.
- VYGOTSKY, L. S. **A Formação Social da Mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1984.
- Bibliografia com *apud*
- BAKHTIN, M.M. (1986) **Speech Genres & Other Late Essays**, ed. by Caryl Emerson and Michael Holquist, trans. by Vern W. McGee. Austin: University of Texas Press.
- CROUCH, C. H.; WATKINS, J.; FAGEN, A. P.; MAZUR, E. **Peer Instruction: Engaging Students One-on-One, All At Once**. Research-Based Reform of University Physics. v. 1, p. 1-55, 2007. Disponível em [http://mazur.harvard.edu/sentFiles/Mazurpubs\\_537.pdf](http://mazur.harvard.edu/sentFiles/Mazurpubs_537.pdf). Acesso 27/01/2017.
- CROUCH, C. H.; MAZUR, E. **Peer Instruction: Ten years of experience and results**. American Journal of Physics, v. 69, n. 9, p. 970, 2001.
- HALLOUN, I.; HESTENES, D. (1985) **Common-sense concepts about motion**. American Journal of Physics, v. 53, p. 1056-1065, 1985b.
- HESTENES, D.; WELLS, M.; SWACKHAMMER, G. **Force Concept Inventory**, Phys. Teach. 30, 141–158, 1992.
- LASRY, N. **Clickers or Flashcards: Is There Really a Difference?** Phys. Teach 46, 242, 2008.
- MEHAN, H. **Learning Lessons: Social organization in the classroom**. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1979.
- PATTON, M. Q. **Qualitative Evaluation and Research Methods**. London: SAGE; 1990.
- PHILLIPS, B.S. **Pesquisa social: estratégias e táticas**. Rio de Janeiro: Livraria Agir Editora, 1974.
- PIAGET, J. **A epistemologia genética**. Trad. Nathanael C. Caixeira. Petrópolis: Vozes, 1971. 110p
- ROSEMBERG, J. L., LORENZO, M., MAZUR, E. **Peer Instruction: Making Science Engaging**. In J. Leonard, J. Mintzes, & H. Willian (Eds.), Handbook of College Science Teaching (pp. 77–85). Arlington: NSTA Press, 2006.

## APÊNDICE 1

Prezada Senhora Diretora,

Solicitamos sua autorização para a realização de uma pesquisa na área de Ensino de Física. A pesquisa será conduzida por um mestrando do Programa de Pós-Graduação em Educação do *Campus* de Sorocaba (PPGE<sub>d</sub> Sor) da Universidade Federal de São Carlos, Anderson Claiton Ferraz, sob a orientação da Professora Maria José Fontana Gebara. A pesquisa será desenvolvida com alunos do terceiro ano do ensino médio, na disciplina de Física.

Após ser esclarecido sobre as informações a seguir, e caso aceite fazer parte do estudo, solicitamos que assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. A participação da Instituição não é obrigatória e, a qualquer momento, é possível desistir de participar e retirar seu consentimento. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em nossa relação com a escola.

### Informações sobre o Programa de Pós-Graduação e o experimento

O PPGE<sub>d</sub> Sor é um programa de pós-graduação em nível de mestrado acadêmico que tem como objetivo promover o desenvolvimento do educador, no nosso caso, do educador em Física, “fundamentado em sólidos princípios científicos, tecnológicos, pedagógicos e humanísticos que lhe permitirão exercer suas funções posteriores de maneira consciente, responsável, analítica, eficiente e com projeção social, propiciando condições de investigação para a formação de disseminadores de conhecimento nos campos pedagógico e tecnológico, dentro do sistema educativo nacional” (referência). Também, tem por objetivos “fomentar a formação continuada de profissionais que exercem atividades educativas, para que o conhecimento adquirido seja sempre latente, de forma que seja um subsídio à sua capacidade de inovar e, dentro de sua realidade local, ser um pólo irradiador desta inovação em sua comunidade e no Estado” (referência).

Na pesquisa em questão, pretendemos verificar as contribuições do uso da ferramenta *Peer Instruction* como recurso didático pedagógico nas aulas de Física, para a qualificação do processo de ensino aprendizagem. Assim, desenvolveremos, e aplicaremos, para os alunos do terceiro ano do ensino médio uma sequência didática sobre o tema Radioatividade, com o objetivo de confirmar nossa hipótese sobre a eficiência do *Peer Instruction* no ensino de Física. O desenvolvimento da pesquisa envolverá as seguintes etapas:

Inicia-se por meio de diálogos entre o professor supervisor/pesquisador e alunos, com o objetivo de explicar a aplicação da sequência didática com o tema Radioatividade. As aulas seguirão a sequência didática elaborada sobre o tema Radioatividade, que utilizará slides, experimentos de baixo custo, simuladores e debate com exercícios que conduzirão ao ensino de Física mais significativo.

Assim, cada aula seguirá uma conduta de marcação de partes, elementos que exemplificam e representam o conteúdo pedagógico proposto, de modo a possibilitar subsídios para que o aluno possa se apropriar do/construir o conhecimento escolar. Com base no projeto de pesquisa, durante as aulas serão desenvolvidas atividades com o uso da ferramenta *Peer Instruction*, com a turma cujo professor-pesquisador é regente da disciplina de Física. Assim, contamos com a participação dos alunos nas aulas da disciplina de Física e com a

produção/elaboração de um portfólio abordando diferentes aspectos do ensino de Física, a ser mediado pelo professor- pesquisador envolvido no projeto.

### **Outros esclarecimentos**

Essa pesquisa não trará nenhum risco ou prejuízo aos alunos, uma vez que estes participarão de atividades usuais das aulas de Física e elaborarão, para fins de avaliação, um portfólio, sob a mediação do seu professor. As informações obtidas por meio dessa pesquisa serão confidenciais e asseguramos o sigilo sobre a participação. Os dados serão divulgados de forma que não seja possível a identificação dos estudantes e da Instituição, respeitando os códigos de ética vigentes para pesquisa no território nacional.

Nesta oportunidade, pedimos sua autorização para a realização dos procedimentos acima citados e a utilização dos dados originados destes procedimentos para fins didáticos, trabalho científico e de divulgação em revistas brasileiras/estrangeiras ou livros, além de apresentação em eventos científicos.

Caso haja alguma dúvida, não hesite em entrar em contato conosco.

O original, assinado pelos pesquisadores, ficará depositado na escola.

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_\_\_.

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria José Fontana Gebara

\_\_\_\_\_  
tel.: (\_\_\_\_) \_\_\_\_\_

Prof. Anderson Claiton Ferraz

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de participação na pesquisa e concordo com a participação da instituição pela qual sou responsável.

Diretor Responsável pela Instituição

### **CONVITE AOS ALUNOS PARA A ELABORAÇÃO DO PORTFÓLIO**

Prezados (as) alunos (as),

Eu, Anderson Claiton Ferraz, pós-graduando do Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGD), Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Campus Sorocaba, estou convidando você para participar na produção/elaboração deste portfólio, cujas informações já foram esclarecidas ao seu responsável legal pelo "Termo de Consentimento Livre e Esclarecido". Os dados deste portfólio serão utilizados para a elaboração de uma dissertação e produção de um guia para o uso de uma ferramenta como recurso didático- pedagógico nas aulas de Física. A organização deste portfólio, com o tema "Radioatividade", tem por objetivo a qualificação do processo de ensino- aprendizagem.

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de participação na pesquisa e concordo com a participação da instituição pela qual sou responsável.

Diretor Responsável pela Instituição

## APÊNDICE 2

### QUESTIONÁRIO

A preocupação em utilizar o questionário serve para uma análise mais aprofundada do conhecimento construído pelos estudantes com o decorrer das atividades, portanto, se fazendo necessário aplicar o questionário no início e no final da atividade.

O questionário traz questões abertas e fechadas possibilitando os estudantes utilizar-se de conhecimentos prévios sobre o assunto e, caso, o estudante não possuir conhecimento sobre os temas propostos no questionário os mesmos podem optar por deixar questões em branco ou mesmo optar no caso do questionário fechado pela alternativa “**não sei**”.

Questões sobre radioatividade				
1)	A maioria dos países da Europa utiliza como principal forma de energia a nuclear. No Brasil, a forma mais utilizada é a gerada em usinas hidroelétricas. Supondo que a escassez de água levasse o governo brasileiro a pensar na possibilidade de utilizar em larga escala a energia nuclear, como você se posicionaria? Seria a favor ou contra? Explique seu posicionamento.			
2)	Explique os pontos positivos e negativos da radioatividade? Caso consiga identificar apenas pontos positivos ou pontos negativos, indique quais são eles e explique sua resposta.			
3)	Você já ouviu falar sobre esse assunto em algum lugar? Indique por qual meio tomou conhecimento do assunto (é permitido marcar mais de uma resposta).			
	<input type="checkbox"/> Nunca ouvi falar	<input type="checkbox"/> Escola	<input type="checkbox"/> Televisão	<input type="checkbox"/> Internet
				<input type="checkbox"/> Livros/revistas
Afirmações			Sim	Não
			Não Sei	
4)	Você já estudou radioatividade na escola?			
5)	Considera o tema radioatividade importante no seu dia-a-dia e gostaria de aprender sobre o assunto?			
6)	Uma onda eletromagnética transporta energia em qualquer meio.			

7)	Os raios X podem ser gerados quando elétrons colidem com alvos metálicos e são desacelerados.			
8)	Partículas alfa e partículas beta são radiações corpusculares que em interação pouco em contato com seres humanos.			
9)	Os raios X são os mais energéticos do espectro eletromagnético.			
10)	O Brasil não possui registro de acidentes radioativos.			
11)	O material mais utilizado para a produção de energia elétrica em uma usina nuclear é o urânio 235.			
12)	O Brasil possui usinas nucleares.			
13)	O Sol e as demais estrelas são fontes de partículas que emitem radiações eletromagnéticas.			
14)	Materiais radioativos só emitem radiações por apresentarem núcleos estáveis.			

## APÊNDICE 3

### Música:

Para finalizar este estudo, apresentamos a música sobre radioatividade, que é uma forma irreverente e lúdica de rever os conceitos tratados nesta parte. A música pode ser obtida do site: <http://www.youtube.com/watch?v=GYl8kyk5ldU>

### Simuladores da universidade do Colorado

[https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/legacy/nuclear-fission](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/nuclear-fission)

[https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/legacy/alpha-decay](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/alpha-decay)

[https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/legacy/beta-decay](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/beta-decay)

[https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/legacy/nuclear-fission](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/nuclear-fission)

[https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/legacy/radio-waves](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/radio-waves)



## APÊNDICE 4

### Atividades realizadas pelos estudantes

Questões sobre radiação						
1)	A maioria dos países da Europa utiliza como principal forma de energia a nuclear. No Brasil, a forma mais utilizada é a gerada em usinas hidroelétricas. Supondo que a escassez de água levasse o governo brasileiro a pensar na possibilidade de utilizar em larga escala a energia nuclear, como você se posicionaria? Seria a favor ou contra? Explique seu posicionamento. <i>Sim, pois a água é um bem precioso e utilizando-se para consumo ela não durará mais.</i>					
2)	Explique os pontos positivos e negativos da radioatividade? Caso consiga identificar apenas pontos positivos ou pontos negativos, indique quais são eles e explique sua resposta. <i>Positivo é que ela tem alguma substância mesmo para o corpo, já negativo pois a radiação é de forma mal.</i>					
3)	Você já ouviu falar sobre esse assunto em algum lugar? Indique por qual meio tomou conhecimento do assunto (é permitido marcar mais de uma resposta).					
	<input type="checkbox"/> Nunca ouvi falar	<input checked="" type="checkbox"/> Escola	<input type="checkbox"/> Televisão	<input checked="" type="checkbox"/> Internet	<input type="checkbox"/> Livros/revistas	
Afirmações				Sim	Não	Não Sei
4)	Você já estudou radioatividade na escola?			<input checked="" type="checkbox"/>		
5)	Considera o tema radioatividade importante no seu dia-a-dia e gostaria de aprender sobre o assunto?			<input checked="" type="checkbox"/>		
6)	Uma onda eletromagnética transporta energia em qualquer meio.					<input checked="" type="checkbox"/>
7)	Os raios X podem ser gerados quando elétrons colidem com alvos metálicos e são desacelerados.			<input checked="" type="checkbox"/>		
8)	Partículas alfa e partículas beta são radiações corpusculares que em interação pouco em contato com seres humanos.					<input checked="" type="checkbox"/>

9)	Os raios X são os mais energéticos do espectro eletromagnético.		X	
10)	O Brasil não possui registro de acidentes radioativos.			X
11)	O material mais utilizado para a produção de energia elétrica em uma usina nuclear é o urânio 235.	X		
12)	O Brasil possui usinas nucleares.			X
13)	O Sol e as demais estrelas são fontes de partículas que emitem radiações eletromagnéticas.		X	
14)	Materiais radioativos só emitem radiações por apresentarem núcleos estáveis.	X		

1)	A maioria dos países da Europa utiliza como principal forma de energia a nuclear. No Brasil, a forma mais utilizada é a gerada em usinas hidroelétricas. Supondo que a escassez de água levasse o governo brasileiro a pensar na possibilidade de utilizar em larga escala a energia nuclear, como você se posicionaria? Seria a favor ou contra? Explique seu posicionamento. <i>Sim, pois a falta de água não é profissional e a energia é mais barata para quem os recursos são mais baratos.</i>				
2)	Explique os pontos positivos e negativos da radioatividade? Caso consiga identificar apenas pontos positivos ou pontos negativos, indique quais são eles e explique sua resposta. <i>Sim</i>				
3)	Você já ouviu falar sobre esse assunto em algum lugar? Indique por qual meio tomou conhecimento do assunto (é permitido marcar mais de uma resposta).				
	( ) Nunca ouvi falar	<input checked="" type="checkbox"/> Escola	( ) Televisão	( ) Internet	<input checked="" type="checkbox"/> Livros/revistas
	Afirmações	Sim	Não	Não Sei	
4)	Você já estudou radioatividade na escola?	<input checked="" type="checkbox"/>			
5)	Considera o tema radioatividade importante no seu dia-a-dia e gostaria de aprender sobre o assunto?	<input checked="" type="checkbox"/>			
6)	Uma onda eletromagnética transporta energia em qualquer meio.	<input checked="" type="checkbox"/>			
7)	Os raios X podem ser gerados quando elétrons colidem com alvos metálicos e são desacelerados.	<input checked="" type="checkbox"/>			
8)	Partículas alfa e partículas beta são radiações corpusculares que em interação pouco em contato com seres humanos.		<input checked="" type="checkbox"/>		

2 - Ajuda muito pois em relação a saúde ele melhora ajudando com materiais como um máquina de raios X, ou através das ondas emitidas pelo sol trazer vitaminas que o corpo necessita.  $\frac{1}{2}$

É pode ajudar em relação a energia pois de certa forma ele uma energia limpa.

É em relação a segurança em aeroportos e fronteiras ajudando detectar armas entre outras coisas

- Negativo - Algumas substâncias (radioativas) por exemplo  $KR$   $Ba$ .

Em caso de radiação por conta dos raios X pode trazer uma grande exposição fazendo com que haja tumores prejudicando a saúde

Os raios X são as mais energéticas do espectro eletromagnético.				
			X	
10)	O Brasil não possui registro de acidentes radioativos.	X		
11)	O material mais utilizado para a produção de energia elétrica em uma usina nuclear é o urânio 235.	X		
12)	O Brasil possui usinas nucleares.	X		
13)	O Sol e as demais estrelas são fontes de partículas que emitem radiações eletromagnéticas.	X		
14)	Materiais radioativos só emitem radiações por apresentarem núcleos estáveis.		X	

(A<sub>2</sub>)

1)	A maioria dos países da Europa utiliza como principal forma de energia a nuclear. No Brasil, a forma mais utilizada é a gerada em usinas hidroelétricas. Supondo que a escassez de água levasse o governo brasileiro a pensar na possibilidade de utilizar em larga escala a energia nuclear, como você se posicionaria? Seria a favor ou contra? Explique seu posicionamento.					
2)	Explique os pontos positivos e negativos da radioatividade? Caso consiga identificar apenas pontos positivos ou pontos negativos, indique quais são eles e explique sua resposta.					
3)	Você já ouviu falar sobre esse assunto em algum lugar? Indique por qual meio tomou conhecimento do assunto (é permitido marcar mais de uma resposta).					
	( ) Nunca ouvi falar	(N) Escola	(✓) Televisão	(✓) Internet	(✓) Livros/revistas	
	Afirmações			Sim	Não	Não Sei
4)	Você já estudou radioatividade na escola?			✓		
5)	Considera o tema radioatividade importante no seu dia-a-dia e gostaria de aprender sobre o assunto?			✓		
6)	Uma onda eletromagnética transporta energia em qualquer meio.				✓	
7)	Os raios X podem ser gerados quando elétrons colidem com alvos metálicos e são desacelerados.				✓	
8)	Partículas alfa e partículas beta são radiações corpusculares que em interação pouco em contato com seres humanos.				✓	

9)	Os raios X são os mais energéticos do espectro eletromagnético.			✓
10)	O Brasil não possui registro de acidentes radioativos.	✓		
11)	O material mais utilizado para a produção de energia elétrica em uma usina nuclear é o Urânio 235.			✓
12)	O Brasil possui usinas nucleares.		✓	
13)	O Sol e as demais estrelas são fontes de partículas que emitem radiações eletromagnéticas.	✓		
14)	Materiais radioativos só emitem radiações por apresentarem núcleos estáveis.			✓

1. Não, porque é usada em pouca quantidade em alimentos. Caso for usada em excesso pode ser perigosa e prejudicial a saúde.

2. Eu usaria a força, pois a energia nuclear como é vista por muitos não é somente prejudicial a saúde, ela também pode ser utilizada na área medicinal.

3. Positivo: a energia é usada na área médica ajudando na cura de doenças. Ex: câncer, Raio Negativo A radiação é extremamente perigosa qualquer contato mesmo se for mínimo pode causar a morte, ou deixar sequelas que duram para vida toda.

1)	A maioria dos países da Europa utiliza como principal forma de energia a nuclear. No Brasil, a forma mais utilizada é a gerada em usinas hidroelétricas. Supondo que a escassez de água levasse o governo brasileiro a pensar na possibilidade de utilizar em larga escala a energia nuclear, como você se posicionaria? Seria a favor ou contra? Explique seu posicionamento.					
2)	Explique os pontos positivos e negativos da radioatividade? Caso consiga identificar apenas pontos positivos ou pontos negativos, indique quais são eles e explique sua resposta.					
3)	Você já ouviu falar sobre esse assunto em algum lugar? Indique por qual meio tomou conhecimento do assunto (é permitido marcar mais de uma resposta).					
	( ) Nunca ouvi falar	(✓) Escola	(✓) Televisão	(✓) Internet	(✓) Livros/revistas	
Afirmações				Sim	Não	Não Sei
4)	Você já estudou radioatividade na escola?			✓		
5)	Considera o tema radioatividade importante no seu dia-a-dia e gostaria de aprender sobre o assunto?			✓		
6)	Uma onda eletromagnética transporta energia em qualquer meio.			✓		
7)	Os raios X podem ser gerados quando elétrons colidem com alvos metálicos e são desacelerados.			✓		
8)	Partículas alfa e partículas beta são radiações corpusculares que em interação pouco em contato com seres humanos.			✓		



9)	Os raios X são os mais energéticos do espectro eletromagnético.		✓	
10)	O Brasil não possui registro de acidentes radioativos.	✓		
11)	O material mais utilizado para a produção de energia elétrica em uma usina nuclear é o urânio 235.	✓		
12)	O Brasil possui usinas nucleares.	✓		
13)	O Sol e as demais estrelas são fontes de partículas que emitem radiações eletromagnéticas.	✓		
14)	Materiais radioativos só emitem radiações por apresentarem núcleos estáveis.		✓	

① De início vou a favor, pois libera na atmosfera vapores de água, com isso é uma energia limpa. Outro ponto que merece destaque seria a busca por outras fontes de energia. Ex: no Brasil usamos dependentes da energia hidrelétrica, mas poderíamos fazer de outras, como, nuclear, eólica, solar.

Pontos Positivos: usada para fins medicinais e para energia.

Pontos Negativos: a radioatividade em excesso no corpo pode causar câncer e outras anomalias, e também lixo nuclear radioativo que deveria ser reciclado. Se não ocorre devido ao seu alto custo, ou seja, os humanos pensam somente nos questões financeiras não nos bem estar da sociedade.

1)	A maioria dos países da Europa utiliza como principal forma de energia a nuclear. No Brasil, a forma mais utilizada é a gerada em usinas hidroelétricas. Supondo que a escassez de água levasse o governo brasileiro a pensar na possibilidade de utilizar em larga escala a energia nuclear, como você se posicionaria? Seria a favor ou contra? Explique seu posicionamento.			
2)	Explique os pontos positivos e negativos da radioatividade? Caso consiga identificar apenas pontos positivos ou pontos negativos, indique quais são eles e explique sua resposta.			
3)	Você já ouviu falar sobre esse assunto em algum lugar? Indique por qual meio tomou conhecimento do assunto (é permitido marcar mais de uma resposta). <i>por meio de falar nas escolas, internet e algumas vezes na hora da aula de física dada.</i>			
	<input type="checkbox"/> Nunca ouvi falar <input checked="" type="checkbox"/> Escola <input type="checkbox"/> Televisão <input type="checkbox"/> Internet <input type="checkbox"/> Livros/revistas			
Afirmações		Sim	Não	Não Sei
4)	Você já estudou radioatividade na escola?		X	
5)	Considera o tema radioatividade importante no seu dia-a-dia e gostaria de aprender sobre o assunto?	X		
6)	Uma onda eletromagnética transporta energia em qualquer meio.		X	
7)	Os raios X podem ser gerados quando elétrons colidem com alvos metálicos e são desacelerados.			X
8)	Partículas alfa e partículas beta são radiações corpusculares que em interação pouco em contato com seres humanos.	X		

9)	Os raios X são os mais energéticos do espectro eletromagnético.			X
10)	O Brasil não possui registro de acidentes radioativos.		X	
11)	O material mais utilizado para a produção de energia elétrica em uma usina nuclear é o urânio 235.			X
12)	O Brasil possui usinas nucleares.		X	
13)	O Sol e as demais estrelas são fontes de partículas que emitem radiações eletromagnéticas.	X		
14)	Materiais radioativos só emitem radiações por apresentarem núcleos estáveis.	X		

13

1)	A maioria dos países da Europa utiliza como principal forma de energia a nuclear. No Brasil, a forma mais utilizada é a gerada em usinas hidroelétricas. Supondo que a escassez de água levasse o governo brasileiro a pensar na possibilidade de utilizar em larga escala a energia nuclear, como você se posicionaria? Seria a favor ou contra? Explique seu posicionamento. <i>Eu sou a favor, desde que haja um controle rígido da situação, e também sou favorável à produção de energia nuclear.</i>			
2)	Explique os pontos positivos e negativos da radioatividade? Caso consiga identificar apenas pontos positivos ou pontos negativos, indique quais são eles e explique sua resposta. <i>Eu em excesso traz danos tanto para a atmosfera quanto para a saúde. Pontos positivos: usado para gerar energia e para a medicina.</i>			
3)	Você já ouviu falar sobre esse assunto em algum lugar? Indique por qual meio tomou conhecimento do assunto (é permitido marcar mais de uma resposta).			
	<input type="checkbox"/> Nunca ouvi falar <input checked="" type="checkbox"/> Escola <input type="checkbox"/> Televisão <input checked="" type="checkbox"/> Internet <input type="checkbox"/> Livros/revistas			
Afirmações		Sim	Não	Não Sei
4)	Você já estudou radioatividade na escola?	X		
5)	Considera o tema radioatividade importante no seu dia-a-dia e gostaria de aprender sobre o assunto?	X		
6)	Uma onda eletromagnética transporta energia em qualquer meio.	X		
7)	Os raios X podem ser gerados quando elétrons colidem com alvos metálicos e são desacelerados.	X		
8)	Partículas alfa e partículas beta são radiações corpusculares que em interação pouco em contato com seres humanos.	X		

na fase de sig  
atmosf  
na su  
cursos  
a t  
pederua  
pensar  
meias  
mas de  
frente  
ja, jo  
temes  
RJ.

9)	Os raios X são os mais energéticos do espectro eletromagnético.		X	
10)	O Brasil não possui registro de acidentes radioativos.	X		
11)	O material mais utilizado para a produção de energia elétrica em uma usina nuclear é o urânio 235.	X		
12)	O Brasil possui usinas nucleares.	X		
13)	O Sol e as demais estrelas são fontes de partículas que emitem radiações eletromagnéticas.	X		
14)	Materiais radioativos só emitem radiações por apresentarem núcleos estáveis.		X	

1)	A maioria dos países da Europa utiliza como principal forma de energia a nuclear. No Brasil, a forma mais utilizada é a gerada em usinas hidroelétricas. Supondo que a escassez de água levasse o governo brasileiro a pensar na possibilidade de utilizar em larga escala a energia nuclear, como você se posicionaria? Seria a favor ou contra? Explique seu posicionamento. <i>Seria contra a utilização em larga escala, pois essa fonte de energia pode causar muitos problemas</i>			
2)	Explique os pontos positivos e negativos da radioatividade? Caso consiga identificar apenas pontos positivos ou pontos negativos, indique quais são eles e explique sua resposta. <i>A radioatividade pode causar acidentes graves como o caso de Chernobyl e a matança</i>			
3)	Você já ouviu falar sobre esse assunto em algum lugar? Indique por qual meio tornou conhecimento do assunto (é permitido marcar mais de uma resposta).			
	<input type="checkbox"/> Nunca ouvi falar <input type="checkbox"/> Escola <input type="checkbox"/> Televisão <input checked="" type="checkbox"/> Internet <input checked="" type="checkbox"/> Livros/revistas			
Afirmações		Sim	Não	Não Sei
4)	Você já estudou radioatividade na escola?		X	
5)	Considera o tema radioatividade importante no seu dia-a-dia e gostaria de aprender sobre o assunto?	X		
6)	Uma onda eletromagnética transporta energia em qualquer meio.		X	
7)	Os raios X podem ser gerados quando elétrons colidem com alvos metálicos e são desacelerados.			X
8)	Partículas alfa e partículas beta são radiações corpusculares que em interação pouco em contato com seres humanos.			X

9)	Os raios X são os mais energéticos do espectro eletromagnético.		X	
10)	O Brasil não possui registro de acidentes radioativos.			X
11)	O material mais utilizado para a produção de energia elétrica em uma usina nuclear é o urânio 235.	X		
12)	O Brasil possui usinas nucleares.			X
13)	O Sol e as demais estrelas são fontes de partículas que emitem radiações eletromagnéticas.	X		
14)	Materiais radioativos só emitem radiações por apresentarem núcleos estáveis.	X		

1)	A maioria dos países da Europa utiliza como principal forma de energia a nuclear. No Brasil, a forma mais utilizada é a gerada em usinas hidroelétricas. Supondo que a escassez de água levasse o governo brasileiro a pensar na possibilidade de utilizar em larga escala a energia nuclear, como você se posicionaria? Seria a favor ou contra? Explique seu posicionamento. <i>Seria a favor pois é uma forma de energia limpa que não causa danos ao meio ambiente.</i>					
2)	Explique os pontos positivos e negativos da radioatividade? Caso consiga identificar apenas pontos positivos ou pontos negativos, indique quais são eles e explique sua resposta. <i>Pontos negativos: focos atômicos e meio ambiente devido ao uso de urânio (lixo nuclear). Positivo: Energia limpa e rápida. Pois não contamina.</i>					
3)	Você já ouviu falar sobre esse assunto em algum lugar? Indique por qual meio tomou conhecimento do assunto (é permitido marcar mais de uma resposta). <i>Escola e livros</i>					
	<input type="checkbox"/> Nunca ouvi falar	<input checked="" type="checkbox"/> Escola	<input type="checkbox"/> Televisão	<input type="checkbox"/> Internet	<input checked="" type="checkbox"/> Livros/revistas	
	Afirmações			Sim	Não	Não Sei
4)	Você já estudou radioatividade na escola?			<input checked="" type="checkbox"/>		
5)	Considera o tema radioatividade importante no seu dia-a-dia e gostaria de aprender sobre o assunto?			<input checked="" type="checkbox"/>		
6)	Uma onda eletromagnética transporta energia em qualquer meio.			<input checked="" type="checkbox"/>		
7)	Os raios X podem ser gerados quando elétrons colidem com alvos metálicos e são desacelerados.			<input checked="" type="checkbox"/>		
8)	Partículas alfa e partículas beta são radiações corpusculares que em interagem pouco em contato com seres humanos.			<input checked="" type="checkbox"/>		



9)	Os raios X são os mais energéticos do espectro eletromagnético.		X	
10)	O Brasil não possui registro de acidentes radioativos.	X		
11)	O material mais utilizado para a produção de energia elétrica em uma usina nuclear é o urânio 235.	X		
12)	O Brasil possui usinas nucleares.	X		
13)	O Sol e as demais estrelas são fontes de partículas que emitem radiações eletromagnéticas.	X		
14)	Materiais radioativos só emitem radiações por apresentarem núcleos estáveis.		X	

(H6)

1

1)	A maioria dos países da Europa utiliza como principal forma de energia a nuclear. No Brasil, a forma mais utilizada é a gerada em usinas hidroelétricas. Supondo que a escassez de água levasse o governo brasileiro a pensar na possibilidade de utilizar em larga escala a energia nuclear, como você se posicionaria? Seria a favor ou contra? Explique seu posicionamento.				
2)	Explique os pontos positivos e negativos da radioatividade? Caso consiga identificar apenas pontos positivos ou pontos negativos, indique quais são eles e explique sua resposta.				
3)	Você já ouviu falar sobre esse assunto em algum lugar? Indique por qual meio tomou conhecimento do assunto (é permitido marcar mais de uma resposta).				
	<input type="checkbox"/> Nunca ouvi falar	<input type="checkbox"/> Escola	<input type="checkbox"/> Televisão	<input type="checkbox"/> Internet	<input type="checkbox"/> Livros/revistas
Afirmações			Sim	Não	Não Sei
4)	Você já estudou radioatividade na escola?			X	
5)	Considera o tema radioatividade importante no seu dia-a-dia e gostaria de aprender sobre o assunto?		X		
6)	Uma onda eletromagnética transporta energia em qualquer meio.		X		
7)	Os raios X podem ser gerados quando elétrons colidem com alvos metálicos e são desacelerados.				X
8)	Partículas alfa e partículas beta são radiações corpusculares que em interação pouco em contato com seres humanos.		X		

9)	Os raios X são os mais energéticos do espectro eletromagnético.		X	
10)	O Brasil não possui registro de acidentes radioativos.	X		
11)	O material mais utilizado para a produção de energia elétrica em uma usina nuclear é o urânio 235.			X
12)	O Brasil possui usinas nucleares.	X		
13)	O Sol e as demais estrelas são fontes de partículas que emitem radiações eletromagnéticas.	X		
14)	Materiais radioativos só emitem radiações por apresentarem núcleos estáveis.	X		

1-Sim. em grande quantidade ou em excesso poderá causar complicações para a saúde

2-Seria contra pois a outras maneiras de se obter energia, a nuclear deve ser usada como último recurso

3-temos como positiva a fato de utilizarmos para matar bactérias dos alimentos, usar para a saúde como no caso do raios.

Negativa utiliza-se muita água em usinas nucleares acalando com vida marinha e com a água

(A)

1)	A maioria dos países da Europa utiliza como principal forma de energia a nuclear. No Brasil, a forma mais utilizada é a gerada em usinas hidroelétricas. Supondo que a escassez de água levasse o governo brasileiro a pensar na possibilidade de utilizar em larga escala a energia nuclear, como você se posicionaria? Seria a favor ou contra? Explique seu posicionamento.					
2)	Explique os pontos positivos e negativos da radioatividade? Caso consiga identificar apenas pontos positivos ou pontos negativos, indique quais são eles e explique sua resposta.					
3)	Você já ouviu falar sobre esse assunto em algum lugar? Indique por qual meio tomou conhecimento do assunto (é permitido marcar mais de uma resposta).	<input type="checkbox"/> Nunca ouvi falar	<input type="checkbox"/> Escola	<input checked="" type="checkbox"/> Televisão	<input checked="" type="checkbox"/> Internet	<input type="checkbox"/> Livros/revistas
Afirmações		Sim	Não	Não Sei		
4)	Você já estudou radioatividade na escola?		<input checked="" type="checkbox"/>			
5)	Considera o tema radioatividade importante no seu dia-a-dia e gostaria de aprender sobre o assunto?	<input checked="" type="checkbox"/>				
6)	Uma onda eletromagnética transporta energia em qualquer meio.	<input checked="" type="checkbox"/>				
7)	Os raios X podem ser gerados quando elétrons colidem com alvos metálicos e são desacelerados.	<input checked="" type="checkbox"/>				
8)	Partículas alfa e partículas beta são radiações corpusculares que em interação pouco em contato com seres humanos.		<input checked="" type="checkbox"/>			

9)	Os raios X são os mais energéticos do espectro eletromagnético.		X	
10)	O Brasil não possui registro de acidentes radioativos.		X	
11)	O material mais utilizado para a produção de energia elétrica em uma usina nuclear é o Urânio 235.	X		
12)	O Brasil possui usinas nucleares.		X	
13)	O Sol e as demais estrelas são fontes de partículas que emitem radiações eletromagnéticas.	X		
14)	Materiais radioativos só emitem radiações por apresentarem núcleos estáveis.		X	

1- Sou a favor de o controle desses elementos radioativos ser maior, por que apesar dela ser limpa, não ajuda o meio ambiente, se acontecer algo e uma usina ou danos serão quase permanentes e durarão mais do que as novas vidas, e afetarão as futuras gerações, por estes argumentos sou contra no momento

2- Ela pode ser utilizada em diversas áreas como na saúde ajudando em vários tratamentos na segurança de aeroportos, mas ela também pode ser maléfica em caso, ou em algum desastre em usinas

A7

1)	A maioria dos países da Europa utiliza como principal forma de energia a nuclear. No Brasil, a forma mais utilizada é a gerada em usinas hidroelétricas. Supondo que a escassez de água levasse o governo brasileiro a pensar na possibilidade de utilizar em larga escala a energia nuclear, como você se posicionaria? Seria a favor ou contra? Explique seu posicionamento.				
2)	Explique os pontos positivos e negativos da radioatividade? Caso consiga identificar apenas pontos positivos ou pontos negativos, indique quais são eles e explique sua resposta.				
3)	Você já ouviu falar sobre esse assunto em algum lugar? Indique por qual meio tomou conhecimento do assunto (é permitido marcar mais de uma resposta).				
	( ) Nunca ouvi falar	<input checked="" type="checkbox"/> Escola	<input checked="" type="checkbox"/> Televisão	( ) Internet	( ) Livros/revistas
Afirmações			Sim	Não	Não Sei
4)	Você já estudou radioatividade na escola?		<input checked="" type="checkbox"/>		
5)	Considera o tema radioatividade importante no seu dia-a-dia e gostaria de aprender sobre o assunto?		<input checked="" type="checkbox"/>		
6)	Uma onda eletromagnética transporta energia em qualquer meio.				<input checked="" type="checkbox"/>
7)	Os raios X podem ser gerados quando elétrons colidem com alvos metálicos e são desacelerados.				<input checked="" type="checkbox"/>
8)	Partículas alfa e partículas beta são radiações corpusculares que em interação pouco em contato com seres humanos.				<input checked="" type="checkbox"/>

9)	Os raios X são os mais energéticos do espectro eletromagnético.				+
10)	O Brasil não possui registro de acidentes radioativos.				X
11)	O material mais utilizado para a produção de energia elétrica em uma usina nuclear é o urânio 235.				?
12)	O Brasil possui usinas nucleares.				X
13)	O Sol e as demais estrelas são fontes de partículas que emitem radiações eletromagnéticas.				+
14)	Materiais radioativos só emitem radiações por apresentarem núcleos estáveis.				X

1- Eu seria a favor, embora não saiba muito sobre o assunto acredito que seja eficiente, pois vários países usam esse conceito.

2- Não sei muito bem.

1)	A maioria dos países da Europa utiliza como principal forma de energia a nuclear. No Brasil, a forma mais utilizada é a gerada em usinas hidroelétricas. Supondo que a escassez de água levasse o governo brasileiro a pensar na possibilidade de utilizar em larga escala a energia nuclear, como você se posicionaria? Seria a favor ou contra? Explique seu posicionamento.				
2)	Explique os pontos positivos e negativos da radioatividade? Caso consiga identificar apenas pontos positivos ou pontos negativos, indique quais são eles e explique sua resposta.				
3)	Você já ouviu falar sobre esse assunto em algum lugar? Indique por qual meio tomou conhecimento do assunto (é permitido marcar mais de uma resposta).				
	( ) Nunca ouvi falar	( <input checked="" type="checkbox"/> ) Escola	( <input checked="" type="checkbox"/> ) Televisão	( ) Internet	( ) Livros/revistas
Afirmações			Sim	Não	Não Sei
4)	Você já estudou radioatividade na escola?		<input checked="" type="checkbox"/>		
5)	Considera o tema radioatividade importante no seu dia-a-dia e gostaria de aprender sobre o assunto?		<input checked="" type="checkbox"/>		
6)	Uma onda eletromagnética transporta energia em qualquer meio.		<input checked="" type="checkbox"/>		
7)	Os raios X podem ser gerados quando elétrons colidem com alvos metálicos e são desacelerados.		<input checked="" type="checkbox"/>		
8)	Partículas alfa e partículas beta são radiações corpusculares que em interação pouco em contato com seres humanos.		<input checked="" type="checkbox"/>		



9)	Os raios X são os mais energéticos do espectro eletromagnético.		X	
10)	O Brasil não possui registro de acidentes radioativos.	X		
11)	O material mais utilizado para a produção de energia elétrica em uma usina nuclear é o urânio 235.	X		
12)	O Brasil possui usinas nucleares.	X		
13)	O Sol e as demais estrelas são fontes de partículas que emitem radiações eletromagnéticas.	X		
14)	Materiais radioativos só emitem radiações por apresentarem núcleos estáveis.		X	

1-) Eu seria a favor, pois ela é uma energia limpa e também pelo fato do Brasil ter um extenso litoral que pode ser aproveitado.

2-) O lixo nuclear radioativo que é gerado.

Positivo: O uso dela nos alimentos, o fato de ser completamente limpa e também na medicina.

Podríamos usar a energia nuclear assim como usamos a hidrelétrica no Rio de Janeiro.

1)	A maioria dos países da Europa utiliza como principal forma de energia a nuclear. No Brasil, a forma mais utilizada é a gerada em usinas hidroelétricas. Supondo que a escassez de água levasse o governo brasileiro a pensar na possibilidade de utilizar em larga escala a energia nuclear, como você se posicionaria? Seria a favor ou contra? Explique seu posicionamento. <i>seria a favor porque teria mais um modo barato de fazer energia</i>																								
2)	Explique os pontos positivos e negativos da radioatividade? Caso consiga identificar apenas pontos positivos ou pontos negativos, indique quais são eles e explique sua resposta. <i>pontos negativos, que ela pode matar e dependentes onde tem, não tem pontos positivos, gente, pulso de desproteção</i>																								
3)	Você já ouviu falar sobre esse assunto em algum lugar? Indique por qual meio tornou conhecimento do assunto (é permitido marcar mais de uma resposta)																								
	<input type="checkbox"/> Nunca ouvi falar <input checked="" type="checkbox"/> Escola <input type="checkbox"/> Televisão <input type="checkbox"/> Internet <input type="checkbox"/> Livros/revistas																								
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Afirmações</th> <th>Sim</th> <th>Não</th> <th>Não Sei</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4) Você já estudou radioatividade na escola?</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5) Considera o tema radioatividade importante no seu dia-a-dia e gostaria de aprender sobre o assunto?</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>6) Uma onda eletromagnética transporta energia em qualquer meio.</td> <td></td> <td>X</td> <td></td> </tr> <tr> <td>7) Os raios X podem ser gerados quando elétrons colidem com alvos metálicos e são desacelerados.</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>8) Partículas alfa e partículas beta são radiações corpusculares que em interação pouco em contato com seres humanos.</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Afirmações	Sim	Não	Não Sei	4) Você já estudou radioatividade na escola?	X			5) Considera o tema radioatividade importante no seu dia-a-dia e gostaria de aprender sobre o assunto?	X			6) Uma onda eletromagnética transporta energia em qualquer meio.		X		7) Os raios X podem ser gerados quando elétrons colidem com alvos metálicos e são desacelerados.	X			8) Partículas alfa e partículas beta são radiações corpusculares que em interação pouco em contato com seres humanos.	X		
Afirmações	Sim	Não	Não Sei																						
4) Você já estudou radioatividade na escola?	X																								
5) Considera o tema radioatividade importante no seu dia-a-dia e gostaria de aprender sobre o assunto?	X																								
6) Uma onda eletromagnética transporta energia em qualquer meio.		X																							
7) Os raios X podem ser gerados quando elétrons colidem com alvos metálicos e são desacelerados.	X																								
8) Partículas alfa e partículas beta são radiações corpusculares que em interação pouco em contato com seres humanos.	X																								

9)	Os raios X são os mais energéticos do espectro eletromagnético.			
10)	O Brasil não possui registro de acidentes radioativos.			
11)	O material mais utilizado para a produção de energia elétrica em uma usina nuclear é o urânio 235.			
12)	O Brasil possui usinas nucleares.			
13)	O Sol e as demais estrelas são fontes de partículas que emitem radiações eletromagnéticas.			
14)	Materiais radioativos só emitem radiações por apresentarem núcleos estáveis.			

(A8)

Questões sobre radioatividade					
1)	A maioria dos países da Europa utiliza como principal forma de energia a nuclear. No Brasil, a forma mais utilizada é a gerada em usinas hidroelétricas. Supondo que a escassez de água levasse o governo brasileiro a pensar na possibilidade de utilizar em larga escala a energia nuclear, como você se posicionaria? Seria a favor ou contra? Explique seu posicionamento.				
2)	Explique os pontos positivos e negativos da radioatividade? Caso consiga identificar apenas pontos positivos ou pontos negativos, indique quais são eles e explique sua resposta.				
3)	Você já ouviu falar sobre esse assunto em algum lugar? Indique por qual meio tomou conhecimento do assunto (é permitido marcar mais de uma resposta).				
	( ) Nunca ouvi falar	<input checked="" type="checkbox"/> Escola	<input checked="" type="checkbox"/> Televisão	( ) Internet	( ) Livros/revistas
Afirmações		Sim	Não	Não Sei	
4)	Você já estudou radioatividade na escola?	<input checked="" type="checkbox"/>			
5)	Considera o tema radioatividade importante no seu dia-a-dia e gostaria de aprender sobre o assunto?	<input checked="" type="checkbox"/>			
6)	Uma onda eletromagnética transporta energia em qualquer meio.	<input checked="" type="checkbox"/>			
7)	Os raios X podem ser gerados quando elétrons colidem com alvos metálicos e são desacelerados.	<input checked="" type="checkbox"/>			
8)	Partículas alfa e partículas beta são radiações corpusculares que em interação pouco em contato com seres humanos.		<input checked="" type="checkbox"/>		

9)	Os raios X são os mais energéticos do espectro eletromagnético.		X	
10)	O Brasil não possui registro de acidentes radioativos.		X	
11)	O material mais utilizado para a produção de energia elétrica em uma usina nuclear é o urânio 235.	X		
12)	O Brasil possui usinas nucleares.	X		
13)	O Sol e as demais estrelas são fontes de partículas que emitem radiações eletromagnéticas.	X		
14)	Materiais radioativos só emitem radiações por apresentarem núcleos estáveis.		X	

2) Pontos positivos no caso para a medicina o raio X e também feito para fazer energia.  
 pontos negativos: se não tivermos ou cair em mãos erradas podem matar milhões de pessoas

1) a favor porque ela é considerada limpa desde que contenha segurança

A9

Questões sobre radiação						
1)	A maioria dos países da Europa utiliza como principal forma de energia a nuclear. No Brasil, a forma mais utilizada é a gerada em usinas hidroelétricas. Supondo que a escassez de água levasse o governo brasileiro a pensar na possibilidade de utilizar em larga escala a energia nuclear, como você se posicionaria? Seria a favor ou contra? Explique seu posicionamento.					
2)	Explique os pontos positivos e negativos da radioatividade? Caso consiga identificar apenas pontos positivos ou pontos negativos, indique quais são eles e explique sua resposta.					
3)	Você já ouviu falar sobre esse assunto em algum lugar? Indique por qual meio tornou conhecimento do assunto (é permitido marcar mais de uma resposta).					
	( ) Nunca ouvi falar	(X) Escola	( ) Televisão	( ) Internet	( ) Livros/revistas	
	Afirmações			Sim	Não	Não Sei
4)	Você já estudou radioatividade na escola?			X		
5)	Considera o tema radioatividade importante no seu dia-a-dia e gostaria de aprender sobre o assunto?			X		
6)	Uma onda eletromagnética transporta energia em qualquer meio.					X
7)	Os raios X podem ser gerados quando elétrons colidem com alvos metálicos e são desacelerados.					X
8)	Partículas alfa e partículas beta são radiações corpusculares que em interação pouco em contato com seres humanos.			X		

9)	Os raios X são os mais energéticos do espectro eletromagnético.			X
10)	O Brasil não possui registro de acidentes radioativos.	X		
11)	O material mais utilizado para a produção de energia elétrica em uma usina nuclear é o urânio 235.			X
12)	O Brasil possui usinas nucleares.	X		
13)	O Sol e as demais estrelas são fontes de partículas que emitem radiações eletromagnéticas.	X		
14)	Materiais radioativos só emitem radiações por apresentarem núcleos estáveis.			X

(A9)

Questões sobre radioatividade					
1)	A maioria dos países da Europa utiliza como principal forma de energia a nuclear. No Brasil, a forma mais utilizada é a gerada em usinas hidroelétricas. Supondo que a escassez de água levasse o governo brasileiro a pensar na possibilidade de utilizar em larga escala a energia nuclear, como você se posicionaria? Seria a favor ou contra? Explique seu posicionamento.				
2)	Explique os pontos positivos e negativos da radioatividade? Caso consiga identificar apenas pontos positivos ou pontos negativos, indique quais são eles e explique sua resposta.				
3)	Você já ouviu falar sobre esse assunto em algum lugar? Indique por qual meio tomou conhecimento do assunto (é permitido marcar mais de uma resposta).				
	<input type="checkbox"/> Nunca ouvi falar	<input checked="" type="checkbox"/> Escola	<input type="checkbox"/> Televisão	<input type="checkbox"/> Internet	<input type="checkbox"/> Livros/revistas
Afirmações			Sim	Não	Não Sei
4)	Você já estudou radioatividade na escola?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5)	Considera o tema radioatividade importante no seu dia-a-dia e gostaria de aprender sobre o assunto?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6)	Uma onda eletromagnética transporta energia em qualquer meio.		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7)	Os raios X podem ser gerados quando elétrons colidem com alvos metálicos e são desacelerados.		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8)	Partículas alfa e partículas beta são radiações corpusculares que em interação pouco em contato com seres humanos.		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



9)	Os raios X são os mais energéticos do espectro eletromagnético.		X	
10)	O Brasil não possui registro de acidentes radioativos.	/	X	
11)	O material mais utilizado para a produção de energia elétrica em uma usina nuclear é o urânio 235.	X		
12)	O Brasil possui usinas nucleares.	X		
13)	O Sol e as demais estrelas são fontes de partículas que emitem radiações eletromagnéticas.	X		
14)	Materiais radioativos só emitem radiações por apresentarem núcleos estáveis.		X	

1- eu sou contra pois se acontecer alguma coisa nesta usina seria uma tragédia muito grande mas a vantagem é que ela é uma energia muito limpa

2- positivos e que usamos na medicina na segurança em celas microondas rádio etc. e o negativo é que em excesso p. causar câncer e deformar a pele.

A11

Questões sobre radiação						
1)	A maioria dos países da Europa utiliza como principal forma de energia a nuclear. No Brasil, a forma mais utilizada é a gerada em usinas hidroelétricas. Supondo que a escassez de água levasse o governo brasileiro a pensar na possibilidade de utilizar em larga escala a energia nuclear, como você se posicionaria? Seria a favor ou contra? Explique seu posicionamento.					
2)	Explique os pontos positivos e negativos da radioatividade? Caso consiga identificar apenas pontos positivos ou pontos negativos, indique quais são eles e explique sua resposta.					
3)	Você já ouviu falar sobre esse assunto em algum lugar? Indique por qual meio tomou conhecimento do assunto (é permitido marcar mais de uma resposta).					
	<input type="checkbox"/> Nunca ouvi falar	<input type="checkbox"/> Escola	<input checked="" type="checkbox"/> Televisão	<input type="checkbox"/> Internet	<input type="checkbox"/> Livros/revistas	
Afirmações				Sim	Não	Não Sei
4)	Você já estudou radioatividade na escola?					<input checked="" type="checkbox"/>
5)	Considera o tema radioatividade importante no seu dia-a-dia e gostaria de aprender sobre o assunto?			<input checked="" type="checkbox"/>		
6)	Uma onda eletromagnética transporta energia em qualquer meio.			<input checked="" type="checkbox"/>		
7)	Os raios X podem ser gerados quando elétrons colidem com alvos metálicos e são desacelerados.				<input checked="" type="checkbox"/>	
8)	Partículas alfa e partículas beta são radiações corpusculares que em interação pouco em contato com seres humanos.					<input checked="" type="checkbox"/>

9)	Os raios X são os mais energéticos do espectro eletromagnético.			
10)	O Brasil não possui registro de acidentes radioativos.			
11)	O material mais utilizado para a produção de energia elétrica em uma usina nuclear é o urânio 235.			
12)	O Brasil possui usinas nucleares.			
13)	O Sol e as demais estrelas são fontes de partículas que emitem radiações eletromagnéticas.			
14)	Materiais radioativos só emitem radiações por apresentarem núcleos estáveis.			

(A)

16

Questões sobre radioatividade						
1)	A maioria dos países da Europa utiliza como principal forma de energia a nuclear. No Brasil, a forma mais utilizada é a gerada em usinas hidroelétricas. Supondo que a escassez de água levasse o governo brasileiro a pensar na possibilidade de utilizar em larga escala a energia nuclear, como você se posicionaria? Seria a favor ou contra? Explique seu posicionamento.					
2)	Explique os pontos positivos e negativos da radioatividade? Caso consiga identificar apenas pontos positivos ou pontos negativos, indique quais são eles e explique sua resposta.					
3)	Você já ouviu falar sobre esse assunto em algum lugar? Indique por qual meio tomou conhecimento do assunto (é permitido marcar mais de uma resposta).					
	( ) Nunca ouvi falar	(x) Escola	(x) Televisão	(x) Internet	( ) Livros/revistas	
	Afirmações			Sim	Não	Não Sei
4)	Você já estudou radioatividade na escola?			X		
5)	Considera o tema radioatividade importante no seu dia-a-dia e gostaria de aprender sobre o assunto?			X		
6)	Uma onda eletromagnética transporta energia em qualquer meio.			X		
7)	Os raios X podem ser gerados quando elétrons colidem com alvos metálicos e são desacelerados.			X		
8)	Partículas alfa e partículas beta são radiações corpusculares que em interação pouco em contato com seres humanos.				X	

9)	Os raios X são os mais energéticos do espectro eletromagnético.		X	
10)	O Brasil não possui registro de acidentes radioativos.		X	
11)	O material mais utilizado para a produção de energia elétrica em uma usina nuclear é o Urânio 235.	X		
12)	O Brasil possui usinas nucleares.	X		
13)	O Sol e as demais estrelas são fontes de partículas que emitem radiações eletromagnéticas.	X		
14)	Materiais radioativos só emitem radiações por apresentarem núcleos estáveis.		X	

Ⓐ **Positivo**: Usado na geração de energia, raios X (Saúde), etc.  
**Negativo**: Bombar. pode ser perigoso se na geração de energia for descontrolado e acabar acontecendo um desastre

Ⓐ **Pro a favor**, pois ela gera energia, porém eles também geram o nível de despesas.

(A12)

n:39

Questões sobre radioatividade				
1)	A maioria dos países da Europa utiliza como principal forma de energia a nuclear. No Brasil, a forma mais utilizada é a gerada em usinas hidroelétricas. Supondo que a escassez de água levasse o governo brasileiro a pensar na possibilidade de utilizar em larga escala a energia nuclear, como você se posicionaria? Seria a favor ou contra? Explique seu posicionamento. <i>Seria contra pois não concordaria em usar a energia nuclear</i>			
2)	Explique os pontos positivos e negativos da radioatividade? Caso consiga identificar apenas pontos positivos ou pontos negativos, indique quais são eles e explique sua resposta. <i>Pode fazer mal pois muito radiação e perigoso</i>			
3)	Você já ouviu falar sobre esse assunto em algum lugar? Indique por qual meio tomou conhecimento do assunto (é permitido marcar mais de uma resposta).			
	( ) Nunca ouvi falar	<input checked="" type="checkbox"/> Escola	<input checked="" type="checkbox"/> Televisão	( ) Internet
				( ) Livros/revistas
	Afirmações	Sim	Não	Não Sei
4)	Você já estudou radioatividade na escola?		X	
5)	Considera o tema radioatividade importante no seu dia-a-dia e gostaria de aprender sobre o assunto?	X		
6)	Uma onda eletromagnética transporta energia em qualquer meio.	X		
7)	Os raios X podem ser gerados quando elétrons colidem com alvos metálicos e são desacelerados.		X	
8)	Partículas alfa e partículas beta são radiações corpusculares que em interação pouco em contato com seres humanos.			X

9)	Os raios X são os mais energéticos do espectro eletromagnético.			X
10)	O Brasil não possui registro de acidentes radioativos.		X	
11)	O material mais utilizado para a produção de energia elétrica em uma usina nuclear é o urânio 235.	X		
12)	O Brasil possui usinas nucleares.	X		
13)	O Sol e as demais estrelas são fontes de partículas que emitem radiações eletromagnéticas.	X		
14)	Materiais radioativos só emitem radiações por apresentarem núcleos estáveis.			X

A12

Questões sobre radioatividade						
1)	A maioria dos países da Europa utiliza como principal forma de energia a nuclear. No Brasil, a forma mais utilizada é a gerada em usinas hidroelétricas. Supondo que a escassez de água levasse o governo brasileiro a pensar na possibilidade de utilizar em larga escala a energia nuclear, como você se posicionaria? Seria a favor ou contra? Explique seu posicionamento. <i>o favor pelas diversidades de energia para produção de energia elétrica</i>					
2)	Explique os pontos positivos e negativos da radioatividade? Caso consiga identificar apenas pontos positivos ou pontos negativos, indique quais são eles e explique sua resposta.					
3)	Você já ouviu falar sobre esse assunto em algum lugar? Indique por qual meio tomou conhecimento do assunto (é permitido marcar mais de uma resposta).					
	<input type="checkbox"/> Nunca ouvi falar	<input checked="" type="checkbox"/> Escola	<input checked="" type="checkbox"/> Televisão	<input type="checkbox"/> Internet	<input type="checkbox"/> Livros/revistas	
Afirmações				Sim	Não	Não Sei
4)	Você já estudou radioatividade na escola?			<input checked="" type="checkbox"/>		
5)	Considera o tema radioatividade importante no seu dia-a-dia e gostaria de aprender sobre o assunto?			<input checked="" type="checkbox"/>		
6)	Uma onda eletromagnética transporta energia em qualquer meio.			<input checked="" type="checkbox"/>		
7)	Os raios X podem ser gerados quando elétrons colidem com alvos metálicos e são desacelerados.			<input checked="" type="checkbox"/>		
8)	Partículas alfa e partículas beta são radiações corpusculares que em interação pouco em contato com seres humanos.			<input checked="" type="checkbox"/>		



Positiva	negativa
2- Energia limpa devido à liberação de raios de água na atmosfera	Radiação em <sup>excesso</sup> <del>excesso</del> : faz mal para saúde
Podem ser utilizados para tratamentos de câncer	O lixo radioativo espeta ao ambiente como no caso do Estado unido que jogaram no mar costo do afrieco!
usado para detectar objetos que morre- ram a muitos anos (datação de carbono 14)	

9)	Os raios X são os mais energéticos do espectro eletromagnético.		X	
10)	O Brasil não possui registro de acidentes radioativos.		X	
11)	O material mais utilizado para a produção de energia elétrica em uma usina nuclear é o urânio 235.	X		
12)	O Brasil possui usinas nucleares.	X		
13)	O Sol e as demais estrelas são fontes de partículas que emitem radiações eletromagnéticas.	X		
14)	Materiais radioativos só emitem radiações por apresentarem núcleos estáveis.		X	

12. Se localizado no Rio de Janeiro é chamado de ângulo 1 e ângulo 2

A13

## Questões sobre radioatividade

1) A maioria dos países da Europa utiliza como principal forma de energia a nuclear. No Brasil, a forma mais utilizada é a gerada em usinas hidroelétricas. Supondo que a escassez de água levasse o governo brasileiro a pensar na possibilidade de utilizar em larga escala a energia nuclear, como você se posicionaria? Seria a favor ou contra? Explique seu posicionamento.

2) Explique os pontos positivos e negativos da radioatividade? Caso consiga identificar apenas pontos positivos ou pontos negativos, indique quais são eles e explique sua resposta.

3) Você já ouviu falar sobre esse assunto em algum lugar? Indique por qual meio tomou conhecimento do assunto (é permitido marcar mais de uma resposta).

<input type="checkbox"/> Nunca ouvi falar	<input type="checkbox"/> Escola	<input type="checkbox"/> Televisão	<input checked="" type="checkbox"/> Internet	<input type="checkbox"/> Livros/revistas
---	---------------------------------	------------------------------------	--	--

## Afirmações

		Sim	Não	Não Sei
4)	Você já estudou radioatividade na escola?		X	
5)	Considera o tema radioatividade importante no seu dia-a-dia e gostaria de aprender sobre o assunto?	X		
6)	Uma onda eletromagnética transporta energia em qualquer meio.		X	
7)	Os raios X podem ser gerados quando elétrons colidem com alvos metálicos e são desacelerados.		X	
8)	Partículas alfa e partículas beta são radiações corpusculares que em interação pouco em contato com seres humanos.			X

1- Favor. A energia nuclear pode vir a ser uma segunda alternativa de energia, o que diversificaria as maiores fontes de energia.

2- Acho que existem mais pontos negativos do que pontos positivos. O maior é um dos pontos positivos e a energia nuclear é perigosa para o meio-ambiente.

9)	Os raios X são os mais energéticos do espectro eletromagnético.			X
10)	O Brasil não possui registro de acidentes radioativos.	X		
11)	O material mais utilizado para a produção de energia elétrica em uma usina nuclear é o urânio 235.			X
12)	O Brasil possui usinas nucleares.	X		
13)	O Sol e as demais estrelas são fontes de partículas que emitem radiações eletromagnéticas.	X		
14)	Materiais radioativos só emitem radiações por apresentarem núcleos estáveis.			X

Questões sobre radioatividade						
1)	A maioria dos países da Europa utiliza como principal forma de energia a nuclear. No Brasil, a forma mais utilizada é a gerada em usinas hidroelétricas. Supondo que a escassez de água levasse o governo brasileiro a pensar na possibilidade de utilizar em larga escala a energia nuclear, como você se posicionaria? Seria a favor ou contra? Explique seu posicionamento.					
2)	Explique os pontos positivos e negativos da radioatividade? Caso consiga identificar apenas pontos positivos ou pontos negativos, indique quais são eles e explique sua resposta.					
3)	Você já ouviu falar sobre esse assunto em algum lugar? Indique por qual meio tomou conhecimento do assunto (é permitido marcar mais de uma resposta).					
	( ) Nunca ouvi falar	(X) Escola	( ) Televisão	(X) Internet	( ) Livros/revistas	
Afirmações				Sim	Não	Não Sei
4)	Você já estudou radioatividade na escola?			X		
5)	Considera o tema radioatividade importante no seu dia-a-dia e gostaria de aprender sobre o assunto?			X		
6)	Uma onda eletromagnética transporta energia em qualquer meio.			X		
7)	Os raios X podem ser gerados quando elétrons colidem com alvos metálicos e são desacelerados.			X		
8)	Partículas alfa e partículas beta são radiações corpusculares que em interação pouco em contato com seres humanos.			X		

1- Favom. Usinas nucleares são fontes de energia limpa por só liberarem vapor de água. A radiação também ajuda na medicina, com tratamento de câncer e com o Raio X. Também ajuda na área de segurança e engenharia.

Os pontos negativos são

• A dificuldade para se livrar dos detritos radioativos da usina, que deve

ser bem reciclados. Misco de acidentes nas usinas e a contaminação que isso causaria por milhares de anos na região.

O uso da energia nuclear para a produção de armamentos (Bombas nucleares).

2- Positivo: Hoje em dia se usa a radioatividade nos aceleradores de partícula para tratamento de câncer em estágios avançados e não mais ~~com~~ tratamentos como a quimioterapia. O negativo seria a falta de informação ~~de~~ são das empresas que vendem produtos

radioativos sem conhecimento, como a Camiinha campeão no Nordeste, que por ser radioativa conta com várias peças, causando o câncer.

9)	Os raios X são os mais energéticos do espectro eletromagnético.		X	
10)	O Brasil não possui registro de acidentes radioativos.	X		
11)	O material mais utilizado para a produção de energia elétrica em uma usina nuclear é o urânio 235.	X		
12)	O Brasil possui usinas nucleares.	X		
13)	O Sol e as demais estrelas são fontes de partículas que emitem radiações eletromagnéticas.	X		
14)	Materiais radioativos só emitem radiações por apresentarem núcleos estáveis.		X	



A14

Questões sobre radioatividade					
1)	A maioria dos países da Europa utiliza como principal forma de energia a nuclear. No Brasil, a forma mais utilizada é a gerada em usinas hidroelétricas. Supondo que a escassez de água levasse o governo brasileiro a pensar na possibilidade de utilizar em larga escala a energia nuclear, como você se posicionaria? Seria a favor ou contra? Explique seu posicionamento.				
2)	Explique os pontos positivos e negativos da radioatividade? Caso consiga identificar apenas pontos positivos ou pontos negativos, indique quais são eles e explique sua resposta.				
3)	Você já ouviu falar sobre esse assunto em algum lugar? Indique por qual meio tomou conhecimento do assunto (é permitido marcar mais de uma resposta).				
	<input type="checkbox"/> Nunca ouvi falar	<input type="checkbox"/> Escola	<input checked="" type="checkbox"/> Televisão	<input type="checkbox"/> Internet	<input type="checkbox"/> Livros/revistas
Afirmações			Sim	Não	Não Sei
4)	Você já estudou radioatividade na escola?			X	
5)	Considera o tema radioatividade importante no seu dia-a-dia e gostaria de aprender sobre o assunto?		X		
6)	Uma onda eletromagnética transporta energia em qualquer meio.				X
7)	Os raios X podem ser gerados quando elétrons colidem com alvos metálicos e são desacelerados.				X
8)	Partículas alfa e partículas beta são radiações corpusculares que em interação pouco em contato com seres humanos.				X

9)	Os raios X são os mais energéticos do espectro eletromagnético.			X
10)	O Brasil não possui registro de acidentes radioativos.			X
11)	O material mais utilizado para a produção de energia elétrica em uma usina nuclear é o urânio 235.	X		
12)	O Brasil possui usinas nucleares.	X		
13)	O Sol e as demais estrelas são fontes de partículas que emitem radiações eletromagnéticas.	X		
14)	Materiais radioativos só emitem radiações por apresentarem núcleos estáveis.			X

Questões sobre radioatividade						
1)	A maioria dos países da Europa utiliza como principal forma de energia a nuclear. No Brasil, a forma mais utilizada é a gerada em usinas hidroelétricas. Supondo que a escassez de água levasse o governo brasileiro a pensar na possibilidade de utilizar em larga escala a energia nuclear, como você se posicionaria? Seria a favor ou contra? Explique seu posicionamento.					
2)	Explique os pontos positivos e negativos da radioatividade? Caso consiga identificar apenas pontos positivos ou pontos negativos, indique quais são eles e explique sua resposta.					
3)	Você já ouviu falar sobre esse assunto em algum lugar? Indique por qual meio tomou conhecimento do assunto (é permitido marcar mais de uma resposta).					
	<input type="checkbox"/> Nunca ouvi falar	<input checked="" type="checkbox"/> Escola	<input type="checkbox"/> Televisão	<input checked="" type="checkbox"/> Internet	<input type="checkbox"/> Livros/revistas	
Afirmações				Sim	Não	Não Sei
4)	Você já estudou radioatividade na escola?			<input checked="" type="checkbox"/>		
5)	Considera o tema radioatividade importante no seu dia-a-dia e gostaria de aprender sobre o assunto?			<input checked="" type="checkbox"/>		
6)	Uma onda eletromagnética transporta energia em qualquer meio.			<input checked="" type="checkbox"/>		
7)	Os raios X podem ser gerados quando elétrons colidem com alvos metálicos e são desacelerados.			<input checked="" type="checkbox"/>		
8)	Partículas alfa e partículas beta são radiações corpusculares que em interação pouco em contato com seres humanos.				<input checked="" type="checkbox"/>	

9)	Os raios X são os mais energéticos do espectro eletromagnético.		X	
10)	O Brasil não possui registro de acidentes radioativos.		X	
11)	O material mais utilizado para a produção de energia elétrica em uma usina nuclear é o Urânio 235.	X		
12)	O Brasil possui usinas nucleares.	X		
13)	O Sol e as demais estrelas são fontes de partículas que emitem radiações eletromagnéticas.	X		
14)	Materiais radioativos só emitem radiações por apresentarem núcleos estáveis.		X	

Os pontos positivos da radioatividade é que quando controlada, pode ser usada na medicina, como cura de câncer, raios X, entre outros, pode ser transformada em energia elétrica. O ponto negativo é que a radioatividade pode ser usada e sem controle, pode gerar bombas nucleares, radioativo, entre outros problemas.

Sim, eu concordo com a energia nuclear, porque é a energia limpa, e que com pouca quantidade de combustível, é suficiente para manter grandes cidades muito tempo.

1) Desenhe a vela



2)

CO R	TEMPERATURA	ENERGIA
AZUL	ALTA	BAIXA
LARANJA	MEDIA	MEDIA
AMARELO	BAIXA	ALTA
VERMELHO	M. ALTA	M. ALTA

3) Quais e quantas são as cores presentes no chama?  
Azul, LARANJA, AMARELO

4) Qual a região mais quente?  
quente mais baixa porque está no meio da queima

5) Todas as vela apresentam o mesmo tipo de chama, porque?  
Sim porque são feitas do mesmo material

①



②

COR	TEMPERATURA	ENERGIA
Amarelo	BAIXA	ALTA
Laranja	ALTA	MÉDIA
Azul	ALTA	BAIXA

③ Quais e quantos são as cores presentes no chama?

Azul e laranja/amarelo

④ Qual a região mais quente?  
na cor laranja/amarelo

⑤ Todas as velas apresentam o mesmo tipo de chama? Por que?

Sim, são as



Cor	Temperatura	energia
azul	alta	alta
vermelho	médio	médio
laranja	médio	médio
amarelo	baixo	alto
branco	baixo	baixo

③ Quais e quantas cores são as presentes na chama?  
Azul, Vermelho, laranja e amarelo.

④ Qual a região mais quente.  
Azul.

⑤ Todas as velas apresentam o mesmo tipo de chama. Por que?  
Não, pois são compostas por materiais diferentes.

1. Ceras:



2.

Cera	temperaturas	energias
azul	menores	baixas
laranja	medias	media
amarela	maiores	alta

3.

3. Quais e quantas são as ceras presente na chama?

3 ceras, azul, laranja e amarela

4. Qual a região mais quente?

A parte de cima.

5. Todas as velas apresentam o mesmo tipo de chama? Porque?

Sim, porque é feita do mesmo material.

Planck

$$E = h \cdot f$$



① Desenhe a vela.



② COR	TEMPERATURA	ENERGIA
Azul	menor	baixa
Laranja	média	média
Amarelo	maior	alta

③ Quais e quantas são as cores presentes na chama?  
3 cores, azul, laranja e amarelo

④ Qual é a região mais quente?  
A região azul

⑤ Todas as velas apresentam o mesmo tipo de chama? Por que?  
Sim, se forem feitas da mesma substância

1- Presente a vela.



2-

COR	temperatura	energia
azul	Alta	Baixa
Laranja	media	media
Amarelo	Baixa	Alta

3 - azul, amarelo e laranja, 3 cores

4 - a região mais quente é a do começo da vela a região do topo, o azul

5 - não. Por a maneira da queima da vela, pode se propagar e tomar diferentes

① Desenhe a vela.



②

Cor	Temperatura	Energia
Azul	ALTA	Baixa
Amarela	média	média
Vermelha	ALTA	média
Laranja	Alta	Baixa

→ amarela

③ Quais e quantas são as cores presentes numa chama? 4. Azul, Amarela, Vermelha e Laranja.

④ Qual a região mais quente?

A parte inferior da vela, cor Azul.

⑤. Todas as velas apresentam o mesmo tipo de chama? Por que?

Sim, por que elas dependem das mesmas coisas para que a queima ocorra.

Diferença entre a queima apenas se a matéria (substância) for diferente.

1-



2-

	COR	TEMPERATURA	ENERGIA
* Alto	azul	azul	baixa
* medio	laranja	laranja	media
* Baixo	amarelo	amarelo	alta

3- 3 azul, laranja, + amarelo

4- azul

5- Não, porque depende do queima do substância

OBS = De acordo com a queima de  $O_2$  pode ser que o chama muda, igual no magnésico.



2- tabela

Cor	temperatura	energia
laranja	muito quente	é a mais forte
cinza	mais ou menos	um pouco mais fraca que a laranja
azul	pouca	é a que possui menos quantidade de Energia

3- Quais e quantas são as cores presente na chama?

3 cores; laranja, cinza Azul.

4- Qual a região Mais quente?

A parte superior, comprovamos isso queimando um pedaço de papel.

1- Desenhe a vela



2-

COR	Temperatura	Velocidade
AZUL	Alta	Alta
LARANJA	Média	Média
AMARELO	Baixa	Baixa

3- Quais e quantas são as cores presentes na chama?

Que eu consegui ver são AZUL, LARANJA e AMARELO. mais visto que eu sei são as cores do arco íris

4- Qual a região mais quente

A região mais quente fica na parte inferior da vela que é a cor AZUL onde queime o papel mais rápido

5- Todas as velas apresentam o mesmo tipo de chama? Por que?

Sim pois elas têm as cores do arco íris

1) Desenhe a vela



2)

Cor	Temperatura	Energia
Azul	alta temperatura	alta energia
Laranja	temperatura média	energia média
Amarelo	Baixa temperatura	Baixa energia

3) Quais e quantas são as cores presentes na chama? São 3 cores Azul, laranja e Amarelo.

4) Qual a região mais quente?

A região que tem a cor azul.

5) Todas as velas apresentam o mesmo

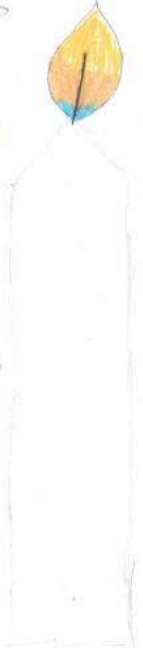
tipo de chama? Porque?

Sim, pois que todas têm as substâncias químicas

3. Quais e quantas são as cores presentes na chama? 3 cores azul, laranja e amarela

4. Qual a região mais quente? azul

5. Todas as velas representam o mesmo tipo de chama? porque? Sim pois todas tem o mesmo substancia químico são feitas iguais.



②

azul	temperatura alto	energia alto
laranja	temperatura medio	energia mais ou menos
amarela	temperatura baixo	energia baixo





2.

COR	TEMPERATURA	ENERGIA
AZUL	BAIXA	MENOR
AMARELO	MEDIO	MEDIO
VERMELHO	ALTA	MAIOR

3. Quais são e quantas são as cores presentes na chama da vela? azul, amarelo, laranja são presentes. 3 cores

4. Qual a região mais quente? e a mais fria? Por que?

A mais quente é em cima a cor laranja.  
A mais fria, em baixo a cor azul.

5. Como são produzidas essas colorações diferentes?

Por a diferença de substância a cada uma dando uma coloração a cada cor.

6. Todas as velas apresentam o mesmo tipo de chama? Por que?

Não, pois cada vela tem por utilização uma substância diferente uma da outra.