

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FORMAÇÃO CIENTÍFICA,
EDUCACIONAL E TECNOLÓGICA

JEAN CARLOS RODRIGUES

**RADIAÇÕES E TELESCÓPIOS: UMA PROPOSTA EDUCACIONAL PARA O
ENSINO E APRENDIZAGEM DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO**

DISSERTAÇÃO

CURITIBA
2016

JEAN CARLOS RODRIGUES

**RADIAÇÕES E TELESCÓPIOS: UMA PROPOSTA EDUCACIONAL PARA O
ENSINO E APRENDIZAGEM DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de mestre em Ensino de Ciências, do Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Área de concentração: Ciência, Tecnologia e Ambiente Educacional.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Noemi Sutil

CURITIBA
2016

TERMO DE LICENCIAMENTO

Esta Dissertação e o seu respectivo Produto Educacional estão licenciados sob uma Licença Creative Commons *atribuição uso-não comercial/compartilhamento sob a mesma licença 4.0 Brasil*. Para ver uma cópia desta Licença, visite o endereço <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/> ou envie uma carta para Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California 94105, USA.



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

R969r
2016
Rodrigues, Jean Carlos
Radiações e telescópios : uma proposta educacional para o ensino e aprendizagem de física no ensino médio / Jean Carlos Rodrigues.-- 2016.
105 f. : il. ; 30 cm

Texto em português, com resumo em inglês
Disponível também via World Wide Web
Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica, Curitiba, 2016
Bibliografia: f. 100-101

1. Física – Estudo e ensino (Ensino médio) – Paraná. 2. Física – Estudo e ensino (Ensino médio) – Curitiba (PR). 3. Radiação – Estudo e ensino (Ensino médio) – Paraná. 4. Telescópios. 5. Astronomia – Estudo e ensino (Ensino médio). 6. Ciência – Estudo e ensino – Dissertações. I. Sutil, Noemi, orient. II. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica. III. Título.

CDD: Ed. 22 -- 507.2

CDD: Ed. 22 -- 621.31

Biblioteca Central da UTFPR, Câmpus Curitiba



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Curitiba
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica

**TERMO DE APROVAÇÃO
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO Nº 16/2016**

**RADIAÇÕES E TELESCÓPIOS: UMA PROPOSTA EDUCACIONAL PARA O ENSINO E
APRENDIZAGEM DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO**

por

Jean Carlos Rodrigues

Esta dissertação foi apresentada às 14h00 do dia 31 de agosto de 2016 como requisito parcial para a obtenção do título de **Mestre em Ensino de Ciências**, com área de concentração em *Ciência, Tecnologia e Ambiente Educacional* e linha de pesquisa *Formação de Professores de Ciências* do Mestrado Profissional do **Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica**. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof^a. Dr^a. Noemi Sutil
(UTFPR – PPGFCET - orientadora)

Prof. Dr. Marcos Antônio Florczak
(UTFPR - PPGFCET)

Prof^a. Dr^a. Maria José Fontana Gebara
(UFSCar – Campus Sorocaba)

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Programa.

Ao Lucas (*in memoria*), eternamente no meu coração e às queridas Nádia e Noemi, pela paciência, carinho e apoio em todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

À Deus pelo dom da vida e pela graça de enxergar.

À minha querida esposa Nádia Savian, pelo companheirismo de uma vida toda.

À querida Prof^a. Dr^a. Noemi Sutil, minha orientadora, que me acolheu em meio ao mestrado aceitando o desafio de orientar esta pesquisa. Seu interesse, paciência, disponibilidade e apoio, principalmente no período em que eu nada enxergava e mesmo assim, passou-me confiança para realizar a pesquisa e a presente dissertação.

Ao querido Prof. Dr. Mário, por seus questionamentos em relação à Física Clássica, especialmente relevantes ao exercício do magistério na educação básica, que contribuíram diretamente na evolução do meu trabalho.

À Prof^a Dr^a Maria Gebara e ao Prof. Dr. Marcos Florczak, membros da banca de qualificação e defesa, que proporcionaram valiosas reflexões e contribuições no aprimoramento deste trabalho.

Aos professores do programa FCET pelos conhecimentos compartilhados em diversos momentos e que influenciaram esta dissertação.

Aos colegas de mestrado, Eduardo e Katiane, pelo apoio, ideias, desabafos e conversas que fizeram esse período me parecer mais tranquilo.

À diretora Simone, por permitir a realização da pesquisa na escola.

Às professoras Elisa e Pedrina, pela amizade e por suas contribuições durante a realização deste trabalho.

À minha mãe Verginia, que sempre me incentivou a estudar e apoiou meu retorno aos estudos. À tia Maria Astolfi, que me apoiou no início de minha carreira como professor pelos “pagos” rio-grandenses.

E a todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para a realização desta dissertação.

RESUMO

RODRIGUES, Jean Carlos. Radiações e telescópios: uma proposta educacional para o ensino e aprendizagem de Física no Ensino Médio. 2016. 110 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2016.

Esta pesquisa é constituída de elementos que permeiam a problematização do ensino de Física para o 3º ano do Ensino Médio das escolas públicas em geral e em particular da rede pública estadual do Paraná, em Curitiba/PR. A referida pesquisa apresenta estratégias de ensino para abordar Radiações no Ensino Médio, tendo como objeto motivador os telescópios espaciais, dentro da perspectiva do agir comunicativo de Jürgen Habermas, do uso do discurso no âmbito explicativo com o intuito de atingir a estrutura cognitiva do aluno, para que este consiga relacionar os conceitos aprendidos com os demais âmbitos: objetivo, social e subjetivo. Ao fazer as relações nos âmbitos citados, espera-se que aluno tenha conseguido estabelecer na sua estrutura cognitiva inter-relações entre os conhecimentos prévios e os novos conceitos. Esse processo envolve a assimilação e retenção de novos conhecimentos, de acordo com os modelos teóricos estabilizados, para aprendizagem significativa, de acordo com a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel e colaboradores. Os dados desta pesquisa foram constituídos por meio de: registros escritos em diário de campo, elaborados pelo pesquisador; gravações em áudio das atividades educacionais desenvolvidas; mapas conceituais elaborados pelo professor e pelos alunos; questionários respondidos pelos discentes. Esses dados foram analisados por meio de Análise de Conteúdo. Entre os resultados, podem ser destacados indícios de assimilação de conceitos científicos para a ampliação de âmbito explicativo e estabelecimento de relações entre ciência e tecnologia em referência aos âmbitos objetivo, social e subjetivo.

Palavras-chave: Radiações. Agir comunicativo. Aprendizagem significativa.

ABSTRACT

RODRIGUES, Jean Carlos. Radiation and telescopes: an educational proposal for the teaching and learning of Physics in high school. 2016. 110 f. Dissertation. (Masters in Science Education) - Postgraduate Program in Scientific, Educational and Technological Formation in Federal Technological University of Paraná. Curitiba, 2016.

This study consists of elements that permeate the questioning of the teaching of Physics for the 3rd year of high school in public schools in general and in particular the Paraná State colleges, in Curitiba / PR. This research presents teaching strategies to address radiation in high school, with the space telescopes as motivating objects, from the perspective of communicative action by Jürgen Habermas, considering the speech use in explanatory domain in order to achieve student cognitive structure, so that this learner can relate the learned concepts with other domains: objective, social and subjective. By making the relationships in the mentioned domains, it is expected that the student has been able to establish interrelationships in their cognitive structure between prior knowledge and new concepts. This process involves the assimilation and retention of new knowledge, according to stabilized theoretical models, aiming a meaningful learning, according to Meaningful Learning Theory by David Ausubel and colleagues. Data from this study were constituted by: written records in field diary, made by the researcher; audio recordings of the developed educational activities; conceptual maps made by the teacher and students; questionnaires answered by students. These data were analyzed by means of Content Analysis. Among the results, it can be highlighted some evidence of assimilation of scientific concepts for the expansion of explanatory domain and of establishment of relations between science and technology in reference to objective, social and subjective domains.

Keywords: Radiation. Communicative action. Meaningful learning.

QUADROS

Quadro 1. Relações estabelecidas durante a comunicação	21
Quadro 2. Atividades educacionais desenvolvidas	39
Quadro 3. Equipamentos eletrônicos associados à radiações	43
Quadro 4. Perspectivas negativas de radiações	45
Quadro 5. Perspectivas positivas e negativas de radiações	46
Quadro 6. Radiações na frequência de rádio	49
Quadro 7. Funcionamento do rádio comum	50
Quadro 8. Identificação de radiações	54
Quadro 9. Radiações emitidas pelo Sol	57
Quadro 10. Instrumentos usados para observar o espaço	59
Quadro 11. Telescópio Hubble e frequências de observação	60
Quadro 12. Importância dos telescópios espaciais	61
Quadro 13. Aparelhos eletroeletrônicos que usam radiação IV	65
Quadro 14. Telescópios espaciais, sociedade e geopolítica global	66
Quadro 15. Necessidades do uso de protetores solares	77
Quadro 16. Identificação e relação entre FPS e raios UVA e UVB	80
Quadro 17. Equipamentos eletrônicos que usam radiação UV	81
Quadro 18. Radiação associada às figuras em quadrinhos	84
Quadro 19. Relevância do estudo de radiações no EM	87
Quadro 20. Radiações, equipamentos domésticos e telescópios	88
Quadro 21. Radiações e contexto geopolítico atual	89
Quadro 22. Radiações e saúde	90

FIGURAS

Figura 1. Mapa conceitual. Tipos de aprendizagem	28
Figura 2. Esquema de Assimilação	29
Figura 3. Assimilação Obliteradora	30
Figura 4. Espectro eletromagnético	38
Figura 5. Questionário 1	42
Figura 6. Questionário 2	48
Figura 7. Questionário 3	56
Figura 8. Questionário 4	63
Figura 9. James Webb Space Telescope	68
Figura 10. Mapa conceitual de radiações e IV (G1)	70
Figura 11. Mapa conceitual de radiações e IV (G2)	71
Figura 12. Mapa conceitual de radiações e IV (G3)	72
Figura 13. Mapa conceitual de radiações e IV (G4)	73
Figura 14. Mapa conceitual de radiações e IV (G5)	74
Figura 15. Questionário 5	76
Figura 16. Quadrinhos e radiações	83
Figura 17. Questionário 6	86
Figura 18. Mapa conceitual sobre radiações (G1)	91
Figura 19. Mapa conceitual sobre radiações (G2)	92
Figura 20. Mapa conceitual sobre radiações (G3)	93
Figura 21. Mapa conceitual sobre radiações (G4)	94
Figura 22. Mapa conceitual sobre radiações (G5)	95
Figura 23. Mapa conceitual sobre radiações (G6)	96
Figura 24. Mapa conceitual sobre ondas	102
Figura 25. Mapa conceitual sobre radiações eletromagnéticas	103
Figura 26. Mapa conceitual: telescópios e radiações	104
Figura 27. Espectro de radiações	105

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	6
CAPÍTULO 1.....	11
AGIR COMUNICATIVO E APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	11
1.1 DESAFIOS NA FORMAÇÃO DE ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO	11
1.2 DIÁLOGO E AGIR COMUNICATIVO	17
1.3 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	24
1.3.1 TIPOS DE APRENDIZAGEM	25
1.3.2 TIPOS DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.....	31
1.3.3 DIFERENCIAÇÃO PROGRESSIVA E RECONCILIAÇÃO INTEGRATIVA	33
CAPÍTULO 2.....	35
METODOLOGIA E ANÁLISE DE DADOS	35
2.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS E CONTEXTO DA PESQUISA.....	35
2.2 DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES EDUCACIONAIS.....	36
2.3 CONSTITUIÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS DA PESQUISA	40
2.4 ANÁLISE DE DADOS.....	41
2.5 CONHECIMENTOS PRÉVIOS SOBRE RADIAÇÕES. ATIVIDADE 1	42
2.6 RADIAÇÕES E RADIOTELESCÓPIOS. ATIVIDADE 2	47
2.7 RADIAÇÕES E TELESCÓPIOS ÓPTICOS. ATIVIDADE 3.....	55
2.8 RADIAÇÕES E TELESCÓPIOS INFRAVERMELHOS. ATIVIDADE 4.....	62
2.9 RADIAÇÕES E TELESCÓPIOS ULTRAVIOLETAS. ATIVIDADE 5.....	75
2.10 RADIAÇÕES. ATIVIDADE 6.....	85
CONSIDERAÇÕES FINAIS	97
REFERÊNCIAS	100
APÊNDICES.....	102
ANEXOS.....	105

INTRODUÇÃO

Sabe-se que a educação, nos países de democracia consolidada, apresenta-se como uma forma de garantir a liberdade de seus cidadãos. Em se tratando do cenário político brasileiro atual, ela se torna de fato imprescindível àqueles que buscam a liberdade para ter discernimento e tomar decisões adequadas e favoráveis à sua vida social e profissional.

Ela constitui, também, uma oportunidade para uma maior qualificação profissional e possibilidade de se conquistar avanços na pirâmide social, desigualmente constituída e consolidada no nosso país. A essa desigualdade histórica, pode-se associar a indústria cultural que, segundo Horkheimer e Adorno (1997), objetiva definir os desejos de consumo da população e determinar até mesmo as formas de lazer de determinado grupo social, como estratégia de garantir a permanência do poder àqueles que historicamente o detém.

Na luta diária contra as desigualdades sociais historicamente constituídas no Brasil, o professor se coloca em linha de frente no enfrentamento do descaso dado pelo Estado à educação e a necessidade desta à população em geral. Por conseguinte, torna-se o professor alvo das políticas excludentes de oligarquias regionais, sobretudo no que tange a uma dignidade salarial e às condições de trabalho. Nesse contexto, surge a necessidade de se investir em qualificação profissional para o professor e em alternativas para o envolvimento dos jovens com a educação, embora quando se trata de Ensino Médio, o cenário nada favorável da realidade brasileira pouco contribui nesse processo.

Sendo assim, busca-se através deste trabalho contribuir para a construção de um cenário favorável para que o estudante do 3º ano do Ensino Médio não só permaneça na escola, como também possa concluir esta etapa da Educação Básica, de modo a aproveitá-la de forma plena. Objetiva-se que esse estudante tenha uma formação científica adequada, para que o mesmo venha a se tornar um cidadão crítico, possa tomar decisões conscientes em sua luta por melhores condições de trabalho e sociais.

Como profissional inserido na sociedade, cabe ao professor assumir o papel de intelectual transformador (GIROUX, 1995), atuar para superação das dificuldades relacionadas à apropriação de conhecimentos científicos pelos estudantes e auxiliá-los na conquista de sua liberdade e autonomia. Em meio às dificuldades e desafios do ensino de Física, os professores e pesquisadores, conscientes desse papel transformador na sociedade, podem, através da pesquisa, oferecer alternativas para melhorar a qualidade das ações educativas em sala de aula.

Nesse contexto, apresenta-se como questão de pesquisa: quais as implicações de relações estabelecidas entre conhecimentos científicos e aspectos contextuais para a formação e a aprendizagem significativa de estudantes do Ensino Médio?

Ressalta-se ainda a importância de inovações em materiais didáticos que possam despertar o interesse pelo conhecimento científico, mostrando aos estudantes desta etapa, principalmente aos da rede pública, que a educação pode viabilizar subsídios para o enfrentamento de situações de opressão vivenciadas por ele no dia-a-dia e para sua atuação como cidadãos livres, esclarecidos e conscientes de seu papel na sociedade.

Dessa forma, o objetivo geral desta pesquisa é desenvolver uma proposta educacional para abordagem de radiações no Ensino Médio, com a problematização de telescópios, considerando pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel e colaboradores.

Os objetivos específicos desta pesquisa são: estabelecer aproximações entre a Teoria do Agir Comunicativo (TAC) e a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS); elaborar conjuntos de atividades educacionais para abordagem de radiações e telescópios, no Ensino Médio, considerando pressupostos da TAC e da TAS; analisar relações estabelecidas pelos estudantes entre conhecimentos científicos e aspectos contextuais, em referência aos âmbitos explicativo, objetivo, social e subjetivo, envolvendo construção e utilização de ciência e tecnologia; e discutir contribuições do processo vivenciado para a formação geral dos alunos do Ensino Médio.

Entende-se como aspectos contextuais de ciência o fato de esta estar em constante transformação desde os laboratórios e fora deles pois sua construção e utilização envolvem cientistas, engenheiros, políticos, homens de negócios, entre outros, isto é, a ciência não é construída de maneira isolada. (LATOURE, 2000).

Segundo o autor:

[...] O que se chama de conhecimento não pode ser definido sem que se entenda o seu processo de aquisição. Em outras palavras, conhecimento não é algo que possa ser definido por si mesmo, ou por oposição a ignorância ou crença, mas apenas por meio de exame de ciclo de acumulação de saber científico (LATOURE, 2000, p.357).

Destaca-se que a compreensão desse processo construtivo favorece a familiarização com eventos científicos e aproximação da ciência para o aluno da Educação Básica.

Ainda segundo o autor, compreende-se como sendo ciência tudo aquilo que está consolidado e aceito pela comunidade científica, mas ressalta-se que esses conceitos não são imutáveis e que podem surgir fatos que levem à mudança de determinado conhecimento científico, pois a ciência não é dogmática e, portanto, está em constante transformação. Segundo o próprio autor, o destino de fatos científicos e de máquinas está nas mãos dos usuários posteriores (LATOURE, 2000).

Considerando os pressupostos de conhecimento científico, descritos por Latour (2000), o processo vivenciado em sala de aula e a necessidade de familiarização dos estudantes com o conhecimento científico, propõe-se neste trabalho a abordagem de telescópios envolvendo contextos de construção e utilização de ciência e tecnologia, em referência aos âmbitos: explicativo, objetivo, social e subjetivo, de acordo com Habermas (1984). Objetiva-se, também, que os estudantes consigam estabelecer relações para aprendizagem significativa em sua estrutura cognitiva, de acordo com Ausubel, Novak e Hanesian (1980).

A proposta educacional desenvolvida se encontra fundamentada em pressupostos da Teoria do Agir Comunicativo (HABERMAS, 1984) e da Teoria da Aprendizagem Significativa (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980; MOREIRA, 2004). O processo vivenciado envolve a formação continuada de docentes (GIROUX, 1995) e a formação geral dos estudantes no contexto atual em que se manifesta um controle da indústria cultural sobre a sociedade.

Segundo Horkheimer e Adorno (1997), a indústria cultural possui padrões que se repetem com a intenção de formar uma estética ou percepção comum voltada ao consumismo. De acordo com os autores, esse controle social estabelecido pela indústria cultural dificulta a formação de indivíduos autônomos, independentes, capazes de julgar e de decidir conscientemente. Dessa forma, nada escapa aos interesses da indústria cultural que transforma em negócio tudo o que lhe for pago para tal, até mesmo o lazer dos indivíduos pode ser controlado por ela, para manter a sociedade alienada.

Assim, pode-se compreender de que forma age a indústria cultural, isto é, oferecendo produtos que promovem uma satisfação imediata e efêmera, que agrada aos indivíduos momentaneamente. Dessa forma, ela impõe-se sobre estes, submetendo-os a seu monopólio e tornando-os acrílicos, apenas consumidores de seus produtos, visto que os mesmos são adquiridos de maneira massificada.

[...] Atualmente a atrofia da imaginação e da espontaneidade do consumidor cultural, não precisa de mecanismos psicológicos, os próprios produtos colocados no mercado, paralisam essa capacidade em virtude de sua própria constituição objetiva (HORKHEIMER; ADORNO, 1997, p.119).

Pode-se compreender, então, que a intenção da indústria cultural é dificultar a percepção das pessoas, inclusive daqueles que são formadores de opinião para, indiretamente, auxiliá-la no seu objetivo de massificação social. Ela se torna a própria ideologia. Os valores passam a ser regidos por ela. Até mesmo a felicidade dos indivíduos é influenciada e condicionada por essa indústria.

Nesse sentido, ao colocar produtos tecnológicos cada vez mais atraentes como celulares e *tablets*, que permitem ao consumidor ter os mais diferenciados aplicativos para seu lazer, a indústria cultural pode exercer o controle social, definindo inclusive a forma e os meios de lazer das pessoas. Dessa forma pode, também, influenciar e dificultar, principalmente, aos estudantes da Educação Básica a se tornar indivíduos conscientes e autônomos, visto que os produtos colocados no mercado são muito mais atrativos do que os estudos, para um adolescente na idade escolar do Ensino Médio.

Neste trabalho, problematiza-se o uso da ciência como instrumento de domínio social (HABERMAS, 1988) e um modelo educacional que reproduz a desigualdade, a marginalização e a miséria social (FREIRE, 1968).

A pesquisa foi realizada na rede pública estadual do Estado do Paraná, em uma turma de 3º ano do Ensino Médio, durante o ano de 2016. Esse processo envolveu o desenvolvimento de aulas, seminários, elaboração de mapas conceituais e discussões sobre o tema de radiações, de modo a construir o conjunto de atividades educacionais relacionadas à problematização de radiações e telescópios.

Os dados da pesquisa foram constituídos por meio de: registros escritos em diário de campo; gravações em áudio; mapas conceituais elaborados pelo pesquisador nas primeiras apresentações sobre ondas (Apêndice 1) e radiações eletromagnéticas (Apêndice 2); mapas conceituais elaborados pelos alunos nas apresentações sobre as demais radiações; questionários respondidos pelos alunos após cada apresentação e discussão dos temas abordados. A análise de dados foi realizada conforme pressupostos de Análise de Conteúdo estabelecidos por Bardin (2011).

Esta Dissertação está estruturada em dois capítulos. O capítulo 1 é dedicado à formação de estudantes, no qual se discorre sobre desafios vivenciados por esses sujeitos e possibilidades de enfrentamento desses obstáculos. O conceito de formação se associa à problematização e construção conjunta nesse cenário.

No mesmo capítulo, aborda-se a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, Novak e Hanesian (1980). Destaca-se a formação e a assimilação de conceitos e os processos de diferenciação progressiva, reconciliação integrativa e consolidação.

No capítulo 2 são explicitadas as características da pesquisa, do contexto e dos processos de constituição e análise de dados. Nesse capítulo também é apresentada a análise de dados referente à pesquisa.

Dessa forma, espera-se que propostas como esta de elaboração de um conjunto de atividades para o ensino de radiações e telescópios no Ensino Médio, objeto desta pesquisa, possam contribuir na vida dos envolvidos na pesquisa. Espera-se também que, com a busca e o querer saber mais sobre os ramos da Física, das ciências e das tecnologias, seus contextos de construção e utilização, os estudantes consigam estabelecer relações entre os diversos usos das radiações nas diferentes atividades do conhecimento humano.

CAPÍTULO 1

AGIR COMUNICATIVO E APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Neste capítulo, são discutidos problemas e desafios para a formação de estudantes. No enfrentamento desses desafios, apresenta-se concepção de formação associada à problematização (FREIRE, 1968) da indústria cultural (HORKHEIMER; ADORNO, 1997) e para a construção conjunta, em âmbitos: explicativo, objetivo, social e subjetivo (HABERMAS, 1984).

1.1 DESAFIOS NA FORMAÇÃO DE ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO

O ensino de Física no nível Médio tem sido marcado por constantes problemas para a formação de estudantes, dentre os quais, podem ser destacados: a reprovação, a evasão, a não atribuição de significados e sentidos aos conteúdos escolares e a necessidade de propostas educacionais que articulem a formação dos estudantes para a participação pública e democrática em aspectos cognitivos e humanísticos. Esses fatores encontram-se discutidos a seguir.

As dificuldades encontradas pelo aluno da Educação Básica, nesta etapa, estão de certa forma ligadas às fragilidades do Ensino Médio (EM) no país e desafios relacionados, inclusive, com sua democratização no acesso, a partir da Constituição Federal (BRASIL, 1989) e implementação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) 9394/96 (BRASIL, 1996). A garantia ao acesso, contudo, demanda o questionamento da permanência dos jovens no EM e a qualidade do que lhes é ofertado nesta modalidade.

O EM constitui uma etapa intermediária na formação dos jovens e tem objetivos muito generalistas e pouco específicos. Segundo a LDB 9394/96, Artigo 35, o EM tem por finalidade:

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

Essa pretensão de formação geral atribuída ao Ensino Médio, visando que a pessoa se torne autônoma e consciente de seu papel na sociedade, bem como sua ocupação social, insere-se no escopo das contradições vivenciadas pelos estudantes desta etapa. Esse aspecto pode ser associado à desmotivação dos jovens, quando não prepara o aluno nem para dar prosseguimento aos estudos universitários, nem para o mercado de trabalho, reforçando assim a sensação de ausência de sentido e de perda de tempo para o discente nessa etapa da Educação Básica.

Neste contexto, os estudantes principalmente da rede pública, acabam por abandonar a escola ou acumular sucessivos fracassos escolares, sobretudo nas disciplinas de cunho científico para as quais transferem boa parte de sua frustração com o sistema educacional. Isso se manifesta através da falta de interesse, da reprovação e ou abandono à escola. Segundo dados do Ministério da Educação (MEC, 2013), “[...] em 2012, a taxa de abandono escolar atingiu 24,3%. Entre os 1,6 milhões de alunos do ensino básico que abandonaram a escola no ano de 2012, mais de 1,5 milhão cursava a rede pública, tanto no nível fundamental 762 mil, quanto no médio 760 mil” (BRASIL, 2013, p.11).

Contudo, a perda do interesse dos jovens pelos estudos na Educação Básica não está ligada somente às estruturas educacionais do país. Há de se estar atento às condições sociais e ao leque de produtos atraentes do ponto de vista tecnológico, como os celulares, *smartphones*, *tablets*, dentre outros, colocados no mercado e disseminados pela indústria cultural que visam mantê-los alienados.

Estes aparatos tecnológicos, cuidadosamente popularizados pela indústria cultural, podem estar contribuindo com a promoção do desinteresse dos alunos pelos estudos. Tais equipamentos se propõem a mostrar tudo pronto e fácil para as pessoas e, no caso específico da sala de aula, pode levar muitos adolescentes a

pensar que na vida seja tudo tão simples como manusear um celular, ideia esta reforçada nos anúncios publicitários do mundo virtual e das redes sociais. Já os estudos exigem tempo e dedicação dos mesmos, além de um esforço consideravelmente grande do ponto de vista dos jovens para encontrar o sucesso profissional ou social.

Essa tem sido uma das estratégias da indústria cultural que através de propagandas e *marketings*, intencionalmente elaborados para atrair a atenção dos jovens e da sociedade em geral, controla o modo de consumo e o comportamento social de determinada comunidade. Influencia, assim, inclusive, a forma de lazer dos indivíduos, sem que haja a percepção dos mesmos, pois com o controle e a alienação social torna-se mais fácil manter o sistema consumista determinado pelo mercado econômico-financeiro.

Nesse sentido, de acordo com Horkheimer e Adorno (1997), a indústria cultural através da publicidade e propaganda, estabelece o padrão social que lhe for encomendado, com a escolha dos instrumentos adequados, para fazer uso de suas ações propositadas que, através de uma linguagem bem elaborada e direcionada, consegue atingir seus objetivos.

Estratégias como esta da indústria cultural de interferir na vida das pessoas de tal modo que ela se torne incapaz de tomar decisões conscientes, de maneira autônoma, acaba por refletir na sala de aula, onde estudantes perdem o interesse pelos estudos, por não percebê-lo atrativo ou necessário na busca por melhores condições de trabalho ou social.

Essas estratégias envolvem ação instrumental, estratégica, de racionalidade técnico-instrumental em âmbitos nos quais deveriam prevalecer o agir comunicativo e uma racionalidade comunicativa (HABERMAS, 1996). Destaca-se que nesta etapa da Educação Básica é o momento no qual o jovem estudante poderia se interessar em construir seu próprio futuro, discutir e estabelecer o que é realmente necessário para suprir suas necessidades ao longo de sua vida.

Ressalta-se que não se trata de crítica simplista à ciência e tecnologia, mas se destaca a necessidade de problematização dessas construções científicas e tecnológicas.

Destaca-se, ainda, que a discussão em sala de aula e o conhecimento científico podem auxiliar o jovem estudante a ter autonomia para tomada de decisões, pois a educação e o diálogo estabelecidos em sala de aula servirão de subsídios para as reflexões a serem feitas envolvendo ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, nas diversas etapas de sua vida. Neste caso, ciência e tecnologia podem ser associadas à libertação e não à alienação dos indivíduos.

Aos desafios apresentados, somam-se as dificuldades sociais enfrentadas pelas classes menos favorecidas, potencializando, ao adolescente, o desinteresse pelos estudos durante sua passagem pelo Ensino Médio.

No escopo dessas contradições, cabe problematizar o conceito de formação científica no Ensino Médio e os significados e sentidos dos conteúdos escolares abordados. Qual a relação entre os objetivos, os conteúdos e as atividades educacionais e os contextos vivenciais desses estudantes? O enfrentamento dessas contradições envolve a problematização das condições vivenciais desses estudantes, da indústria cultural e da invasão da racionalidade técnico-instrumental nos espaços comunicativos e dos processos de ensino e aprendizagem.

Nesse sentido, apresenta-se uma proposta de compreensão do conceito de formação de conceitos científicos no Ensino Médio. Formação pode ser delineada conforme pressupostos das teorias do Agir Comunicativo e da Aprendizagem Significativa, apresentadas neste trabalho.

Em meio a essas controvérsias sobre os rumos da Educação Básica, insere-se o papel do professor na análise e proposição de interpretações e alternativas concernentes ao âmbito educacional. Segundo Giroux (1995), os professores desempenham papel fundamental na preparação dos alunos para serem cidadãos ativos e críticos. Portanto, devem se organizar coletivamente para melhorar as condições em que trabalham e demonstrar ao público o papel fundamental que exercem na sociedade.

Sendo assim, o professor que atua na Educação Básica deve assumir o papel de intelectual transformador e propor alternativas que venham a contribuir diretamente na melhoria da qualidade do ensino e na permanência do jovem no Ensino Médio. O docente ao assumir esse papel, mesmo diante da histórica

desvalorização salarial enfrentada pelos educadores e a constante luta dos mesmos para melhores condições de trabalho e remuneração justa para a categoria, busca uma estratégia reflexiva ao estabelecer os atos da fala (em diálogo) com os alunos. Assim, deve envolver seus alunos em abordagem de problematização de ciência e de inovação tecnológica e das possibilidades de seu uso como instrumento de dominação social.

Para superar esses desafios, faz-se necessária a formação continuada do professor e o acesso à produção científica, destacando a oportunidade vinda de programas como os Mestrados Profissionais, ofertados por várias Instituições de Ensino Superior (IES) em todo o país. Esses programas podem contribuir para a melhoria da qualificação dos educadores da Educação Básica, ao situá-los novamente na relação universidade-escola, como pesquisadores em contato com a ciência, com a produção científica e com as discussões de orientações educacionais e políticas públicas adotadas e utilizadas nos processos formativos de estudantes e docentes, em formação na Educação Básica, no Ensino Superior ou em modalidade continuada.

A formação de professores, nesse sentido, associa-se à pesquisa direcionada às salas de aula por docentes da Educação Básica; essa formação pode ser relacionada à concepção de professor como intelectual transformador. Ao assumir o papel de intelectual transformador e não apenas o de técnico de alto nível, o professor, segundo Giroux (1995), deve oferecer as bases teóricas para que os estudantes aprendam os conhecimentos e as habilidades necessárias para viver uma democracia autêntica, isto é, para que eles consigam estabelecer relações entre os conceitos aprendidos, suas representações e suas aplicações, de forma crítica, considerando sua responsabilidade social na sua comunidade.

Nesse sentido, os professores comprometidos com o processo de emancipação “intelectuais transformadores” devem assumir todo o seu potencial como estudiosos, trabalhadores ativos e reflexivos, diante dos interesses político-ideológicos que fundamentam seu discurso e suas relações sociais, para viabilizarem aos seus estudantes serem cidadãos autônomos e críticos.

[...] Isso significa fornecer aos estudantes os instrumentos críticos que precisarão para compreender e dismantelar a racionalização crônica de práticas sociais prejudiciais, e ao mesmo tempo apropriar-se do conhecimento e das habilidades que precisam para repensar o projeto de emancipação humana. Em segundo lugar, os intelectuais transformadores devem engajar-se ativamente em projetos que os estimulem a abordar seu próprio papel crítico na produção e legitimação das relações sociais. (GIROUX 1997, p.188).

O professor como intelectual transformador, também deve promover valores como: respeito pelo compromisso moral, solidariedade e responsabilidade social; estímulo à crítica e à democracia, na participação e interação entre professores e alunos e entre estes e o mundo do trabalho. Ao assumir essa função, o docente deve questionar as condições ideológicas e econômicas impostas pelo mercado de maneira crítica, criativa e reflexiva.

[...] O intelectual é mais do que uma pessoa das letras, ou um produtor e transmissor de idéias. Os intelectuais são também mediadores, legitimadores, e produtores de idéias e práticas sociais, eles cumprem uma função de natureza eminentemente política. (GIROUX, 1997 p.186).

É então necessário rever teorias e ações em sala de aula e transformar a prática pedagógica em mais política e esta mais pedagógica. Isto é, trata-se de tomar decisões intencionadas que venham a fazer sua prática pedagógica mais relevante na formação de cidadãos autônomos, críticos e conscientes, através dos atos da fala, estabelecer relações entre os conceitos científicos em aspectos de construção e utilização dos mesmos pela sociedade.

[...] Tornar o pedagógico mais político significa inserir a escolarização diretamente na esfera política, argumentando-se que as escolas representam tanto um esforço para definir-se o significado quanto uma luta em torno das relações de poder (GIROUX, 1997. p.163).

Nesse contexto, ações críticas e reflexões se tornam fundamentais na tentativa de auxiliar os estudantes a acreditar na luta democrática para superar injustiças econômicas, políticas e sociais.

Dessa forma, busca-se aproximar os estudantes da ciência, aos conceitos, a intenções de construção e aspectos de utilização dos mesmos pela sociedade. Objetiva-se que, ao estabelecer este diálogo os estudantes possam se sentir cidadãos livres para tomar seus lugares na luta e nos embates enfrentados pelos trabalhadores na busca por melhores condições de trabalho, social, e relações mais humanas entre todos que integram o mundo político, econômico e social.

1.2 DIÁLOGO E AGIR COMUNICATIVO

Ensinar não é apenas transferir conhecimento (FREIRE, 2014). O processo de ensino-aprendizagem não deve estar ligado somente à memorização, pois o aluno estará simplesmente reproduzindo aquilo que decorou, sem sequer fazer uma correlação com o dia-a-dia ou compreender seu sentido. As aulas devem estimular o interesse por novas construções por parte dos alunos.

[...] aprender criticamente é possível, pois há pressuposição por parte dos educandos de que o educador já teve ou continua tendo experiência da produção de certos saberes e que estes não podem a eles, os educandos, ser simplesmente transferidos (FREIRE, 2011, p.28).

Nesse sentido, destaca-se a comunicação entre professor e aluno estabelecida através do diálogo para o processo formativo de estudantes e professores. Esse processo formativo pode ser relacionado à ação comunicativa, com o uso de pressuposições formais, que podem ser explicitadas considerando a inteligibilidade no diálogo.

Nessa situação, interlocutor e ouvinte dominam o mesmo código linguístico e discutem aspectos relevantes com o estabelecimento de diálogo. Isto é, o discurso torna-se compreensível por todos os envolvidos no processo de aprendizagem, neste caso, da sala de aula.

Essas pressuposições expressam condições a que todos os envolvidos devem se ater para participar do discurso, que podem ser entendidas de acordo com Apel (1985), como sendo as "condições normativas da possibilidade da compreensão" ou os princípios da comunidade de argumentação, que são apresentadas por Habermas (1984) como garantias para o reconhecimento intersubjetivo.

Essas garantias são as de que falantes e ouvintes precisam se entender mutuamente, em termos linguísticos (inteligibilidade); podem compartilhar conhecimentos (verdade); precisam confiar em suas manifestações (veracidade); e ainda de que falantes e ouvintes possam concordar um com o outro em termos de um contexto normativo, de regras de interação (acerto).

Tais tipos de pressuposições constituem uma "pragmática universal" que segundo Habermas (1987), em sua universalidade e abstração, são examinadas sempre que se pretende tornar racional e compreensível conceitos e/ou ideias no contexto de comunicação, disponibilizando o trabalho de reconstrução racional de conceitos, critérios, regras e esquemas.

Sendo assim, o autor propõe uma filosofia de comunicação baseada nos argumentos, na fala e em uma linguagem que promove a transição da reflexão monológica para a elaboração do diálogo prático, em que os sujeitos sejam compreendidos e estabeleçam uma comunicação de fato racional entre eles. Segundo o autor,

[...] não é a relação de um sujeito solitário com algo no mundo objetivo que pode ser representado e manipulado, mas a relação intersubjetiva, que sujeitos que falam e atuam assumem quando buscam o entendimento entre si, sobre algo. Ao fazer isto, os atores comunicativos movem-se por meio de uma linguagem natural, valendo-se de interpretações culturalmente transmitidas e referem-se a algo simultaneamente em um mundo objetivo, em seu mundo social comum e em seu próprio mundo subjetivo (HABERMAS, 1984, p.392).

A comunicação estabelecida entre os envolvidos no processo de ensino-aprendizagem pode viabilizar a abordagem de conceitos científicos e a discussão dos mesmos, seus contextos de construção e utilização, considerando os pressupostos de conhecimento científico e de ciência estabelecidos por Latour (2000).

A inteligibilidade e a possibilidade de questionamento podem agregar sentido ao ensino de Física, fazendo com que o aluno se sinta parte do processo educativo. Dessa forma, o conhecimento não será motivo para a evasão e sim para a permanência do estudante na escola, o que segundo Freire (2014) poderá inserir esse discente em processo de libertação e propiciar uma melhoria em sua condição social, de modo a se torná-lo cidadão crítico e consciente de seu papel na sociedade.

O uso da linguagem, de procedimentos e recursos adequados a cada etapa da educação, associa-se à formação e à aprendizagem para problematização das condições vivenciais e construção conjunta para a viabilização de processos cognitivos de estabelecimento de relações. Nesse sentido, destaca-se o estabelecimento de relações entre os conhecimentos prévios dos alunos e os novos

conceitos (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980), de maneira que o conteúdo ensinado pelo professor passe a ter significado para o aluno.

Nesse contexto, os atos da fala se relacionam diretamente com a comunicação professor-aluno estabelecida em sala de aula e alguns aspectos da pragmática universal da comunicação devem ser considerados. De acordo com Habermas (1987, p.46) “a intenção universal-pragmática básica da teoria do acto da fala fica expressa na análise de unidades de discursos elementares (expressões) de forma semelhante ao que ocorre na linguística com a análise das unidades da linguagem (frases)”.

Portanto, aqueles que fazem uso de atos da fala devem dominar as regras elementares da linguística, para poder formar frases gramaticais e proferi-las de modo aceitável. Isto envolve princípios básicos da linguística, afim de que se estabeleça o diálogo entre os envolvidos em um processo de ação comunicativa.

Porém, o diálogo exige competência linguística para empregar frases inteligíveis e compreensíveis durante os atos da fala. Segundo o autor,

[...] Uma teoria geral dos actos da fala descreveria assim precisamente esse sistema de regras fundamental como sendo aquele em que os falantes adultos dominam no sentido em que são capazes de satisfazer as condições necessárias a um feliz emprego das frases em expressões independentemente de qual idioma que as frases possam pertencer e do contexto em que as expressões possam estar inseridas (HABERMAS, 1987, p.47).

A exigência fundamental para os envolvidos no ato da fala, durante um processo de comunicação é a compreensibilidade, uma pretensão de validade relacionada ao âmbito explicativo.

Ressalta-se que um falante, ao transpor uma frase bem formada por um ato orientado (intenção), objetiva o entendimento da mesma. Sendo assim, ao proferi-la deve-se levar em conta a relação existente entre a mesma e a realidade exterior (aquilo a que se refere de forma objetiva), com a realidade interna (aquilo que o falante gostaria de dizer de acordo com suas intenções) e com a realidade normativa (aquilo que é social e culturalmente aceito).

Dessa forma, na perspectiva habermasiana, são explicitadas outras pretensões de validade. Sobre tais elementos, o autor destaca:

[...] a validade de uma determinada proposta comunicativa depende de esta representar ou não um facto ou uma experiência (ou de os pressupostos essenciais de um conteúdo serem válidos ou não). (...) a validade de uma intenção expressa, dependerá de esta corresponder ou não àquilo que o falante realmente pretende (HABERMAS, 1987, p.49).

Dessa forma, os atos da fala se estabelecem em sua plenitude quando estão em conformidade com as estruturas linguísticas e semânticas reconhecidas e possam satisfazer, também, outras três pretensões de validade que demandam: (a) ser considerada verdadeira pelos participantes, isto é, representa algo que existe no mundo; (b) ser considerada sincera, isto é, representa a intenção do falante; (c) ser considerada acertada, isto é, encontra-se em conformidade com expectativas socialmente reconhecidas.

Destaca-se ainda que a veracidade, ou sinceridade, é definida pelo autor, como sendo a pretensão que se refere à validade da intenção explicitada, isto é a maneira com que são enfatizados os fatos ou informações em uma frase ou expressão estruturada.

Afim de que estas pretensões de validade sejam de fato inteligíveis no contexto desta dissertação deve-se ter em mente a caracterização do discurso elaborada pelo autor em três categorias: (i) natureza externa, (ii) mundo social e (iii) natureza interna.

[...] (i) natureza externa diz respeito a tudo aquilo que pode ser explicitamente declarado enquanto conteúdo das afirmações.

[...] (ii) realidade social refere-se a normas e valores da realidade não objetiva.

[...] (iii) natureza interna dos sujeitos falantes são as intenções, que constituem outra parcela da realidade não objetiva. (HABERMAS, 1987, p.100).

Na natureza externa ancora-se o mundo objetivo das coisas, onde a verdade pode ser considerada como sendo a pretensão com que se afirma a validade de uma proposição a ela relacionada. Pode ser entendido como âmbito objetivo, um discurso teórico em que um indivíduo adulto é capaz de compreendê-lo e manipulá-lo conforme suas intenções.

A realidade social é aqui entendida como o mundo social das normas e dos valores. Denota-se um discurso prático, em âmbito social. Nesse âmbito, estão estabelecidas as instituições, tradições, valores culturais e relações interpessoais legítimas no processo de comunicação.

Já a natureza interna é onde ancora o âmbito subjetivo e pode ser interpretada como sendo todos os desejos, intenções e sentimentos do indivíduo falante. Nesse sentido, é onde o interlocutor pode fazer uso de experiências pessoais, inclusive em sala de aula, que é o campo de atuação do professor da Educação Básica.

Essas inter-relações entre os agentes da comunicação e o ato da fala, bem como o âmbito de abrangência do discurso em diálogo estabelecido durante uma ação comunicativa, encontram-se esquematizadas de acordo com Habermas (1987), conforme o Quadro 1.

Quadro 1. Relações estabelecidas durante a comunicação.

Domínio da Realidade	Modos de comunicação: Atitudes básicas	Pretensões de Validade	Função geral do discurso
Mundo de natureza externa. Mundo objetivo	Cognitivo: atitude objetivante	Verdade	Representação de fatos
Sociedade. Mundo social	Interativo: atitude conformativa	Acerto	Estabelecimento de relações interpessoais legítimas
Mundo de natureza interna. Mundo subjetivo	Expressivo: atitude expressiva	Sinceridade	Relevância da subjetividade do falante
Linguagem		Inteligibilidade	

Fonte: adaptado de Habermas (1987, p.102).

Para uma melhor compreensão do Quadro 1, acima, aconselha-se que seja lido linha a linha e que relacione cada coluna com a respectiva linha. Dessa forma, ao analisar a segunda linha e suas interações com cada coluna, pode-se inferir a relação entre elas; portanto, ao situar a realidade do Mundo Objetivo, onde se encontra o conhecimento científico estruturado, são abordadas as inter-relações

entre este e os aspectos da Verdade (afirmações sobre natureza externa) durante o discurso.

No Mundo Social é onde se destacam os aspectos de utilização e aplicação destes conceitos científicos. Isto é, qual a utilidade ou importância desse conhecimento na vida das pessoas na sociedade ou comunidade em que vivem? Nesse caso, entende-se como acerto as relações estabelecidas pelas pessoas no discurso.

No Mundo Subjetivo, atuam as experiências e sentimentos de indivíduos e a Sinceridade, destacada na coluna 3, refere-se à intenção (do falante) destacando a relevância de determinada ideia ou conceito para elucidar o discurso. Esse âmbito se relaciona com a manutenção da comunicação no sentido de que todos os participantes estão comprometidos com o processo comunicativo livre de coerção.

No Quadro 1, pode-se destacar o discurso explicativo estabelecido com os atos da fala (diálogo) através da linguagem comunicativa, com pretensão de inteligibilidade, para que se estabeleça a compreensão entre os envolvidos no processo de comunicação.

A pretensão de inteligibilidade (compreensibilidade) viabiliza o panorama linguístico para o desenvolvimento de ação comunicativa, relacionando-se aos demais três âmbitos (objetivo, social e subjetivo). Essas quatro pretensões de validade deveriam ser observadas na sala de aula da Educação Básica, na tentativa de levar o aluno a refletir e aprender significativamente os novos conceitos abordados.

No caso específico da sala de aula da Educação Básica, os processos de ensino e aprendizagem devem viabilizar ao aluno compreender o que está sendo abordado e possibilitar o estabelecimento de relações: entre os conceitos e o mundo objetivo; entre os conceitos e as normas estruturadas do mundo social; e entre os conceitos e as experiências pessoais do mundo subjetivo.

Ao fazer uso do discurso teórico para questionar (problematizar) o mundo objetivo, de concepções, saberes e conhecimentos estabilizados, o professor se refere a aspectos de construção de conhecimentos científicos e tecnologias.

Ao fazer uso do discurso prático, sobre o mundo social, ele enfatiza aspectos relacionados à utilização de conhecimentos científicos e tecnologias. Ao situar a crítica do mundo subjetivo, há questionamento das atitudes relacionadas aos processos de problematização e construção conjunta democrática, envolvendo ciência e tecnologia.

No caso deste trabalho, foram escolhidos telescópios espaciais, que dentro desta proposta de formação e construção do conhecimento científico na estrutura cognitiva dos alunos, possibilita o estabelecimento de relações em aspectos de construção e utilização de conhecimentos e suas aplicações inclusive em tecnologias para a sociedade.

Dessa forma, na realidade da sala de aula da Educação Básica, o discurso explicativo, para a apropriação de linguagem e conceitos, deve perpassar os outros três âmbitos: objetivo, social e subjetivo.

[...] a ação comunicativa baseia-se em um processamento cooperativo de interpretação em que os participantes se referem a algo no mundo objetivo, no mundo social e no mundo subjetivo mesmo quando em sua manifestação só sublinhem tematicamente um destes três componentes (HABERMAS, 1987, p.171).

Nesse processo de problematização e construção conjunta, cabe distinguir a ação propositada e a ação comunicativa.

[...] com atividades propositadas (*Zwecktätigkeiten*) seu autor interfere no mundo com o intuito de alcançar seus objetivos graças às escolhas e implementação dos meios apropriados (HABERMAS, 1987, p.103).

A ação propositada pode ser interpretada como uma intervenção orientada e eficaz para o cumprimento de uma meta no mundo objetivo, desde que feita a escolha dos meios apropriados para tal finalidade. Destaca-se a existência de problemas quando essa ação propositada, característica do mundo objetivo, invade espaços que deveriam envolver a ação comunicativa.

Nesse sentido, esse conceito de ação propositada tem sido estendido e utilizado pela indústria cultural (HORKHEIMER, ADORNO, 1997), para alienar indivíduos e conquistar cada vez mais consumidores para seus produtos, mantendo assim a hierarquia social praticamente estável.

Sendo a educação, uma ação comunicativa e uma das formas de ascensão social e de melhoria nas condições de trabalho dos indivíduos dentro da sociedade, também se torna alvo da referida indústria cultural na tentativa de controle, alienação e manipulação social.

Dessa forma, os indivíduos acríticos acabam por deixar suas escolhas de consumo, trabalho e até mesmo de lazer nas mãos da indústria cultural. Nesse sentido, destaca-se a importância de processos de ensino e aprendizagem com a problematização de aspectos construtivos e de utilização de ciência e tecnologia, por meio de abordagem envolvendo Agir Comunicativo, em referência aos quatro âmbitos explicitados, visto que este processo envolve estabelecer reflexões entre professor-aluno sobre os aspectos de construção e utilização da ciência pela sociedade como um todo.

1.3 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Atualmente no Brasil, quando se trata do ensino de Física especificamente, e do ensino de ciências em geral, é cada vez mais comum o uso do termo Aprendizagem Significativa, que é o conceito central da Teoria David Ausubel e colaboradores.

Sendo assim, é pertinente que se faça uma análise dos principais conceitos desta teoria e suas contribuições ao ensino de Física. Propõe-se que esses aspectos de apropriação de conceitos e linguagem sejam relacionados ao âmbito explicativo da Teoria do Agir Comunicativo de Jürgen Habermas.

Dessa forma, neste capítulo, são apresentados tipos de aprendizagem e processos cognitivos relacionados à aprendizagem significativa.

1.3.1 TIPOS DE APRENDIZAGEM

Segundo Ausubel, Novak e Hanesian (1980), aprendizagem significativa pode ser entendida como sendo a aprendizagem que ocorre quando as ideias novas (novos conceitos) são ligadas a informações já existentes (conceitos prévios) na estrutura cognitiva do indivíduo.

Para Moreira (1999), a aprendizagem significativa está baseada na aprendizagem cognitiva: “[...] aprendizagem cognitiva é aquela que resulta no armazenamento organizado de informações na mente do ser que aprende” (MOREIRA, 1999, p.151). Isto é, de acordo com o autor, a aprendizagem significativa ocorre quando uma nova informação se ancora em conceitos ou proposições relevantes preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz.

Os responsáveis pela interação desses novos conceitos com outros já existentes são definidos como “subsunçores”. Uma informação é aprendida de maneira significativa quando o indivíduo consegue estabelecer relações das ideias novas com conceitos relevantes e inclusivos, de forma organizada e substancial (não arbitrária), ficando o conhecimento evidenciado com clareza na sua estrutura cognitiva.

Entretanto, quando o indivíduo não consegue estabelecer relações entre as novas ideias e os conceitos já existentes em sua estrutura cognitiva, Ausubel, Novak e Hanesian (1980) definem esta como sendo uma aprendizagem mecânica (ou automática). Nesse caso, a nova informação é armazenada de maneira arbitrária. Não há interação entre a nova informação e a já existente na estrutura cognitiva do indivíduo.

Vale ressaltar que para os autores, a aprendizagem mecânica pode representar um processo inicial de aprendizagem e não uma oposição à aprendizagem significativa. Entretanto, por condições sociais e educativas adversas, muitas vezes, o aluno acaba por apoiar-se nesse tipo de aprendizagem e não consegue evoluir para uma aprendizagem significativa.

Dentre as razões pelas quais os estudantes desenvolvem uma disposição para a aprendizagem automática, segundo Ausubel, Novak e Hanesian. (1980), destaca-se a experiência mal sucedida, como o caso de respostas substantivamente corretas, mas carentes de uma correspondência literal com aquelas que lhes foram ensinadas, sendo estas não aceitas pelos professores, em muitos casos. Além disso,

[...] uma outra razão é que devido ao alto nível de ansiedade ou devido a uma experiência crônica de fracasso numa determinada disciplina (refletindo, por sua vez, uma baixa aptidão ou um ensino inadequado) isso acarreta uma falta de confiança em sua capacidade de aprender significativamente e, portanto, o aluno não vê outra alternativa senão a aprendizagem automática para torná-lo mais seguro. (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p.36).

Esta é uma situação recorrente no ensino de ciências e frequentemente observada no ensino de Física, em que o aluno constantemente se defronta com sua ansiedade, com a perplexidade diante de desafios próprios da disciplina e a não apropriação dos conceitos. Fatores como estes têm levado o aluno a apresentar dificuldades em fazer correlações do conteúdo aprendido com aspectos de construção e utilização de ciência e tecnologia ou mesmo correlacioná-los com conceitos usuais do dia-a-dia, sobretudo em questões abertas.

Entretanto, algumas condições são necessárias para que ocorra uma aprendizagem significativa, dentre as quais, podem ser destacados os aspectos subjetivos do indivíduo para relacionar as ideias de maneira organizada e não literal, isto é, “a aprendizagem significativa pressupõe que o aluno manifeste uma disposição para relacionar de forma não arbitrária e substantiva, o material à sua estrutura cognitiva” (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p.34).

Ainda segundo os autores, outro aspecto a ser considerado envolve as características do material a ser ensinado. Este deve se apresentar de maneira não arbitrária e ser potencialmente significativo, ou seja, “incorporável à estrutura de conhecimentos através de uma relação não literal” (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p.34).

Em suma, para que se tenha uma aprendizagem significativa é importante que se tenha um material potencialmente favorável (incorporável), que o indivíduo possa relacionar os novos conceitos em sua estrutura cognitiva e que haja uma pré-disposição do mesmo para incorporar esses conteúdos de maneira substantiva e não arbitrária em sua estrutura cognitiva.

Dessa forma, os novos conteúdos passam a ter significado para o aprendiz e podem proporcionar a aquisição de novos conceitos na evolução da aprendizagem.

{...} A essência do processo de aprendizagem significativa é que idéias simbolicamente expressas, sejam relacionadas de maneira substantiva (não-litera) e não arbitrária ao que o aprendiz já sabe ou seja, há um aspecto de sua estrutura cognitiva relevante a essas idéias. Este aspecto especificamente relevante pode ser, por exemplo, uma imagem, um símbolo, um conceito ou uma proposição, já significativo (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p.34).

Em relação à apresentação do novo conteúdo, Ausubel, Novak e Hanesian (1980), especificam dois tipos básicos de aprendizagem, sendo estes: aprendizagem por descoberta e aprendizagem por recepção.

A aprendizagem por descoberta é um processo inicial, no qual o indivíduo vai adquirindo conceitos novos, testando suas hipóteses e criando suas generalizações. Na aprendizagem por descoberta,

{...} O aluno deve reagrupar informações, integrá-las à estrutura cognitiva existente e reorganizar e transformar a combinação integrada, de tal forma que dê origem ao produto final desejado ou à descoberta de uma relação perdida entre meios e fins. Concluída a aprendizagem por descoberta, o conteúdo descoberto torna-se significativo da mesma forma que o conteúdo apresentado torna-se significativo na aprendizagem por recepção (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p.21).

Já na aprendizagem por recepção, o conteúdo a ser aprendido é apresentado na forma sistematizada, com conhecimento estabilizado de acordo com convenções específicas. Dessa forma, pode-se dizer que:

{...} todo conteúdo daquilo que vai ser aprendido é apresentado ao aluno sob a forma final. A tarefa de aprendizagem não envolve qualquer descoberta independente por parte do estudante. Do aluno exige-se somente internalizar ou incorporar o material (uma lista de sílabas sem sentido ou adjetivos emparelhados; um poema ou um teorema geométrico) que é apresentado de forma a tornar-se acessível ou reproduzível em alguma ocasião futura (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p.20).

Na prática de sala de aula esta é uma estratégia comumente utilizada por professores da Educação Básica, visto que seu trabalho envolve o conhecimento científico já estabilizado. O professor busca a exposição adequada para a compreensão do aluno e espera que este estabeleça conexões entre os conceitos novos e os preexistentes em sua estrutura cognitiva.

Dessa forma, pode-se exemplificar a estrutura da aprendizagem significativa, à luz da teoria de Ausubel, Novak e Hanesian (1980), de acordo com o esquema seguinte:

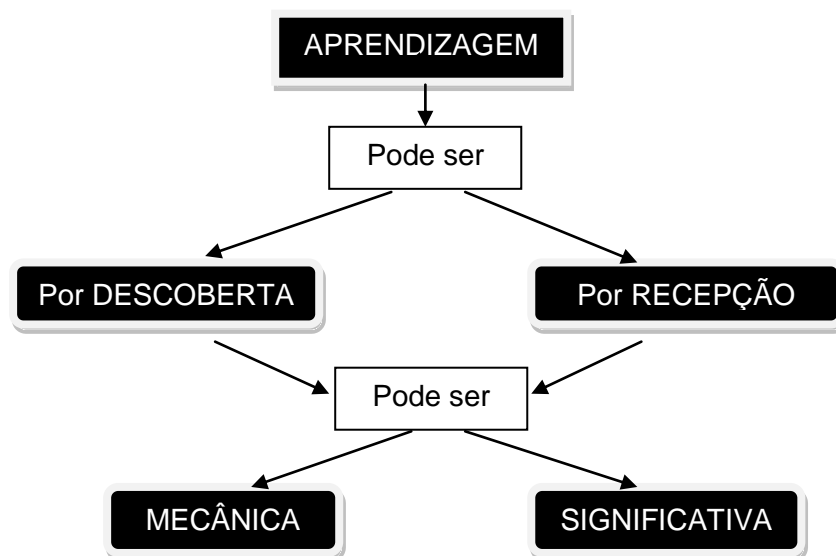


Figura 1. Tipos de Aprendizagem. Fonte: adaptado de Ausubel, Novak e Hanesian (1980).

Ressalta-se, então, que tanto a aprendizagem por descoberta quanto por recepção podem representar uma aprendizagem mecânica ou significativa, dependendo das condições em que elas são processadas na estrutura cognitiva do aluno.

Nesse sentido, podem ser situados os processos de formação e assimilação de conceitos. Formação de conceitos se refere ao processo desenvolvido, principalmente por crianças, que vai desde a indução do conceito até a generalização das ideias, mas também pode ser interpretado como um conjunto de conceitos ou temas com os quais o indivíduo começa a interagir e vai descobrindo possíveis formas de utilizá-los ou relacioná-los em sua estrutura cognitiva.

Segundo Moreira (1999), assimilação é a fase em que a informação é modificada e interage com o subsunçor relevante da estrutura cognitiva, de modo a alterar, também, o próprio subsunçor. Nessa etapa de assimilação os conceitos prévios são modificados, relacionam-se com os conceitos novos e se estabelece a relevância ao novo conceito, modificando o próprio subsunçor, quer pelas novas ideias com as quais interagem, quer mais tarde, com os novos significados aos quais estão ligados e atribuídos na memória.

Para Ausubel, Novak, Hanesian (1980), a assimilação é definida como sendo o resultado da interação, que ocorre na fase de aprendizagem, entre a nova informação **a** e a informação prévia **A** potencialmente significativa, resultando em uma modificação do subsunçor, previamente existente na estrutura cognitiva do aluno. Esse processo pode ser representado por **a'A'** no esquema seguinte, Figura 2.



Figura 2. Esquema de Assimilação de conceitos. Fonte: adaptado de Ausubel, Novak, Hanesian (1980).

De acordo com Moreira (1999), a assimilação atua como um facilitador na retenção do conteúdo aprendido pelo aluno. Observa-se que, por determinado período de tempo, a interação acaba modificando o subsunçor, que por sua vez a modifica; isso acontece na fase da retenção.

Na fase de retenção do conhecimento, durante um período de tempo variável, as informações do subsunçor modificado **A'** e a nova informação também modificada **a'** permanecem dissociáveis como entes individuais. Trata-se da assimilação obliteradora de acordo com Moreira (1999).

Dessa forma, pode-se representar o esquema anterior de modo mais abrangente, conforme Figura 3.

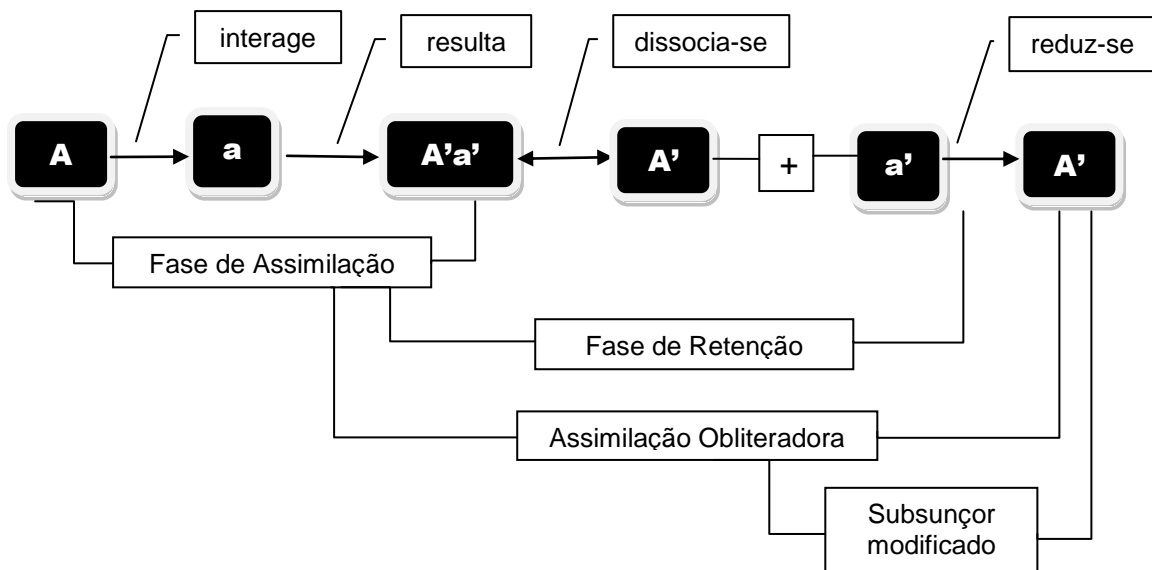


Figura 3. Assimilação Obliteradora. Fonte: adaptado de Moreira (2009).

Pode-se inferir, então, que durante a aprendizagem, a estrutura cognitiva do aluno vai sendo modificada substantivamente, isto é, permite a substituição de termos por sinônimos, sem mudança no significado ou alteração do conceito, ou programaticamente pelos princípios de eficiência da aprendizagem, que são: a diferenciação progressiva, a reconciliação integrativa, a organização sequencial e a consolidação da aprendizagem significativa.

Nesse processo, a estrutura cognitiva do aluno passa pela fase da associação obliteradora e esquecimento, que de acordo com Moreira (2009), é a etapa em que as novas ideias se tornam progressivamente menos dissociáveis dos subsunçores ou ideias âncoras, até deixarem de estar disponíveis como entidades individuais.

É nesse momento que a estrutura cognitiva do aluno vai garantir a retenção e consolidação do que realmente foi significativo na aprendizagem, ao passar por uma seleção de informações na estrutura cognitiva também modificada, deixando o resíduo, denominado subsunçor modificado **A'**. Nesse sentido, afirma Moreira (2009, p.20) que “[...] o esquecimento é, portanto, uma continuidade temporal do mesmo processo que facilita a aprendizagem e a retenção de novas informações”.

Sendo assim, para que a aprendizagem se torne realmente significativa para o aluno, cabe ao professor o papel de facilitador da aprendizagem, em um processo de ensino que passa pelo menos por quatro etapas fundamentais, que segundo o autor, são:

- [...] 1. Identificar a estrutura conceitual e proposicional do conteúdo a ser ensinado;
- 2. Identificar quais os subsunçores (conceitos, idéias claras, proposições) que o aluno deveria ter em sua estrutura cognitiva para aprender significativamente o conteúdo que se pretende ensinar;
- 3. Diagnosticar aquilo que o aluno já sabe e mapear dentre os subsunçores relevantes quais estão disponíveis na estrutura cognitiva do aluno;
- 4. Ensinar utilizando recursos e princípios que facilitam a aquisição da estrutura conceitual, de maneira significativa. (MOREIRA, 2009, p.21).

Dessa forma, o professor deve certificar-se de que dispõe dos elementos necessários e que o aluno tenha, no mínimo, a pré-disposição para aprender, além dos conhecimentos prévios necessários para cada conteúdo específico.

1.3.2 TIPOS DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Ausubel, Novak e Hanesian (1980) subdividem a aprendizagem significativa em três tipos básicos: representacional, de conceitos e proposicional.

A aprendizagem representacional é o tipo mais básico de aprendizagem significativa e, portanto, condiciona os demais aprendizados significativos. É nela que se aprende o significado dos símbolos (palavras) e o que eles representam (objetos, eventos, conceitos).

Para Moreira (1999), os símbolos passam a significar para o indivíduo, aquilo que seus referentes significam. Assim, pode-se considerar como exemplos de aprendizagem representacional: nomear (substantivos), definir funções, classificar ou especificar (adjetivos). A aprendizagem representacional pode ser considerada uma representação simbólica primária, que atribui significados a símbolos como letras, palavras, valores sonoros etc.

A aprendizagem de conceitos também é uma forma de aprendizagem representacional, visto que os conceitos também são representados por símbolos particulares. De acordo com Moreira (1999), os conceitos são genéricos ou categóricos, representam abstrações dos atributos essenciais dos referentes, expressam singularidades em eventos ou objetos.

Já na aprendizagem proposicional, o que é primordial e deve ser levado em conta é a capacidade de aprender significativamente não só o que dizem as palavras ou conceitos, mas o significado das ideias expressas em frases, sentenças ou proposições. Nessa etapa, o aluno será capaz de estabelecer relações entre os conceitos, palavras e ideias das sentenças e elaborar a conexão entre estas em sua estrutura cognitiva.

Conforme Ausubel, Novak e Hanesian (1980), a aprendizagem significativa de conceitos ou proposicional pode ser: subordinativa, superordenada ou combinatória.

Define-se aprendizagem subordinativa, segundo os autores, como sendo o processo de vincular novas informações a segmentos preexistentes na estrutura cognitiva. A aprendizagem subordinativa pode ser separada em dois tipos básicos de aprendizagem: derivativa e correlativa. A respeito da aprendizagem subordinativa derivativa, diz a teoria:

[...] A subordinação derivativa ocorre quando o material de aprendizagem é compreendido como um exemplo específico de um conceito estabelecido na estrutura cognitiva, ou é uma forma de sustentar ou ilustrar uma proposição geral previamente adquirida. Nesse caso, o material novo a ser aprendido é derivado diretamente ou por auto-evidência ou está implícito no conceito ou proposição já internalizado e mais inclusivo na estrutura cognitiva (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p.49).

No caso da aprendizagem subordinativa correlativa, os autores definem que o conteúdo novo a ser aprendido é uma extensão ou modificação de proposições adquiridas anteriormente. Dessa forma é incorporado e interage com produtos subordinativos relevantes e mais inclusivos para sua estrutura cognitiva.

Outras manifestações de aprendizagem descritas pela teoria são: a aprendizagem superordenada e a aprendizagem combinatória. A primeira é uma etapa em que se verifica que as proposições aprendidas condicionam o surgimento de várias ideias, na estrutura cognitiva do aluno. Sendo assim, a aprendizagem

superordenada ocorre no curso do raciocínio ou quando o material apresentado é organizado indutivelmente ou envolve a síntese de ideias propostas que se articulam dentro da estrutura cognitiva do aluno.

Já a aprendizagem combinatória, pode ser definida como aquela em que as proposições novas não apresentam relação subordinativa e superordenada com ideias relevantes na estrutura cognitiva do aluno. É uma combinação de proposições novas, conceitos novos e que dão origem a ideias novas.

[...] Esta disponibilidade de conteúdos específicos, provavelmente torna a proposição combinatória menos relacionável ou subordinada ao conhecimento anteriormente adquirido e, portanto, pelo menos inicialmente mais difícil de aprender e lembrar, do que as proposições subordinativas ou superordenadas (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p.50).

Portanto, essa é uma forma mais difícil de o aluno aprender, mas que pode ocorrer quando ele não tem o menor conhecimento daquilo que está sendo ensinado. Dessa forma, tudo lhe é novo, e, portanto, tenta-se estabelecer conexões cognitivas entre os conceitos novos, na tentativa de se tornar significativo em sua estrutura cognitiva.

1.3.3 DIFERENCIAÇÃO PROGRESSIVA E RECONCILIAÇÃO INTEGRATIVA

A aprendizagem significativa envolve os processos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa. Quando se trata do conceito de diferenciação progressiva, as ideias gerais são apresentadas primeiramente ao aluno para depois serem diferenciadas em detalhes e conceitos mais específicos.

[...] Quando os assuntos são programados de acordo com os princípios da Diferenciação Progressiva, as ideias mais gerais e mais inclusivas da disciplina são apresentadas em primeiro lugar. São então, progressivamente diferenciadas em termos de detalhe e especificidade (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p.159).

Já no caso da aprendizagem que utiliza o conceito de reconciliação integrativa, o foco central é explorar a relação entre ideias. Dessa forma, pode-se apresentar uma série de conteúdos que se relacionam em série, mas sem nenhuma dependência sequencial intrínseca de um tópico a outro.

[...] Portanto, são feitos poucos esforços sérios no sentido de explorar explicitamente as relações entre as idéias, de assinalar semelhanças e diferenças significativas, e de reconciliar inconsistências reais ou aparentes (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p.161).

Assim, segundo Moreira (1999), estes dois conceitos podem, na prática, ser implementados através do uso de organizadores prévios adequados. Outra maneira de promover a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa é através da utilização de mapas conceituais.

Os organizadores prévios servem como ponte ou facilitador entre o conhecimento prévio que o indivíduo já tem e o que ele deve saber (novos conceitos). Para o autor,

[...] Organizadores prévios são propostos como um recurso instrucional potencialmente facilitador da aprendizagem significativa, no sentido de servirem de pontes cognitivas entre novos conhecimentos e aqueles já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz (MOREIRA, 2012, p.30).

Organizadores prévios podem ser textos, trechos de filmes, desenhos, esquemas, mapas conceituais, fotos, imagens, dentre outros recursos utilizados pelo professor no dia-a-dia, para introduzir ao aluno o novo conceito que se quer ensinar, fazendo uma ligação com o que ele já sabe.

Para Ausubel, Novak e Hanesian (1980), os organizadores prévios têm como uma de suas funções básicas tornar evidentes as ideias que, porventura, já existam na estrutura cognitiva do aluno e que possam servir de suporte para as novas aprendizagens, potencializando a capacidade de aprender do indivíduo.

Nesse sentido, o professor pode contribuir através do discurso explicativo, durante a ação comunicativa na sala de aula (HABERMAS, 1987), para auxiliar o aluno a estabelecer as relações necessárias na sua estrutura cognitiva.

Esse processo pode proporcionar que as novas ideias aprendidas ou conceitos novos ensinados possam ser ancorados nos subsunçores já existentes e possam ter significado para o aluno, podendo levá-lo a uma aprendizagem significativa de fato.

CAPÍTULO 2

METODOLOGIA E ANÁLISE DE DADOS

Neste capítulo, são apresentados: as características gerais e o contexto de desenvolvimento da pesquisa bem como os processos de constituição e análise de dados deste trabalho.

2.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS E CONTEXTO DA PESQUISA

Esta é uma pesquisa qualitativa, caracterizada dessa forma pelos métodos utilizados na sua realização, os instrumentos de coleta e análise de dados e as motivações que levam às tomadas de decisões. Neste trabalho, entende-se que a pesquisa qualitativa:

[...] é um procedimento formal com métodos de pensamento reflexivo que requer tratamento científico e se constitui no caminho para se conhecer a realidade ou descobrir verdades parciais (LAKATOS; MARCONI, 2007, p.15)

Nesse contexto, este trabalho pode ser caracterizado como uma pesquisa de campo, quanto aos meios de realização, e descritiva, quanto à sua finalidade, de acordo com Lakatos e Marconi (2007).

Como tal, faz-se uso de experiências pessoais, entrevistas com os alunos, observações, textos visuais, transcrição de áudio, dentre outros, que se inserem no objetivo de atribuir significado, atitudes e valores à pesquisa. Através de sua análise, podem ser compreendidas importantes informações sobre os indivíduos participantes, tais como o modo de vida e a forma como se relacionam com os conhecimentos (mundo objetivo), com a sociedade (mundo social) e com as experiências pessoais (mundo subjetivo), bem como no que se refere aos aspectos linguísticos e conceituais envolvidos na aprendizagem.

A pesquisa descritiva tem como objetivo principal a descrição das características de um fenômeno, população ou o estabelecimento de relações entre as variáveis nela envolvidas. Dentre seus métodos, destaca-se a coleta de dados

por meio de questionários, discussões e observações e a análise de dados quantitativos é utilizada no auxílio à compreensão de informações obtidas durante a realização da pesquisa. Nesse sentido, torna-se essencial a ênfase em pesquisa qualitativa como norteadora para constituição e análise de dados deste trabalho.

Esta pesquisa foi desenvolvida na rede pública estadual de ensino do do Estado do Paraná, no município de Curitiba. Ela envolveu 28 alunos do 3º ano do Ensino Médio, sendo 17 do sexo feminino e 11 do sexo masculino na faixa etária com idade entre 15 e 18 anos e foi realizada no período de março a junho de 2016.

Nesta escola, assim como na maioria das escolas da Educação Básica que atende alunos do Ensino Médio, não se desenvolve nenhuma atividade no contra turno para os jovens dessa etapa. Atende-se de maneira satisfatória com projetos e atividades extraclasse aos alunos do Ensino Fundamental.

A escola recebe alunos da própria comunidade e de outras comunidades menos favorecidas da região. De maneira geral, os alunos possuem características bastante diversificadas, sendo estes de classe média até classes sociais mais vulneráveis socialmente.

Assim como a maioria das escolas da rede estadual do Estado do Paraná, sua organização está fundamentada no Projeto Político Pedagógico (PPP), construído segundo as Diretrizes Curriculares Estaduais do Paraná (DCE), adaptadas à realidade escolar de cada comunidade. No PPP constam os pressupostos teóricos que orientam as práticas pedagógicas de cada disciplina. Dentre as teorias norteadoras das Diretrizes Curriculares Estaduais do Paraná está a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel e colaboradores.

2.2 DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES EDUCACIONAIS

Para a realização da pesquisa, foram utilizadas as aulas de Física do 3º ano do Ensino Médio, no caso específico, duas aulas por semana durante os meses de realização da pesquisa. Pretendia-se trabalhar diretamente com os conceitos envolvendo ondas eletromagnéticas, em âmbito explicativo, relacionados a aspectos de construção e utilização de radiações e telescópios em âmbitos objetivo, social e

subjetivo, de acordo com os pressupostos da Teoria do Agir Comunicativo de Habermas (1984).

No entanto, na verificação de conhecimentos prévios, observou-se que os alunos não tinham ainda conhecimentos básicos (pré-requisitos) sobre ondas. Surgiu, então, a necessidade de abordar a definição e os conceitos principais que envolvem uma onda. Para tal, foram utilizadas duas aulas de Física desta turma para apresentação e discussão sobre ondas, conceitos básicos e definições.

Nesta apresentação, fez-se uso de um mapa conceitual (NOVAK, 2006), sobre ondas (Apêndice 1) como operador prévio (MOREIRA, 2012). Na ocasião, também, discutiu-se com os alunos a importância, a descrição, as características principais, a relevância da utilização e como elaborar um mapa conceitual.

Durante essa etapa foram enfatizadas a representação e as relações estabelecidas entre as grandezas envolvidas na equação fundamental da onda para o Ensino Médio, que são: velocidade, comprimento de onda e frequência.

Ressaltou-se que, para as ondas eletromagnéticas, a velocidade das mesmas se mantém constante no vácuo e aproximadamente constante no ar; para efeitos de estudos e análise de dados desta pesquisa, assim será considerada.

Essas atividades foram introduzidas nas aulas de Física da turma como uma forma de complementação de conteúdos que eles não haviam estudado no ano anterior. Dessa forma, uma vez por semana, eles teriam essa retomada de conteúdos, através de estudos direcionados e discussões.

Nesse sentido, foi proposto aos alunos que fizessem uma leitura do capítulo 7 do livro texto adotado pela escola “Física para o Ensino Médio”, volume 2 (FUKE; KAZUHITO, 2013), como estratégia para os alunos se familiarizarem com o tema. Durante as aulas sobre ondas, foram utilizadas explicações, exemplos e aplicações dos conceitos de ondas e seus usos em contextos.

Também foi solicitado aos alunos que fizessem leitura sobre seis tipos de radiações, sendo estas: ondas de rádio, infravermelho, radiação visível, ultravioleta, raios-x e raios- γ e se possível que citassem ou destacassem alguma forma de

utilização dessas radiações no cotidiano atual em alguma das diversas áreas do conhecimento.

Tais procedimentos envolveram a apresentação e discussão sobre radiações e telescópios. Para melhor organizar os conceitos foi apresentado pelo professor (P) um mapa conceitual sobre radiações (Apêndice 2). A explicação do mapa conceitual foi realizada de modo a permitir abordar radiações no Ensino Médio e a utilização de telescópios como meio de se conseguir imagens envolvendo estas radiações, considerando os aspectos de construção e utilização dos conceitos científicos, de acordo com Latour (2000).

Dessa forma, as discussões e apresentações sobre cada tipo de radiação foram desenvolvidas com os alunos através de seminários coordenados pelo professor, destacando os comprimentos de onda e suas respectivas frequências, evidenciado no espectro de radiações eletromagnéticas, Figura 4.

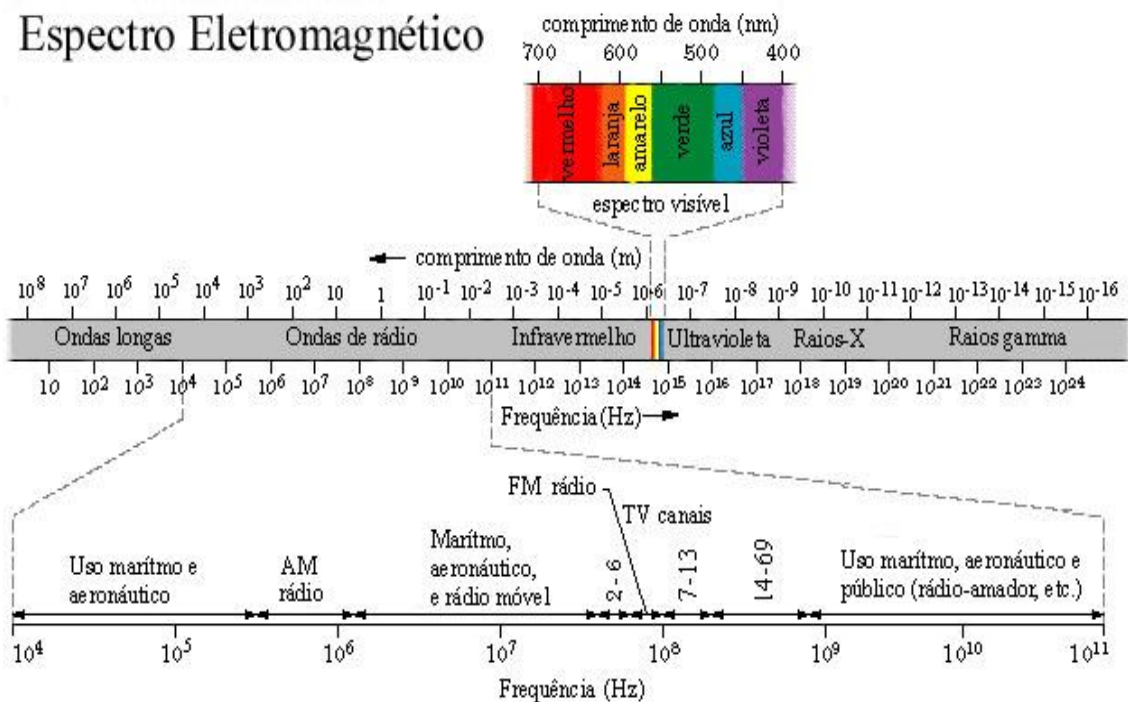


Figura 4: Espectro eletromagnético. (disponível em: mundoeducacao.bol.uol.com.br)

As atividades realizadas encontram-se resumidamente descritas a seguir, no Quadro 2.

Quadro 2. Atividades educacionais desenvolvidas.

Atividade Educacional	Descrição	Objetivos Educacionais	Duração
1. Conhecimentos prévios sobre ondas eletromagnéticas	Respostas em Questionário 1.	Verificar conhecimentos prévios sobre ondas eletromagnéticas e radiações.	2 h/a (50 min cada)
2. Radiações e radiotelescópios	Exposição e discussão sobre funcionamento, localização e utilização de radiotelescópios. Respostas em Questionário 2.	Estabelecer relações entre radiações e radiotelescópios. Verificar relações estabelecidas entre radiações e radiotelescópios.	2 h/a
3. Radiações e telescópio ópticos	Exposição e discussão sobre funcionamento, localização e utilização de telescópios ópticos. Respostas em Questionário 3.	Estabelecer relações entre radiações eletromagnéticas e características de telescópios ópticos.	2 h/a
4. Radiações e telescópios infravermelhos	Exposição de mapa conceitual e discussão envolvendo funcionamento, localização e utilização de telescópios infravermelhos. Respostas em Questionário 4.	Estabelecer relações entre ondas eletromagnéticas e características de telescópios infravermelhos. Verificar relações estabelecidas entre radiações eletromagnéticas e telescópios infravermelhos.	2 h/a
5. Radiações e telescópios ultravioletas	Exposição e discussão sobre funcionamento, localização e utilização de telescópios ultravioletas. Respostas em Questionário 5.	Estabelecer relações entre radiações e características de telescópios ultravioletas. Verificar relações estabelecidas entre radiações e telescópios ultravioletas.	2 h/a
6. Radiações. Considerações finais	Elaboração de mapas conceituais envolvendo as radiações estudadas, em grupos de quatro ou cinco alunos cada. Respostas em Questionário 6.	Verificar relações estabelecidas entre radiações e os telescópios estudados em aspectos de construção e utilização de conhecimentos científicos e tecnologias.	2 h/a

Fonte: Autor.

Em um segundo momento, foi feita a apresentação de mapas conceituais com conceitos fundamentais para cada tipo específico de radiação, destacando-se as aplicações e exemplos de usos de cada uma delas na sociedade.

No final de cada conjunto de atividades, após as apresentações e discussões sobre o tema, foi realizada uma atividade sobre a radiação abordada afim de que fossem verificados indícios de formação e assimilação de conceitos nas estruturas cognitivas dos alunos participantes, assim como de estabelecimento de relações com aspectos de construção e utilização de conhecimentos científicos e tecnologias.

Considerando o papel do professor, à luz das teorias do Agir Comunicativo e da Aprendizagem Significativa, após a interação dos alunos com os conceitos fundamentais, o professor/pesquisador fez a apresentação resumida de cada tipo de radiação anteriormente citada, com a discussão de benefícios e possíveis danos que podem causar essas radiações ao ser humano quando a elas exposto, sem a devida orientação.

Ao mesmo tempo, foram propostas atividades com os alunos, tais como: elaboração de mapas conceituais e responder questionários sobre cada tipo de radiação estudado e discutido em sala de aula. Os questionários propostos aos alunos fazem parte de um conjunto de atividades sobre radiações e telescópios que constitui o produto final desta pesquisa.

2.3 CONSTITUIÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS DA PESQUISA

Os dados desta pesquisa foram constituídos por meio de: registros escritos em diário de campo elaborado pelo pesquisador; gravações em áudio das atividades educacionais desenvolvidas; mapas conceituais elaborados pelo professor e pelos alunos e por questionários respondidos pelos discentes.

A análise de dados desta pesquisa foi realizada por meio de Análise de Conteúdo (BARDIN, 2011). Segundo a autora, “[...] análise de conteúdo é um conjunto de instrumentos de cunho metodológico em constante aperfeiçoamento que se aplicam a discursos (conteúdos e continentes) extremamente diversificados” (BARDIN, 2011, p.15).

Conforme a autora, Análise de Conteúdo envolve a busca por iniciativas de explicitação, sistematização e expressão de conteúdo com o intuito de realizar deduções lógicas a respeito das mensagens contidas no mesmo. Sendo assim, foram seguidas as seguintes etapas: 1) pré-análise; 2) exploração do material; 3) tratamento dos resultados (inferência e interpretação).

De acordo com a autora, a pré-análise é a etapa em que se toma a decisão de quais procedimentos e materiais serão utilizados para organizar os dados, de modo a torná-los operacionais nas etapas seguintes. Nesta fase, deve-se estar atento não só à escolha do material como também à pertinência do mesmo para a pesquisa.

A segunda etapa da exploração do material, de acordo com Bardin (2011), é a etapa em que os dados são transformados e agregados em unidades, para que se possa ter uma descrição exata das características pertinentes à pesquisa. Essa etapa compreende a codificação do material e definição das categorias de análise. Nesta pesquisa, os dados foram agrupados por itens ou tópicos que apresentam afinidades ou características comuns.

A terceira etapa compreende o tratamento e a análise dos resultados propriamente ditos, isto é, em que devem ser feitas as inferências e interpretações dos mesmos, de acordo com a relevância deles dentro da pesquisa. Esta etapa, segundo Bardin (2011), é o momento da intuição, da análise reflexiva e crítica do material a ser realizada pelo pesquisador.

Nesta pesquisa, a Análise de Conteúdo é feita de modo a inter-relacionar os dados analisados com os dois grandes eixos teóricos que alicerçam esta dissertação, que são a Teoria do Agir Comunicativo (HABERMAS, 1987) e a Teoria da Aprendizagem Significativa (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980).

2.4 ANÁLISE DE DADOS

Apresenta-se a análise de dados desta pesquisa considerando três eixos de análise: 1) Conhecimentos prévios; 2) Ampliação de âmbito explicativo; 3) Problematização em âmbitos objetivo, social e subjetivo. Tais eixos são apresentados em relação às atividades educacionais desenvolvidas.

Para a exposição dos exemplares na análise de dados, os alunos serão identificados pela letra A seguida de um número (exemplo: A01) e o professor pela letra P. Realiza-se transcrição literal das respostas dos alunos em exemplares.

2.5 CONHECIMENTOS PRÉVIOS SOBRE RADIAÇÕES. ATIVIDADE 1

A análise dos conhecimentos prévios dos estudantes foi realizada a partir de informações por eles explicitadas no Questionário 1. Dos 28 alunos da turma, 21 responderam o questionário. Sete alunos A07, A10, A11, A12, A14, A16 e A28 entregaram o questionário em branco, demonstrando assim que os mesmos não quiseram participar da pesquisa neste dia.

Apresenta-se na Figura 5, as questões referentes a esta atividade.

<p>QUESTIONÁRIO 1</p> <p>Aluno Nº _____</p> <p>Atividade – 1</p> <p>RADIAÇÕES E ONDAS – CONHECIMENTOS PRÉVIOS</p> <p>1) Você conhece a equação fundamental da onda?</p> <p>() SIM () NÃO</p> <p>2) Caso tenha respondido SIM na questão anterior, escrever a referida equação. Caso tenha assinalado NÃO na questão anterior pule esta resposta.</p> <p>3) Sabe-se que diversos equipamentos eletrônicos do cotidiano atual fazem uso de alguma forma de Radiação para seu funcionamento. Cite pelo menos um exemplar.</p> <p>4) Quais são as grandezas envolvidas na relação $v = \lambda \cdot f$?</p> <p>5) A presença das Radiações pode trazer benefícios ou malefícios para a população? Justifique sua resposta.</p>

Figura 5. Questionário 1. Fonte: Autor.

Em relação às questões 1 e 2, sobre a equação fundamental da onda para o EM, apenas dois alunos (A09 e A25) afirmaram ter conhecimento da referida equação, explicitando a mesma. Os outros 19 alunos afirmaram desconhecimento da referida equação.

Na questão de número 3, entre exemplares de equipamentos eletrônicos do cotidiano associados a radiações, os alunos apresentaram as seguintes respostas, explicitadas no Quadro 3.

Quadro 3. Equipamentos eletrônicos associados a radiações.

Item	Equipamento Eletrônico	Aluno(s)
1	Celular	A01, A06, A08, A19, A23, A25, e A27
2	Rádio	A04, A05, A09, A21, A22 e A27
3	Micro-ondas	A13, A15, A17, A19 e A20
4	TV ou Televisão	A03, A04, A24 e A26
5	Raio-X	A05, A13, A18 e A20
6	Ultrassom	A13
7	Ressonância Nuclear	A02

Fonte: Autor.

O equipamento eletrônico mais citado (sete citações) foi o telefone celular, seguido pelo rádio (seis citações), o forno de micro-ondas (cinco citações); a TV ou televisão, assim como o aparelho de raios-x, tiveram quatro citações. O aparelho de ultrassom e o equipamento de ressonância nuclear tiveram apenas uma citação.

Considerando a comunidade escolar e o momento histórico atual, não surpreende o fato de ter sido o celular o equipamento mais citado, e, provavelmente, o mais conhecido e lembrado pelos alunos. Na conjuntura atual da sociedade brasileira do início do século XXI, o consumo e uso de objetos como celulares, *tablets* e *smartphones* são tidos como imprescindíveis no estilo de vida das famílias, demonstrando assim, indícios do que possa vir a se tornar uma dependência tecnológica ligada à zona de atuação da indústria cultural. A indústria cultural, na tentativa de controlar a sociedade, imprime o desejo de tal consumo interferindo, inclusive, no lazer dos indivíduos.

Dessa forma, as famílias passam a acreditar que não é possível viver sem aparelhos tecnológicos, como o celular. Para elas, o mesmo é necessário não só para comunicação entre o núcleo familiar, como também para o sujeito se manter atualizado (conectado, segundo os próprios alunos) e interagir com o mundo através das redes sociais.

Observa-se que, dentre estes sete alunos que citaram telefone celular, cinco evidenciaram apenas o celular e outros dois (A19 e A24) fizeram citações de outros equipamentos eletrônicos (micro-ondas e rádio, respectivamente).

Pode-se interpretar o resultado da questão 3, a partir das relações que o aluno tem com o equipamento de uso cotidiano e suas percepções de relações com o mundo social e os conceitos científicos. Dessa forma, ao citar os aparelhos de uso cotidiano, o aluno faz alusão aos âmbitos objetivo (conhecimentos estabilizados e funcionamento do equipamento) e ao âmbito social (utilização do conhecimento científico na sociedade).

Quanto à questão 4, sobre as grandezas físicas envolvidas na equação da onda, oito alunos não apresentaram respostas. Dentre os 13 que a responderam, nenhum deles conseguiu identificar todas as grandezas envolvidas. Dentre estes, 12 alunos (A01, A03, A06, A09, A16, A17, A18, A19, A21, A24, A25 e A26) conseguiram identificar a velocidade; apenas um aluno (A25) identificou o comprimento de onda e um aluno (A09) identificou a frequência. Destaca-se que sete alunos (A03, A05, A20, A21, A24, A25 e A26) associaram f à força, o que não está de acordo com o conhecimento científico estabilizado quando se trata de ondas ou radiações eletromagnéticas.

No que se refere à questão 5, apenas um aluno (A26) não apresentou resposta. As respostas dos outros 20 alunos são analisadas considerando os âmbitos a que se referem e as concepções de ciência e tecnologia apresentadas pelos alunos.

Apenas duas respostas remetem a uma perspectiva da tecnologia, sem a explicitação de controvérsias envolvendo aspectos científico-tecnológicos. O aluno A25 faz referência aos âmbitos social e objetivo, ao explicitar sua resposta: “Benefícios, pois colabora para a modernização da tecnologia”. O aluno A24 situa

essa perspectiva positiva no âmbito social: “benefícios, por causa do mundo atual de hoje”. Infere-se desta resposta que o aluno queira se referir ao mundo de tecnologias diferentes disponíveis na sociedade atual.

Cinco alunos (A04, A18, A20, A21 e A27) citaram apenas aspectos negativos das radiações; dois deles (A18 e A21) não apresentaram detalhes. Os demais relacionaram esses aspectos negativos a problemas de saúde, em referência, particularmente, ao âmbito social na perspectiva habermasiana. Pode-se inferir que o conceito de radiação ainda está sendo formado na estrutura cognitiva desses alunos. Essas respostas são apresentadas no Quadro 4.

Quadro 4. Perspectivas negativas de radiações.

Item	Benefícios/Malefícios das Radiações	Âmbito Enfatizado	Concepção de ciência e tecnologia	Comentários
1	Malefícios = pois pode provocar diversos tipos de doenças. (A20)	Social	Perspectiva negativa de ciência e tecnologia.	Apresenta limitações na compreensão de radiações.
2	Malefícios. O uso prolongado traz malefícios à saúde. (A04)	Social	Perspectiva negativa de ciência e tecnologia.	Apresenta limitações na compreensão de radiações.
3	Malefícios, porque a radiação com uso prolongado (traz) faz mal a saúde. (A27)	Social	Perspectiva negativa de ciência e tecnologia.	Apresenta limitações na compreensão de radiações.

Fonte: Autor.

Os demais, 14 alunos, apresentaram perspectivas positivas e negativas sobre radiações, referindo-se aos aspectos de utilização do conhecimento científico no que tange a esse tema.

Ao se considerar a perspectiva habermasiana, os alunos fazem alusão aos âmbitos objetivo (conhecimento estabilizado) e social (utilização desse conhecimento na sociedade), pode-se também inferir que os estes alunos demonstram uma evolução na formação do conceito de radiações, embora ainda apresentem limitações, de acordo com o conhecimento estabilizado.

As respostas destes 14 alunos estão explicitadas e comentadas a seguir, no Quadro 5.

Quadro 5. Perspectivas positivas e negativas de radiações.

Item	Benefícios/Malefícios das Radiações	Âmbito Enfatizado	Comentários
1	Sim. Benefícios no caso do radio, microondas etc. Malefícios devem-se às bombas nucleares onde a radiação é nociva. (A13)	Objetivo/ Social	Apresenta limitações na compreensão de radiações.
2	Se a radiação for muito alta traz malefícios, causando câncer e outras coisas. (A18)	Social	Apresenta limitações na compreensão de radiações.
3	Tanto benefício quanto malefício. Benefício: equipamentos eletrônicos. Malefício: Ficar exposto em excesso de radiação pode trazer doenças (A05)	Social	Apresenta limitações na compreensão de radiações.
4	Os dois, pois precisamos da radiação em muitas coisas, porém ela faz mal à saúde (A15)	Objetivo/ Social	Apresenta limitações na compreensão de radiações.
5	Podem trazer os dois, benefícios e malefícios; pois faz mal a saúde o uso intenso deles. (A17)	Social	Apresenta limitações na compreensão de radiações.
6	Algumas radiações trazem benefícios, mas outras trazem problemas à saúde. (A02)	Social	Apresenta limitações na compreensão das radiações.
7	Podem trazer os dois, pois podem fazer mal, mas também precisamos de varias coisas. (A19)	Social	Apresenta limitações na compreensão de radiações.
8	Depende de como a pessoa é exposta a radiação. Alguns tipos podem ser nocivos ao ser humano (A01)	Social	Apresenta limitações na compreensão de radiações.
9	Podem trazer os dois, por uma parte ajuda na educação e na vida e distração também. (A03)	Objetivo/ Social	Apresenta dificuldade na comunicação escrita e limitações na compreensão de radiações
10	Os dois, pois precisamos de radiação, por exemplo, os celulares. Porém, radiação demais pode causar doenças. (A06)	Objetivo/ Social	Apresenta limitações na compreensão de radiação
11	Depende da radiação tipo a quimioterapia faz bem, mas tem radiação que faz mal. (A08)	Social	Não apresenta fundamentos
12	Depende da natureza da radiação. O processo de transferência de calor realizado pelo Solé algo extremamente importante, porém se for uma radiação de intensidade muito alta, tem perigo de causar doenças. (A09)	Objetivo/ Social	Apresenta limitações na compreensão de radiações
13	Ambos. A radiação em índices muito altos são ruins, caso peque em um humano, porém com segurança são muito boas. (A22)	Social	Apresenta confusão e limitações na compreensão de radiações
14	Depende da radiação. A quimioterapia faz bem, já tragédia de Chernobyl não. (A23)	Objetivo/ Social	Apresenta limitações e confusão na compreensão de radiações

Fonte: Autor.

2.6 RADIAÇÕES E RADIOTELESCÓPIOS. ATIVIDADE 2

A análise de conhecimentos dos estudantes sobre frequência de rádio e radiotelescópios foi realizada a partir de informações explicitadas no Questionário 2. Dos 28 alunos matriculados na turma, 25 responderam o referido questionário. Os alunos A06, A07 e A09 entregaram o questionário em branco.

Apresenta-se na Figura 6, o Questionário 2, onde encontram-se as perguntas sobre radiações e radiotelescópios, realizadas durante esta atividade.

QUESTIONÁRIO 2

Aluno Nº _____

Atividade – 2

RADIAÇÕES E RADIOTELESCÓPIOS

- 1) Os Radiotelescópios são instrumentos que aqui da Terra captam frequências de rádio emitidas por fontes que ficam no espaço (os astros do céu) e com auxílio de computadores transforma esses sinais eletromagnéticos em imagens. Além dos radiotelescópios, quais outros aparelhos que você conhece usam de alguma forma a frequência de rádio?
- 2) Explique de forma sucinta, como funciona um rádio comum, destes que as pessoas têm em suas residências.
- 3) Qual a relação entre velocidade, frequência e comprimento de onda, para uma radiação que transporta informação na faixa de radiofrequência do espectro de radiações?
- 4) Qual a relação existente entre a TV, o rádio comum da sua casa e um radiotelescópio?
- 5) Os radiotelescópios tem como principal missão observar Galáxias ativas, buracos negros e demais fontes de radiação que emitem na frequência das ondas de rádio, pois nenhum outro instrumento consegue observar nessa banda específica do espectro. Cite exemplar de radiotelescópios brasileiros que auxiliam nas pesquisas acima citadas.
- 6) Dada a figura seguinte, e considerando o espectro de radiações eletromagnéticas, associe as radiações utilizadas por cada instrumento.

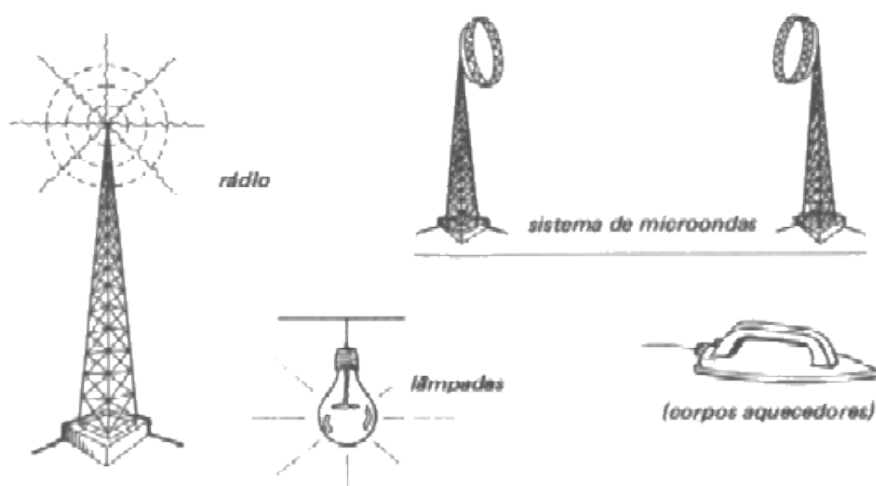


Figura 6. Questionário 2. Radiotelescópios. Fonte: adaptado pelo Autor.

No que se refere à questão número 1, dos 28 alunos da turma, 25 alunos responderam a mesma. Os equipamentos eletrônicos mais citados pelos estudantes foram: televisão (20 citações), rádio (13 citações) e celular (7 citações). As respostas são descritas e analisadas no Quadro 6.

Quadro 6. Radiação na frequência de rádio.

Item	Equipamento Eletrônico	Aluno(s)	Âmbito Enfatizado	Comentários
1	Televisão	A01, A02, A03, A04, A05, A08, A11, A12, A13, A14, A16, A17, A18, A19, A21, A22, A23, A25, A27 e A28.	Objetivo	Aluno identifica conceito de radiofrequência utilizado no referido equipamento
2	Rádio	A01, A05, A10, A11, A12, A13, A14, A15, A16, A18, A23, A27 e A28	Objetivo	Aluno identifica conceito de radiofrequência utilizado no referido equipamento
3	Celular	A10, A11, A14, A18, A23, A24 e A27	Objetivo	Aluno identifica conceito de radiofrequência utilizado no referido equipamento
4	Radar	A04, A18, A20 e A23	Objetivo	Aluno identifica conceito de radiofrequência utilizado no referido equipamento
5	GPS	A01, A03, A10, A12 e A25	Objetivo	Aluno identifica conceito de radiofrequência utilizado no referido equipamento

Fonte: Autor.

O aluno A11 complementa sua resposta explicitando: “(...) qualquer coisa transporta informação de maneira imperceptível a olho nu.” Pode-se inferir da resposta, uma falta de fundamentação na referida afirmação. Se o mesmo se refere à radiofrequência não ser visível e transportar informação, nota-se, ainda, uma limitação no que diz respeito ao tema, pois as radiações ultravioleta, infravermelha, raio-x, raio gama, por exemplo, também não são visíveis, transportam energia e não estão na frequência de rádio.

Quatro alunos (A03, A21, A25 e A27) citaram o forno de micro-ondas como sendo um exemplar da radiação na frequência de rádio. Nota-se, nesse caso, uma limitação de conhecimentos sobre o espectro de radiações, mas de certa forma compreensível, pelo fato de estas frequências estarem muito próximas nos limites de máximo de uma e mínimo da outra.

Nesse sentido, nota-se que os alunos estão em fase de estabelecer relações entre as novas ideias e os conhecimentos prévios existentes na sua estrutura cognitiva do ponto de vista da aprendizagem significativa de Ausubel, Novak e Hanesian (1980). No que tange à questão número 2, as respostas dadas pelos estudantes encontram-se descritas no Quadro 7.

Quadro 7: Funcionamento do rádio comum.

Aluno	Respostas dos alunos	Comentários
A01	Capta as ondas de rádio emitidas das torres	Apresenta limitações sobre ondas.
A02	Não respondeu a questão	Sem comentários
A03	Onda transporta energia	Não respondeu o que foi perguntado.
A04	O rádio transmite sons, na maioria das vezes músicas. Captadas através de ondas eletromagnéticas.	Em desacordo com o conhecimento estabilizado.
A05 e A28	A torre de rádio emite ondas na mesma frequência que o rádio comum recebe.	Apresentam limitações sobre ondas.
A08	Eles capturam as ondas através de antenas	Apresenta limitações sobre ondas.
A10	Decodificam as ondas eletromagnéticas, transformam em informações de áudio “convertem em ondas mecânicas”	Apresenta dificuldade em descrever seus argumentos. Pode-se inferir que está de acordo com o conhecimento estruturado, mesmo com limitações.
A11	O rádio recebe ondas de rádio na frequência do aparelho captando as informações	Apresenta limitações no conhecimento de ondas.
A12	Capta as ondas eletromagnéticas da frequência de rádio emitida na Terra	Apresenta limitações da compreensão de ondas.
A13	Captam as ondas de eletromagnéticas na frequência de rádio.	Apresenta limitações no conhecimento de ondas.
A14	Rádio é um aparelho que transmite músicas e fala de pessoas. As ondas saem da torre transmissora e vão para o sinal do rádio	Apresenta limitações no conhecimento de ondas.
A15	Ele capta as ondas transmitidas por uma antena, e essa onda é transmitida no aparelho por frequências menores.	Apresenta limitações no conhecimento de ondas.
A16	Ele capta a frequência de rádio enviada de um determinado ponto da Terra.	Apresenta limitações no conhecimento de ondas.
A17	O rádio é usado em várias estações, dependendo das ondas, e da frequência	Apresenta limitações no conhecimento de ondas.
A18	A Rádio tem antenas que transmite as frequências e o aparelho de rádio captura.	Apresenta limitações no conhecimento de ondas.
A19	As ondas são transmitidas por uma antena que é passada para o aparelho	Apresenta limitações no conhecimento de ondas.
A20	Através da antena que o rádio possui ela faz uma ligação com o sinal e faz com que chegue a transmissão.	Apresenta limitações no conhecimento de ondas.
A21	A onda transporta energia sem transportar matéria	Não respondeu ao que foi perguntado.
A22	O som é emitido pelas frequências das ondas sonoras e quanto maior a onda menor a frequência	Apresenta limitações no conhecimento de ondas.
A23	Existe uma central de rádio com uma antena, onde saem as ondas eletromagnéticas, onde o rádio capta as ondas	Apresenta limitações no conhecimento de ondas.
A24	O rádio envia ondas eletromagnéticas para outro rádio, sendo assim analisadas e reenviadas	Apresenta limitações no conhecimento de ondas eletromagnéticas.
A25	Onda transporta energia e não matéria	Não respondeu ao que foi perguntado.
A26	Resposta em branco	Sem comentários.
A27	Ondas não transportam matéria	Não respondeu ao que foi perguntado.

Fonte: Autor.

Com esta questão, pretendia-se verificar como os estudantes poderiam descrever de forma sucinta o funcionamento de um rádio comum, considerando os âmbitos objetivo (conhecimento estabilizado) e social (utilização na sociedade) na perspectiva habermasiana.

Poderia também ser comentado pelos alunos que os aparelhos de rádios comuns decodificam os sinais de ondas eletromagnéticas, quando recebidos por estes, transformando-os em sinais sonoros, que é a forma com que o ser humano, que está a ouvi-lo, consegue interagir com o referido aparelho.

Sobre a questão número 3, que se refere às relações entre velocidade, comprimento de onda e frequência, para uma radiação na frequência de rádio, apenas o aluno A06 não respondeu a questão.

A maioria dos estudantes, 18 alunos, responderam esta questão com a equação fundamental da onda: $v = \lambda \cdot f$, não detalhando a relação existente entre as grandezas.

Por conseguinte, estes alunos sequer mencionaram o fato de que, para as ondas eletromagnéticas, a velocidade da onda é constante, e conhecida como sendo a velocidade da luz, definida como sendo $299.792.458 \text{ m/s}$, no vácuo, cujo valor aproximado é tido como $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$. Obviamente também não mencionaram que, para efeitos de estudos, no Ensino Médio, é tomado como sendo este o valor aproximado da luz no ar.

Dessa forma, apresentam limitações na compreensão da relação existente entre as grandezas da equação fundamental da onda.

Seis alunos (A05, A08, A17, A21, A24 e A28) citaram a equação fundamental da onda para o ensino médio e explicitaram tentativas de relacionar suas grandezas. Os alunos A05 e A28 responderam: “quanto maior a frequência e o comprimento de onda maior será a velocidade”, o que demonstra não terem assimilado corretamente os conceitos básicos relacionados a uma onda eletromagnética, que sua velocidade é constante e com uma relação inversa entre comprimento de onda e frequência.

O aluno A21 afirma: “é uma forma de energia que se propaga no espaço, obedecendo: $v = \lambda \cdot f$ ”, o que está de acordo com o conhecimento estruturado. Entretanto, o mesmo não detalha como se relacionam as grandezas da referida equação, para manter a velocidade constante nem cita o fato de a velocidade ser constante.

Dois alunos (A08 e A17) escrevem a relação estabelecida pela equação fundamental da onda, $v = \lambda \cdot f$, definindo, de forma correta, o que representam estas grandezas na relação citada por eles, mas não fazem a análise das relações entre elas. Verifica-se, neste caso, possíveis indícios de aprendizagem significativa representacional, na perspectiva de Ausubel, Novak e Hanesian (1980).

Apenas o aluno A24 cita a equação fundamental da onda, $v = \lambda \cdot f$, e faz a análise da relação entre as grandezas de forma correta, ressaltando o fato de a velocidade da luz ser constante para as ondas eletromagnéticas no vácuo, e que para tal o comprimento de onda e a frequência apresentam uma relação inversa. De acordo com o aluno “o comprimento de onda varia com a frequência, se um aumenta o outro diminui”; ele conclui citando o valor aproximado da velocidade da luz, tido como constante $c = 3 \cdot 10^8 m/s$.

Nesta questão 3, pode-se verificar se o aluno consegue representar os conceitos já aprendidos, aprendizagem representacional, de acordo com a Teoria da Aprendizagem Significativa, bem como estabelecer relações entre estes conceitos, na perspectiva habermasiana, de ampliação do âmbito explicativo.

No que tange às respostas dadas pelos alunos na questão de número 4, sobre a relação entre a TV, o rádio comum e o radiotelescópio, apenas o aluno A06 não respondeu a questão.

Onze alunos (A01, A03, A05, A10, A11, A12, A13, A16, A24, A27 e A28) responderam que o que existe em comum entre estes equipamentos é o fato de todos eles serem receptores de radiofrequência, isto é, segundo os alunos: “são receptores de informações através de ondas de rádio”. Dessa forma, fazem alusão ao âmbito social na perspectiva habermasiana e remetem aos aspectos de utilização de conhecimento científico pela sociedade.

Cinco alunos (A08, A15, A17, A19 e A22) responderam: “As frequências são iguais em todos eles” Neste caso, acredita-se que eles estavam a se referir à frequência de rádio, como sendo as “frequências iguais”. Apresentam limitações de conhecimento sobre radiações.

Sete alunos (A02, A04, A14, A18, A20, A21 e A25) responderam: “Eles captam/usam ondas eletromagnéticas”. Estes alunos não especificaram a frequência captada ou usada pelos equipamentos. De qualquer modo, remetem aos aspectos de utilização do conhecimento científico e fazem alusão ao âmbito social na perspectiva habermasiana.

O aluno A23 respondeu: “captam ondas eletromagnéticas na frequência de rádio pra promover imagens e som”. Do ponto de vista da aprendizagem significativa de Ausubel, Novak e Hanesian (1980), o aluno consegue demonstrar indícios de que estabelece, na sua estrutura cognitiva, relação entre o conceito de radiofrequência e diversos equipamentos que utilizam a frequência de rádio em ou para seu funcionamento.

Já na perspectiva de Habermas (1984), o aluno faz alusão aos âmbitos objetivo (conhecimento estabilizado, das coisas concretas como o radiotelescópio, radio comum e TV) e ao âmbito social (produzir ou trazer algum benefício para a sociedade). Verifica-se indícios de aprendizagem significativa de acordo com a teoria, uma vez que ele consegue relacionar o conceito científico de radiações e identificar a radiofrequência nos equipamentos citados na questão.

Na questão de número 5, foi solicitado para o aluno identificar um exemplar de radiotelescópio brasileiro. Os alunos A02, A04 e A26 não responderam a questão.

Vinte e dois alunos (A01, A03, A05, A08, A10, A11, A12, A13, A14, A15, A16, A17, A18, A19, A20, A21, A22, A23, A24, A25, A27 e A28) apresentaram como resposta o Radiotelescópio do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), acrescentando que o mesmo se localiza no estado de São Paulo. Neste caso, os alunos fazem alusão ao âmbito objetivo, na perspectiva habermasiana. Eles conseguiram identificar que o referido telescópio faz uso da radiação na frequência de rádio, envolvido em processos de construção de ciência e tecnologia.

Na questão de número 6, foram apresentados quatro equipamentos ou conjunto de equipamentos que utilizam ou emitem ondas eletromagnéticas em seu funcionamento. Pode-se, através das respostas dos alunos, verificar se os mesmos conseguiram identificar e relacionar a radiação adequada a cada equipamento. Adotam-se, para esta análise, os itens: 1 como sendo a torre de transmissão de rádio; 2 como sendo o conjunto de micro-ondas; 3 como sendo a lâmpada; e o item 4 como sendo os corpos aquecedores.

Os alunos A02, A16 e A22 não responderam a questão. As respostas fornecidas pelos demais alunos encontram-se detalhadas no Quadro 8.

Quadro 8: Identificação de radiações.

Item	Radiação	Equipamento relacionado	Alunos	Comentário
1	Ondas de Rádio	Rádio e/ou TV	A01, A03, A04, A05, A08, A10, A11, A12, A13, A14, A15, A17, A18, A19, A20, A21, A23, A24, A25, A27 e A28	De acordo com o conhecimento estabilizado
2	Micro-ondas	Forno de Micro-ondas	A01, A03, A04, A05, A06, A10, A11, A12, A13, A18, A19, A21, A23, A24, A25, A27 e A28	De acordo com o conhecimento estabilizado
3	Luz visível	Lâmpada	A01, A03, A04, A05, A08, A10, A11, A12, A13, A15, A17, A18, A19, A20, A21, A23, A24, A25, A27 e A28	De acordo com o conhecimento estabilizado
4	Infravermelho	Corpos aquecedores	A01, A03, A04, A05, A08, A10, A11, A12, A13, A14, A15, A17, A18, A19, A20, A21, A23, A24, A25, A27 e A28	De acordo com o conhecimento estabilizado

Fonte: Autor.

Para os itens 2 e 3, o aluno A14, não conseguiu identificar a radiação correta, apresentando como respostas, infravermelho e ultravioleta, respectivamente, portanto, sem fundamentação de acordo com o conhecimento estruturado.

Do ponto de vista da Teoria da Aprendizagem Significativa, as respostas apresentadas pelos demais alunos estão relacionadas à aprendizagem representacional e conceitual, pois pode-se verificar indícios de que em suas estruturas cognitivas esteja ocorrendo a assimilação adequada dos conceitos novos com os conhecimentos prévios já existentes, de acordo com Ausubel, Novak e Hanesian (1980).

2.7 RADIAÇÕES E TELESCÓPIOS ÓPTICOS. ATIVIDADE 3

Telescópio óptico é um instrumento que coleta a radiação na frequência da luz visível, da mesma forma que os olhos humanos, e produz imagens significativamente ampliadas de objetos distantes.

A análise de conhecimentos dos estudantes sobre radiações na frequência da luz visível foi realizada a partir de informações por eles explicitadas no Questionário 3. Dos 28 alunos da turma, todos responderam pelo menos uma parte das questões, totalizando 28 estudantes.

Apresenta-se na Figura 7, o Questionário 3, referente a radiação na frequência da luz visível e telescópios que observam nessa faixa do espectro de radiação.

QUESTIONÁRIO 3.

Aluno Nº _____

Atividade – 3

RADIAÇÕES E TELESCÓPIOS ÓPTICOS

1) É importante não esquecer que estamos imersos a ondas eletromagnéticas. Considerando a vida na Terra, o Sol é considerado a mais importante fonte de Radiação Eletromagnética. Além da Luz (frequência do visível), quais outras radiações são também atribuídas ao Sol?

2) Qual a área da Física destinada a estudar a Luz?

3) Sendo a luz uma onda, e tendo sua velocidade conhecida e definida como sendo um valor constante, estando no vácuo, você poderia dizer qual é esse valor, aceito e definido para a velocidade da luz no vácuo? (adota-se esse valor também para a velocidade da luz no ar, para efeitos de estudos no Ensino Médio)

4) Considerando os conceitos da referida área da Física que estuda a Luz, quais você considera importante para a captação de imagens de objetos celestes, através de Telescópios espaciais?

5) Em se tratando de telescópios ópticos, os mais comuns são o Refrator e o Refletor. Sucintamente, usando suas palavras, como funciona um telescópio?

6) Além dos telescópios ópticos, que outro(s) instrumento(s) você conhece que também observam o espaço na frequência da Radiação Visível?

7) O *Hubble Space Telescope* faz observações na frequência de radiação visível e também na frequência de radiação _____. Qual a importância dos telescópios espaciais para a humanidade?

Figura 7. Questionário 3. Radiações e telescópios Ópticos. Fonte: autor.

No que se refere à questão de número 1, apenas o aluno A02, não respondeu a referida questão. As demais respostas, dos 27 alunos, estão descritas no Quadro 9.

Quadro 9. Radiações emitidas pelo Sol.

Total	Radiação identificada	Alunos	Comentário
5	Todas as Radiações	A01, A10, A11, A13 e A16	Fazem relação ao âmbito objetivo. Embora sem maiores detalhes, está de acordo com o conhecimento estabilizado.
5	Infravermelho e ultravioleta	A03, A18, A23, A25 e A27	Apresentam limitações em relação ao conhecimento estabilizado.
3	Radiação gama e ultravioleta	A05, A12 e A28	Apresentam limitações em relação ao conhecimento estabilizado.
6	Ultravioleta	A07, A08, A09, A21, A24 e A26	Apresentam limitações em relação ao conhecimento estabilizado.
8	Infravermelho	A04, A06, A14, A15, A17, A19, A20 e A22	Apresentam limitações em relação ao conhecimento estabilizado.

Fonte: autor.

Na questão 2, os 28 alunos deram como resposta a “Óptica”, fazendo alusão ao âmbito objetivo, com reconhecimento de aspectos de construção de ciência.

No que se refere à questão 3, apenas o aluno A02 não respondeu a mesma. Os demais (27 estudantes) deram como resposta 3×10^8 m/s ou 300000 km/s, fazendo alusão ao âmbito objetivo, na perspectiva habermasiana.

Na questão de número 4, apenas o aluno A02 não respondeu a questão. O aluno A11 apresentou como resposta: “Óptica é a área essencial para o estudo dos astros”, não respondendo ao que foi perguntado objetivamente. Embora, ao citar a Óptica, pode-se intuir que o aluno considera que todos os conceitos da mesma são importantes para a observação dos astros celestes.

Os alunos A10 e A16 deram como resposta: “refração”. Não justificaram, demonstrando assim, limitações em relação ao conhecimento estabilizado.

Os alunos (A04, A06, A14, A15, A17, A19, A20 e A22) apresentaram como resposta, apenas “reflexão” ou “espelho”. Sendo assim, apresentam limitações em relação ao conhecimento estabilizado.

Os demais 16 alunos responderam: “Reflexão e Refração” como sendo os conceitos mais importantes da Óptica, no que tange à observação dos astros do céu. Apresentam limitações em relação ao conhecimento estabilizado.

Na questão de número 5, os alunos (A01, A02, A04, A05, A06, A07, A08, A12, A14, A15, A17, A18, A19, A20, A22, A24, A25, A26 e A28) não responderam ou apresentaram respostas incoerentes com a pergunta.

Os alunos A03, A21 e A27 apresentaram como resposta: “Telescópio refrator é o telescópio de lentes e Refletor é o telescópio de espelhos”, desta forma o aluno entendeu que foi pedido na questão para que o mesmo desse a definição, por ele entendida, de telescópio refletor e telescópio refrator. Dessa forma o aluno faz alusão ao âmbito objetivo, mas não faz conexão com o âmbito social nem subjetivo.

O aluno A09 deu como resposta: “Uma determinada lente ou espelho, ao receber a luz do Sol, converte e amplia a imagem.” Pode-se inferir que o estudante, faz alusão ao mundo objetivo, mas apresenta limitações em relação ao conhecimento estabilizado.

O aluno A10 respondeu: “ampliação, mantendo-se a nitidez da imagem. Registro de radiação eletromagnética em geral.” Aluno apresenta limitações em relação ao conhecimento estabilizado ou dificuldade de expressar seus conhecimentos com clareza.

O aluno A11 respondeu: “através do uso de espelhos e/ou lentes, as imagens são ampliadas.” Faz alusão ao âmbito objetivo. Apresenta limitações em relação ao conhecimento estabilizado.

O aluno A13 respondeu: “um telescópio capta a radiação e por meio de refração ou reflexão a imagem é computadorizada para que possamos ver”. Faz referência ao mundo objetivo. Apresenta limitações em relação ao conhecimento estabilizado.

Os alunos A16 e A23 apresentaram como resposta, de forma bem sucinta, “usando espelhos e lentes.” Demonstrando com isso, limitações em relação ao conhecimento estabilizado.

Ao comentar que o aluno apresenta limitações de conhecimento estabilizado, acredita-se que o aluno está em processo de formação científica ainda inicial, visto que ele não justifica sua posição nem usa argumentos que demonstrem maiores conhecimentos a respeito do que foi proposto.

Considerando o âmbito explicativo, em várias situações, observa-se a referência ao domínio empírico-concreto em processo de formação de conceitos (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980).

Na questão de número 6, apenas o aluno A02 não respondeu à mesma. As respostas dos demais 27 alunos encontram-se descritas a seguir, no Quadro 10.

Quadro 10. Instrumentos usados para observar o espaço.

Total	Instrumento utilizado	Alunos	Comentário
4	Binóculo e câmara fotográfica	A01, A10, A13 e A16	Apresentam limitações em relação ao conhecimento estabilizado
5	Lunetas	A07, A08, A09, A24 e A26	Apresentam limitações em relação ao conhecimento estabilizado
6	Satélite	A03, A18, A21, A23, A25 e A27	Apresentam limitações em relação ao conhecimento estabilizado
6	Olho humano e binóculo	A04, A14, A17, A19, A20 e A22	Apresentam limitações em relação ao conhecimento estabilizado
6	Olho humano	A05, A06, A11, A12, A15 e A28	Apresentam limitações em relação ao conhecimento estabilizado

Fonte: autor.

O instrumento mais citado pelos alunos foi o “olho humano” com 11 citações, o que de certa forma demonstra que os alunos estavam atentos ao que foi proposto na questão. O segundo equipamento mais lembrado pelos estudantes foi o binóculo, o que é compreensível, visto que é um instrumento de fácil acesso a eles e tem baixo custo os modelos mais populares.

Nessa questão os alunos não fizeram nem um tipo de comentário. Foram muito sucintos em suas respostas, demonstrando assim, limitações no se refere ao conhecimento estabilizado.

A questão de número 7 pode ser analisada em duas partes: uma objetiva e outra subjetiva. Na primeira, pretende-se verificar a atenção do aluno durante o discurso explicativo e nas discussões durante a abordagem do telescópio Hubble, pois foi pedido para o mesmo explicitar quais as demais frequências de observação do telescópio Hubble.

O aluno A02 não respondeu a questão. As respostas dos demais 27 alunos estão descritas no Quadro 11 seguinte.

Quadro 11. Telescópio Hubble e frequência (além da luz visível).

item	Radiação identificada	Alunos	Comentário
1	Infravermelho	A03 e A21	Apresenta limitações do conhecimento estabilizado.
2	Gama	A04, A06, A14, A15, A17, A19, A20 e A22	Em desacordo com o conhecimento estabilizado
3	Ultravioleta	Todos os demais 17 alunos.	Apresenta limitações do conhecimento estabilizado.

Fonte: autor.

Os alunos que deram como respostas o item 2 não estavam atentos a esta questão durante a fase de discussão e apresentação dos telescópios que observam o céu na frequência de radiação da luz visível. Dessa forma, responderam aleatoriamente ao que foi perguntado.

Na segunda parte da questão, o aluno deveria comentar qual a importância dos telescópios espaciais para a humanidade, se possível já fazer uma relação entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente. O aluno A10 não respondeu a questão.

As Respostas dos demais 27 alunos estão descritas a seguir, no Quadro 12.

Quadro 12. Importância dos telescópios espaciais.

Alunos	Resposta do aluno	Âmbito enfatizado
A01	Para prever possíveis ameaças espaciais para a Terra. Um exemplo seria meteoros	Social
A02	Uma forma que encontraram para tentar descobrir os mistérios de Deus	Sem fundamentação científica
A03	Para saber se tem algo de ruim para acontecer e saber como é o espaço	Social
A04; A14; A17; A19; A20 e A22	São importantes para prevenção de acidentes quando estiver vindo algo no planeta	Social
A05 e A12	O Hubble tem as melhores imagens do Universo, permitindo várias descobertas como os Buracos Negros	Fazem alusão ao âmbito Objetivo
A06	Eles são importantes para prevenção de cometas se chocarem com a Terra	Social
A07 e A26	Por causa das melhores imagens, por elas podem estudar	Apresentam limitações
A08	Para poder estudar com as melhores imagens	Apresenta limitações
A09	Para um estudo mais amplo do Universo	Objetivo
A11	Para defesa de ameaças exteriores como meteoros, etc.	Social
A13	Basicamente, a detenção de corpos que ameaçam a Terra	Social
A15	Prevenção de acidentes como cometas na órbita da Terra	Social
A16	observar os perigos espaciais e obter dados científicos	Objetivo e Social
A18	Para ver o planeta, observar a Galáxia	Objetivo
A21	Para ampliar nosso conhecimento além da Terra, saber mais sobre o espaço, prevenir catástrofes como meteoros colidindo com a Tera	Objetivo e Social
A23 e A25	Para observar os planetas e as galáxias e analisar a chegada dos meteoritos	Objetivo e Social
A24	como disse Steven Hawking: 'se o homem continuar dependendo da Terra será o fim da humanidade, mas se ele espalhar pelo Universo, ele existira pela eternidade'. No momento é inútil, porem em um futuro, pode ser que seja extremamente importante.	Social
A27	Para ver como está o planeta, para ver se ta vindo meteoro, ver galáxias etc.	Objetivo e Social
A28	Apresentam as melhores imagens do universo, permitem várias descobertas com estas imagens, como buracos negros, planetas jovens, idade do universo, etc	Objetivo

Fonte: autor.

Esta questão tem por finalidade verificar o que o aluno tem assimilado de conhecimento científico na sua estrutura cognitiva até então, relacionado a radiações e telescópios. Objetiva-se, ainda, ao analisar as relações que o mesmo consegue estabelecer, considerando a perspectiva habermasiana, com o âmbito objetivo (conhecimento estabilizado), com o âmbito social (relação da ciência com a sociedade, utilização de conceitos científicos para promover melhores condições de vida à humanidade) e com o âmbito subjetivo (relacionar conceitos científicos a experiências pessoais), para que novas ideias se tornem importantes no desenvolvimento científico, autônomo e social do indivíduo que está a aprender (no caso, o aluno).

2.8 RADIAÇÕES E TELESCÓPIOS INFRAVERMELHOS. ATIVIDADE 4

A análise das atividades sobre radiações na frequência do infravermelho foi realizada a partir de informações explicitadas pelos alunos no Questionário 4. Dos 28 alunos da turma, 23 alunos responderam pelos menos parte das questões. Outros cinco alunos (A08, A10, A15, A22 e A28) entregaram o Questionário 4 em branco.

Apresenta-se na Figura 8, o Questionário 4, referente às questões sobre radiação na frequência do infravermelho, bem como as atividades que remetem a telescópios que observam nessa faixa de frequência do espectro de radiação.

QUESTIONÁRIO 4:

Aluno: _____

Atividade – 4

RADIAÇÕES E TELESCÓPIOS INFRAVERMELHOS

1) As radiações eletromagnéticas são caracterizadas por se propagar com velocidade constante nas diversas frequências do espectro de radiações. Qual é esse valor?

2) Cite exemplos de equipamentos eletroeletrônicos, que você conhece, que utilizam a frequência do Infravermelho.

3) Na sua opinião, qual a relação entre telescópios espaciais e sociedade no contexto geopolítico atual?

4) Citar pelo menos um exemplar de Telescópio espacial que faz observações do espaço na frequência do infravermelho.

5) Construa um Mapa Conceitual, sobre Radiações eletromagnéticas, destacando a Radiação na frequência do Infravermelho.

Figura 8. Questionário 4. Radiações e telescópios infravermelhos. Fonte: autor.

Na questão de número 1, foi solicitado ao aluno identificar o valor da velocidade da luz para a frequência do infravermelho e para todas as demais frequências do espectro de radiações, considerando que se trata de ondas eletromagnéticas.

Dos 23 alunos que responderam pelo menos parte das questões, o aluno A02 foi o único que não respondeu a esta questão. Os demais 22 alunos responderam $3 \cdot 10^8 m/s$ ou $300000 km/s$, corretamente de acordo com o conhecimento estabilizado.

Considerando os pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, Novak e Hanesian (1980), pode-se inferir que os alunos demonstraram indícios de assimilação do conceito de velocidade constante para as ondas eletromagnéticas e que as radiações eletromagnéticas viajam nesta velocidade independentemente da faixa de frequência ou do comprimento de onda, dentro do espectro de radiações.

Ainda do ponto de vista da aprendizagem significativa, verifica-se indícios da aprendizagem representacional, visto que os mesmos representaram o valor aproximado da velocidade da luz no vácuo e considerado correto bem como as unidades de medidas tidas como referência para a referida velocidade.

A partir da perspectiva da Teoria do Agir Comunicativo de Habermas (1984), pode-se inferir que o aluno faz alusão ao âmbito objetivo (conhecimento estabilizado) ao associar o conceito de velocidade constante para ondas eletromagnéticas em qualquer faixa de frequência dentro do espectro de radiações e representar esse valor de acordo com o que é considerado aceito pela comunidade científica.

No que tange à questão de número 2, foi pedido aos alunos que identificassem equipamentos eletroeletrônicos que fizessem uso da frequência do infravermelho (IV) durante o seu funcionamento. Do total, 23 alunos responderam essa questão. Como podiam responder mais de um item ou equipamento, as respostas por eles apresentadas encontram-se agrupadas no Quadro 13.

Quadro 13. Aparelhos eletroeletrônicos que usam radiação em infravermelho (IV).

item	Aparelho (s) identificado (s)	Citações	Alunos	Comentário
1	Câmera ou filmadora (IV)	9	A03, A09, A11, A13, A16, A17, A20, A23 e A24	De acordo com o conhecimento estabilizado.
2	Telescópio	9	A04, A05, A0, A07, A11, A12, A19, A21 e A26	De acordo com o conhecimento estabilizado.
3	Controle remoto	8	A03, A04, A06, A09, A13, A16, A17, A19 e A21	De acordo com o conhecimento estabilizado.
4	TV, micro-ondas e rádio	6	A01, A02, A14, A18, A25 e A27	Apresentam limitações no conhecimento de radiações.
5	Alarme	3	A07, A24 e A26	De acordo com o conhecimento estabilizado.
6	Leitor de código de barras	2	A03 e A09	De acordo com o conhecimento estabilizado.

Fonte: autor

As respostas explicitadas pelos alunos no item 4, do Quadro 13, apresentam indícios insuficientes de aprendizagem significativa de acordo com Ausubel, Novak e Hanesian (1980), uma vez que os alunos não conseguiram demonstrar que em sua estrutura cognitiva já estivessem assimilado o conceito de radiação infravermelha (IV) e relacioná-lo com equipamentos simples do cotidiano que fizessem alusão ao infravermelho.

As respostas explicitadas nos demais itens, do Quadro 13, demonstram indícios de aprendizagem significativa, pois os alunos citaram equipamentos eletroeletrônicos que usam o infravermelho durante seu funcionamento. Do ponto de vista de Habermas (1984), ao citar tais equipamentos, os alunos fazem alusão ao âmbito objetivo (conhecimento estabilizado) e ao âmbito social (aplicação do conhecimento para uso na sociedade).

No que se refere à questão de número 3, foi pedido aos alunos que apresentassem a relação entre telescópios espaciais e sociedade no contexto geopolítico atual. O Aluno A16 não respondeu a questão.

Os alunos (A08, A10, A15, A22 e A28) entregaram o Questionário 4 em branco, portanto não constam no quadro seguinte. As respostas dos demais alunos estão explicitadas a seguir, no Quadro 14.

Quadro 14. Telescópios espaciais, sociedade e geopolítica global.

Alunos	Resposta do aluno	Âmbito enfatizado
A01	Trazem inovação e tecnologia. Desenvolve os países.	Objetivo e social
A02	Desenvolvimento tecnológico através das pesquisas	Objetivo e social
A03 e A25	Pode enxergar meteoros aproximando e assim salvar o planeta.	Objetivo e social
A04	Produzir imagens perfeitas	Apresenta limitações de conhecimento estabilizado
A05	Captam imagens de meteorito que está vindo em direção à Terra nos dá a possibilidade de fragmentá-lo no espaço.	Objetivo e social
A06	Ajuda no avanço tecnológico	Objetivo e social
A07	Avanços em pesquisas e melhorias sociais	Objetivo e social
A09	Proporciona maior conhecimento do Universo	Objetivo
A11 e A21	Conhecer a origem do universo e atua na defesa da Terra contra ameaças exteriores	Objetivo e social
A12 e A19	Estuda o Universo	Objetivo
A13	Ajuda ter controle e poder sobre os países subdesenvolvidos	Objetivo e social
A14	Observa o espaço e controla os demais países	Objetivo e social
A17	Ver além dos olhos humanos	Apresenta limitações em relação ao conhecimento estabilizado
A18	Pesquisas espaciais e novas tecnologias	Objetivo e social
A20	Ter um pouco mais de controle do espaço e do mundo	Objetivo e social
A23	Melhora qualidade de vida do homem na Terra	Social
A24	Desenvolve tecnologia em vários setores da indústria. Domínio geopolítico	Objetivo e social
A26	Trazem melhorias tecnológicas e controle mundial	Objetivo e Social
A27	Protegem o Planeta	Objetivo

Fonte: autor.

Ao citar inovações, tecnologias, pesquisas e estudos relacionados ao Universo, o aluno faz alusão, primordialmente, aos aspectos contextuais de construção do conhecimento científico. Nos casos em que o aluno cita defender a Terra, melhorar a qualidade de vida, controle ou domínio sobre países e desenvolvimento industrial, faz alusão, principalmente, aos aspectos de utilização da ciência.

Ao enfatizar os âmbitos (objetivo e social) de acordo com a Teoria do Agir Comunicativo de Habermas (1984), o aluno fez alusão aos aspectos contextuais de construção e utilização da ciência segundo Latour (2000). Pode-se, ainda, inferir que o conhecimento científico está sendo formado e assimilado na estrutura cognitiva do aluno, evidenciando indícios de uma aprendizagem significativa de acordo com a Teoria da Aprendizagem Significativa conforme Ausubel, Novak e Hanesian (1980).

Pode-se considerar também que o aluno fez uma associação aos estudos de outras áreas do conhecimento, como a Geografia por ele estudada para, em sua estrutura cognitiva, estabelecer a relação entre países que investem na construção de ciência (exercer domínio econômico e político) e a dependência tecnológica dos países periféricos em relação àqueles que detêm o conhecimento científico e, portanto, o domínio tecnológico.

Na questão de número 4, os alunos deveriam citar pelo menos um exemplar de telescópio espacial que observa ou observará na frequência de radiação do infravermelho (IV).

Entre os telescópios espaciais mais lembrados pelos alunos, em ordem decrescente de citações, podem ser destacadas 16 citações para o *James Webb Space Telescope* (JWST). O JWST (Figura 9) é um projeto da NASA, sigla em inglês que significa *National Aeronautics and Space Administration* – Administração Nacional de Aeronáutica e Espaço, que visa colocar no espaço um observatório para captar a radiação em infravermelho.

A missão inicial do JWST será a de examinar a radiação infravermelha resultante da grande explosão (Big Bang) e fazer observações sobre a “infância” do Universo. Com isso deverá observar a formação das primeiras galáxias e estrelas, estudar a evolução das galáxias, verificar a produção dos elementos químicos pelas estrelas e os processos de formação das estrelas e dos planetas de acordo com a NASA (2016).

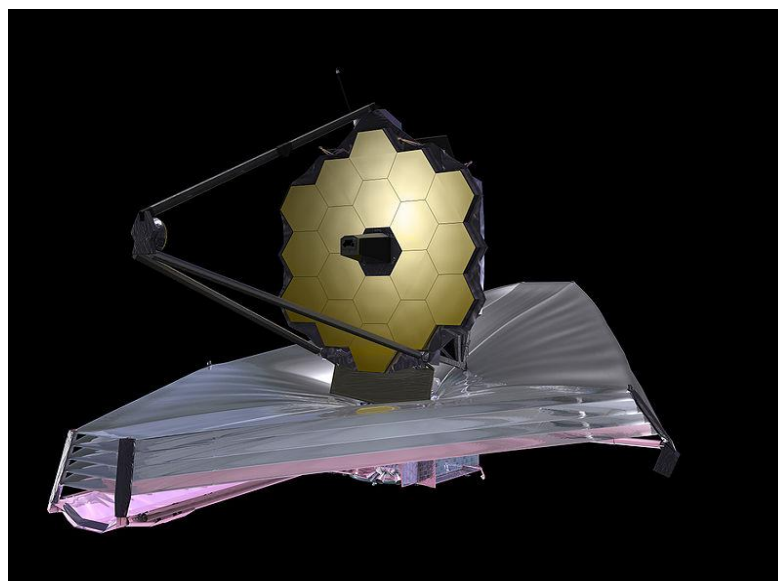


Figura 9. *James Webb Space Telescope*. Crédito Imagem: NASA. (disponível em <http://jwst.nasa.gov/images.html>)

O *James Webb Space Telescope* tem comprimento total de 24m e 12m de altura, tendo seu espelho 6,5m de diâmetro. O novo equipamento será quase três vezes maior que o do *Hubble Space Telescope*. O mesmo deverá ser posicionado a 1,5 milhões de quilômetros de distância da Terra, tendo como ponto negativo o fato de estar além da órbita da Lua que está cerca de 380000 km de distância da Terra, portanto não seria possível realizar reparos e seu tempo de vida útil é estimado em torno de 10 anos, segundo a NASA (2016).

Outros dois telescópios espaciais tiveram nove citações, o *Infrared Astronomical Satellite* (IRAS) e o *Spitzer Space Telescope* (SST), que foram de grande importância para a observação astronômica. O IRAS foi o primeiro telescópio espacial a observar em infravermelho, lançado em 1983 ele aumentou em 70% o catálogo astronômico conhecido até então.

Ainda de acordo com a NASA (2016), o SST, lançado em 2003, teve como missão inicial obter imagens e espectros obtidos pela detecção de radiação infravermelha ou de calor que os objetos do espaço irradiam no comprimento de onda entre 3 a 180 μ m. Sua missão inicialmente prevista para 2,5 anos durou cerca de oito anos.

Nesta questão, ao citar os referidos telescópios, o aluno faz alusão ao âmbito objetivo (conhecimento estabilizado) na perspectiva de Habermas (1984), o mesmo conseguiu associar o nome dos telescópios à frequência do infravermelho, podendo ser inferido também, indícios de aprendizagem significativa de acordo com Ausubel, Novak e Hanesian (1980).

Na questão de número 5, foi solicitado inicialmente, para que os alunos elaborassem um mapa conceitual sobre radiação infravermelha e/ou radiações em geral, considerando o que eles tinham de conhecimento sobre o tema. Nesse momento, os estudantes foram reunidos em cinco grupos. Os grupos foram definidos pelos próprios alunos e identificados por uma letra seguida de um número (G1, G2, G3, G4 e G5).

O grupo G1 foi composto pelos alunos A05, A08, A11, A12, A18 e A24. O mapa conceitual elaborado pelo grupo encontra-se na Figura 10.

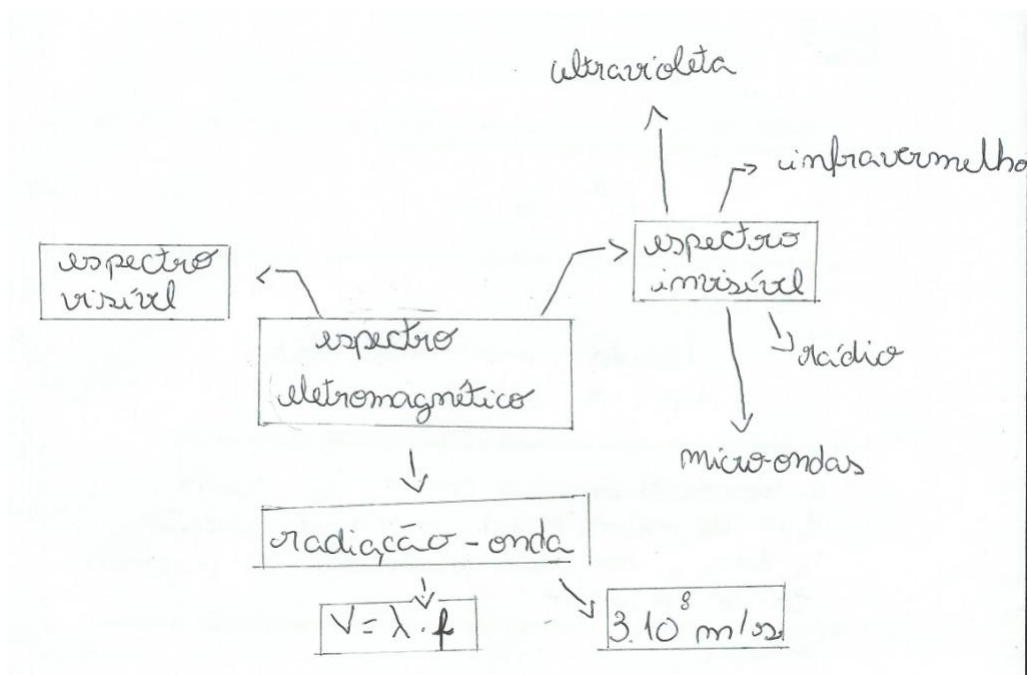


Figura 10. Mapa conceitual de radiações. Fonte: elaborado pelo grupo G1.

O mapa conceitual deste grupo (G1) apresenta o conceito de radiação ainda em formação na estrutura cognitiva dos alunos, embora já se evidencie a compreensão de que a radiação eletromagnética é uma onda eletromagnética e, portanto, viaja com velocidade constante de $3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ e que a mesma obedece a equação fundamental da onda para o Ensino Médio $v = \lambda \cdot f$. Ressalta-se que, nesse momento, os alunos haviam estudado apenas as radiações na frequência do visível, de rádio e do infravermelho (IV).

Pode-se inferir também que os alunos fazem alusão ao âmbito objetivo (conhecimento estabilizado) na perspectiva habermasiana. Encontram-se também indícios de aprendizagem significativa representacional, uma vez que os alunos representaram de forma correta a equação fundamental da onda para uma onda eletromagnética, considerando os conhecimentos prévios tidos por eles nesta etapa da Educação Básica.

O mapa conceitual elaborado pelo grupo G2 (A04, A06, A19, A27 e A28) é apresentado na Figura 11.

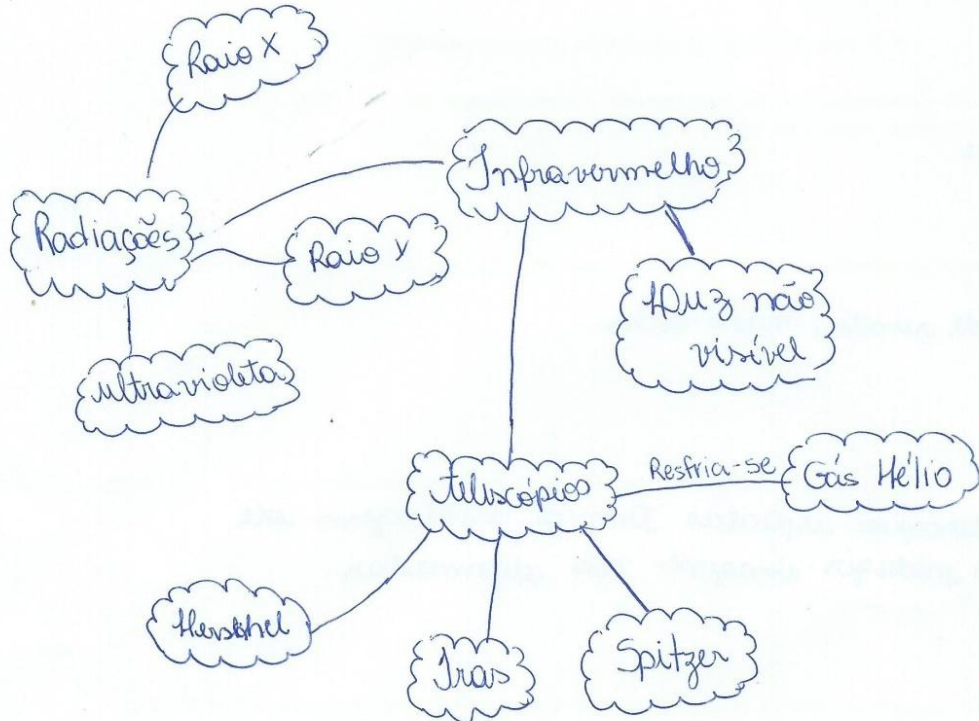


Figura 11. Mapa conceitual de radiações e IV. Fonte: elaborado pelo grupo G2.

Neste caso, pode-se inferir do mapa apresentado pelo grupo G2 que o conceito de radiação ainda encontra-se em formação, o que é justificado pelo pouco contato sobre o tema que a turma teve até então. No entanto, observa-se que os alunos fazem menção ao âmbito objetivo (conhecimento estabilizado) de acordo com a Teoria do Agir Comunicativo de Habermas (1987) e alusão aos aspectos de utilização de ciência ao citar alguns exemplos de telescópios que faz observações na frequência de radiação do infravermelho.

Espera-se também que os conceitos apresentados pelos alunos possam servir de âncora para as novas ideias durante a fase de assimilação de acordo com a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, Novak e Hanesian (1980).

O mapa conceitual elaborado pelo grupo G3 (A03, A09, A10, A16, A17 e A25) é apresentado na Figura 12.

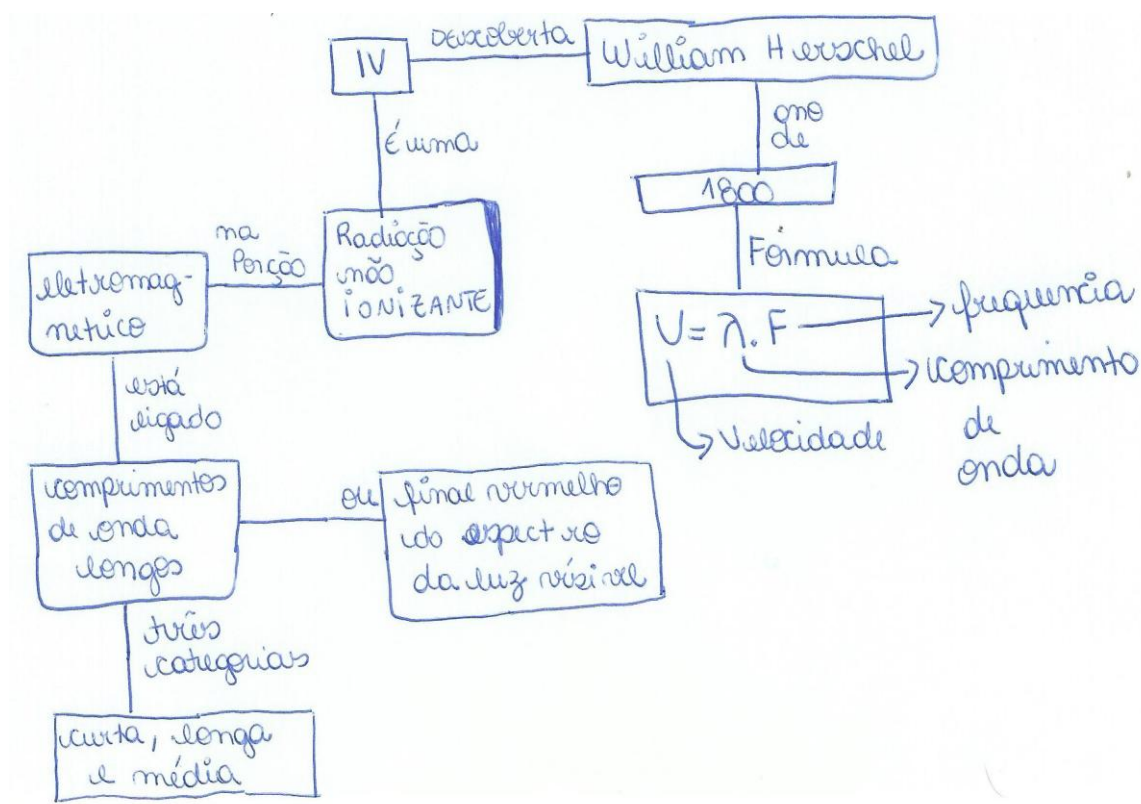


Figura 12. Mapa conceitual de radiações e IV. Fonte: elaborado pelo grupo G3.

Semelhante ao que ocorre com os demais grupos, nota-se que o conceito de radiação ainda está sendo formado na estrutura cognitiva dos alunos. Destaca-se, porém, que há indícios de aprendizagem significativa representacional, de acordo com a teoria de Ausubel, Novak e Hanesian (1980), visto que os alunos escreveram a equação fundamental da onda e identificaram as grandezas envolvidas nessa relação, de forma correta de acordo com o conhecimento estabilizado, fazendo, também, alusão ao âmbito objetivo de acordo com Habermas (1984).

O mapa conceitual elaborado pelo grupo G4 (A01, A13, A15, A21, A22 e A26) é apresentado na Figura 13.

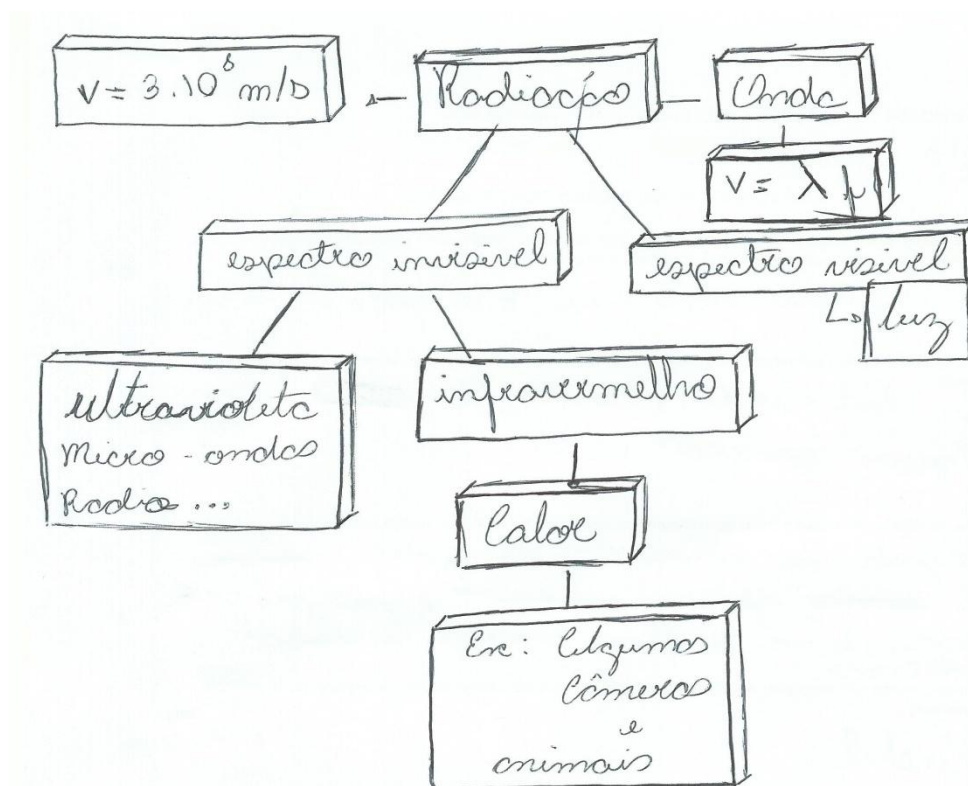


Figura 13. Mapa conceitual de radiações e IV. Fonte: elaborado pelo grupo G4.

Neste mapa conceitual o grupo G4 demonstra maior assimilação do conceito de radiação, visto que consegue identificar que existem radiações visíveis exemplificando com a luz visível e radiações invisíveis, citando para este caso, ultravioleta, micro-ondas, rádio e infravermelho.

No caso do infravermelho, o grupo remete ao calor para exemplificar essa radiação dentre outros exemplos apresentados pelo grupo. O grupo faz menção aos aspectos de utilização da ciência ao identificar onde se utiliza o IV (parte da radiação invisível) e que o mesmo pode estar relacionado com o calor, citando exemplos de animais (não especifica quais) e câmeras que fazem imagens noturnas ou em ambientes escuros, utilizando a frequência do infravermelho.

Infer-se do mapa conceitual apresentado pelos alunos que o grupo faz alusão ao âmbito objetivo (conhecimento estabilizado) de Habermas (1984) ao explicitar algumas características de radiações eletromagnéticas, tais como obedecer a equação fundamental da onda e ter sua velocidade constante

demonstrada pelos alunos como sendo $3 \cdot 10^8 m/s$, que é o valor da velocidade da luz no vácuo, aceita pela comunidade científica.

Encontram-se, também, indícios de aprendizagem significativa representacional no fato de o grupo ter explicitado corretamente a equação fundamental da onda $v = \lambda \cdot f$, ter identificado que radiação eletromagnética é uma onda eletromagnética e, portanto, obedece a referida equação.

O mapa conceitual elaborado pelo grupo G5 (A02, A07, A14, A20 e A23) é apresentado na Figura 14.

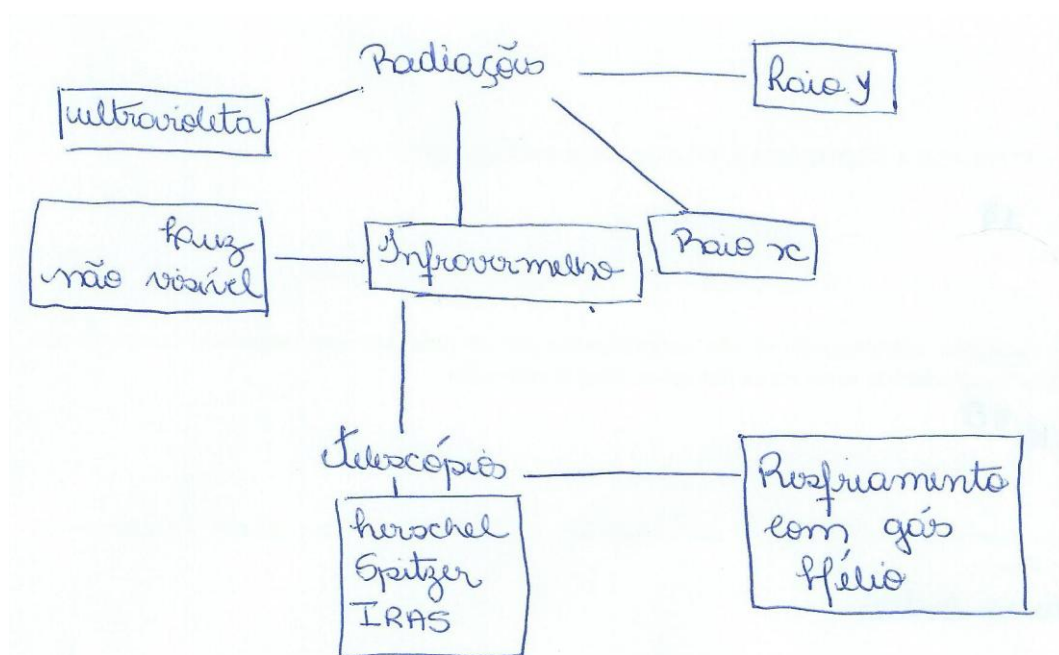


Figura 14. Mapa conceitual de radiações e IV. Fonte: elaborado pelo grupo G5.

O grupo G5 apresenta limitações de conhecimento sobre radiações. Como os demais grupos, o conceito de radiações ainda está sendo formado na estrutura cognitiva dos alunos. Mesmo assim, o grupo faz alusão ao âmbito objetivo (conhecimento estabilizado) de acordo com a Teoria do Agir Comunicativo de Habermas (1984).

No caso específico da radiação infravermelha, os alunos conseguem mencionar alguns aspectos de utilização da mesma ao citar os telescópios e alguns exemplares que observam em infravermelho, mas não dão outros indícios de que tenham este conhecimento assimilado em sua estrutura cognitiva.

2.9 RADIAÇÕES E TELESCÓPIOS ULTRAVIOLETAS. ATIVIDADE 5

A análise das atividades sobre radiações na frequência do ultravioleta foi realizada a partir de informações explicitadas pelos alunos no Questionário 5. Os 28 alunos da turma responderam pelos menos parte das atividades do Questionário 5.

Esta atividade foi realizada em grupos. Os grupos foram definidos pelos próprios alunos e identificados por uma letra seguida de um número (G1, G2, G3, G4, G5, G6, G7, G8, G9 e G10). Cada grupo foi composto por dois, três ou quatro alunos.

Apresenta-se na Figura 15, o Questionário 5, com as atividades sobre radiação na frequência do ultravioleta, bem como as questões que remetem a telescópios que observam nessa faixa de frequência do espectro de radiação.

QUESTIONÁRIO 5

Aluno Nº _____

Atividade – 5

RADIAÇÕES E TELESCÓPIOS ULTRAVIOLETAS

1) A radiação ultravioleta (UV) é a radiação eletromagnética com comprimento de onda menor que o da luz visível e maior que a dos raios-X. O nome significa *mais alta que (além do) violeta* (do latim *ultra*), pelo fato de que o violeta é a cor visível com comprimento de onda mais curto e maior frequência. No que se refere aos efeitos à saúde humana e ao meio ambiente, podemos classificá-la como *UVA* (400 - 320 nm), *UVB* (320–280 nm) e *UVC* (280 - 100 nm). A maior parte da radiação UV emitida pelo sol é absorvida pela atmosfera terrestre. A quase totalidade (99%) dos raios ultravioleta que efetivamente chegam a superfície da Terra são do tipo UVA. A radiação UVB é parcialmente absorvida pelo ozônio da atmosfera e sua parcela que chega à Terra é responsável por danos à pele. Já a radiação UVC é totalmente absorvida pelo oxigênio e o ozônio da atmosfera.

Sendo a radiação UV, praticamente absorvida pela atmosfera terrestre, por que se faz necessário o uso de protetores solares UVA e UVB?

2) No rótulo de protetores solares, encontra-se, a inscrição FPS, conjuntamente com inscrições como UVA e UVB. O que significam estas inscrições e qual a relação existente entre elas e as radiações solares?

3) Quais outros equipamentos, que você conhece, que fazem uso da frequência de UV?

4) Qual a relação entre os equipamentos citados, protetores solares e telescópios?

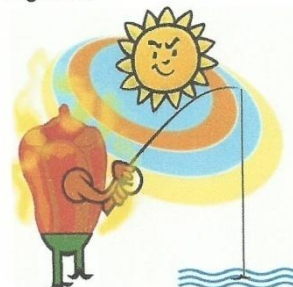
5) Dadas as figuras e quadrinhos abaixo, faça uma análise das radiações a que se refere cada uma delas..

Figura A



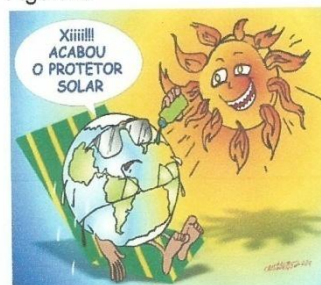
Crédito Imagem:
www.plantaodebeleza.com

Figura B



Crédito Imagem:
www.clinionco.wordpress.com

Figura C



Crédito Imagem:
www.para-colorir.com

Figura 15. Questionário 5. Radiações e telescópios ultravioletas. Fonte: adaptações do autor.

Na questão de número 1, foi solicitado ao aluno justificar a necessidade do uso de protetores solares UVA e UVB, sabendo que a radiação ultravioleta (UV) é praticamente absorvida (99%) pela atmosfera terrestre. As respostas de cada grupo estão explicitadas no Quadro 15.

Quadro 15. Necessidade do uso de protetores UVA e UVB.

Grupo	Alunos	Respostas	Comentário
G1	A01, A10, A11 e A13	Porque mesmo a maior parte da radiação UV sendo absorvida pela atmosfera, a pequena parte remanescente pode causar danos. Então se faz necessário o uso de protetores.	Apresenta limitações na compreensão de radiação UV
G2	A07; A08, A14 e A26	Porque mesmo sendo absorvida pela camada de ozônio, passa radiação provocando envelhecimento e vermelhidão na pele.	De acordo com o conhecimento estabilizado
G3	A12, A15; A17 e A22	Porque a radiação UV ocorre todas as horas do dia mesmo nos dias nublados	Apresenta limitações na compreensão de radiação UV
G4	A04; A06 e A23	UVA: embora não causam queimaduras danificam as fibras e causam envelhecimento precoce da pele. UVB: provoca vermelhidão e queimaduras podendo causar câncer.	De acordo com o conhecimento estabilizado
G5	A05, A19 e A28	Apesar de grande parte da radiação UV ser absorvida pela camada de ozônio, o restante chega a nossa pele e faz com seja necessário o uso de protetor.	Apresenta limitações na compreensão de radiação UV
G6	A02 e A09	Porque o UV restante é capaz de prejudicar a saúde humana.	Apresenta limitações na compreensão de radiação UV
G7	A03 e A27	Para prevenir queimaduras, câncer de pele, insolação e manchas.	De acordo com o conhecimento estabilizado
G8	A16 e A20	Os raios UVA e UVB conseguem penetrar na pele causando vermelhidão e queimaduras.	De acordo com o conhecimento estabilizado
G9	A18 e A24	Faz-se necessário a proteção contra os raios UVA e UVB, pois eles não são totalmente absorvidos pela atmosfera e possuem uma grande quantidade energética, prejudicial à saúde.	De acordo com o conhecimento estabilizado
G10	A21 e A25	Em se tratando de saúde humana, os raios UV trazem danos como o envelhecimento precoce, queimaduras, prejuízo contra os olhos como catarata e cegueira e aumenta o risco de desenvolver câncer de pele.	De acordo com o conhecimento estabilizado

Fonte: autor.

Verifica-se que o grupo G1 apresenta uma tentativa de relacionar a radiação UV e os protetores UVA e UVB ao âmbito social na perspectiva habermasiana, mas não identificou quais seriam estes danos causados pela radiação UV. Este âmbito relaciona a utilização do conhecimento científico estabilizado na sociedade.

O grupo G2 faz alusão ao âmbito social e identifica malefícios causados pelo não uso dos protetores solares, que neste caso está relacionado ao conhecimento estabilizado, referindo-se, ainda, ao âmbito objetivo de acordo Habermas (1984).

O grupo G3 apresenta limitações na compreensão de radiação UV, visto que não conseguiu explicitar de forma clara onde essa radiação poderia atuar e uma possível consequência do fato de não utilizar os respectivos protetores solares.

O grupo G4 faz alusão ao âmbito objetivo e social na perspectiva habermasiana, pois reconhece UVA e UVB envolvendo aspectos de conhecimento estabilizado e identifica as atuações desses raios na saúde humana.

O grupo G5 faz alusão ao âmbito objetivo, identificando a radiação UV e proteção feita pela camada de ozônio. Porém, não consegue relacionar com o âmbito social; não identifica as reais necessidades do uso dos protetores solares à saúde humana.

O grupo G6 não identificou quais seriam estes prejuízos à saúde humana. Infere-se da resposta uma tentativa de alusão ao âmbito social, na perspectiva habermasiana, mas não apresenta detalhes em sua resposta.

Os grupos G7 e G8 fazem alusão aos âmbitos objetivo e social de acordo com Habermas (1984) ao relacionar os malefícios causados pela radiação UV à pele humana e especificar algumas consequências da não utilização dos protetores solares.

O grupo G9 faz alusão ao âmbito objetivo, identificando que os raios UV não são totalmente absorvidos pela atmosfera, o que implica, necessariamente na utilização de protetores contra esses raios para evitar males à saúde devido a sua grande quantidade energética, fazendo assim alusão ao âmbito social.

O grupo G10 faz alusão ao âmbito social de acordo com Habermas (1984) ao reconhecer as consequências negativas da não utilização do conhecimento científico, associando os protetores solares, à saúde humana. Dessa forma, faz também relação com o âmbito objetivo na perspectiva habermasiana.

Na questão de número 2, foi solicitado ao aluno identificar e relacionar o fator de proteção solar (FPS) com os raios UVA e UVB. Dessa forma, pretendia-se identificar indícios de aprendizagem representacional e assimilação de conhecimento científico, considerando os pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, Novak e Hanesian (1980).

As respostas de cada grupo encontram-se explicitadas a seguir, no Quadro 16.

Quadro 16. Identificação e relação entre FPS e os raios UVA e UVB.

Grupo	Alunos	Respostas	Comentário
G1	A01; A10, A11 e A13	FPS significa fator de proteção solar. UVA e UVB são os tipos de radiação UV que o protetor vai proteger.	Apresenta indícios de aprendizagem significativa representacional.
G2	A07, A08, A14 e A26	FPS significa fator de proteção solar. Quando tem UVA significa que vai proteger contra o envelhecimento e prevenir o câncer de pele. UVB vai proteger contra vermelhidão	Há indícios de aprendizagem representacional e indícios de assimilação do conhecimento de radiação UV.
G3	A12, A15, A17 e A22	Fator de proteção contra dois tipos de radiação ultravioleta	Apresenta limitações na aprendizagem de radiação UV.
G4	A04, A06 e A23	FPS é o grau de proteção do filtro solar. O FPS mostra a porcentagem de proteção, exemplo, FPS 20, FPS 30 etc. A proteção também tem a ver com a cor da pele.	Há indícios de aprendizagem representacional e indícios de assimilação do conhecimento de radiação UV.
G5	A05, A19 e A28	Refere-se ao fator de proteção. Conforme muda esse fator (20, 30, 50) a quantidade de tempo de proteção é alterada.	Há indícios de aprendizagem representacional e indícios de assimilação do conhecimento de radiação UV.
G6	A02 e A09	FPS é o fator de proteção solar, que atua especificamente na proteção de cada tipo de radiação UVA ou UVB. O fator está relacionado ao tempo de proteção e as condições da pessoa.	Há indícios de aprendizagem representacional e indícios de assimilação do conhecimento de radiação UV.
G7	A03 e A27	Fator de proteção solar. Representa o tempo a mais que a pele fica protegida contra os raios UV.	Há indícios de aprendizagem representacional e indícios de assimilação do conhecimento de radiação UV.
G8	A16 e A20	FPS – fator de proteção solar.	Apresenta limitações na aprendizagem de radiação UV.
G9	A18 e A24	FPS é fator de proteção solar. Está relacionado ao tempo que a pele fica protegida dos raios solares.	Há indícios de aprendizagem representacional e indícios de assimilação do conhecimento de radiação UV.
G10	A21 e A25	O fator de proteção solar está ligado ao tempo que a pele fica protegida, dependendo do fator de proteção pode ser mais ou menos tempo.	Há indícios de aprendizagem representacional e indícios de assimilação do conhecimento de radiação UV.

Fonte: autor.

Nota-se que grande parte dos alunos conseguiu identificar o fator de proteção solar e estabelecer em suas estruturas cognitivas uma relação entre este valor do FPS e o tempo de proteção na pele, o que pode ser associada à

assimilação da aprendizagem e indícios de que ela possa a vir a se tornar significativa para o aluno, de acordo com a Teoria da Aprendizagem Significativa.

Na questão de número 3, os alunos deveriam citar algum equipamento conhecido por eles, que fazem uso de alguma forma da radiação UV. Do ponto de vista de aprendizagem, esta pode ser considerada como sendo uma questão de assimilação e retenção de conteúdos. Esse é o fator que permite o aluno lembrar o equipamento, relacioná-lo com a radiação UV, analisar em sua estrutura cognitiva a veracidade dessa relação e explicitar sua resposta.

Dessa forma, pode-se verificar indícios de aprendizagem significativa sobre radiação UV na estrutura cognitiva dos alunos. As respostas de cada grupo encontram-se explicitadas no Quadro 17.

Quadro 17. Equipamentos eletrônicos que usam radiação UV.

Grupo	Alunos	Equipamentos citados	Comentário
G1	A01, A10, A11 e A13	Lanterna ultravioleta e telescópio Galex.	Também faz alusão a aspectos de utilização de ciência.
G2	A07, A08, A14 e A26	Luz negra, lanterna UV e aparelho bronzeamento artificial.	Também faz alusão a aspectos de utilização de ciência.
G3	A12, A15, A17 e A22	Lanterna UV e aparelho de bronzeamento artificial.	Também faz alusão a aspectos de utilização de ciência.
G4	A04, A06 e A23	Lanternas e telescópios UV	Também faz alusão a aspectos de utilização de ciência.
G5	A05, A19 e A28	Alguns tipos de lâmpadas, lanternas e relógios. Óleo bronzeador e aparelho de bronzeamento artificial.	Também faz alusão a aspectos de utilização de ciência.
G6	A02 e A09	Luz negra.	Também faz alusão a aspectos de utilização de ciência.
G7	A03 e A27	A radiação UV pode ser usada para tratamento de água ou esterilização de equipamentos cirúrgicos graças a sua propriedade bactericida.	Também faz alusão a aspectos de utilização de ciência.
G8	A16 e A20	Luz negra.	Também faz alusão a aspectos de utilização de ciência.
G9	A18 e A24	Equipamentos de esterilização, pois os raios UVC são bactericidas.	Também faz alusão a aspectos de utilização de ciência.
G10	A21 e A25	Telescópios e equipamentos de esterilização.	Também faz alusão a aspectos de utilização de ciência.

Fonte: autor.

Na questão de número 4, solicitou-se aos alunos fazer a relação entre os equipamentos por eles citados na questão anterior, protetores solares e telescópios.

O grupo G1 (A01, A10, A11 e A13) respondeu: “Todos eles utilizam radiação UV. Os telescópios captam e os protetores solares refletem”. Ao tentar explicar a relação existente entre os aparelhos os alunos fazem menção aos aspectos de construção e utilização da radiação UV, relacionando também aos âmbitos objetivo e social na perspectiva habermasiana.

O grupo G2 (A07, A08, A14 e A28) respondeu “O protetor solar protege das radiações UV e os telescópios captam essas radiações”. Também faz alusão aos âmbitos objetivo e social no uso que os equipamentos fazem dessa radiação e faz menção aos aspectos de construção e utilização de ciência.

O grupo G3 (A12, A15, A17 e A22) respondeu: “Absorção dos raios UV sem perceber”. Neste caso o grupo demonstra limitações na compreensão da radiação UV.

O grupo G4 (A04, A06 e A10) respondeu: “Alguns equipamentos tem relação natural com os raios UV e outros usam UV artificialmente”. Apresenta limitações do conhecimento sobre radiação UV.

O grupo G5 (A05; A19 e A28) respondeu: “Todos utilizam a frequência UV”. Apresenta limitação de conhecimento sobre radiações, pois não especifica onde ou como se faz essa utilização.

O grupo G6 (A02 e A09) respondeu: “Todos utilizam a radiação UV. No entanto, telescópio utiliza para captação de imagens e protetores solares para proteção do próprio UV”. O grupo faz alusão ao âmbito objetivo (de acordo com o conhecimento estabilizado) e ao âmbito social (utilização do mesmo na sociedade), de acordo com Habermas (1984).

O grupo G7 (A03 e A27) respondeu: “Estão relacionados aos raios UV”. Apresenta limitações de conhecimento sobre radiação UV, pois não justifica essa relação.

O grupo G8 (A16 e A20) respondeu: “Protetores solares são responsáveis por proteger contra a radiação UV e os telescópios as utilizam para produzir imagens”. Faz alusão aos âmbitos objetivo e social de acordo a Teoria do Agir Comunicativo de Habermas (1984).

Os grupos G9 (A18 e A24) e G10 (A21 e A25) responderam: “Todos estão relacionados aos raios UV”. Apresentam limitações de conhecimento sobre radiação UV, pois não justificaram onde ou como se dá essa relação.

Na questão de número 5, foram apresentadas três figuras ou quadrinhos (A, B e C) e a cada uma delas o aluno deveria associar um tipo de radiação. Os quadrinhos da questão 5, são mostrados na Figura 16.



Figura 16. Quadrinhos e radiações. Fonte: Questionário 5, adaptações do autor.

Nesta questão o aluno poderia relacionar os três âmbitos objetivo, social e subjetivo, de acordo com Habermas (1984) e ainda demonstrar indícios de aprendizagem representacional ao reconhecer nos quadrinhos uma possível representação do conhecimento que o mesmo já tenha assimilado em sua estrutura cognitiva sobre radiação, considerando os pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, Novak e Hanesian (1980).

As respostas de cada grupo estão explicitadas no Quadro 18.

Quadro 18. Radiação associada às Figuras em quadrinhos.

Grupo	Figura A	Figura B	Figura C
G1	UVA. Mesmo em dias nublados consegue ultrapassar a atmosfera e causar danos.	UVB ou infravermelho. Os dois podem causar queimaduras.	UVC.
G2	UVC.	UVB.	UVA.
G3	UVA. Radiação que ocorre toda hora do dia e em todas as estações do ano inclusive em dias nublados.	UVB. Durante o verão principalmente entre 10h e 16h.	UVC.
G4	Radiação visível. Pessoas usam como fonte de Vitamina D.	UVB, por ser mais agressiva à pele deve-se proteger sempre.	Infravermelha.
G5	Radiação visível.	UVB. Deve-se proteger, causa queimaduras, vermelhidão e risco de câncer de pele.	Infravermelha.
G6	UVA.	UVB. Provocam vermelhidão e queimaduras.	UVC.
G7	UVA.	UVC.	UVB.
G8	UVA.	UVB. Provocam queimaduras.	UVC.
G9	UVA.	UVC.	UVB.
G10	UVA.	UVC.	UVB.

Fonte: autor

De maneira geral todos os grupos apresentaram limitações na compreensão de radiações. Contudo, há evidências de associação ao âmbito objetivo para a Figura A, nas respostas apresentadas por todos os grupos exceto o grupo G2, pois a radiação UVC é totalmente absorvida pela atmosfera e a resposta dada pelo grupo não está de acordo com o conhecimento estabilizado. Os grupos G1 e G3, além do âmbito objetivo, também fazem alusão ao âmbito social, na perspectiva habermasiana.

Para a Figura B, há evidências de relação ao âmbito objetivo apresentado nas respostas dos grupos G1 ao G6 e G8. Os grupos G7, G9 e G10 apresentaram uma resposta em desacordo com o conhecimento estabilizado, pois a radiação UVC é totalmente absorvida pela atmosfera.

Para a Figura C, da questão 5, os grupos G2, G4, G5, G7, G9 e G10 conseguiram associar à figura uma radiação, porém, apresentam limitações no conhecimento de radiações. Os demais grupos deram respostas sem fundamentação científica.

2.10 RADIAÇÕES. ATIVIDADE 6

Esta atividade tinha como objetivo verificar relações estabelecidas pelos alunos entre as radiações eletromagnéticas estudadas, em aspectos de construção e utilização de conceitos científicos, considerando os pressupostos da Teoria do Agir Comunicativo de Habermas (1987) e identificar indícios de aprendizagem significativa, conforme Ausubel, Novak e Hanesian (1980).

Para o registro dos dados desta atividade utilizou-se um questionário, no qual os alunos puderam explicitar suas respostas, mantendo o padrão de registro das atividades anteriores.

A análise da atividade sobre radiações e considerações finais foram realizadas a partir de informações explicitadas pelos alunos no Questionário 6. Todos os 28 alunos da turma responderam pelos menos parte das atividades do Questionário 6.

Apresenta-se na Figura 17, o Questionário 6, com as atividades sobre radiações – considerações finais

QUESTIONÁRIO 6
Aluno _____
Atividade – 6
RADIAÇÕES
1) Você considera importante a abordagem do tema Radiações no Ensino Médio? Por quê?
2) Faça uma relação entre Radiação, telescópio e equipamentos domésticos como celulares, TV, rádio comum, etc...
3) Após o término desta pesquisa, o que você pode dizer sobre Radiações, suas aplicações e utilizações no mundo contemporâneo no contexto geopolítico atual?
4) Radiação e Saúde. Como você pode relacioná-las?
5) Faça um mapa conceitual sobre Radiações.

Figura 17. Questionário 6. Considerações finaisFonte: autor.

Esta atividade foi realizada em grupos. Os grupos foram definidos pelos próprios alunos, totalizando seis grupos (G1, G2, G3, G4, G5 e G6). Cada grupo foi composto por quatro ou cinco alunos.

Na questão de número 1, foi solicitado ao aluno justificar se considera ou não importante estudar radiações no Ensino Médio e por quê? As respostas de cada grupo estão explicitadas no Quadro 19.

Quadro 19. Relevância do estudo de radiações no Ensino Médio.

Grupo	Alunos	Respostas	Âmbito enfatizado
G1	A01, A13, A21 e A25	É importante, pois nós discutimos os perigos e descobrimos as vantagens das radiações no cotidiano.	Social.
G2	A02, A05, A09 e A28	Sim. Pois descobrimos que radiações eletromagnéticas estão por toda parte. Também para mudar o “preconceito” do senso comum de que radiação é coisa ruim.	Objetivo e social.
G3	A04, A10, A14, A16 e A23	Sim, porque aprendemos mais sobre radiações, como funcionam e quais os seus usos no dia-a-dia.	Objetivo e social.
G4	A07, A08, A20, A22 e A26	Sim, pois serve pra mostrar que radiação não é só maligna, e sim benéfica.	Social.
G5	A03, A06, A18, A24 e A27	Sim. Porque assim pudemos saber mais sobre radiações, planetas, telescópios e saber se algum meteoro está vindo em direção à Terra e se defender.	Objetivo e social
G6	A11, A12, A15, A17 e A19	Sim, para entendermos mais sobre o universo e também porque esse tema pode cair no vestibular/ENEM.	Social.

Fonte: autor.

Na questão de número 1, além das relações estabelecidas com os âmbitos objetivo e social, na perspectiva habermasiana, pode-se também inferir das respostas dos alunos que os mesmos já conseguem estabelecer relações quanto ao conceito de radiações em aspectos de utilização do conceito científico, tanto em perspectiva positiva quanto negativa em relação à ciência.

Na questão de número 2, os alunos deveriam estabelecer relações entre radiações, telescópios e equipamentos de uso doméstico. As respostas de cada grupo encontram-se explicitadas no Quadro 20.

Quadro 20. Radiações, equipamentos domésticos e telescópios.

Grupo	Alunos	Respostas	Comentários
G1	A01, A13, A21 e A25	Todos eles conseguem interagir de algum modo com essas radiações e transformá-las para uso do ser humano.	Perspectiva positiva do uso de radiações.
G2	A02, A05, A09 e A28	Todos utilizam radiações. Estão evoluindo de forma benéfica e eficiente para ajudas as pessoas.	Perspectiva positiva do uso de radiações.
G3	A04, A10, A14, A16 e A23	Muitos equipamentos como TV, rádio comum, celulares usam dependem da radiação para funcionar e os telescópios usam radiações para estudar o universo.	Perspectiva positiva do uso de radiações. Refere-se aos aspectos de construção e utilização do conhecimento científico.
G4	A07, A08, A20, A22 e A26	As radiações estão presentes em todos estes equipamentos domésticos.	Não fez menção aos telescópios.
G5	A03, A06, A18, A24 e A27	Todos utilizam radiação. O que diferencia é a frequência da radiação em cada aparelho.	Faz alusão aos aspectos de utilização de radiações.
G6	A11, A12, A15, A17 e A19	Radiações se espalham através de ondas. Celulares por exemplo usam ondas de rádio assim como rádio comum. Há alguns telescópios capazes de captar radiações não visíveis como os IV e UV e o Hubble que capta radiação visível.	Faz alusão aos aspectos de utilização do conhecimento científico de radiações.

Fonte: autor.

A questão de número 2 pode ser analisada em duas partes. Na primeira parte, são considerados os grupos G1, G2 e G3. Estes grupos explicitaram em suas respostas, principalmente, uma perspectiva positiva do uso do conhecimento científico de radiações, isto é, consideram os aspectos de construção e utilização da ciência como uma esperança para melhorar a vida da humanidade. Na perspectiva habermasiana da Teoria do Agir Comunicativo, fazem alusão ao âmbito objetivo (conhecimento estabilizado) e ao âmbito social (utilização da ciência para produzir benefícios à sociedade).

Pode-se inferir, também, indícios de aprendizagem significativa, de acordo com a teoria de Ausubel, Novak e Hanesian (1980), visto que há uma manifestação da relação do conceito de radiação e a forma como ela pode ser utilizada.

Na segunda parte, destacam-se os grupos G4, G5 e G6, que não fazem menção a aspectos positivos ou negativos do uso da ciência, embora se refiram aos aspectos de construção e utilização de conhecimentos científicos. Neste caso, verifica-se que os grupos fazem alusão ao âmbito objetivo na perspectiva da Teoria do Agir Comunicativo de Habermas (1984).

Na questão de número 3, os alunos deveriam estabelecer relações de uso das radiações no contexto geopolítico atual. As respostas de cada grupo encontram-se explicitadas e analisadas no Quadro 21.

Quadro 21. Radiações e contexto geopolítico atual.

Grupo	Alunos	Respostas	Comentários
G1	A01, A13, A21 e A25	O controle das radiações gera poder político. Quem sabe mexer com essas coisas tem maior conhecimento de tecnologia fazendo com que outros países se tornem seus dependentes, ficando assim, cada vez mais ricos.	Estabelece relação entre os aspectos de construção e utilização do conhecimento científico, tecnologia e domínio geopolítico exercido por países que investem em ciência e tecnologia.
G2	A02, A05, A09 e A28	Pode ser utilizado na medicina para tratamentos, na transmissão de rádio e celulares, na Astronomia com telescópios, etc.	Faz alusão a aspectos de utilização de radiações, mas não relaciona com o contexto geopolítico atual.
G3	A04, A10, A14, A16 e A23	Radiação é uma fonte de poder e liderança de alguns países. Ex. bombas, guerras biológicas, etc. mas também tem outro lado (o bom), tratamento de câncer etc.	Estabelece relação de poder entre países que detém ou não investimento em conhecimento científico. Também considera aspectos positivos e negativos do uso de radiações.
G4	A07, A08, A20, A22 e A26	Radiação não são só para malefícios e sim tem vários benefícios.	Faz alusão superficial a aspectos de utilização de radiações e não relaciona com o contexto geopolítico atual.
G5	A03, A06, A18, A24 e A27	Os países desenvolvidos em relação a radiações tem mais poder sobre os outros que não tem como investir. Isso causa uma dependência tecnológica entre os países.	Estabelece relação entre os aspectos de construção e utilização do conhecimento científico, tecnologia e domínio geopolítico exercido por países que investem em ciência e tecnologia.
G6	A11, A12, A15, A17 e A19	As radiações são necessárias para produzir avanços nas pesquisas científicas e na saúde. Porém, podem ser nocivas ao meio ambiente e ao ser humano.	Faz alusão aos aspectos de construção e utilização do conhecimento científico. Mas não relaciona com o contexto geopolítico atual.

Fonte: autor.

A análise da questão 2, pode ser complementada considerando os pressupostos da aprendizagem significativa de Ausubel, Novak e Hanesian (1980). Ao se estabelecer relações contextuais entre conceitos científicos (radiações) e seus aspectos de utilização, pode-se inferir que há indícios de aprendizagem significativa destes alunos, uma vez que para estabelecer relações entre conceitos científicos, aplicação e utilização dos mesmos, esse conhecimento deve estar assimilado na estrutura cognitiva do aluno.

Na questão de número 4, os alunos deveriam estabelecer relações de uso das radiações especificamente no campo da saúde. As respostas de cada grupo encontram-se explicitadas no Quadro 22.

Quadro 22. Radiações e saúde.

Grupo	Alunos	Respostas	Comentários
G1	A01, A13, A21 e A25	Pode ser usada na cura do câncer e em uma infinidade de tratamentos médicos, como por exemplo, raio-X, ultrassonografia etc.	Perspectiva positiva no uso das radiações na área da saúde.
G2	A02, A05, A09 e A28	As radiações estão sendo bem aplicadas na área da medicina. Por exemplo, em diagnósticos e tratamentos. Porém se uma pessoa ficar exposta a certas radiações pode aparecer diversas doenças.	Perspectiva positiva no uso das radiações na área da saúde. Mas alerta para o fato de que em certas circunstâncias, seu uso pode ser nocivo.
G3	A04, A10, A14, A16 e A23	Podemos relacionar a saúde e radiações como duas aliadas aos nossos tratamentos. Ex. Raio-X, mamografia, tomografia, etc.	Perspectiva positiva no uso das radiações na área da saúde.
G4	A07, A08, A20, A22 e A26	Em pequenas quantidades a radiação pode tratar e diagnosticar doenças. Em excesso pode ser maligna.	Perspectivas positivas e negativas no uso de radiações, embora não especifica o tipo de radiação.
G5	A03, A06, A18, A24 e A27	A radiação é utilizada na esterilização de equipamentos cirúrgicos (UV), em raio-X, tomografia, protetores solares (contra os raios UV)	Perspectiva positiva no uso das radiações na área da saúde.
G6	A11, A12, A15, A17 e A19	As radiações são usadas para tratamento de saúde, como nos raios-X (enxergar fratura). Algumas radiações causam problemas sérios a saúde humana.	Perspectivas positivas e negativas no uso de radiações, embora sem citar quais radiações e quais problemas seriam estes.

Fonte: autor

A questão de número 4, de acordo com Habermas (1984), enfatiza-se o âmbito social, visto que se trata de aplicações do conhecimento de radiações, especificamente na área da saúde humana, em que os alunos puderam explorar os aspectos de utilização da ciência nas perspectivas negativas e positivas.

Na questão 5, foi solicitado aos alunos que elaborassem um mapa conceitual sobre radiações, considerando o conhecimento deles sobre o tema.

O mapa conceitual do grupo G1 (A01, A13, A21 e A25) encontra-se na Figura 18.

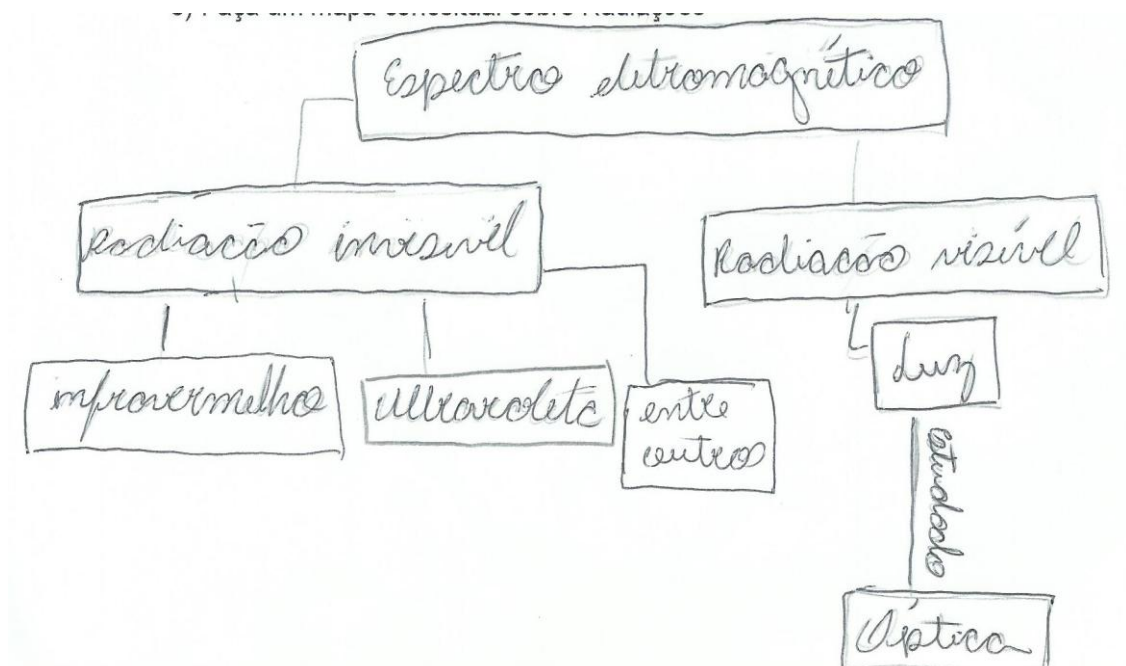


Figura 18. Mapa conceitual sobre radiações. Fonte: elaborado pelo grupo G1.

O mapa conceitual do grupo G1 apresenta o conceito de radiação associado ao espectro de radiações eletromagnético. Nota-se, também, características de radiações eletromagnéticas destacadas em visível e invisíveis. Verifica-se neste caso que o grupo faz alusão ao âmbito objetivo na perspectiva habermasiana. Percebe-se avanços em processo de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa de acordo com a teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, Novak e Hanesian (1980).

O mapa conceitual do grupo G2 (A02, A05, A09 e A28) encontra-se na Figura 19.



Figura 19. Mapa conceitual sobre radiações. Fonte: elaborado pelo grupo G2.

No mapa conceitual apresentado pelo grupo G2, verifica-se que o grupo dividiu o espectro de radiações em radiação visível e invisível. Observa-se que para a luz visível o grupo reconhece que a mesma viaja com velocidade constante e explicita esse valor ($3 \cdot 10^8 m/s$). Não faz o mesmo com as demais radiações.

Embora haja limitações conceituais, observa-se que os alunos fazem menção ao âmbito objetivo (conhecimento estabilizado) de acordo com a Teoria do Agir Comunicativo de Habermas (1984).

O mapa conceitual apresentado pelo grupo G3 (A04, A10, A14, A16 e A23) encontra-se na Figura 20.

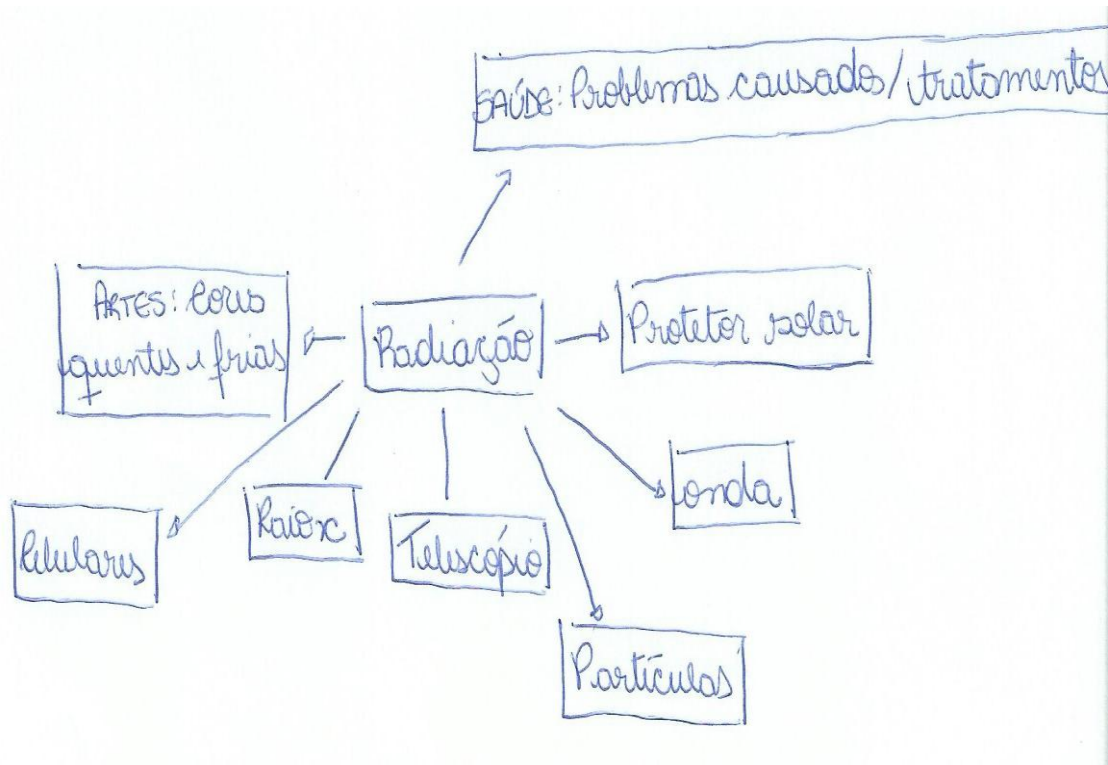


Figura 20. Mapa conceitual sobre radiações. Fonte: elaborado pelo grupo G3.

Neste mapa conceitual o grupo G3 relaciona o conceito de radiação a alguns aspectos de utilização do mesmo, explicitando a saúde (problemas causados, tratamentos e protetores solares). Embora haja limitações conceituais, o grupo faz alusão ao âmbito social na perspectiva habermasiana.

O mapa conceitual apresentado pelo grupo G4 (A07, A08, A20, A22 e A26) encontra-se na Figura 21.

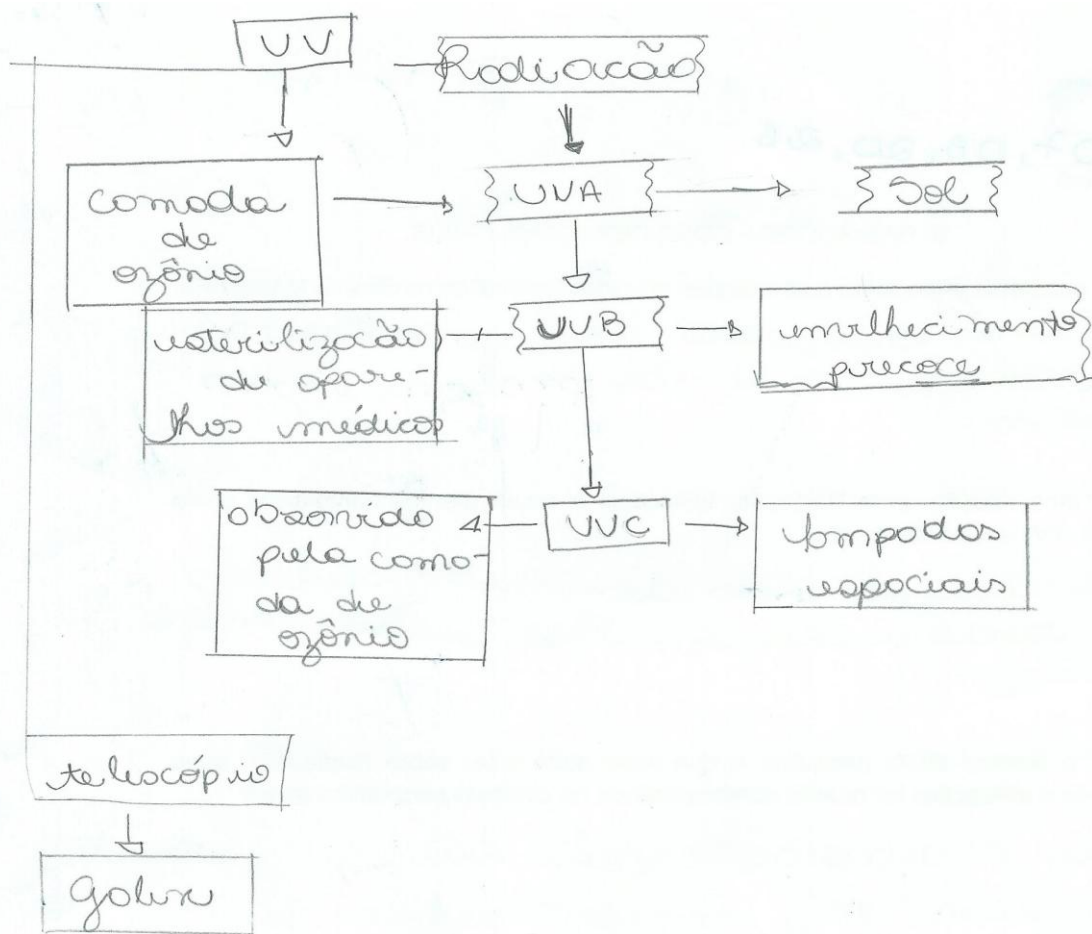


Figura 21. Mapa conceitual sobre radiações. Fonte: elaborado pelo grupo G4.

O grupo G4, em seu mapa conceitual, associa ao conceito de radiação perspectivas positivas e negativas em contextos de aplicação e utilização do conhecimento científico. Nesse sentido, o grupo faz alusão ao âmbito objetivo e social de acordo com a Teoria do Agir Comunicativo de Habermas (1984), ao relacionar o conceito de radiação UV com as consequências dessa radiação para o ser humano quando a ela exposto sem orientação, referindo-se especificamente à saúde humana.

Pode-se inferir também, indícios de aprendizagem significativa representacional, o grupo citou o telescópio Galileo, como um representante de aplicação e utilização da radiação UV.

O mapa conceitual apresentado pelo grupo G5 (A03, A06, A18, A24 e A27) encontra-se na Figura 22.

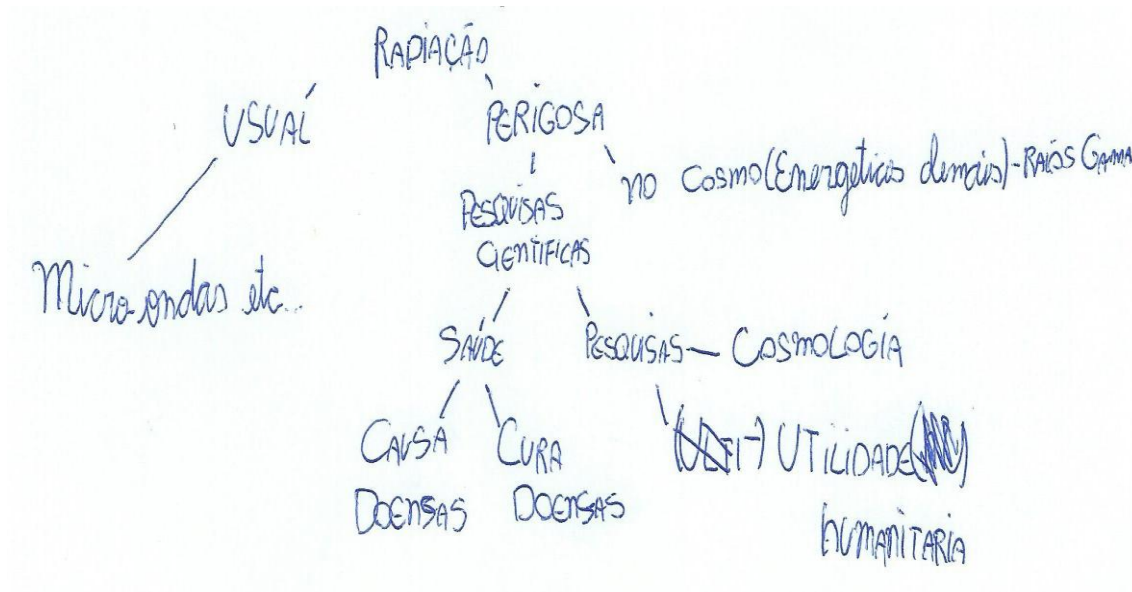


Figura 22. Mapa conceitual sobre radiações. Fonte: elaborado pelo grupo G5.

O grupo G5, em seu mapa conceitual, refere-se, principalmente, aos aspectos de utilização de conhecimento científico. O grupo considera perspectivas positivas e negativas do uso do conhecimento de radiações ao explicitar que na área da saúde tanto causa doenças como pode curar doenças.

Sendo assim, faz alusão ao âmbito objetivo (conhecimento estabilizado) ao mencionar as pesquisas científicas no ramo da Cosmologia e ao âmbito social (utilização para beneficiar a sociedade) de acordo com a Teoria do Agir Comunicativo de Habermas (1984), ao citar aplicações deste conhecimento científico em questões de utilidade humanitária.

O mapa conceitual apresentado pelo grupo G6 (A11, A12, A15, A17 e A19) encontra-se na Figura 23.

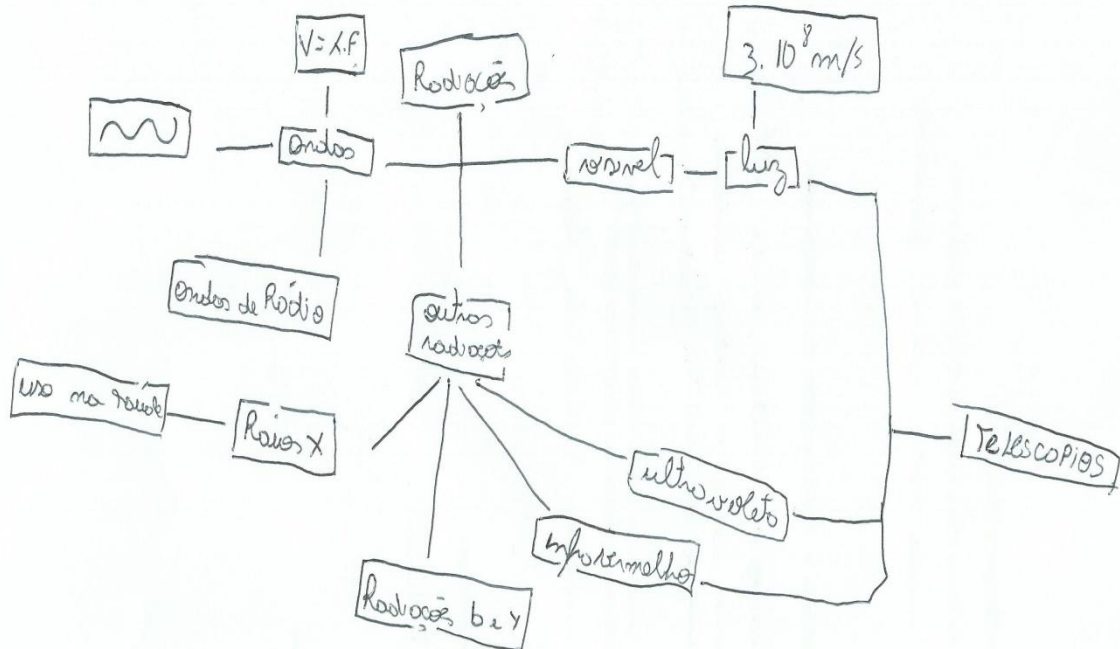


Figura 23. Mapa conceitual sobre radiações. Fonte: elaborado pelo grupo G6.

O grupo G6, demonstra maior assimilação do conceito de radiação. Além de identificar radiações visíveis exemplificando com a luz visível e radiações invisíveis com ondas de rádio, infravermelho, ultravioleta, raio-x e radiação- γ , consegue estabelecer relações em aspectos de construção e utilização do conceito científico ao citar os telescópios (pesquisas científicas) e o raio-x como exemplo de aplicação na área da saúde.

Verifica-se, também, indícios de aprendizagem significativa representacional, de acordo com a Teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, Novak e Hanesian (1980), no fato de o grupo ter explicitado corretamente a equação fundamental da onda para o Ensino Médio $v = \lambda \cdot f$, ter identificado que radiação é uma onda eletromagnética e, portanto, obedece a referida equação.

Sendo assim, o grupo estabelece também relações com o âmbito objetivo (conhecimento estabilizado) segundo Habermas (1984); eles explicitam que radiações são ondas (eletromagnéticas) e, portanto, viajam na velocidade constante de $3 \cdot 10^8 m/s$, que é o valor aproximado e aceito pela sociedade científica para a velocidade da luz no vácuo.

O grupo também faz alusão ao âmbito social (utilização do conhecimento científico para beneficiar a sociedade) ao citar a aplicação na medicina (com o raio-x) e com o uso dos telescópios (em pesquisas sobre o universo).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante a investigação e discussão do tema de radiações com os alunos, pode-se perceber um crescente interesse dos mesmos pelo tema, visto que nas primeiras intervenções (sete alunos na primeira intervenção e cerca de três alunos nas apresentações seguintes) não quiseram participar do trabalho, entregando assim os questionários em branco. Nas três últimas apresentações todos eles mostravam-se receptivos e dispostos a participar das atividades, inclusive respondendo pelo menos parte dos questionários.

Além dessa pré-disposição dos mesmos em querer participar da pesquisa, observou-se também uma mudança de perspectiva no que tange às radiações. Inicialmente os alunos demonstravam uma visão consideravelmente negativa em aspectos de utilização de radiações. No final do trabalho, nota-se através de suas respostas explicitadas na última atividade que muitos deles conseguiram formar o conceito de radiação e ao mesmo tempo fazer a assimilação do mesmo, dentro dos pressupostos da aprendizagem significativa, o que os levou a repensar as radiações em aspectos de utilização desse conceito pela sociedade.

Apresentaram considerações mais conscientes do papel que as radiações podem exercer tanto em perspectivas negativas quanto positivas. Resumidamente, pode-se dizer que hoje estes alunos apresentam uma percepção mais fundamentada e menos preconceituosa em relação às radiações.

Os principais obstáculos encontrados na realização desta pesquisa foram o número insuficiente de aulas, o que exigiu um esforço maior do pesquisador para abordagem do tema e aplicações dos conceitos fundamentais de ondas, ondas

eletromagnéticas e radiações eletromagnéticas e, também, a falta de pré-requisitos dos alunos para o desenvolvimento do tema de radiações.

Outro fator que limita ou dificulta atividades diferenciadas em muitos colégios públicos é falta de equipamentos básicos de muitas escolas, como projetores e internet pelo menos em alguma sala de aula, visto que para exibir imagens ou sites não era possível acessar e mostrar aos alunos como encontrar informações relevantes ao tema apresentado.

Acredita-se, por outro lado que este tema foi de bastante aceitação por parte dos alunos, mesmo os menos participativos nos estudos inicialmente, acabaram por se interessar durante o transcorrer da investigação. Isso pode ser verificado no fato de ter todos os questionários respondidos pelos alunos nas três últimas apresentações.

A pesquisa não pode alcançar todas as formas de aplicações e usos de radiações, limitando-se apenas a algumas faixas de frequências dentro do espectro de radiações, sendo objeto de estudo neste trabalho as radiações visíveis, de rádio, infravermelho e ultravioleta, considerando os aspectos de construção e utilização desses conceitos, envolvendo âmbitos objetivo, social e subjetivo dentro da perspectiva de Habermas (1984).

Esta pesquisa aponta que o tema de radiações pode ser mais bem explorado mesmo durante a Educação Básica e sugere-se que seja tratado no 3º ano do Ensino Médio, uma vez que, nesta etapa, os alunos já possuem conhecimentos prévios e maturidade para se discutir de modo mais proveitoso as questões pertinentes às radiações.

No entanto, se a turma não apresentar conhecimentos básicos como o de ondas, sugere-se que primeiro se faça uma retomada desse conteúdo e suas características principais para que os alunos possam melhor assimilar o conceito de radiações em aspectos de construção e utilização do mesmo pela sociedade. Se a turma já tiver noções básicas sobre ondas em geral, poderá usar as aulas para um maior aprofundamento de conhecimentos referentes a radiações, aplicações e utilização deste conceito científico em diversos ramos do conhecimento humano.

Considerando o contexto em que foi realizada a pesquisa, verifica-se a possibilidade de se aprofundar os estudos com as radiações não só nas frequências contempladas neste estudo como também para as demais frequências, como a de micro-ondas, raios-x e raios- γ , considerando os aspectos de construção e utilização desses saberes científicos.

Por ser um tema que envolve o desenvolvimento de tecnologias em suas utilizações, acaba sendo bastante atrativo aos alunos da Educação Básica, o que pode possibilitar o interesse dos alunos pela Física, Química, Astronomia, Medicina, assim como para outras áreas do conhecimento científico.

No que se refere ao professor/pesquisador, pode-se afirmar que durante a realização deste trabalho diversos obstáculos tiveram de ser vencidos pelo mesmo, tais como o cansaço no final do período de trabalho e a falta de tempo para realização das leituras durante as aulas do curso de Mestrado, tendo em vista que o mesmo atuava por 40h semanais como professor da rede pública estadual do Paraná, ao mesmo que tempo em que se dedicava aos estudos de pós-graduação em nível de *stricto-sensu*.

Por outro lado, o contato com a pesquisa em nível de pós-graduação propicia a todos os indivíduos pré-dispostos a buscar subsídios teóricos e práticos para melhorar suas práticas em sala de aula, certamente, uma mudança de paradigma no que tange à educação e à maneira com que lidam com os aspectos de construção e utilização do conhecimento científico, ampliando assim os horizontes de atuação e conquistando uma maior qualificação profissional dentro da formação continuada que deve nortear a carreira dos profissionais da educação como também de outras áreas do conhecimento humano.

REFERÊNCIAS

- APEL, Karl-Otto. **La transformación de la filosofía**. Madrid: Taurus, 1985.
- AUSUBEL, David Paul; NOVAK, Joseph Donald; HANESIAN, Helen. **Psicologia Educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.
- CARVALHO, Ana Maria P.; GIL PEREZ, Daniel. **Formação de Professores de Ciências**. São Paulo: Cortez Editora, 1993.
- FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. 56ª ed. São Paulo: Editora Paz e Terra, 2014.
- FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia**. 43ª ed. São Paulo: Editora Paz e Terra, 2011.
- FLICK, Uwe. **Introdução à pesquisa qualitativa**. São Paulo: Artmed, 2000.
- GIROUX, Henry A. **Professores como intelectuais transformadores**. Porto Alegre: ARTMED Editoras, 1997.
- HABERMAS, Jürgen. **Teoria do agir comunicativo**. Vol. 1. Razão e racionalização da Sociedade. Lisboa: Edições 70, 1984.
- HABERMAS, Jürgen. **Teoria do agir comunicativo**. Vol. 2. Razão e racionalização da Sociedade. Lisboa: Edições 70, 1987.
- HABERMAS, Jürgen. **Racionalidade e Comunicação**. Lisboa: Edições 70, 1996.
- HABERMAS, Jürgen. **Técnica e Ciência como ideologia**. Lisboa: Edições 70, 1968.
- HORKHEIMER, Max; ADORNO, Theodor Wiesengrund. **Dialética do esclarecimento**: Fragmentos filosóficos. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1997.
- KAZUHITO, Yamamoto; FUKE, Luiz Felipe. **Física para o ensino médio 2**. 3ª ed. São Paulo: Saraiva, 2013.
- KAZUHITO, Yamamoto; FUKE, Luiz Felipe. **Física para o ensino médio 3**. 3ª ed. São Paulo: Saraiva, 2013.
- LAKATOS Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2001.
- LATOUR, Bruno. **Ciência em ação: como seguir cientistas e engenheiros pela sociedade afora**. São Paulo: editora UNESP. 2000.

MOREIRA, Marco Antonio. **Subsídios teóricos para professor pesquisador em ensino de ciências: a Teoria da Aprendizagem Significativa**. Porto Alegre, 2009. Disponível em: www.ufrgs.br/~moreira. Acesso em: 22/04/2016.

MOREIRA, Marco Antonio. **Concept maps and meaningful learning**. Porto Alegre, 2012. Disponível em: www.ufrgs.br/~moreira. Acesso em: 22/04/2016.

MOREIRA, Marco Antonio. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.

NOVAK, Joseph Donald. **The theory Underlying Concept Maps and How to Construct Them**. Technical Report IHMC. Florida, 2006-01. Disponível em: www.ihmc.us . Acesso em 16/05/2016.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. Superintendência da Educação. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica: Física**. Curitiba: SEED/DEM, 2008.

PORTAL GOVERNO ELETRÔNICO DO BRASIL; Brasília, 2015; Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm Acessos em 28/07/2015.

PORTAL HUBBLE; 2016. Disponível em <http://hubblesite.org/newscenter/> Acesso em 12/06/2016.

PORTAL NASA; 2016. Disponível em: <http://jwst.nasa.gov/about.html>. Acesso em 18/06/2016.

PORTAL NASA; 2016. Disponível em: <http://spaceplace.nasa.gov/review/cosmic-colors/uv.sp.html>Acesso em 22/06/2016.

RAMALHO, Francisco Junior; FERRARO, Nicolau Gilberto; SOARES, Paulo Antonio Toledo. 3ª ed. **Os Fundamentos da Física**. São Paulo: Editora Moderna, 2007.

SUTIL, Noemi. **Negociações na formação de professores de Física: construções conjuntas e resolução de conflitos em problematização da prática educacional**. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência). 2011. Universidade Estadual Paulista, 2011.

APÊNDICES

APÊNDICE 1. Mapa conceitual: Ondas.

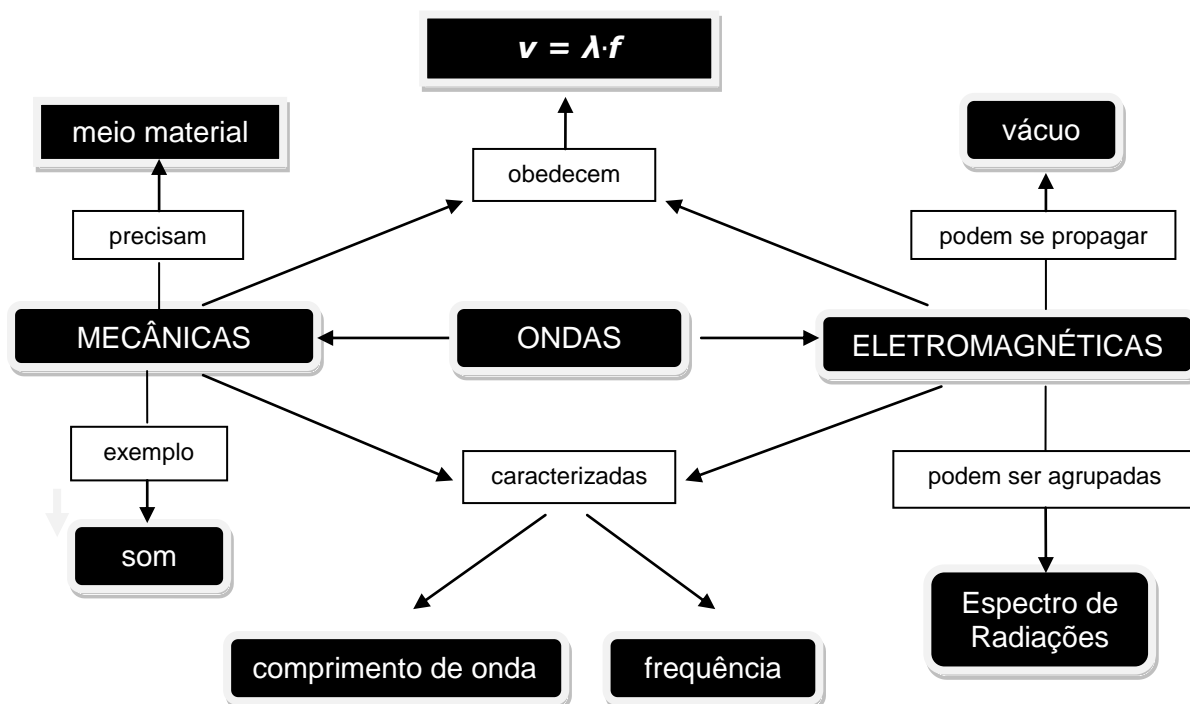


Figura 24. Mapa conceitual: Ondas. Fonte: autor.

APÊNDICE 2. Mapa conceitual: Radiações Eletromagnéticas.

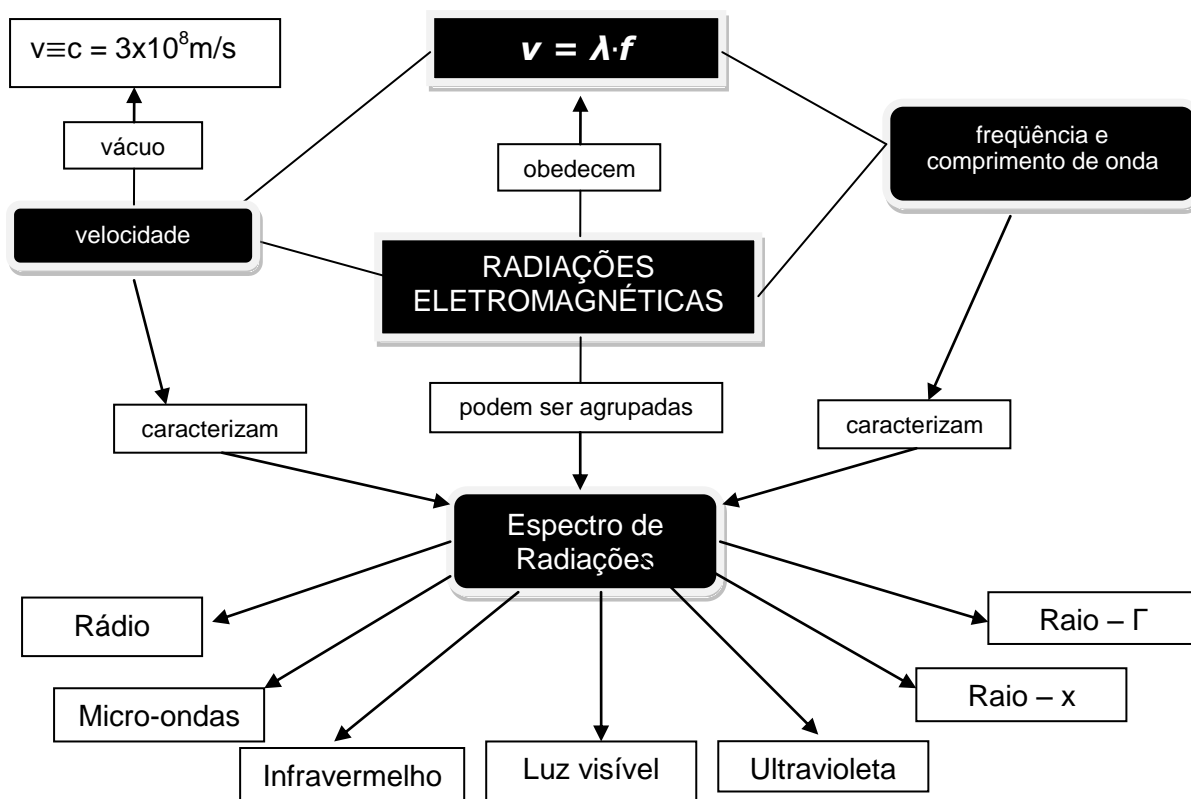


Figura 25. Radia\u00e7\u00f5es eletromagn\u00e9ticas. Fonte: Autor.

APÊNDICE 3. Mapa conceitual: Telescópios e Radiações

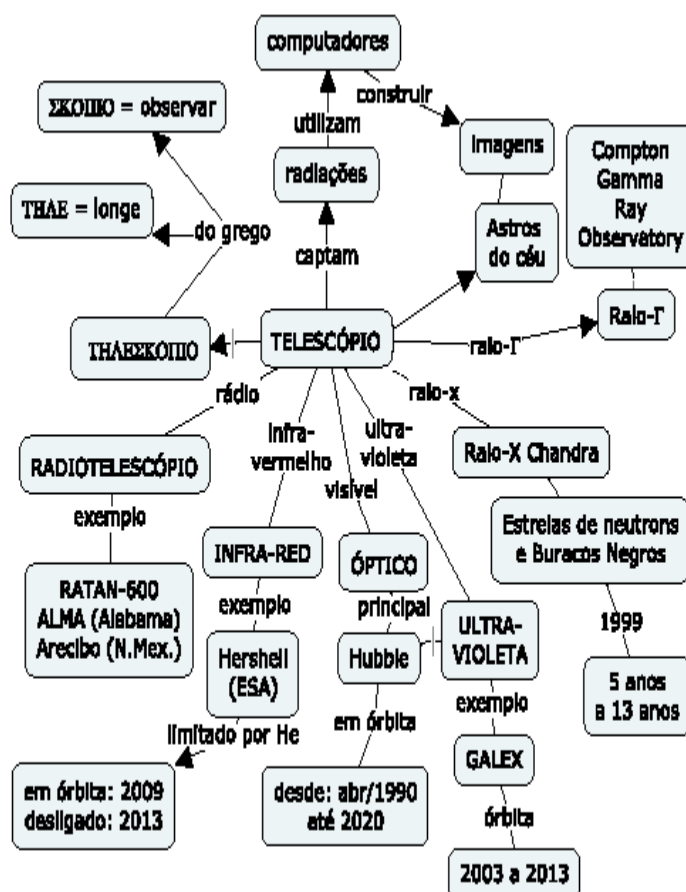


Figura 26. Mapa conceitual telescópios e radiações. Fonte: Autor.

ANEXOS

ANEXO 1. Espectro de radiações.

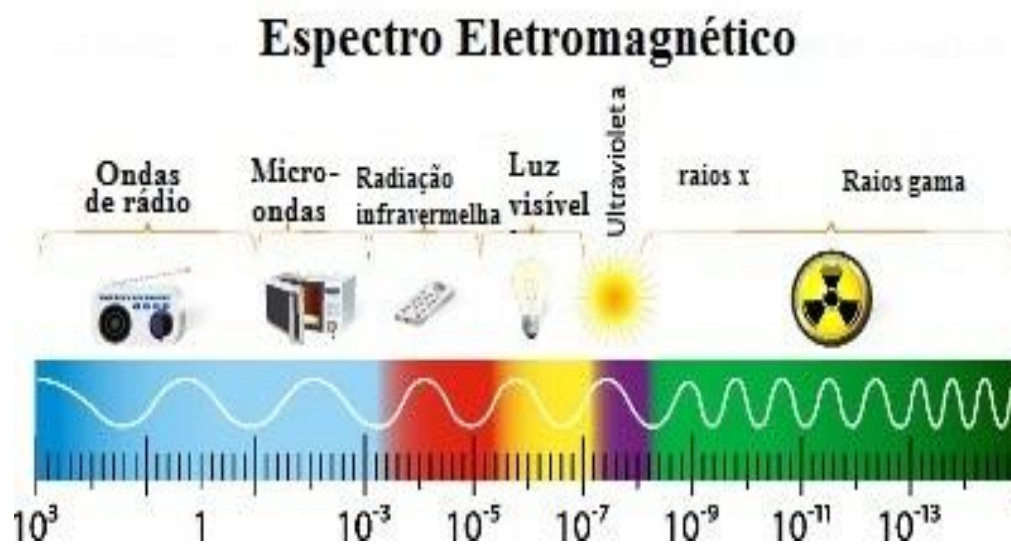


Figura 27. Espectro de radiações 2. Fonte (disponível em mundoeducacao.bol.uol.com.br)