



INSTITUTO FEDERAL
SÃO PAULO
Campus Sertãozinho



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE SÃO PAULO – CAMPUS SERTÃOZINHO**

FRANCIANE SIMÕES MARTINS SEGALA

**INTERDISCIPLINARIDADE E A UTILIZAÇÃO DE
DISPOSITIVOS TECNOLÓGICOS NO ENSINO DE
SEMICONdutores NA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E
TECNOLÓGICA ASPIRANDO A FORMAÇÃO INTEGRAL**

SERTÃOZINHO – SP

2019

FRANCIANE SIMÕES MARTINS SEGALA

**INTERDISCIPLINARIDADE E A UTILIZAÇÃO DE
DISPOSITIVOS TECNOLÓGICOS NO ENSINO DE
SEMICONdutoRES NA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E
TECNOLÓGICA ASPIRANDO A FORMAÇÃO INTEGRAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Educação Profissional e Tecnológica em Rede Nacional (ProfEPT) Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Mestre em Educação Profissional e Tecnológica.

Orientadora: Prof^a Dr^a. Riama Coelho Gouveia

SERTÃOZINHO – SP

2019

Ficha catalográfica elaborada com os dados fornecidos pelo (a) autor(a).

Segala, Franciane Simões Martins

Interdisciplinaridade e a utilização de dispositivos tecnológicos no ensino de semicondutores na educação profissional e tecnológica aspirando a formação integral / Franciane Simões Martins Segala. - Sertãozinho, 2019.

94 p. : il

Orientadora: Profa. Dra. Riama Coelho Gouveia.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Educação Profissional e Tecnológica em Rede Nacional (ProfEPT)) -- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo - Campus Sertãozinho, 2019.

1. Educação profissional e tecnológica. 2. Ensino de ciências. 3. Sequência didática. 4. Formação integral. I. Gouveia, Profa. Dra. Riama Coelho. II. Título.

FOLHA DE APROVAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

SEGALA, Franciane Simões Martins. **Interdisciplinaridade e a Utilização de Dispositivos Tecnológicos no Ensino de Semicondutores na Educação Profissional e Tecnológica Aspirando à Formação Integral**, 2019. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Profissional e Tecnológica) – Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo, Sertãozinho, 2019.

Aprovada em 26/08/2019

Banca Examinadora

Orientadora: Profa. Dra. Riama Coelho Gouveia

Assinatura:



Prof. Dr. Olavo Henrique Menin

Instituição: IFSP

Assinatura:



Prof. Dra. Dulcimeire Aparecida Volante Zanon

Instituição: DME - UFSCar

Assinatura:



**FOLHA DE APROVAÇÃO E DE VALIDAÇÃO DO PRODUTO
EDUCACIONAL**

FRANCIANE SIMÕES MARTINS SEGALA

SEQUENCIA DIDÁTICA:
SEMICONDUCTORES

Produto Educacional apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Educação Profissional e Tecnológica em Rede Nacional (ProfEPT) Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Mestre em Educação Profissional e Tecnológica.

Aprovado e validado em 26/08/2019

Banca Examinadora

Orientadora: Profa. Dra. Riama Coelho Gouveia

Assinatura:



Prof. Dr. Olavo Henrique Menin

Instituição: IFSP

Assinatura:



Profa. Dra. Dulcimeire Aparecida Volante Zanon

Instituição: DME - UFSCar

Assinatura:



DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho primeiramente a Deus por ser essencial em minha vida, aos meus pais, meus irmãos, meu marido, meus professores e aos meus colegas de turma que foram fundamentais durante todo o tempo e ao meu filho José, que passou a existir enquanto cursava o mestrado, com certeza a sua vinda não facilitou a caminhada, mas me dá incentivos diários para buscar um mundo mais justo, humano e melhor socialmente e ambientalmente, estimulando sempre novos passos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha orientadora Riama, pela dedicação, ensinamentos, sugestões na pesquisa e pela paciência que sempre demonstrou, contribuindo de forma excepcional para a minha formação.

As professoras Helena e Luisa, que me auxiliaram na execução desta pesquisa, sempre muito solícitas e agradáveis. A Thayná, que me ajudou na produção e aplicação da sequência e na análise dos resultados. Grata por fazer parte deste trabalho e poder contar com pessoas como vocês.

Aos professores, que foram essenciais para aprendizagens conceituais. E, além disso, foram de suma importância na construção de uma pessoa mais humana e mais engajada com as necessidades dos outros.

Ao professor Calefi, coordenador institucional do programa de pós graduação em Educação Profissional e Tecnológica em Rede Nacional (ProfEPT) no Instituto Federal de São Paulo (IFSP), por ser sempre tão humano e solícito.

Aos colegas de turma, que foram ímpares nas apresentações de novos conhecimentos e parceiros de caminhada, contribuindo abundantemente com as aprendizagens durante todo o processo e que farão parte da minha vivência pessoal e profissional.

Queria agradecer também minha mãe Célia e ao meu pai Nilton, meu marido Júnior e aos meus irmãos Danilo e Mairy, que me apóiam e incentivam sempre a cada nova etapa que decido trilhar. Vocês são essenciais em minha vida e tudo o que consigo e tenho são reflexo do apoio de vocês!

RESUMO

SEGALA, Franciane Simões Martins. **Interdisciplinaridade e a Utilização de Dispositivos Tecnológicos no Ensino de Semicondutores na Educação Profissional e Tecnológica Aspirando à Formação Integral**, 2019. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Profissional e Tecnológica) – Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo, Sertãozinho, 2019.

A sociedade vive uma crescente onda de modernização que influencia diretamente no modo de produção e de viver da população. O ensino de ciências naturais que constituem as bases do avanço tecnológico, no entanto, não acompanha essa modernização, permanecendo fragmentado e descontextualizado, não oferecendo, portanto, base para a formação cidadã. Nesse contexto, esta dissertação tem como objetivo geral desenvolver como produto educacional uma sequência didática que inclui um aplicativo na forma de jogo, utilizando como tema articulador os semicondutores, para aplicação em cursos técnicos na área industrial, na Educação Profissional e Tecnológica, verificando as contribuições que pode oferecer ao processo de ensino-aprendizagem e à formação integral. O tema – semicondutores - foi escolhido por fazer parte da realidade dos estudantes em geral, e dos estudantes de cursos técnicos na área industrial, em especial, permitindo a contextualização de conteúdos. Foi considerado ainda, nesta escolha, que este assunto pode englobar disciplinas distintas, porém correlacionadas, tanto do núcleo comum quanto das áreas técnicas, diminuindo assim a fragmentação histórica e a instrução parcelada, facilitando um desenvolvimento interdisciplinar. A fundamentação metodológica escolhida para o trabalho foi a pesquisa-ação, tendo em vista a possibilidade de transformação da prática educativa. O diálogo com os estudantes foi realizado através de questionários, tanto no que se refere à estruturação da sequência didática quanto a sua validação. Também foram considerados no processo de pesquisa registros realizados pela pesquisadora e materiais produzidos pelos estudantes. Os dados coletados foram tratados estatisticamente, quando quantitativos e pelo método de triangulação, quando qualitativos. A sequência foi aplicada em quatro aulas teóricas/ práticas utilizando diversos métodos de ensino, sendo a participação dos estudantes mais efetiva nas atividades práticas. O tema escolhido mostrou-se adequado como elemento contextualizador, permitindo a percepção da relação entre ciência e tecnologia e possibilitando uma reflexão crítica sobre o impacto destas na sociedade.

Palavras Chave: Educação Profissional e Tecnológica; Ensino de ciências; Sequência didática; Formação integral

ABSTRACT

Society is experiencing a growing wave of modernization that directly influences the population's mode of production and living. However, the teaching of natural sciences, which constitute the basis of technological advancement, does not accompany this modernization, remaining fragmented and decontextualized, thus offering no basis for citizen formation. In this context, this dissertation aims to develop as a educational product a didactic sequence that includes an application in the form of a game, using semiconductors as articulating theme, for application in technical courses in the industrial area, in Professional and Technological Education, verifying the contributions that can provide for the teaching-learning process and the integral formation. The theme - semiconductors - was chosen because it is part of the reality of students in general, and students of technical courses in the industrial area, in particular, allowing the contextualization of contents. It was also considered, in this choice, that this subject may encompass distinct but correlated disciplines, both from the common core and the technical areas, thus reducing historical fragmentation and split education, facilitating an interdisciplinary development. The methodological foundation chosen for the work was action research, in view of the possibility of transformation of educational practice. The dialogue with the students was conducted through questionnaires, both regarding the structuring of the didactic sequence and its validation. Also considered in the research process were records made by the researcher and materials produced by the students. The collected data were treated statistically when quantitative and the triangulation method when qualitative. The sequence was applied in four theoretical-practical classes, using several teaching methods, and the students participation was more effective in practical activities. The chosen theme was suitable as a contextualizing element, allowing the perception of the relationship between science and technology and allowing a critical reflection on their impact on society.

Keywords: Vocational and Technological Education; Science teaching; Following teaching; Integral training

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Esquema da Pesquisa-ação.....	28
Figura 2. Gráfico das respostas à questão “Qual sua idade?”	34
Figura 3. Gráfico das respostas à questão “Qual seu nível de interesse por equipamentos eletrônicos, sendo “0” nenhum interesse e “5” muito interesse?”	34
Figura 4. Duas perguntas do jogo desenvolvido para a pesquisa, com as respectivas respostas.	37
Figura 5. Gráfico das respostas à questão “Quanto tempo por dia, aproximadamente, você faz uso de um computador?”	39
Figura 6. Gráfico das respostas à questão “Quanto tempo por dia, aproximadamente, você utiliza seu smartphone?”	40
Figura 7. Respostas dos estudantes à questão sobre em qual disciplina(s) estudou sobre semicondutores.	40
Figura 8. Resposta dos estudantes sobre os assuntos sobre semicondutores abordados nas diferentes disciplinas	41
Figura 9. Categorias de respostas à questão “O que são semicondutores?”	42
Figura 10. Gráfico das respostas à questão “Quais são os elementos semicondutores mais comuns?”	42
Figura 11. : Gráfico das respostas à questão:a)“Que características, em termos de estrutura atômica, os semicondutores possuem em comum?”; b) “Qual a configuração molecular dos elementos semicondutores, quando no estado sólido?”	43
Figura 12. Gráfico das respostas à questão: a) “Em que dispositivos estão presentes materiais semicondutores?”; b) “Cite exemplos de equipamentos em que estão presentes dispositivos semicondutores”	44
Figura 13. Gráfico das respostas à questão “Que riscos os semicondutores oferecem à saúde ou ao meio-ambiente?”	45
Figura 14. Registro fotográfico da montagem das estruturas cristalinas dos semicondutores tradicionais desenvolvida na primeira atividade.	47
Figura 15. : Registro fotográfico dos alunos realizando as atividades como o simulador.....	48
Figura 16. Material produzido pelos estudantes após a atividade de semicondutores e suas aplicações na medicina.	50

Figura 17. Gráfico com quantidade de acertos no jogo, por grupos	52
Figura 18. Gráfico das respostas à afirmação “Com relação à satisfação geral das atividades”	53
Figura 19. Gráfico das respostas à afirmação “Com relação à linguagem e abordagem geral das atividades”	53
Figura 20. Gráfico das respostas à afirmação a) “As atividades práticas auxiliam na aprendizagem.” b) “As partes teóricas ajudam a entender o assunto.”	54
Figura 21. Gráfico das respostas à afirmação “A sequência didática facilitou a compreensão do assunto.”	54
Figura 22. Gráfico com análise estatística de respostas à afirmação “Os assuntos abordados foram interessantes/importantes se eu seguir carreira na área que estou estudando.”	55
Figura 23. Gráfico das respostas à afirmação “Os assuntos abordados facilitaram o entendimento da ligação existente entre ciência, tecnologia e suas relações de influências na sociedade.”	55
Figura 24. : a) Gráfico das respostas à afirmação “O conteúdo do jogo (quiz) é relevante para os meus interesses. ” b) Gráfico das respostas à afirmação “Foi fácil entender o jogo (quiz) e começar a utilizá-lo como material de estudo.”	56
Figura 25. Gráfico das respostas à afirmação “Estou satisfeito porque sei que terei oportunidades de utilizar na prática coisas que aprendi com a sequência de atividades.”	57

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
1.1 Objetivo e questão de pesquisa	14
1.2 Justificativa	15
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	17
2.1 Ciência e tecnologia na Educação Profissional e Tecnológica	17
2.2 Contextualização e Interdisciplinaridade.	19
2.3 Tecnologias da Informação no Ensino	22
2.4 Semicondutores e as Ciências da Natureza	24
3. METODOLOGIA DE PESQUISA.....	26
3.1 Fundamentação metodológica.....	26
3.2 Métodos de Coleta de Dados.....	30
3.3 Tratamento de Dados	31
3.4 Contexto Educacional: a escola e os sujeitos da pesquisa	33
3.5 Produto Educacional: desenvolvimento e validação.....	35
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
4.1 Questionário Diagnóstico.....	39
4.2 Montagem da estrutura dos semicondutores tradicionais	46
4.3 Simulador sobre condutividade dos semicondutores	47
4.4 Atividade prática sobre descarte de semicondutores	49
4.5 Cartazes sobre semicondutores na medicina.....	50
4.6 Aplicativo – Jogo sobre semicondutores.....	51
4.7 Questionário Avaliativo	52
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	59
5.1 Motivação e Aprendizagem	60
5.2 Contextualização de Conhecimentos	60
5.3 Neutralidade da Ciência e da Tecnologia.....	61
5.4 Interdisciplinaridade.....	61
5.5 Educação Profissional e Tecnológica.....	62
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64
APÊNDICE A – Produto Educacional	68

I. INTRODUÇÃO

A sociedade vive uma crescente onda de modernização, que influencia diretamente no modo de produção e de viver da população, porém o ensino de ciências naturais, que constituem as bases do avanço tecnológico, não acompanha essa modernização, permanecendo fragmentado, descontextualizado, não oferecendo base para uma formação integral do cidadão.

Há décadas se iniciou uma corrente de pensamento em ciências, chamada CTS (Ciência Tecnologia e Sociedade) que propõe reflexões sobre impacto da ciência e da tecnologia na sociedade moderna e sobre as implicações sociais do desenvolvimento científico. Assim, foi percebido que as ciências da natureza, que até então tinham certo caráter de neutralidade, influenciavam diretamente a vida em sociedade.

A história de desenvolvimento das ciências naturais está diretamente relacionada com as modificações do modelo econômico, uma vez que as descobertas das ciências naturais são à base das tecnologias e dos produtos tecnológicos, que são utilizadas pelo capital. Antunes (2009) faz um panorama de como a sociedade capitalista foi se modificando para atender as demanda do capital, passando por fases, até os dias atuais com o *toyotismo*; nesse panorama, aponta para problemas estruturais deste modelo econômico, tendo sempre como pressuposto o lucro exacerbado, onde poucos possuem os meios de produção e a maioria trabalha para satisfazer apenas suas necessidades básicas.

As ciências naturais são, de fato, ferramentas desenvolvidas pelo ser humano e para o ser humano, intrínsecas ao mundo atual, especialmente no que diz respeito ao processo produtivo e ao trabalho. De acordo com Saviani (2007) o trabalho é um atributo essencial do ser humano, pois o homem pode agir sobre a natureza e modificá-la, e se dá simultaneamente à sua formação, inclusive no processo educativo. Historicamente, porém, a educação se separou do trabalho, com a divisão artificial entre o saber propedêutico e o saber do trabalho. Essa divisão corrobora a divisão dos homens em classes sociais mantida até os dias atuais, onde a maioria da sociedade possui um acervo limitado de conhecimentos, não podendo exercer nem participar ativamente da sociedade em que está inserida. Deste modo, o conhecimento das ciências naturais é fundamental para refletir e discutir a vida em sociedade e para a formação de cidadãos críticos e participantes socialmente.

Infelizmente, o ensino das ciências da natureza, de maneira geral, não atinge as expectativas de uma educação crítica. Na maioria das vezes há apenas a transmissão de conhecimentos, sem a preocupação com a contextualização necessária, nem tão pouco com os conhecimentos prévios dos alunos e suas possíveis reflexões da realidade vivenciada. Muitas vezes o aluno não consegue fazer a conexão dos conhecimentos adquiridos com a realidade própria, uma vez que o ensino é descontextualizado e fragmentado, dificultando a visão holística do mesmo. Assim, alguns alunos perdem a curiosidade inicial, intrínseca na vontade de aprender, por não perceberem que tais assuntos perpassam a vida em sociedade e suas modificações, principalmente no que diz respeito às tecnologias usadas habitualmente.

Em oposição à realidade atual do ensino de ciências, acredita-se que um ensino pautado na desfragmentação, na contextualização e na utilização de dispositivos tecnológicos, possa auxiliar na formação desejada, uma vez que esclarece a ligação entre as ciências, os modelos produtivos e as mudanças sociais, conferindo, pelo entendimento, a possibilidade de intervenção na realidade vivenciada.

Visando à superação da abordagem disciplinar tradicional fragmentada, incapaz de atender às demandas por um ensino contextualizado, propõe-se um ensino interdisciplinar. Vários autores defendem a interdisciplinaridade como forma de atrair e motivar os alunos. Morin (2002) faz algumas ressalvas em relação a este método, indicando que as ciências possuem conceitos próprios disciplinares, e que para um trabalho profícuo devem-se encontrar pontos de interarticulação entre as ciências. Muitos são os desafios para se obter um ensino verdadeiramente interdisciplinar; entre eles Tardif (2010) salienta as experiências dos professores como alunos, que interferem na organização das sequências didáticas, uma vez que se sentem mais seguros em reproduzir da forma como aprenderam.

Para superar a educação dual, Saviani (2003) pondera que precisamos partir do real, das condições disponíveis, utilizando o trabalho como princípio educativo, promovendo a união entre a formação intelectual e trabalho produtivo, entre a instrução e produção material. A partir desse fato, perceber que o modelo econômico vigente se apropria do conhecimento como força produtiva, convertendo em potência material, assim, pretende-se a universalização do ensino, como característica crítica, capaz de formar cidadãos ativos. Para Saviani (2003) a politecnia é a direção na superação desta dicotomia.

1.1 Objetivo e Questão de Pesquisa

No contexto apresentado acima, esta pesquisa de mestrado teve como objetivo geral o desenvolvimento de uma sequência didática, que inclui a produção de um aplicativo na forma de jogo, utilizando como tema articulador os semicondutores, a aplicação desta sequência em curso técnico na área industrial e a análise das contribuições oferecidas ao processo de ensino-aprendizagem.

Na construção da sequência didática e de sua aplicação, pode-se destacar como objetivos específicos:

- Identificar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre semicondutores;
- Desenvolver atividades didático-pedagógicas utilizando diferentes metodologias, sobre aspectos dos semicondutores que permitam aos estudantes relacionar ciência, tecnologia e sociedade;
- Verificar e analisar os resultados, em termos de motivação, contextualização e aprendizagem, das atividades didático-pedagógicas desenvolvidas;
- Construir um aplicativo, na forma de jogo no formato de *quizz*, sobre semicondutores, enfatizando os aspectos científicos do tema e sua relação com o desenvolvimento social;
- Aplicar o jogo com os estudantes, como finalização da sequência didática, e analisar sua validade como instrumento de aprendizagem e avaliação.

O processo de pesquisa ligado à elaboração e à aplicação da sequência didática e do jogo com os estudantes visa responder as seguintes questões:

- “Como é possível promover a interdisciplinaridade e a contextualização de conteúdos científicos a partir de uma sequência didática sobre semicondutores?”
- “Em que medida uma sequência didática que utilize metodologias diferenciadas, em especial um aplicativo na forma de jogo, pode contribuir com a motivação dos estudantes, a contextualização dos conteúdos e, como consequência, com a aprendizagem?”
- “Após a participação nas atividades deste trabalho, até que ponto os estudantes alcançaram uma visão crítica sobre a relação entre ciência, tecnologia e sobre o impacto destas na sociedade em que vivem?”

1.2 Justificativa

O tema “semicondutores” foi escolhido por fazer parte da realidade dos estudantes em geral, e dos estudantes de cursos técnicos na área industrial em especial, permitindo a contextualização de conteúdos. Foi considerado ainda, nesta escolha, que este assunto pode englobar disciplinas distintas, porém correlacionadas, tanto do núcleo comum quanto das áreas técnicas, diminuindo assim a fragmentação histórica e a instrução parcelada, facilitando um desenvolvimento interdisciplinar.

A inclusão do aplicativo, na forma de jogo, visa conectar, de forma direta, as ciências ao cotidiano e ao trabalho, tendo em mente a superação da educação dual, pois o fazer ciência está intimamente ligado ao trabalho, sem o qual o trabalho, como o percebemos nos dias atuais, não seria possível, principalmente no que tange as tecnologias contemporâneas.

O intuito do aplicativo é também fomentar a concepção do ser humano como constituinte do meio ambiente, partindo do pressuposto que a curiosidade pelas ciências naturais pode levar a aprendizagem e desenvolver o protagonismo em relação à educação. Por este motivo foi escolhido para o aplicativo o formato de um *quizz*, envolvendo conteúdos gerais sobre semicondutores, suas aplicações, descarte e o desenvolvimento de tecnologias utilizadas atualmente no mundo do trabalho.

Anseia-se então realizar um projeto que articule as disciplinas de ciências naturais, com a utilização de dispositivos tecnológicos, que seja capaz de promover reflexão nos alunos, para que os mesmos possam ter uma visão holística das ciências e da influência nas suas vidas e conseqüentemente na sociedade, com base na formação integral do sujeito.

É evidente que os conteúdos não são isolados, e que a capacidade de aprender a aprender, apesar de ser requerida pelo modelo econômico, subsidia a oportunidade de instruir todos com vista à emancipação. Como observou Antunes (2009), o capital é mundializado, precisamos de trabalhadores também mundializados, que tenham criticidade suficiente para se opor aos padrões dominantes e excludentes.

A sequência didática e os conhecimentos por ela apresentados, por serem amplamente utilizados pelos alunos atualmente, servirão como elemento contextualizador e motivador de aprendizagem, uma vez que perpassam a realidade dos mesmos. Com isso, devem possibilitar ao aluno alcançar patamares superiores de

aprendizagem, tendo em vista que demonstram como as ciências são utilizadas para o desenvolvimento de novas tecnologias e como estas interferem no modo de vida social, despertando nos alunos a possibilidade de uma visão crítica e contribuindo assim para a sua formação integral.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Toda pesquisa na área de ensino envolve diferentes conhecimentos; quando se trata da educação profissional e tecnológica não é diferente. É necessário discutir as bases conceituais que refletem a visão de educação profissional e tecnológica que estruturam a pesquisa, o que se faz no item 2.1. Também é fundamental destacar os aspectos do processo de ensino-aprendizagem que servem de base para o produto educacional e para as atividades didático-pedagógicas desenvolvidas, o que é realizado nos itens 2.2 e 2.3, que tratam da interdisciplinaridade e do uso da tecnologia na educação, respectivamente. Por fim, é necessário apresentar os conceitos científicos fundamentais sobre o tema que serve de base para o produto educacional e para a construção das atividades, sendo este o conteúdo do item 2.4.

2.1 Ciência e Tecnologia na Educação Profissional e Tecnológica

O mundo atual é fortemente marcado pela ciência e tecnologia, que influenciam de forma determinante a vida em sociedade. Necessita-se, assim, de uma educação que supere as características dualistas e possa preparar o aluno para o exercício da cidadania e, desta forma, atingir o objetivo de uma educação ligada à prática social.

Para alcançar tais perspectivas há a necessidade de uma reflexão constante teórico-pedagógica. Para Libâneo (2006) há uma divisão entre conhecimento prático e conhecimento teórico pedagógico, na formação educacional brasileira, onde o primeiro é priorizado e o segundo vem sendo descaracterizado, sendo realizado e produzido de forma pouco crítica. Um exemplo dessa visão que reduz a importância das teorias pedagógicas é o que Nunes (2008) assinala como modelo pragmático, que sugere que o conhecimento surge da prática e por isso é válido, não dependendo de teorias formais. A prevalência dos conhecimentos práticos produz uma diminuição de reflexões sobre a prática, induzindo uma formação crítica deficitária, reduzindo o processo de ensino à instrumentalização dos alunos.

Para Pérez-Gomez (1997), a investigação e a prática formam círculos independentes que não se encontram. Segundo Zeichner (1993), esse modelo, que não conecta as partes, pouco tem contribuído na identidade de um profissional reflexivo e investigador de suas práticas e comprometidos com a transformação social. Schon

(1992), conclui que a vinculação entre teoria e prática, a partir da prática, é necessária para modificar esse paradigma da formação docente e, conseqüentemente, do processo de formação dos estudantes em geral.

Para Martins (2001), a educação passou a ser legalmente reconhecida como instrumento social e assim tem a potencialidade de transposição da marginalidade para a materialidade da cidadania, não sendo possível ser conquistada sem aquisição do saber. Nesse contexto a profissão docente, por sua natureza humana e social, não é uma atividade neutra, e deve, portanto, estar provida de conhecimentos e práticas que sejam capazes de auxiliar na formação de sujeitos críticos, capazes de compreender, interagir e transformar o mundo. Nesse sentido, Melo (2000, n.p) afirma que:

[...] educar é essencialmente político e o professor também o é. Não se pode ficar restrito ao universo de sua disciplina. É preciso que ele como agente social ativo, possa discutir com os alunos a importância deles na construção da sociedade e de optarem "política e ideologicamente" qual o melhor caminho a trilharem nas ciências e no seu ensino, que possa atender às necessidades sociais contribuindo para a formação de um aluno cidadão.

Precisa-se, assim, de uma educação capaz de promover autonomia aos estudantes, onde os mesmos possuam uma visão crítica da realidade que vivenciam, sendo capazes de modificar tal realidade, possuindo uma formação omnilateral. Para que isto ocorra, como defende Saviani (2003), a formação destes alunos não pode permanecer dual, parcelada; há necessidade de vincular a aprendizagem dos conteúdos ao mundo do trabalho.

Desta forma, as ciências e a tecnologia têm papel preponderante na formação de um aluno crítico, por fazerem parte da maioria dos processos de desenvolvimento industrial e de mercado e, portanto, influenciarem diretamente a vida dos cidadãos. Por um lado, de acordo com Saviani (2003), a ciência “[...] não se faz sem manipulação da realidade e não se pensa sem base da ação. O que a noção de politecnia tenta trazer é a compreensão desse fenômeno, a captação da contradição que marca a sociedade capitalista, e a direção de sua superação.” Por outro, conforme Chassot (2000), a alfabetização científica tem por objetivos desenvolver a autonomia, o senso crítico, a capacidade de comunicação e a tomada de decisão responsável, que fazem parte das características que se deseja de um cidadão.

De acordo com Santos e Schnetzler (1997), a educação científica, visando à formação para a cidadania, pressupõe que a compreensão do conhecimento científico

ocorra junto com o desenvolvimento da capacidade de pensar, para tomada consciente de decisão sobre ciência, tecnologia e sociedade.

Precisa-se de um ensino de ciências voltado para o exercício do senso crítico, visando o desenvolvimento de uma percepção acentuada em relação aos impactos sociais, culturais e ambientais, que são provenientes dos avanços científicos e tecnológicos. Os temas sócio-científicos envolvem questões referentes à ciência e tecnologia com impactos na sociedade, esses temas necessitam de conhecimentos para a tomada de decisão responsável, sendo indispensável à realização de debates sobre valores e ética (RATICLIFE, GRACE, 2003).

Assim como os diversos conhecimentos, o ensino das ciências naturais no Brasil tem se orientado por tendências que refletem o momento histórico, político e econômico vigente na época. O desenvolvimento tecnológico influenciou, junto com a industrialização, mudanças nos currículos da educação básica. De acordo com Melo (2000), as ciências naturais foram introduzidas como conteúdo curricular no Brasil para formar cidadãos e atender as necessidades de desenvolvimento tecnológico do país. Assim, os conteúdos devem fornecer uma construção de mundo formado por elementos inter-relacionados, sabendo que a formação humana é parte constituinte e agente de transformação.

As ciências devem possibilitar a formação sólida e reflexiva, além de preparar para a busca de novos conhecimentos, Neste aspecto, o ensino de ciências deve possuir propostas adequadas para favorecer uma aprendizagem com comprometimento, com dimensões políticas, sociais e econômicas, que permeiam as relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Trata-se de orientar o ensino de ciências a criticidade, em relação aos processos de produção do conhecimento científico-tecnológico e suas implicações na sociedade e na qualidade de vida dos cidadãos. Os estudantes precisam assumir-se como um ser social e histórico, capaz de pensar, comunicar, transformar, criar, realizar sonhos, de ter sonhos, de ter raiva e amar (FREIRE, 1996)

2.2 Contextualização e Interdisciplinaridade.

Atualmente, as instituições escolares almejam uma forma de auxiliar no processo de ensino-aprendizagem, uma vez que muitos pesquisadores e sociedade civil inserem a culpa da não aprendizagem nas escolas e nos seus constituintes. O

conhecimento descontextualizado e a fragmentação do ensino têm contribuído para esta alienação do conhecimento, uma vez que não auxiliam na compreensão do mesmo. O saber compartimentado em disciplinas gera alienação e irresponsabilidade, pois os alunos não se sentem partes dos fenômenos, sendo assim, incapazes de modificá-los. (Luck,1994)

O currículo escolar é mínimo e fragmentado. [...] Não favorece a comunicação e o diálogo entre os saberes. As disciplinas com seus programas e conteúdos não se integram [...], dificultando a perspectiva de conjunto e de globalização, que favorece a aprendizagem. (Petraglia, 2001, p.69)

Há a necessidade de romper com a estrutura acadêmica instaurada no ensino, que tem por características ser propedêutica e descontextualizada. Rever tal modelo é de suma importância para democratizar a difusão científica e não reproduzir antigos paradigmas, que estabelecem a ciência como algo neutro, não provocando mudanças na vida em sociedade. Assim, democratizar o acesso ao conhecimento científico é uma forma de assegurar a aplicabilidade no mundo do trabalho. Com o acesso igualitário aos conhecimentos acumulados, vivos e atualizados, podemos adquirir uma formação cidadã, sendo assim, perceber aquele conhecimento na vida em sociedade e nas atividades que realizo.

Para que isto possa ocorrer é importante compreender que a Biologia, a Física, e a Química, por exemplo, fazem parte de uma única área de conhecimento – as Ciências da Natureza, e que o ensino destes conteúdos deve ser estruturado de uma forma mais ampla e interdisciplinar. A lei 9394-96 estabelece um ensino voltado para o contexto social. Da mesma forma, as diretrizes para a educação básica indicam que as informações sobre as ciências da natureza devem ser interpretadas para que haja uma compreensão em diversos campos das ciências integradas e sua relação com as questões sociais; o conhecimento científico deve estar vinculado à tecnologia, as questões sociais e ambientais, percebendo a ciências como produção humana, preconizando uma proposta de ensino desfragmentado e contextualizado.

Assim, acredita-se que a interdisciplinaridade possa melhorar a aprendizagem, auxiliando na compreensão holística dos fenômenos e conferindo significado para os diferentes conhecimentos aos alunos. Entende-se que a interdisciplinaridade é uma verdadeira integração entre as disciplinas, que compreende troca e cooperação, onde o tema a ser estudado está acima dos domínios de cada disciplina.

A interdisciplinaridade é uma forma de superação da abordagem disciplinar fragmentada, incapaz de atender as demandas de um ensino contextualizado, que se deseja inserido na prática social. Morin (2002B) acredita que para superar a fragmentação disciplinar, a reforma deve ser iniciada pelos educadores, pois cada matéria das ciências tem suas peculiaridades, que só será articulada realmente por quem tem conhecimentos sobre.

O grande problema, pois, é encontrar a difícil via de interarticulação entre as ciências, que têm, cada uma delas, não apenas sua linguagem própria, mas também conceitos fundamentais que não podem ser transferidos de uma linguagem à outra. (Morin, 2002A, p.113)

Para Machado (2000) as redes ou teias de significações dariam uma maior mobilidade aos currículos e seria a chave para a construção de um trabalho verdadeiramente interdisciplinar.

O interdisciplinar de que tanto se fala não está em confrontar disciplinas já constituídas das quais, na realidade, nenhuma consente em abandonar-se. Para se fazer interdisciplinaridade, não basta tomar um “assunto” (um tema) e convocar em torno duas ou três ciências. A interdisciplinaridade consiste em um objeto novo que não pertença a ninguém. (Barthes, 1988, apud Machado, 2000, p.117).

Deste modo, para ocorrer um trabalho interdisciplinar há a necessidade do envolvimento de diferentes disciplinas, atividades colaborativas, podendo ser desenvolvida por um único professor, disposto a integrar conteúdos de outras áreas.

Na tentativa de estruturar propostas interdisciplinares, muitos professores preocupam-se em demasia em rotular tais atividades. Para Luck (1994) mais importante que classificar as atividades como multidisciplinar, interdisciplinar ou polidisciplinar é aproximar e valorizar esforços, para identificar transformações alcançadas e orientar na perspectiva de alcançar novos níveis de visão interdisciplinar.

Santos (2006) acredita que os professores devem ser capacitados para possuírem uma visão interdisciplinar da ciência, percebendo o contexto entre valores e atividades científicas.

Para Fazenda (2012) a interdisciplinaridade deveria ser compreendida mais como ação e vivência do que apenas como estratégia de estudo do conteúdo, tendo por objetivo a unificação dos saberes em torno de um assunto em comum, para promover a desfragmentação dos assuntos disciplinares, articulando o trabalho entre as disciplinas.

Pode-se perceber, que mais importante do que acertar nas primeiras tentativas, o que se procura e deseja, é ir refletindo sobre a prática e ir aperfeiçoando-a, na tentativa real de ensino interdisciplinar e contextualizado. Assim podemos definir contextualização como uma prática que visa promover uma relação entre conteúdos das disciplinas com os conhecimentos prévios dos alunos, não apenas suas ações e experiências cotidianas, mas a relação entre o conteúdo, o sujeito e seu contexto histórico, social e cultural, visando a formação de um cidadão crítico (WARTHA, SILVA E BEJARANO, 2013).

2.3 Tecnologias da Informação no Ensino

Além da contextualização e da interdisciplinaridade, o uso de dispositivos tecnológicos e das tecnologias da informação, amplamente utilizados pela sociedade atual, pode facilitar a construção de conhecimentos pelos estudantes, contribuindo com o processo de ensino-aprendizagem. Outrossim, com a influência que a tecnologia, de maneira geral, e a informática, em especial, exercem na vida em sociedade, é essencial que tais conhecimentos sejam contemplados nas salas de aulas, pois farão parte da prática social.

O desenvolvimento de materiais educacionais informatizados busca aproximar os conteúdos à realidade vivenciada pelos alunos, ampliando as possibilidades de experimentação. De acordo com Kenski (2003) a tecnologia deve facilitar a internalização e sistematização da informação, para criar conhecimentos que possam ser aplicados de maneira significativa, sendo meios para melhorar a qualidade do processo de ensino aprendizagem.

De acordo com Juuti e Lavonen (2006), muitos processos de pesquisa e desenvolvimento de materiais informatizados para educação é visto de forma separada do ensino, como se não houvesse ligação entre os materiais e o conteúdo aprendido dentro da sala de aula, dificultando o aperfeiçoamento de teorias da área.

É importante destacar que a inserção de novas tecnologias por si só não é inovação, e não garante melhoria no processo educativo. Precisa-se ir além de incorporar novas tecnologias, adequando as mesmas ao contexto em que está inserida, aproximando os conhecimentos acadêmicos da sociedade civil, que é quem utiliza tais

conhecimentos, capaz de formar sujeitos críticos de sua realidade e ativos socialmente, caracterizando um lugar de produção e não apenas de reprodução de conhecimentos.

Oliveira (2000), distingue três momentos de inserção das mídias na educação norte americana: em 1970, os projetos de iniciativa do governo federal, que tinham como base materiais elaborados por centros de pesquisa das universidades; em 1980, pela desvalorização dessas mídias na educação; e em 1990, com a reforma educacional americana, que flexibilizou e conferiu autonomia aos professores para novas ações, fez ressurgir o movimento da utilização das tecnologias na educação, bem como o construtivismo e o multiculturalismo.

De acordo com Almeida (2008), as características do governo dos EUA dão aos estados maior independência as ações educativas, porém observa-se, a partir de 2000, a incitação à integração de tecnologias de informação e comunicação (TIC) ao currículo, o que também se observa em países da Europa, como França e Portugal.

Nos EUA as investigações científicas estão voltadas ao desenvolvimento de produtos apropriados para a realização de atividades colaborativas, a organização e gestão de informações para o desenvolvimento de projetos baseados na exploração e na produção conjunta de software por comunidades livres auto-organizadas, que funcionam por meio da comunicação multidirecional online (Almeida, 2008, p.107).

Como destaca Belloni (2005), a relação entre ensino e aprendizagem parte da inter-relação dos sujeitos envolvidos no processo, que pode ou não ser mediada pelas tecnologias, na procura da autonomia e no cultivo de conhecimento com significação social. Portanto o material educativo é meio para a aprendizagem e não determina como ocorre a prática.

As tecnologias têm por pressuposto auxiliar os professores no desenvolvimento do processo de ensino-aprendizagem, sendo utilizada como meio articulador deste processo. Assim, e segundo Demo (2005), o professor e sua formação são fundamentais para inclusão digital dos alunos, sendo considerada atualmente, uma característica crucial para conseguir uma formação integral destes.

Os professores vivem um momento de transição de suas concepções, tendo dificuldade para transpor as barreiras de sua formação, que foi e ainda é fragmentada, muitas vezes deficitária em relação ao uso de recursos tecnológicos e tecnologias da informação, incidindo diretamente na prática com uma atuação profissional pouco ousada. As tecnologias, porém, se fazem presentes no cotidiano dos alunos e dos professores, tornando imprescindível sua utilização. É fundamental que a formação

desses profissionais seja sólida, consistente e continuada. Para que estes profissionais possam se aprimorar no exercício da função, visando principalmente o aperfeiçoamento do uso das tecnologias, é interessante a utilização desses recursos, aprendendo na prática como tais são constituídos e utilizados. Outras propostas interessantes são as informações on-line, que possibilitam aprendizagem teórica e prática concomitantemente.

O material não determina a prática, o uso desse material e a concepção de processo educativo do professor, são que determinam o papel do material pedagógico. O material pode ser um elemento de inovação e estimular mudanças na sala ou apenas reproduzir antigas práticas. Pretende-se que o material seja inovador neste sentido, na forma de utilização do mesmo, estimulando mudanças no uso das tecnologias, uma vez que os alunos percebam que há maneiras de aprender de forma lúdica e que esta aprendizagem é de suma importância para entender as mudanças que as ciências e a tecnologia influenciam na sociedade.

Uma experiência Norte Americana que tem dado bons resultados, conectando o construtivismo na aprendizagem e as tecnologias de informação e comunicação é a plataforma Khan Academy. Nela o professor se conecta aos alunos e a pode mediar de forma individual ou em grupos a aprendizagens do educando. De acordo com a plataforma, 90% dos usuários (professores) estão satisfeitos com a mesma, facilitando a identificação de dificuldades, a compreensão dos alunos e personalizando as aprendizagens.

2.4 Semicondutores e as Ciências da Natureza

Um importante elemento do desenvolvimento tecnológico da sociedade nas últimas décadas é a indústria eletrônica. Equipamentos eletrônicos como celulares, computadores, televisores, entre outros, fazem parte da vida de parcela significativa da população mundial. As linhas de produção dos demais setores industriais também dependem de equipamentos e dispositivos eletrônicos para seu funcionamento, de forma que não só as pessoas, de maneira direta, mas também o sistema produtivo, estão diretamente relacionados à eletrônica.

O desenvolvimento dessa área de conhecimento – a eletrônica, por sua vez, está relacionado a pesquisas desenvolvidas nas ciências da natureza, especificamente no que

se refere aos materiais semicondutores (Kneller, 1980). A definição básica para os semicondutores é que são materiais com condutividade intermediária entre condutores e isolantes, mas a característica mais importante desses materiais é a possibilidade de controle da condutividade elétrica a partir de fatores como temperatura, luz e adição de impurezas (Orton, 2004).

Para compreender verdadeiramente os semicondutores e, conseqüentemente, o funcionamento dos equipamentos eletrônicos que nos cercam, são necessários vários conhecimentos, tradicionalmente abordados pela Química, pela Física e também pela Biologia.

Na Química são estudadas: as propriedades dos diferentes elementos, entre eles os semicondutores; a estrutura atômica e molecular da matéria, incluindo a distribuição dos elétrons nos diferentes átomos; os tipos e os mecanismos das ligações atômicas e as conseqüências dessas ligações para formação das estruturas micro e macroscópicas; a organização e as propriedades dos sólidos, em especial as configurações de rede cristalinas e as características desses materiais; entre outros (ATKINS; PAULA, 2012).

Na Física, por sua vez, os estudos sobre semicondutores aparecem tanto no estudo da Eletricidade (KELLER; GETTYS; SKOVE, 1999) quanto na Física do Estado Sólido (KITTEL, 2006). Em eletricidade são estudados os tipos de materiais – condutores, isolantes e semicondutores – e o comportamento de algumas grandezas como corrente, tensão e resistência nesses materiais; já na Física do Estado Sólido o estudo é mais profundo e envolve desde o comportamento dos elétrons em potenciais periódicos, até os princípios de funcionamento de dispositivos como diodos e transistores, passando por teorias de bandas de energia e processos de dopagem.

Na Biologia estudam-se, por exemplo, conseqüências nocivas que o desenvolvimento da eletrônica podem trazer ao meio ambiente, como contaminação de ar, solo e água, ou mesmo alguns problemas diretamente relacionados à saúde da população, com ênfase nos trabalhadores que participam da produção dos dispositivos eletrônicos (PATNAIK, 2003). O lixo eletrônico também é um problema cada vez mais evidente na sociedade.

3. METODOLOGIA DE PESQUISA

Este capítulo tem como objetivo apresentar os diferentes aspectos metodológicos do trabalho que foi desenvolvido, tanto em relação aos referenciais e fundamentos quanto sobre os métodos e técnicas de coleta e tratamento de dados, bem como sobre o desenvolvimento do produto educacional e sobre o contexto em que a pesquisa, ou seja, a validação deste produto, foi desenvolvida.

A metodologia definida para este trabalho foi a pesquisa-ação, pois esta permite ao pesquisador-educador uma investigação sobre a prática docente, auxiliando na reflexão e na transformação de sua própria atividade profissional. A fundamentação que sustenta esta escolha e o desenvolvimento dos trabalhos é apresentada no item 3.1.

Os dados da pesquisa foram coletados a partir de questionários, dos materiais produzidos pelos estudantes durante as atividades propostas, imagens (fotografia) e de registros de observação do pesquisador. Os referenciais que respaldam a escolha destes métodos de coleta são discutidos no item 3.2.

Os dados foram trabalhados estatisticamente, quando quantitativos; para os dados qualitativos foi utilizado o método de análise de conteúdo e categorização, bem como analisados a partir da metodologia da triangulação de dados. Os métodos de análise de dados são discutidos no item 3.3.

No item 3.4 será apresentado o contexto educacional onde se insere esta pesquisa, a saber, uma turma de quarto ano do curso técnico em automação industrial integrado ao ensino médio do campus sertãozinho do IFSP.

O jogo didático sobre semicondutores, objeto de aprendizagem, foi inserido em uma sequência didática composta por atividades práticas sobre o tema, sendo este conjunto o produto educacional objeto de pesquisa desta dissertação. O item 3.5 apresenta os referenciais que discutem as metodologias didáticas escolhidas, além de descrever as etapas de desenvolvimento dos trabalhos.

3.1 Fundamentação Metodológica

A origem da pesquisa-ação está ligada aos trabalhos de Kurt Lewin sobre hábitos alimentares. Desde o princípio este tipo de pesquisa baseia-se na construção de relações democráticas, na participação ativa dos sujeitos durante o processo de pesquisa

e na consideração de que as mudanças são efetivadas com mais facilidade quando partem de decisões coletivas (FRANCO, 2005).

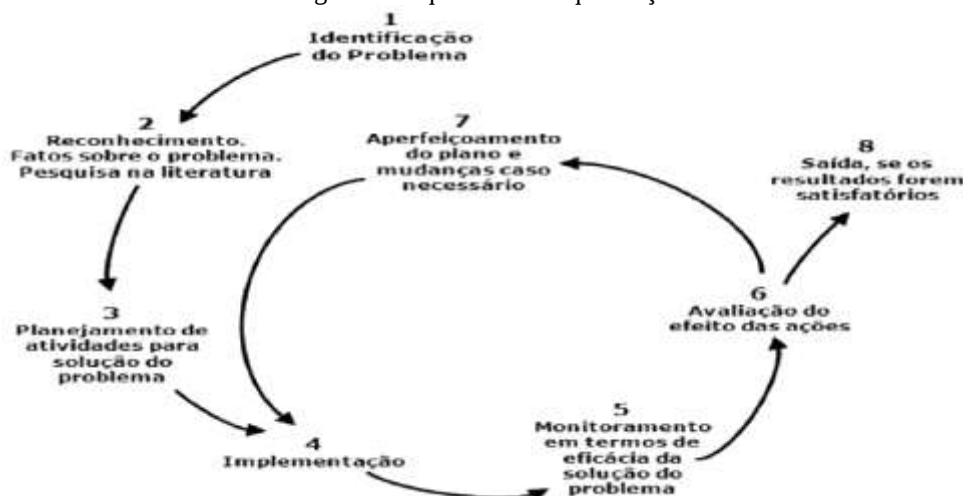
Ampliando sua área de ação, a pesquisa-ação foi adotada em trabalhos relacionados à gestão organizacional e nos anos de 1980, unindo-se a concepções dialéticas, passou a fazer parte do referencial metodológico que busca melhorias nas práticas educativas. Entre as características deste tipo de pesquisa, destacam-se: ser um processo social, investigando contextos como a educação; ser participativa, envolvendo indivíduos que examinam seu próprio conhecimento; ser prática e colaborativa, de forma que os participantes interagem socialmente e analisam suas ações; ser emancipatória, auxiliando na libertação do indivíduo em relação às dinâmicas sociais estabelecidas; ser crítica, incentivando a reflexão sobre as condições sociais impostas; ser dialética, objetivando a investigação da realidade para sua transformação (FRANCO, 2005).

A pesquisa-ação sempre parte de um problema, que neste caso é a descontextualização do ensino de ciências. De acordo com Tripp (2005) a pesquisa-ação educacional é utilizada principalmente por docentes que desejam aprimorar suas práticas e o aprendizado dos seus alunos; é concebida pelo planejamento, implementação, descrição e avaliação, tanto a respeito da prática quanto da investigação. Ainda de acordo com o autor supracitado, este tipo de pesquisa tende a documentar seu progresso por informações produzidas na prática rotineira, bem como por resultados em testes e portfólios em educação.

De acordo com Franco (2005), a pesquisa-ação consiste em um ciclo em espiral, que permite adequações durante o processo de planejamento, ação e análise, sendo: o planejamento a fase que há reconhecimento da situação; a ação, a tomada de decisões; e a análise, o encontro de fatos sobre os resultados da ação. Desta forma estes fatos são incorporados na fase seguinte de planejamento, implicando em uma reflexão permanente sobre a ação, sendo o caráter pedagógico deste trabalho.

McKay e Marshall (2001) apresentam um esquema para o desenvolvimento de um projeto de pesquisa-ação constituído por oito etapas, este roteiro foi selecionado por ser claro em relação às etapas propostas, facilitando a compreensão e os objetivos da pesquisa, além de ser suscetível a mudanças que podem ocorrer em todas as etapas (Figura 1).

Figura 1. Esquema da Pesquisa-ação



Fonte: McKay e Marshall, 2001.

Para o trabalho de pesquisa relatado nesta dissertação, cada uma das etapas ilustradas na figura é descrita a seguir:

Etapa 1 – Identificação do Problema - A ciência é vista como algo externo ao ser humano e sua relação com o meio, desconectada da vida social e do sistema produtivo, sendo assim, é desinteressante aos estudantes e sem proficuidade cotidiana.

Etapa 2 – Reconhecimento (Fatos sobre o problema e pesquisa na literatura) – Para sanar tal perspectiva da ciência, vários educadores, teoricamente ou em suas práticas diárias, buscam contextualizar os conteúdos científicos estabelecendo relações das ciências entre si e com outras áreas do conhecimento (interdisciplinaridade) e das ciências com o meio, neste incluídas as relações econômicas e sociais. Além disso, a literatura traz ampla discussão no sentido de que a ciência não é neutra, tendo papel relevante para a formação do cidadão.

Etapa 3 – Planejamento de Atividades para solução do problema – As atividades foram planejadas com o intuito de fornecer a formação integral do cidadão. Para o desenvolvimento dos trabalhos foi selecionado como grupo de estudantes uma turma de 4º ano do curso técnico integrado em automação industrial. Foi escolhido como tema “Os Semicondutores”, já que os equipamentos eletrônicos construídos com esses dispositivos fazem parte do cotidiano dos estudantes, além de estarem diretamente relacionados à sua futura atuação no mundo do trabalho. A primeira etapa planejada foi a aplicação de um questionário diagnóstico, para saber os conhecimentos prévios dos

alunos e suas pretensões de aprendizagens em relação ao tema semicondutores; os resultados desse questionário foram utilizados como parâmetro (escolha dos temas e métodos pedagógicos) para o desenvolvimento das atividades posteriores.

Etapa 4 – Implementação – Para a aplicação das atividades, contou-se com a colaboração de duas professoras da turma, que ministram disciplinas técnicas do curso relacionadas à aplicação de dispositivos semicondutores e processos industriais. O conjunto de atividades fez uso de cinco blocos de aulas (de 2 ou 3 aulas cada): uma para apresentação do projeto, avaliação diagnóstica e assinatura dos termos de consentimento/assentimento e outras quatro para o desenvolvimento das atividades específicas sobre semicondutores.

Etapa 5 – Monitoramento em termos de eficácia da solução do problema – Durante as atividades foram feitas observações sobre o interesse dos estudantes pelos temas apresentados, sobre a participação ativa e efetiva dos mesmos, sobre a interação entre os estudantes e sobre o desenvolvimento da atividade em si. As observações foram complementadas por registros fotográficos.

Etapa 6 – Avaliação dos efeitos das ações – A cada atividade os estudantes responderam a questões sobre o conteúdo e sobre a metodologia utilizada na atividade. As respostas que os estudantes forneceram a essas questões serviram para avaliar cada uma das ações desenvolvidas.

Etapa 7 – Aperfeiçoamento do plano e mudanças caso necessário – A prática docente é em sua totalidade um aperfeiçoamento constante, pois as turmas de alunos e as tecnologias possuem peculiaridade que influenciam diretamente o desenvolvimento educacional. De forma mais direta, as respostas dos estudantes às questões propostas em cada atividade, além de servir para avaliar a própria atividade, forneceram base para a implementação de melhorias nas atividades posteriores.

Etapa 8 – Saída, se os resultados forem satisfatórios – Esta etapa só é atingida quando os resultados são plenamente satisfatórios. Apesar dos fatores positivos verificados no projeto, não houve pretensão de acabar com o problema, visto que seria improvável, pois a formação integral se dá durante todo o ensino do educando e não apenas em um projeto. Este trabalho tinha como objetivo contribuir com a formação dos estudantes, sendo os aspectos positivos avaliados a partir do conjunto de materiais produzidos pelos estudantes e questionários, porém pode e deve ser aperfeiçoado constantemente, estando em consonância com as turmas em que o mesmo será aplicado.

3.2 Métodos de Coleta de Dados

Para que uma pesquisa produza resultados significativos é necessário que os dados sejam coletados e analisados com o devido rigor científico. Para esta pesquisa foram selecionados distintos métodos de coleta de dados: questionários, observação participante através de registro fotográfico e método documental.

Como instrumentos de diálogo com os participantes da pesquisa foram utilizados questionários. O questionário, segundo Gil (1999), é uma técnica de investigação que tem por objetivo o conhecimento de opiniões, conhecimentos, interesses, expectativas, etc. Neste caso, os questionários serviram para investigar os interesses e os conhecimentos dos estudantes, bem como a opinião dos mesmos sobre as atividades propostas, validando assim, os resultados da pesquisa. Os questionários contaram com questões quantitativas, que forneceram dados estatísticos e se afastam da subjetividade, e questões qualitativas, que permitem a interpretação, análise e classificação dos dados, possibilitando o entendimento de particularidades dos indivíduos e objetos de estudo.

As atividades foram acompanhadas, observadas e registradas, para posterior análise. Para Marconi e Lakatos (2003), a observação participante é uma técnica de coleta de dados que, para conseguir informações, vai além de ver e ouvir, sendo importante para examinar o que se deseja estudar. É ainda um método consciente, dirigido e ordenado para um fim determinado, tendo caráter sistemático. Os registros foram realizados através de fotografias. Conceitualmente, Monteiro (2006) define a fotografia como um recorte do real, a imagem de um instante que foi separado de outros acontecimentos, sendo este instante o fragmento escolhido pelo fotógrafo. Para Andrade (2008), a fotografia representa o primeiro meio de produção automática da imagem, tornando-se posteriormente instrumento de mediação, registro e arquivamento.

A fotografia é um prodigioso método de coleta de dados para posterior análise, uma vez que registra um momento específico do passado, que pode ser analisado no presente, contudo é passível de múltiplas interpretações, sendo assim, o pesquisador ao analisar o material deve ter um olhar crítico, principalmente em relação ao seu próprio viés ideológico, diminuindo assim as interferências pessoais. (RIOS, COSTA E MENDES, 2016).

Outra forma de coleta de dados foi o uso dos documentos produzidos pelos alunos, que estão sob a forma de trabalhos realizados. Algumas informações adicionais

também foram recolhidas através de diálogos enquanto tais trabalhos eram realizados. Este material serve também como análise de resultados da atividade, em termos de conteúdo, interpretação e participação.

Segundo Silva e Grigolo (2002), a pesquisa documental usa materiais que não receberam nenhuma análise profunda, estas pesquisas têm como objetivo, selecionar, tratar, interpretar informações brutas, tentando extrair delas algum sentido e introduzir algum valor. Quando analisamos um determinado método de ensino-aprendizagem, o fazemos com base nos estudantes da época em questão, assim a pesquisa documental é de suma importância para analisarmos a eficácia deste método. Como corrobora Gil (2002), os documentos constituem fonte rica e estável de dados, como os mesmos são produzidos em uma determinada época histórica, sendo substituídos com o passar do tempo, sua importância é de extrema relevância em qualquer pesquisa de natureza histórica.

3.3 Tratamento de Dados

O conjunto de dados coletados - as respostas aos questionários, os materiais produzidos pelos estudantes e os registros da pesquisadora – foram analisados de duas formas. Os dados quantitativos foram trabalhados estatisticamente e apresentados na forma de gráficos e tabelas. Os dados qualitativos foram analisados utilizando a técnica de análise de conteúdo para posterior categorização, sendo considerado um método amplamente utilizado para análise deste tipo de dados.

Para Bardin (1977), esta análise é formada por um conjunto de técnicas que analisa as comunicações, utilizando procedimentos sistêmicos com o objetivo de descrição do conteúdo das mensagens, sendo a intenção desta técnica a inferência de conhecimentos relativos à produção e/ou recepção dessas mensagens, sendo os indicadores quantitativos ou não.

De forma semelhante, para Campos (2004), este método compreende um conjunto de técnicas de pesquisa com o objetivo de buscar sentido ou sentidos em um documento. Para o autor, deve-se partir dos conteúdos explícitos para os implícitos, considerando os métodos quantitativos e qualitativos como complementares. Para ele, o pesquisador traça o seu próprio caminho de acordo com seus conhecimentos teóricos, sendo norteadas por suas competências, sensibilidade, intuição e experiências.

Franco (1986) salienta que a análise de conteúdo não deve ser extremamente vinculada ao texto ou a técnica, para não formalizar excessivamente, devendo ser preservada a criatividade e a capacidade intuitiva do pesquisador. O autor alerta, porém, para o fato de que a análise não seja tão subjetiva a ponto de impor as ideias ou valores do pesquisador, sendo importante considerar também o contexto social e histórico no qual o conteúdo foi produzido.

O processo de codificação, para Campos (2004), é a marcação das unidades de análise com sinais ou símbolos que permitem o agrupamento posterior (categorias ou sub-categorias), sendo um processo individual que cabe ao pesquisador a forma que mais lhe apraza.

Todo o processo, ou seja, a análise do conjunto de dados levou em consideração a técnica de triangulação de dados, que é definida como “(...) um desenho completo de pesquisa, que assume múltiplas formas de dar sentido ao mundo, e variadas maneiras de ver e ouvir, integrando métodos quantitativos e qualitativos, seja na coleta (geração) ou na análise de dados.” (CRESWELL & CLARK apud OLIVEIRA, 2015, p. 136).

Este método de análise de dados é de suma importância, pois, de acordo com Minayo (2004, p21-22) “[...] trabalha com um universo de significados, motivações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo de relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos a operacionalização”.

A triangulação nesta pesquisa foi utilizada através da observação dos diversos métodos de coleta de dados para aumentar a compreensão sobre um mesmo fenômeno. Assim, foram analisados os dados coletados de maneira geral, considerando se estas fontes permitiram a representação expandida e aprofundada do uso da sequência didática para a formação integral do estudante. Com a triangulação, diminui-se a interferência das opiniões pessoais, pois cada dado coletado de maneira distinta confirma ou contradiz uma hipótese elencada, sendo fundamental para a reflexão da pesquisadora.

Com a triangulação foi possível ter uma visão holística de todos os dados coletados e fazer inferências a partir desses dados, sendo eles quantitativos e/ou qualitativos, corroborando com a credibilidade da pesquisa.

3.4 Contexto Educacional: a escola e os sujeitos da pesquisa

A pesquisa foi realizada no município de Sertãozinho, no Instituto Federal de São Paulo (IFSP). Este *lócus* de pesquisa foi selecionado por ter em suas bases de ensino o objetivo de formação integral do aluno que, segundo Ramos (2010), busca romper a dicotomia entre educação básica e técnica, resgatando o princípio da formação humana em sua totalidade. No mesmo sentido, afirma Juracy (2009) que os Institutos federais surgiram com o propósito de superar o dualismo histórico, presente na educação brasileira, tendo foco na promoção da justiça social, equidade e desenvolvimento sustentável, na busca de soluções técnicas e geração de novas tecnologias. A formação integral é implementada, nos Institutos Federais, através dos cursos técnicos integrados ao ensino médio; nesses cursos o tempo de realização do ensino médio amplia-se de três para quatro anos, para permitir uma maior articulação entre ciência, cultura e trabalho.

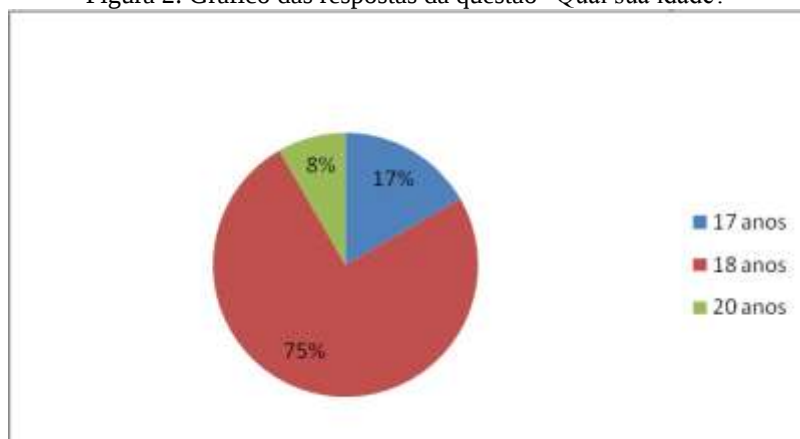
Desde 1996, Sertãozinho conta com alguns cursos técnicos, porém foi a partir de 2008, com a criação dos Institutos Federais, que a instituição que antes oferecia tais cursos passa a ser entendida como Campus do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP), possuindo assim o mesmo ideário dos demais Institutos Federais.

As atividades foram realizadas com os alunos do curso técnico em automação industrial integrado ao ensino médio que frequentaram o quarto ano do curso no ano de 2018. Essa turma foi eleita tendo em vista que os estudantes, até este ponto, já cursaram todas as disciplinas das ciências da natureza de seus cursos e, sob outro ponto de vista, frequentaram nos anos anteriores e durante o período letivo da pesquisa, diversos componentes curriculares da parte técnica com conteúdos relacionados a dispositivos semicondutores. Considerou-se, portanto, que o profissional da área de automação industrial, necessita, para uma formação plena, uma compreensão ampla dos conteúdos científicos e técnicos, e da relação entre a ciência e a tecnologia dos semicondutores.

Para exemplificar o perfil geral dos estudantes do quarto ano de automação industrial, analisamos uma característica pessoal e outra relacionada ao uso de tecnologias – equipamentos eletrônicos. Tais especificidades foram avaliadas no questionário diagnóstico; no dia de aplicação do questionário diagnóstico estavam presentes 12 dos 33 estudantes matriculados na turma.

A característica pessoal avaliada foi a idade. Percebe-se, pelo gráfico apresentado na Figura 2, que a maioria predominante de estudantes possui 18 anos de idade, sendo pequenas as variações de idade como também os intervalos entre elas, portanto é uma turma bem homogênea neste quesito.

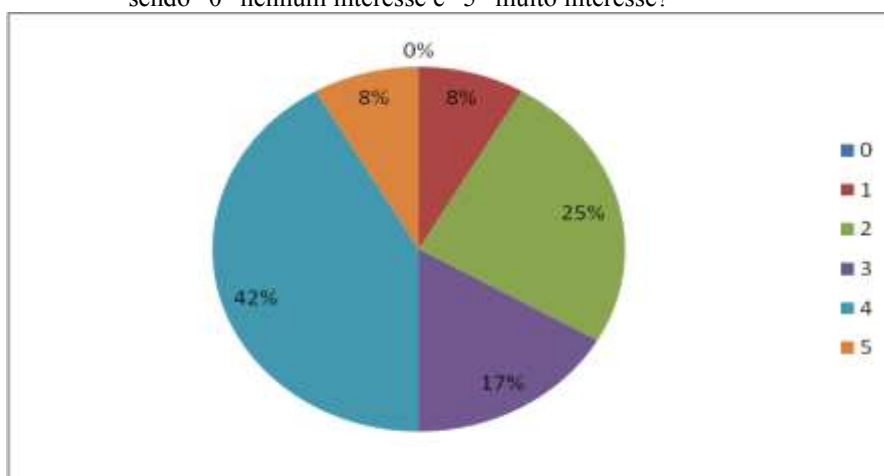
Figura 2: Gráfico das respostas da questão “Qual sua idade?”



Fonte: Desenvolvido pela autora, 2019.

Em relação ao interesse dos alunos em equipamentos eletrônicos, foi solicitado que atribuíssem um peso de 0 a 5, sendo 0 nenhum interesse no assunto e 5 muito interesse no tema e os dados obtidos estão apresentados na Figura 3. Percebe-se que apenas 8% dos alunos possuem pouco interesse no assunto (pesos 0 e 1), enquanto 42% (pesos 2 e 3) possuem interesse moderado e 50% (pesos 4 e 5) muito interesse no tema, demonstrando ser um tema conveniente.

Figura 3: Gráfico das respostas da questão “Qual seu nível de interesse por equipamentos eletrônicos, sendo “0” nenhum interesse e “5” muito interesse?”



Fonte: Desenvolvido pela autora, 2019.

Além dos estudantes, e tendo em vista os diferentes aspectos dos semicondutores abordados no produto educacional e na pesquisa e a necessidade de rigor científico no tratamento dos conceitos e fenômenos, as atividades foram desenvolvidas na forma de um projeto que incluiu: uma estudante do curso de licenciatura em Química, que realizava uma pesquisa de Iniciação Científica; a pesquisadora, com formação na área de Biologia; a orientadora do trabalho, professora de Física; e professoras de duas disciplinas da parte técnica do curso: Eletrônica Industrial e Processos Industriais.

3.5 Produto Educacional: desenvolvimento e validação

As ciências e as tecnologias estão cada vez mais presentes no dia-a-dia e suas descobertas e avanços podem ser facilmente visualizados no cotidiano das pessoas. A forma como elas são apresentadas para os educandos na escola, porém, não demonstra sua inter-relação com a vivência dos mesmos, dificultando sua aprendizagem. Partindo deste pressuposto, o delineamento metodológico desta pesquisa foi baseado na construção de uma sequência didática, com o intuito de aproximar os conhecimentos acumulados em ciências, em especial sobre os semicondutores, com as aprendizagens requeridas para trabalho, no caso específico da área de automação industrial, na tentativa de utilizar o trabalho como princípio educativo na formação integral do sujeito.

A sequência didática foi escolhida como instrumento de aprendizagem, pois, como enfatiza Zabala (1998), as sequências didáticas são uma forma de articular diversas atividades ao longo de uma unidade didática, podendo analisar as diferentes formas de intervenção de acordo com as atividades realizadas. Além disso, as sequências didáticas podem indicar a função das atividades na construção dos conhecimentos e na aprendizagem de diversos conteúdos, avaliando a relação entre eles, sendo orientada para a realização de determinados objetivos.

O desenvolvimento de habilidades e competências vem sendo contestado no ensino em EPT por estar “moldando” os alunos para o mundo do capital, porém eles necessitam estar ou entrar futuramente para o mundo do trabalho (que em nossa realidade é voltado ao capital), assim, carecem ter características requeridas por este. Desta forma, a sequência desenvolvida prevê o desenvolvimento de habilidades visando o mundo do trabalho, porém acrescenta as reflexões críticas necessárias, visando uma compreensão histórica que permita conhecer seu papel na sociedade e se contrapor ao

capital, e não ser conformado ao mundo atual. Para Antunes (1973), a luta de classes está recolocada em um patamar cada vez mais internacionalizado, assim, devemos usar os “artifícios” do capital, para contrapor-lo.

As competências foram selecionadas no sentido de preparar para o mundo do trabalho atual, mesmo sabendo que nos dias de hoje as pessoas são moldadas para a serem instrumentos de trabalho, sem se importar com as características pessoais ou de qualidade de vida, quiçá com o pensamento crítico e a possibilidade de melhoria da comunidade a que pertence. Tais competências, que são requeridas pelo mundo do trabalho, devem ser de domínio do estudante, para que o mesmo esteja apto ao exercício profissional, o que na impede que se proponha, simultaneamente, o pensamento crítico para mudar, lutar e se posicionar frente às questões da sociedade. Assim, as competências foram trabalhadas em concomitância ao descortinar da visão dos estudantes sobre o funcionamento do capital, para que os mesmo possam ser ativos na busca de um mundo mais justo e igualitário.

Antes de iniciar o desenvolvimento e a aplicação da sequência didática, tendo em vista os princípios da pesquisa-ação, foi utilizado questionário diagnóstico¹, para compreender quais eram os conhecimentos prévios que os estudantes possuíam sobre o tema e seus interesses de aprendizagem.

A sequência didática foi, então, estruturada em quatro atividades práticas: a primeira teve a finalidade de relacionar os semicondutores com a estrutura atômica da matéria e conhecimentos relativos à área de Química²; a segunda abordou aspectos relativos à condutividade de corrente dos materiais e questões relativas à Física dos semicondutores³; a terceira teve relação com os materiais para produção de aparelhos eletrônicos, seu descarte e poluição do ambiente, sendo relacionada com a área de Biologia⁴; a quarta foi pautada na utilização de dispositivos semicondutores na área da saúde, e, portanto, também relacionada com aspectos da Biologia.

Os conteúdos específicos de cada atividade, bem como os formatos e metodologias de ensino adotado, foram selecionados de acordo com as respostas dos estudantes aos questionários, seus comentários durante e após o desenvolvimento das atividades precedentes, enfim, com base no diálogo entre os participantes do processo.

¹ Questionário completo no Apêndice A.

² Roteiro da atividade “Estrutura Cristalina dos Semicondutores Tradicionais” no Apêndice A.

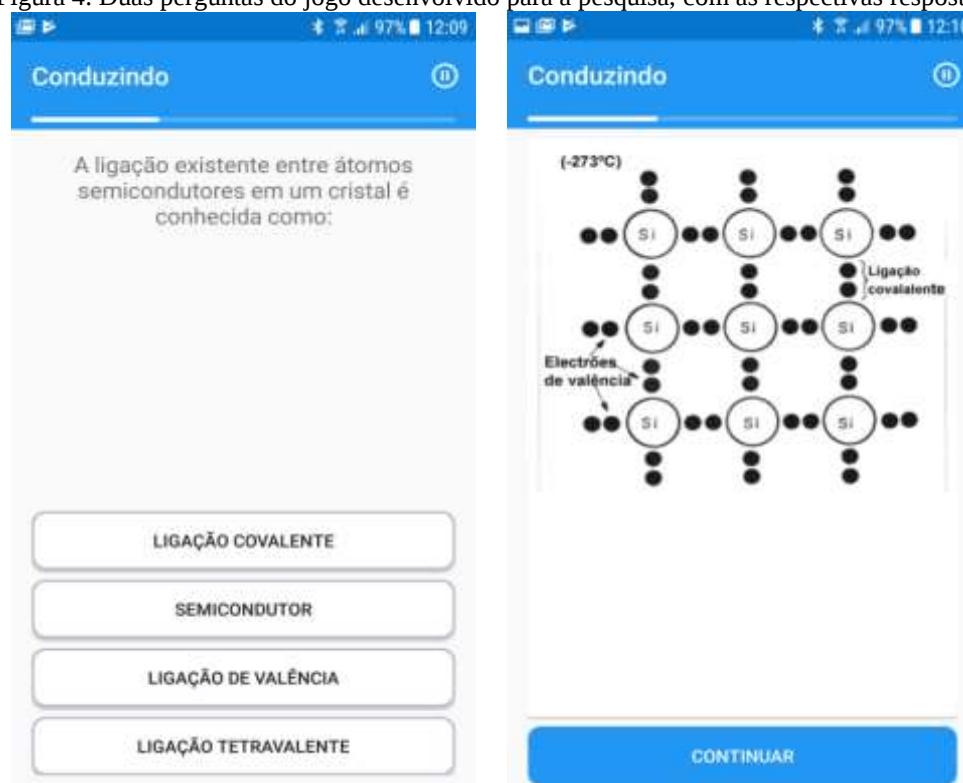
³ Roteiro da atividade “Condutividade nos Semicondutores” no Apêndice A.

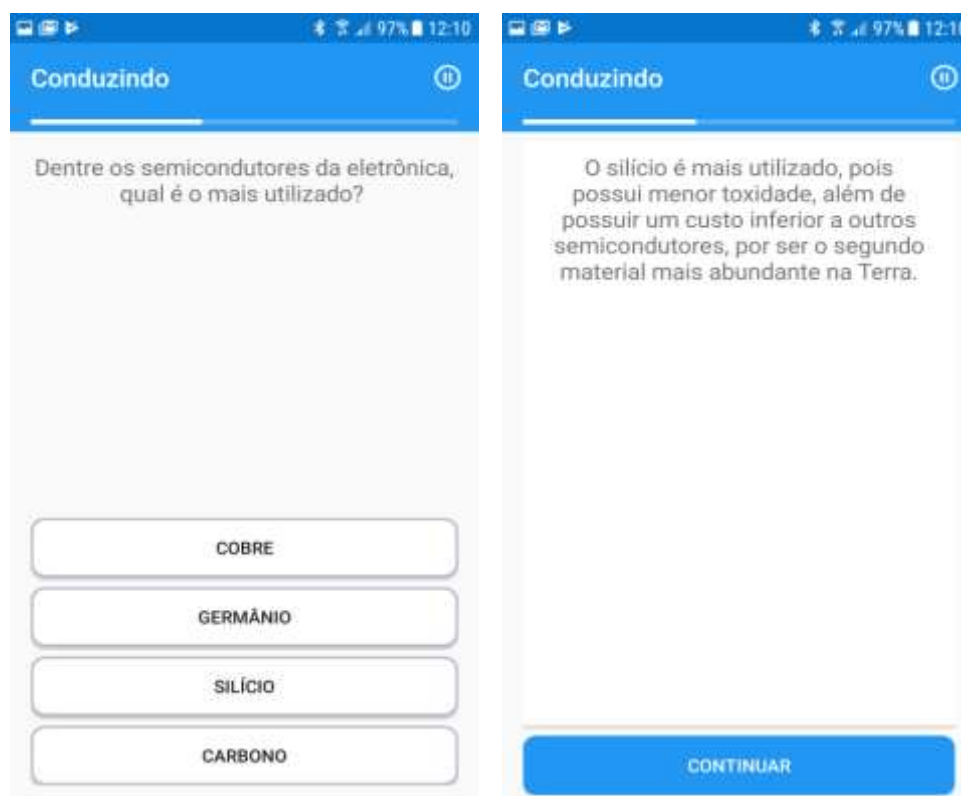
⁴ Roteiro da atividade “Descarte de Equipamentos Eletrônicos” no Apêndice A

Como fechamento da sequência didática foi escolhido um jogo interativo, pois aproxima a realidade vivenciada dos alunos aos conteúdos escolares, estimulando a aprendizagem e adaptando o processo educativo a condições e realidade dos educandos. O jogo desenvolvido para esta pesquisa foi um aplicativo para dispositivos móveis, na forma que *quizz*. Este contém 50 questões de múltipla escolha, abordando o tema semicondutor na perspectiva da Física, Química e Biologia, ou seja, contemplando as ciências naturais. Após a resposta do aluno, aparece na tela a explicação da questão, podendo ser uma imagem, um esquema, uma explanação, etc.

Para melhorar ilustrar esta etapa do processo, seguem dois exemplos de questões do jogo, no formato apresentado no aplicativo (Figura 4).

Figura 4. Duas perguntas do jogo desenvolvido para a pesquisa, com as respectivas respostas.





Fonte: Desenvolvido pela autora, 2019.

A educação é influenciada pelas mudanças sociais, principalmente pelos avanços tecnológicos, assim, espera-se que uma educação associada à tecnologia seja capaz de manter a atenção e o interesse dos alunos, uma vez que sem interação o processo torna-se artificial. Como ressalta Rizzi e Haydt (1987), a educação artificial vem sendo discutida há muito tempo, sendo um problema a ser resolvido; para os autores, levar em conta os interesses dos alunos, com a utilização de jogos que facilitam a aprendizagem, é uma forma de progredir para um ensino mais significativo.

Para encerrar, foi aplicado um questionário final⁵, com o intuito de saber, de acordo com os alunos, se a sequência didática atingiu os objetivos da pesquisa. Entre as questões, foram realizadas perguntas sobre satisfação dos educandos quanto às partes teóricas e práticas, sobre a percepção dos mesmos na ligação entre ciência, tecnologia e sociedade, entre outras questões.

O produto educacional, na íntegra, está disponível e pode ser acessado através do link <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/553787>.

⁵ Questionário final completo no Apêndice A.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

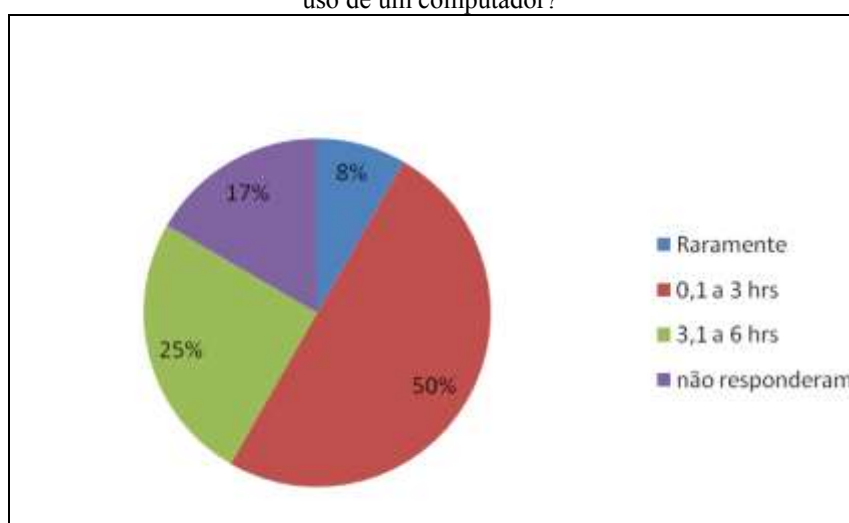
Este capítulo apresenta o processo de aplicação, os resultados e uma análise dos resultados obtidos com a sequência didática sobre semicondutores. As atividades foram desenvolvidas durante o segundo semestre do ano de 2018, com a turma do 4º ano do curso técnico em automação industrial do IFSP campus Sertãozinho. Para facilitar a compreensão do processo e dos resultados, cada etapa é apresentada separadamente, com suas respectivas análises.

4.1 Questionário Diagnóstico

O questionário inicial ou diagnóstico tinha como objetivo conhecer os estudantes, seus interesses, a relação dos semicondutores com o curso de automação industrial e os conhecimentos prévios sobre o tema, para auxiliar no desenvolvimento das atividades posteriores. No dia do questionário diagnóstico estavam presentes na aula 12 alunos.

Na sondagem sobre a utilização de equipamentos eletrônicos os estudantes foram questionados sobre o uso de computadores e *smartphones* durante o dia.

Figura 5: Gráfico das respostas da questão “Quanto tempo por dia, aproximadamente, você faz uso de um computador?”



Fonte: Desenvolvido pela autora, 2019.

Percebe-se que, em relação as horas utilizadas, o computador (dados na Figura 5) está sendo preterido em relação ao uso dos *smartphones*, já que 50% dos alunos relataram que permanecem mais de 10 horas diárias nesses dispositivos (dados da Figura 6) enquanto o uso dos computadores não passa de 6h diárias. Mesmo com essa consideração, ambas as tecnologias, baseadas em semicondutores, possuem uma utilização significativa por parte dos estudantes.

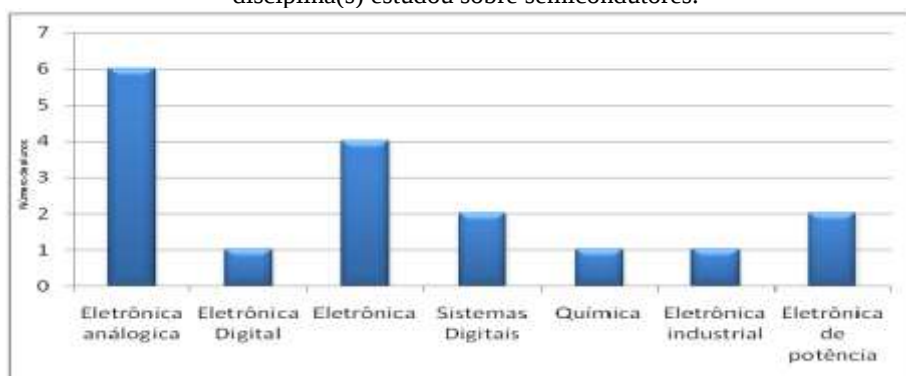
Figura 6: Gráfico das respostas da questão
“Quanto tempo por dia, aproximadamente, você utiliza seu *smartphone*?”



Fonte: Desenvolvido pela autora, 2019.

Passando à avaliação das relações entre os semicondutores e o curso de automação industrial, os estudantes foram questionados se haviam estudado sobre o assunto em alguma disciplina, sendo que 100% dos alunos lembram-se de ter estudado o tema semicondutores, indicando assim a importância do tema em relação ao curso que frequentam.

Figura 7: Respostas dos estudantes à questão sobre em qual disciplina(s) estudou sobre semicondutores.

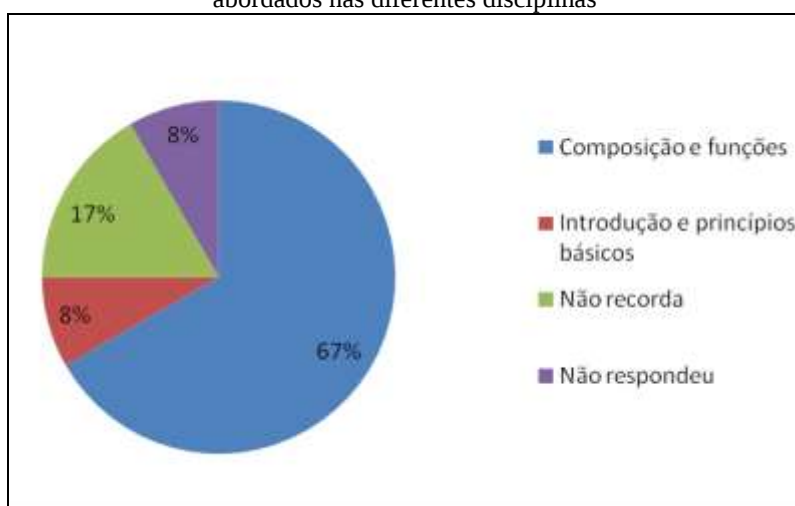


Fonte: Desenvolvido pela autora, 2019.

Em relação à disciplina na qual este tema foi abordado, há uma grande variedade de respostas, sendo comum o aluno responder mais de uma disciplina, visto que o mesmo teve contato com o tema em diversas delas. As respostas foram analisadas e categorizadas, permitindo a análise estatística apresentada na Figura 7.

Sobre os assuntos acerca dos semicondutores abordados nas diferentes disciplinas, as respostas foram agrupadas em 4 categorias, e estão apresentadas no gráfico da Figura 8: Introdução ao tema semicondutores; Composição dos semicondutores; Princípios básicos dos semicondutores e Funções dos semicondutores. Além destas respostas, 17% não recorda o assunto abordado e 8% não respondeu.

Figura 8: Resposta dos estudantes sobre os assuntos com relação aos semicondutores abordados nas diferentes disciplinas



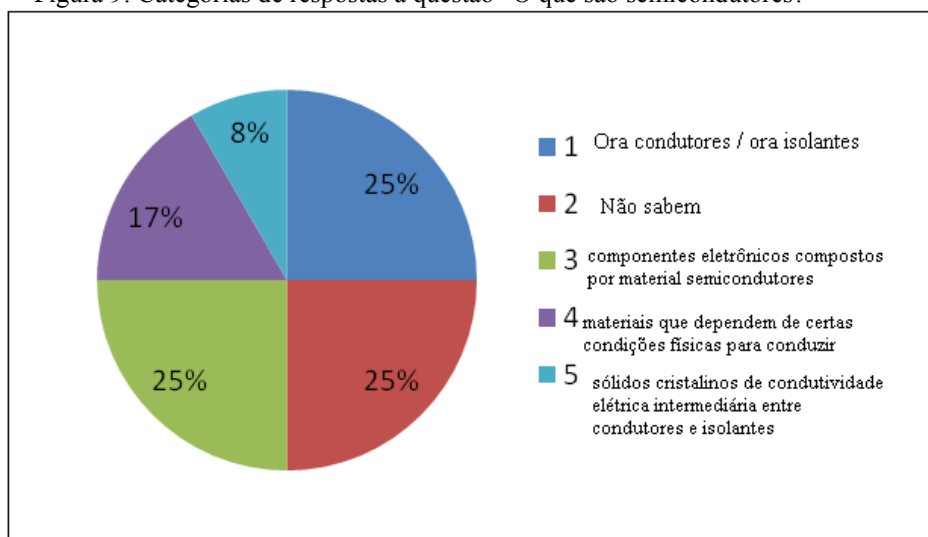
Fonte: Desenvolvido pela autora, 2019.

Os resultados reforçam a importância do tema semicondutor no curso de automação industrial e na profissão de automador, uma vez que é parte constituinte de diversas disciplinas, por ser intrínseco aos equipamentos que serão utilizados na profissão.

Isto, aliado ao fato dos equipamentos eletrônicos estarem presentes no cotidiano desses alunos, demonstra que possuir conhecimentos relativos a este tema é imprescindível para uma boa atuação profissional e para formação de um cidadão crítico, capaz de transformar o meio em que vive.

Passando à avaliação dos conhecimentos prévios dos estudantes, foram feitas diversas questões abertas, cujas respostas foram categorizadas e estão apresentadas e analisadas a seguir.

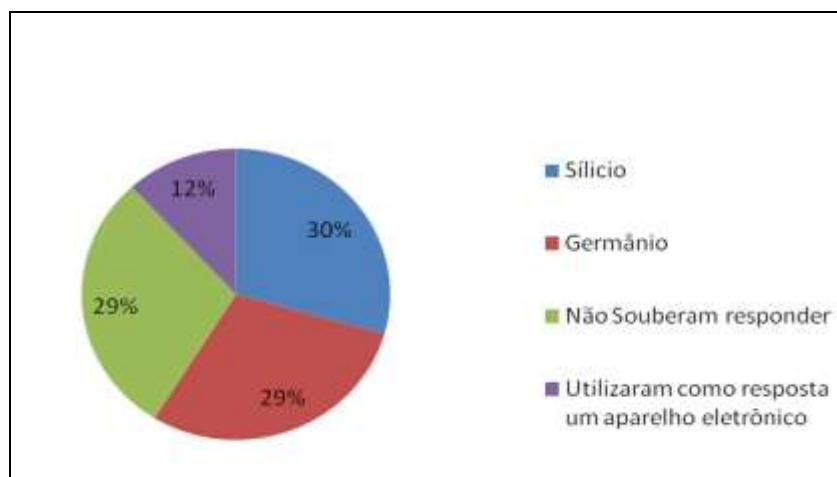
Figura 9: Categorias de respostas à questão “O que são semicondutores?”



Fonte: Desenvolvido pela autora, 2019.

Em relação a definição do termo semicondutores, as respostas foram categorizadas de acordo com semelhanças conceituais. Percebe-se, na Figura 9, que 50% das respostas condizem com o conceito correto sobre semicondutores, 17% das respostas destacam o aspecto mais importante do tema, que é o controle da condutividade, 8% enfatizam a estrutura atômica e como tal estrutura interfere na condutividade. Além disso, 25 % citam os componentes eletrônicos ao invés dos semicondutores e 25 % não sabem o conceito, totalizando 50% de respostas inadequadas, o que é bastante significativo, dada a importância do assunto para a vida do educando e sua possível profissão.

Figura 10: Gráfico das respostas da questão
“Quais são os elementos semicondutores mais comuns?”

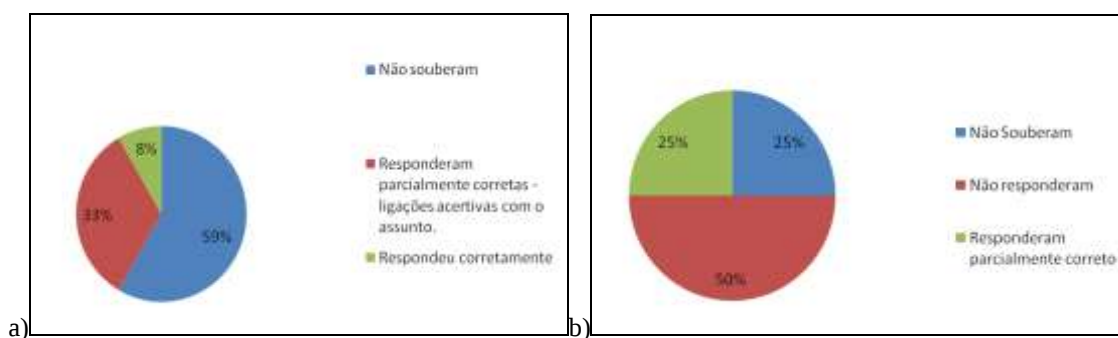


Fonte: Desenvolvido pela autora, 2019.

Sobre os principais elementos semicondutores, 59% dos alunos citou os elementos semicondutores mais comuns, demonstrando que possuem conhecimento sobre o assunto; 29% não souberam responder e 12% usou como respostas aparelhos eletrônicos no lugar do material semiconductor, indicando que este tipo de conflito deve ser trabalhado, uma vez que já ocorreu na questão anterior, como exemplificado na Figura 10.

Figura 11: Gráfico das respostas da questão

- a) “Que características, em termos de estrutura atômica, os semicondutores possuem em comum?”;
 b) “Qual a configuração molecular dos elementos semicondutores, quando no estado sólido?”



Fonte: Desenvolvido pela autora, 2019.

Em relação a estrutura atômica 59% não responderam, 33% responderam parcialmente correto e apenas 8% respondeu corretamente e de forma completa, fazendo menção à estabilidade, às ligações químicas realizadas, à quantidade de elétrons na camada de valência e à relação desta quantidade com a estabilidade. Como demonstra a Figura 11. Essa questão denota a importância de um trabalho que demonstre a estrutura

atômica desses componentes, bem como a importância desta para a utilização dos semicondutores em dispositivos eletrônicos.

Tratando da configuração molecular, 25% dos alunos não souberam e 25% não responderam a esta questão. Os outros 50% citaram algumas características dos semicondutores assertivamente (menção sobre as características dos elétrons que se chocam quando estão excitados, ligações covalentes, configuração trivalente), fazendo ligações entre as características de condução desses materiais, tipo de ligação que realizam e quantidade de ligações que podem fazer, porém não citaram a configuração molecular no estado sólido.

Ainda sobre a questão da estrutura dos semicondutores e, particularmente, sobre a forma como esta estrutura influencia nas características dos semicondutores, 92% dos alunos não souberam ou não responderam a esta questão. Apenas 8%, o que corresponde a apenas 1 aluno, respondeu, de maneira correta, que a estrutura sólida implica em características de condutividade.

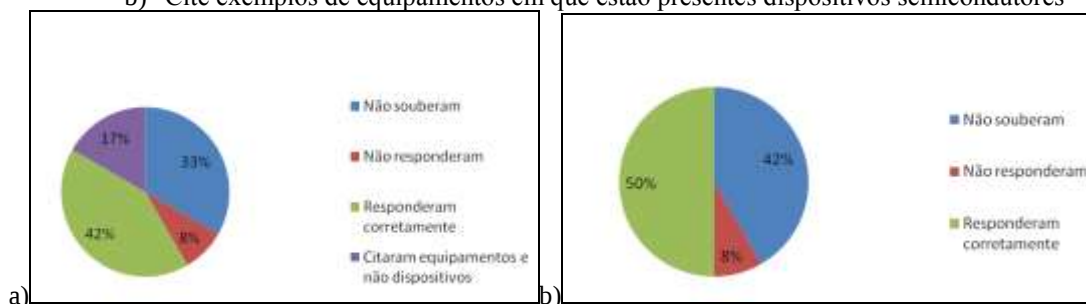
Quando perguntados sobre as bandas de energia e como elas são formadas, 92% não souberam responder esta questão. Apenas 8% (1 aluno) respondeu que são camadas energéticas dos átomos, o que está parcialmente correto, já que no semicondutor as bandas de energia estão relacionadas com a interação entre átomos e não com átomos individuais.

Ao serem questionados sobre os conhecimentos sobre dopagem, novamente o mesmo resultado: 92% não souberam responder esta questão e apenas 8% (1 aluno) respondeu corretamente que é a adição de certos elementos ao material semicondutor.

As respostas, ou a falta delas, nas três questões que trataram da condutividade e da relação entre estrutura e condutividade dos semicondutores apontam para a necessidade de atividades ligadas a este tema.

Figura 12: Gráfico das respostas da questão
a) “Em que dispositivos estão presentes materiais semicondutores?”;

b) “Cite exemplos de equipamentos em que estão presentes dispositivos semicondutores”



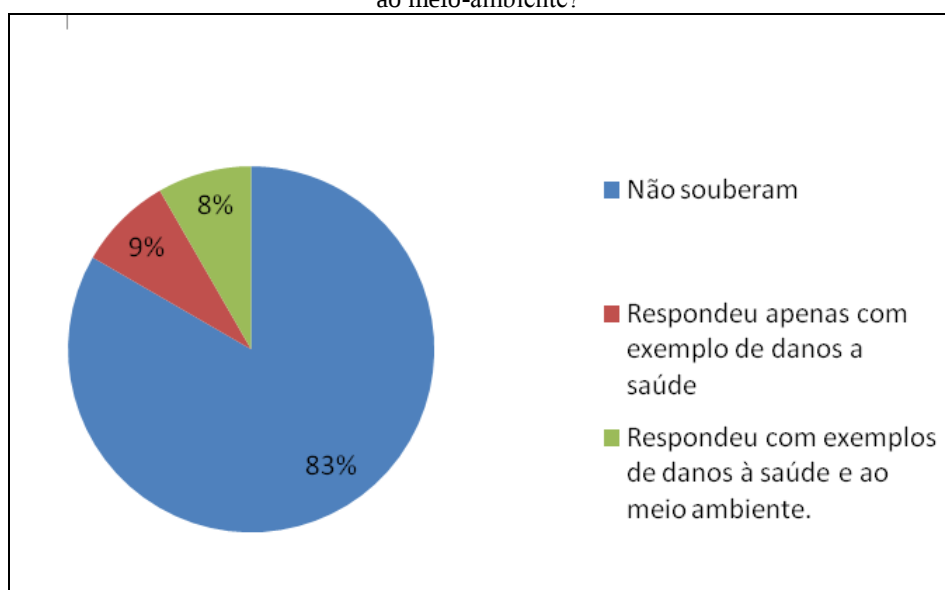
Fonte: Desenvolvido pela autora, 2019.

Na sequência os estudantes foram questionados sobre dispositivos semicondutores e sobre equipamentos produzidos com esses dispositivos; as respostas fornecidas foram agrupadas em categorias e estão apresentadas nos gráficos da Figura 12. Apenas 42% dos estudantes souberam indicar dispositivos semicondutores, citando diodos, transistores, SRC e tiristores (Figura 12a) e 50% soube indicar equipamentos que possuem esses dispositivos, sendo citados telefones, rádios, televisores, computadores, entre outros (Figura 12b). Merece destaque, também, o fato de que 17% confundiu equipamentos eletrônicos com dispositivos semicondutores, como já havia acontecido em questões anteriores.

Sobre o descarte dos equipamentos eletrônicos em desuso, a grande maioria não sabe como realizá-lo (83%) e apenas 17% citou o descarte em lixos eletrônicos, sendo a forma correta de realizar, contudo nenhum aluno mencionou a devolução do equipamento ao fabricante, para que este de o encaminhamento correto ao lixo.

Ainda sobre a questão do descarte correto dos semicondutores, os estudantes foram questionados sobre os riscos de contaminação desses materiais e as respostas, categorizadas, estão apresentadas na Figura 13.

Figura 13: Gráfico das respostas da questão “Que riscos os semicondutores oferecem à saúde ou ao meio-ambiente?”



Fonte: Desenvolvido pela autora, 2019.

Como na questão anterior, 83% dos estudantes não souberam responder à pergunta. Entre as respostas que apresentavam corretamente riscos à saúde e/ou ao meio ambiente foi citado que poderia causar contaminação por materiais cancerígenos e, de forma mais completa que poderia promover “Poluição de rios e lagos, intoxicando os animais que vivem neste habitat. Consequentemente, um efeito dominó na cadeia alimentar é gerado, uma vez que o primeiro nível trófico é poluído, os organismos que se alimentam a partir destes indivíduos também serão contaminados e sucessivamente os seres humanos.”

O pequeno número de respostas às questões relacionando semicondutores e meio ambiente evidenciaram a necessidade de um trabalho sobre o assunto.

Com base nos dados do questionário diagnóstico, tendo em vista as questões para as quais os estudantes tiveram maior dificuldade em responder, decidiu-se estruturar a sequência didática com:

- uma atividade sobre a estrutura atômica dos materiais semicondutores;
- uma atividade para discutir a forma como a estrutura influencia nas propriedades, em especial, na condutividade desses materiais;
- uma atividade sobre os riscos ambientais e o descarte dos semicondutores.

Em complemento, e levando em consideração o interesse dos estudantes pelos equipamentos eletrônicos e pela tecnologia, optou-se por incluir:

- uma atividade sobre aplicações dos semicondutores à medicina;
- um aplicativo no formato de jogo, sobre os diferentes aspectos dos semicondutores.

4.2 Montagem da estrutura dos semicondutores tradicionais

A primeira aula abordou a estrutura atômica dos semicondutores. Este assunto é primordial para o entendimento do tema, uma vez que a estrutura atômica implica nas características dos semicondutores – densidade, dureza, condutividade térmica, condutividade elétrica, etc. – e os torna material predileto para o uso em dispositivos eletrônicos, ou seja, a estrutura em questão (química) influencia nas características físicas e na utilização desses materiais pela indústria.

Esta atividade foi realizada pela graduanda em química e pela professora de processos industriais, nesta aula estavam presentes 22 alunos. Inicialmente houve uma

apresentação de slides que versava sobre as principais características dos semicondutores (o que são, onde são encontrados, características químicas, propriedades no estado físico sólido), em seguida foi realizada a montagem de uma rede cristalina tridimensional de átomos tetravalentes (semicondutores tradicionais) como podemos observar na Figura 14. Para finalizar esta etapa de atividades, foi realizado um questionário sobre o conteúdo abordado.

Figura 14: Registro fotográfico da montagem das estruturas cristalinas dos semicondutores tradicionais desenvolvida na primeira atividade.



A estudante de graduação que aplicou a atividade informou que houve boa participação dos estudantes durante a parte prática, o que levou a resultados satisfatórios. De acordo com a professora diretamente envolvida nesta etapa, a atividade foi excelente, cumprindo o objetivo de aprendizagem. Esta afirmação é corroborada com os resultados do questionário aplicado ao fim da atividade, onde os alunos perceberam a importância da estrutura atômica e da configuração molecular quando no estado sólido para a função que esses elementos desempenham na condução elétrica, sendo as respostas a essas questões 100% assertivas. Comparando com o questionário anterior, percebe-se que houve aprendizagem, pois mais de 50% dos alunos não souberam, ou não responderam a essas questões no questionário diagnóstico.

Além disso, no questionário realizado após a atividade, os alunos expressaram a satisfação em realizar a atividade prática, deixando como críticas e/ ou sugestões: “Mais atividades práticas”; “... mais do que esperado”.

4.3 Simulador sobre condutividade dos semicondutores

A segunda aula foi sobre condutividade e teve como objetivo principal mostrar as características físicas dos semicondutores que os tornam elegidos para utilização em aparelhos eletrônicos, indicando como estas características os tornam mais eficientes para a função ansiada.

O desenvolvimento da atividade com os estudantes foi realizado pela professora de física e orientadora dessa pesquisa junto com a professora de eletrônica industrial da turma. A apresentação de slides, etapa inicial da aula, discutiu a forma pela qual a organização dos átomos gera bandas de energia nos materiais, como essas bandas se apresentam em materiais condutores, isolantes e semicondutores, como as bandas de energia dos semicondutores permitem o controle da condutividade dos materiais, o que é o processo de dopagem, como é a estrutura dos materiais tipo p e tipo n e como os semicondutores tipo p e tipo n são utilizados na fabricação de diferentes dispositivos. Durante esta parte os estudantes não mostraram grande interesse, sendo feitas poucas perguntas e havendo conversas e atividades paralelas nesse período.

Passando à segunda parte da atividade, os estudantes, empenharam-se na execução da tarefa do simulador (PhET), na qual deveriam variar a tensão em um circuito com um semicondutor intrínseco, em seguida um tipo p ou n separadamente e, por fim uma junção pn, observando o que ocorria com as bandas de energia do material e com a corrente do circuito. A execução das atividades por parte dos estudantes pode ser observada nos registros fotográficos da Figura 15.

Figura 15: Registro fotográfico dos alunos realizando as atividades como o simulador



Para finalizar, os estudantes responderam a um questionário sobre os conteúdos abordados. No questionário diagnóstico, foi constatada a necessidade de aplicação da atividade, ligada as características de condução dos semicondutores, uma vez que mais de 90% dos estudantes não souberam responder as questões sobre bandas de energia e

sua formação, e não responderam também questões relacionadas à dopagem desses materiais. Assim, no questionário após a aula teórica e atividade prática com simulador estas questões foram apresentadas novamente, para verificar se houve aprendizagem.

Dos nove grupos formados pelos estudantes, oito responderam corretamente as questões sobre condutividade nos semicondutores, de forma completa. Apenas um grupo respondeu as questões de forma correta, porém sem conter maiores aprofundamentos do assunto. Assim, é bastante visível que as atividades cumpriram o propósito de auxiliar na aprendizagem sobre condução dos semicondutores, além disso, a parte prática da atividade foi apontada pelos alunos como facilitadora do entendimento.

Esta atividade tornou perceptível o fato de que a prática, com a utilização de tecnologias, facilita a compreensão e torna o aprendizado mais interessante para os alunos na atualidade.

4.4 Atividade prática sobre descarte de semicondutores

A terceira aula foi selecionada pela verificação, no questionário diagnóstico, de que o tema lixo eletrônico é imprescindível, uma vez que os alunos, em sua maioria, não souberam responder sobre os riscos desses materiais para saúde e para o meio ambiente, nem tão pouco como realizar o descarte correto desses materiais.

Esta aula foi desenvolvida pela aluna da graduação em química, juntamente com a professora de eletrônica industrial e com a professora de física orientadora desta pesquisa. Por sugestão dos próprios estudantes durante as atividades anteriores, a aula começou com a apresentação de dois vídeos que tratavam da questão do consumo na sociedade atual e do lixo eletrônico gerado por esse consumo.

Em seguida foi feita uma discussão sobre o tema através de uma apresentação de slides que mostrou o que é lixo eletrônico, quais são os principais tipos, quais os elementos que estão presentes em determinados aparelhos eletrônicos, quais os efeitos desses componentes para o meio ambiente e para os humanos em relação ao descarte indiscriminado e, para finalizar, quem são os responsáveis pelo lixo eletrônico e como o descarte correto pode evitar danos a saúde e ao meio ambiente.

Para concluir, os 27 estudantes presentes realizaram uma atividade prática para a qual receberam placas de circuito eletrônico em desuso, identificaram os dispositivos eletrônicos, em especial os semicondutores, presentes nessas placas – diodos,

transistores, CIs, etc. –, verificaram de que elementos eram constituídos esses dispositivos e que problemas esses elementos poderiam gerar à saúde e ao meio ambiente, apontando, por fim, como seria o descarte correto desses materiais.

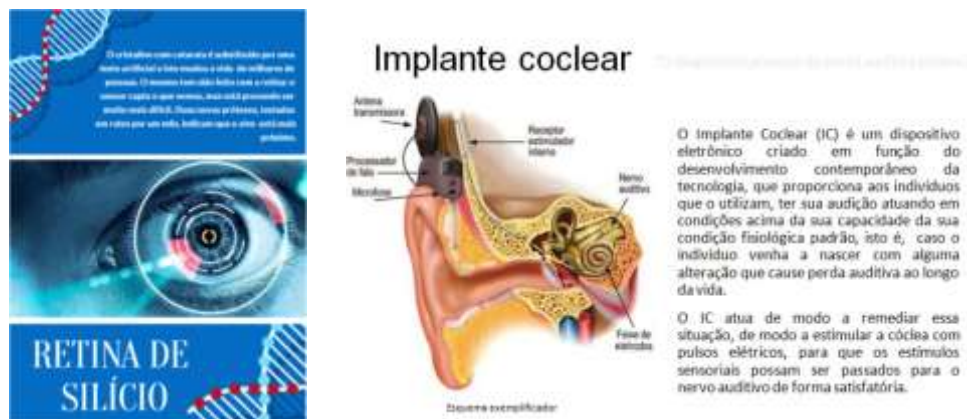
A aula foi suficiente para sanar dúvidas detectadas no questionário diagnóstico, onde mais de 80% dos estudantes não souberam responder como realizar o descarte correto e nem os malefícios para a saúde e o meio ambiente que estes dispositivos causam. No questionário posterior, podemos constatar que ao analisarem as placas e seus componentes, todos os alunos indicaram corretamente as formas de descarte, bem como os danos a saúde e meio ambiente ocasionados pela forma incorreta de despejo, percebendo assim a importância do descarte correto desses materiais e como realizá-lo e os malefícios causados por estes, se forem descartados de maneira incorreta, demonstrando os danos causados à saúde humana e ao meio ambiente, bem como o papel de cada cidadão na destinação adequada dos resíduos eletrônicos.

No final do questionário sobre a satisfação da atividade e sugestões, os alunos apresentaram os seguintes comentários: “Produtiva e muito informativa, sendo de muita importância o tema abordado.”; “Uma atividade excelente para a conscientização sobre materiais utilizados no curso de ATM que causam danos por seus elementos químicos, que talvez não saberíamos.”.

4.5 Cartazes sobre semicondutores na medicina

O tema da quarta aula foram aplicações dos semicondutores na medicina e a mesma foi exposta pela mestrandia e pela professora de processos industriais. Nesta aula foi arguido sobre a importância da tecnologia e conseqüentemente os semicondutores para os processos modernos de diagnóstico e tratamento. Ao explicar o tema que seria abordado, os alunos, na sua maioria, mostraram interesse e a aula expositiva transcorreu de maneira satisfatória.

Figura 16: Material produzido pelos estudantes após a atividade de semicondutores e suas aplicações na medicina.



Após esta etapa, os alunos fizeram cartazes em tamanho A3, formando 8 grupos de 3 alunos, para exemplificar as aplicações dos semicondutores na área de saúde e sua importância na medicina contemporânea. No transcorrer desta etapa da atividade, alguns alunos fizeram questionamentos e uma aluna conversou com a mestrandia sobre a importância da tecnologia para a saúde da mesma, uma vez que faz utilização de aparelhos auditivos. Alguns exemplos dos cartazes elaborados pelos estudantes estão apresentados na Figura 16.

A análise do material produzido pelos estudantes permite afirmar que os educandos tiveram uma boa apreensão da importância dos semicondutores na medicina e perceberam como as pesquisas e conhecimentos em relação a esses materiais permitiram o desenvolvimento de tecnologias amplamente utilizadas nos dias atuais e imprescindíveis para diversos tratamentos médicos. Também puderam compreender como as pesquisas e as tecnologias influenciam diretamente na vida dos seres humanos. Além disso, com a realização dos trabalhos, tiveram a oportunidade de pesquisar e aprender mais sobre algum desses tratamentos. Todos os trabalhos produzidos estavam corretos em relação às informações apresentadas.

4.6 Aplicativo – Jogo sobre semicondutores

O aplicativo tinha como intuito facilitar o estudo dos assuntos relacionados ao tema e mensurar a aprendizagem em relação à sequência didática, em comparação com o questionário diagnóstico.

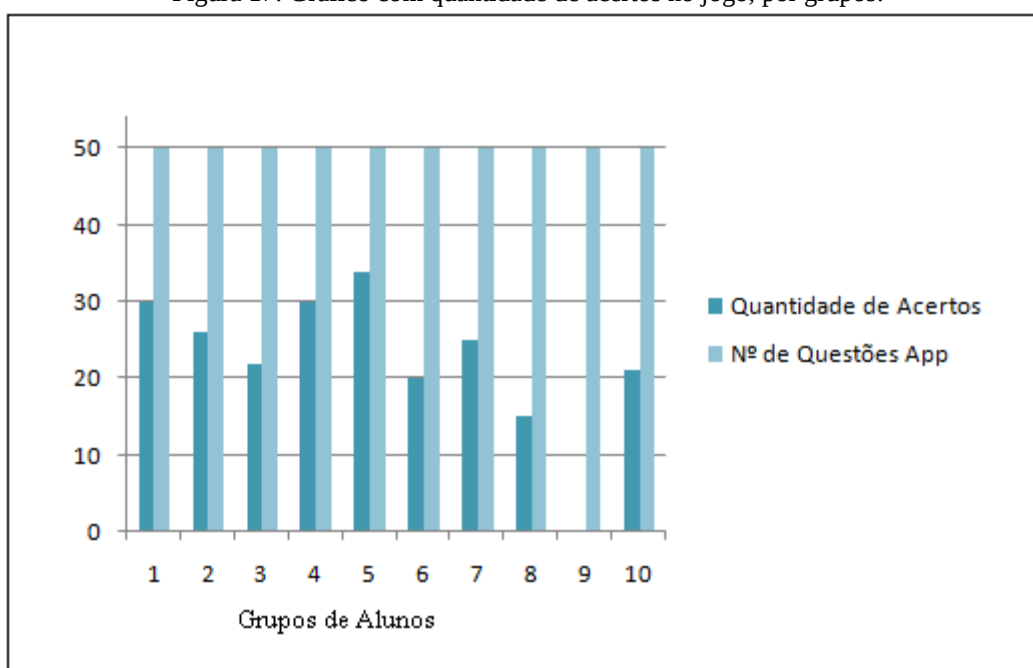
A princípio o aplicativo seria utilizado individualmente, porém no dia da realização alguns alunos não levaram os *smartphones*, alguns não possuíam memória

suficiente para baixar o aplicativo e outros não possuíam bateria em seus aparelhos, de forma que foi necessária uma adaptação na realização desta atividade, com a organização em grupos de até três estudantes.

O *link* com o aplicativo foi escrito na lousa e os alunos baixaram o programa em seus celulares. Apesar de terem sido preparadas explicações de como realizar a atividade, a pesquisadora percebeu que essas não eram necessárias, uma vez que os alunos tiveram bastante facilidade com a utilização do aplicativo, inclusive aferindo avaliação sobre o mesmo, ação que não havia sido solicitada. Fica evidente que os alunos possuem grande familiaridade com esses elementos o que pode facilitar a aprendizagem por ser algo usual em seus cotidianos.

Pela análise do gráfico apresentado na Figura 17, percebe-se que a sequência didática promoveu certo grau de aprendizagem sobre os semicondutores, pois os grupos conquistaram uma quantidade significativa de acertos, em comparação com o grande número de respostas em branco, “não sei” ou equivocadas do questionário diagnóstico.

Figura 17: Gráfico com quantidade de acertos no jogo, por grupos.



Fonte: Desenvolvido pela autora, 2019.

Uma comparação mais efetiva poderia ter sido feita com a aplicação do jogo antes e depois da sequência didática, o que não foi possível devido ao processo de desenvolvimento do mestrado: o jogo foi finalizado enquanto a sequência didática já

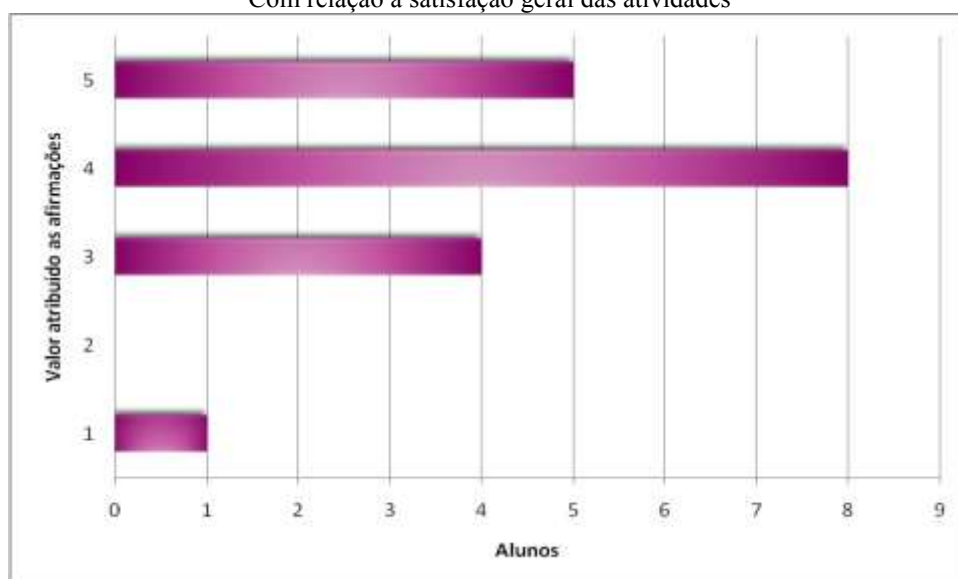
estava em andamento e aguardar a finalização do jogo para iniciar a aplicação poderia comprometer os prazos para análise de dados, escrita da dissertação e defesa.

4. 7 Questionário Avaliativo

Após o desenvolvimento de todas as atividades foi aplicado um questionário final, com a finalidade de verificar a percepção dos alunos em relação à sequência didática e averiguar se os objetivos da pesquisa foram atingidos, evidenciando possíveis mudanças a serem implementadas em aplicações futuras.

O questionário foi composto por 10 questões afirmativas, nas quais a avaliação do aluno podia variar entre 1 a 5, sendo 1 discordo da afirmação e 5 concordo com a afirmação. No dia da aplicação do questionário avaliativo estavam presentes 18 alunos.

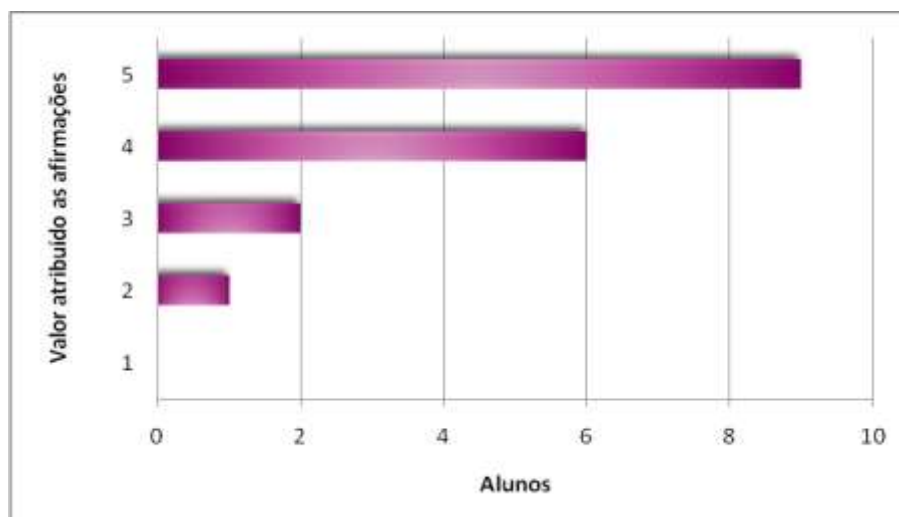
Figura 18: Gráfico das respostas à afirmação
“Com relação à satisfação geral das atividades”



Fonte: Desenvolvido pela autora, 2019.

Uma análise do gráfico da Figura 18 mostra que a maioria dos estudantes ficou satisfeito com a realização das atividades, sendo que apenas um estudante não considerou, de maneira geral, a sequência didática válida para a sua aprendizagem.

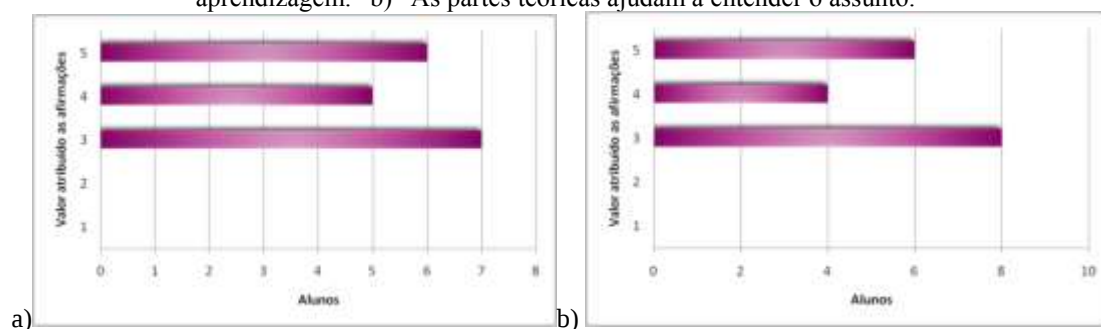
Figura 19: Gráfico das respostas à afirmação
“Com relação à linguagem e abordagem geral das atividades”



Fonte: Desenvolvido pela autora, 2019.

Em relação à linguagem e abordagem geral das atividades, como se pode observar pelo gráfico da Figura 19, a maioria dos estudantes considerou bastante adequada, sendo que apenas um aluno atribuiu nota abaixo da média.

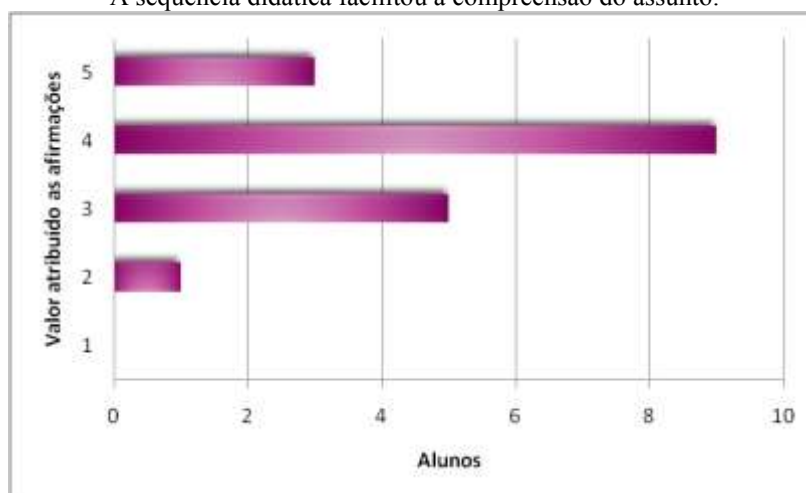
Figura 20: Gráfico das respostas à afirmação a) “As atividades práticas auxiliam na aprendizagem.” b) “As partes teóricas ajudam a entender o assunto.”



Fonte: Desenvolvido pela autora, 2019.

Em relação às atividades práticas e a contribuição das mesmas na aprendizagem, todos os alunos ficaram satisfeitos (Figura 20a), demonstrando assim a percepção dos mesmos no auxílio que tais atividades possuem para a aprendizagem. Da mesma forma, como se pode observar no gráfico da Figura 20b, para todos os estudantes as partes teóricas, são importantes para o entendimento do assunto. Vê-se, assim, que tanto as partes teóricas quanto as práticas da sequência didática foram satisfatórias, de acordo com a avaliação dos estudantes (já que a totalidade mensurou como satisfação média para total e não houve insatisfeitos neste quesito).

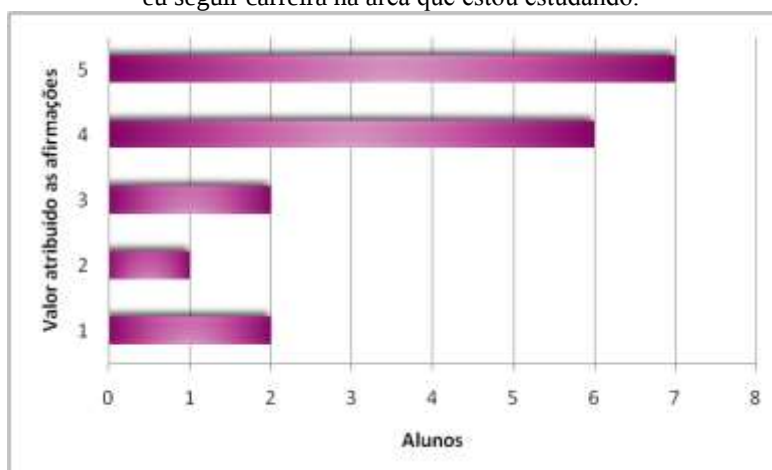
Figura 21: Gráfico das respostas à afirmação
“A sequência didática facilitou a compreensão do assunto.”



Fonte: Desenvolvido pela autora, 2019.

As respostas dos estudantes à afirmação “A sequência didática facilitou a compreensão do assunto.” reforçam a importância da sequência como facilitadora da aprendizagem, uma vez que a maioria acredita que a mesma contribuiu com a aprendizagem sobre o assunto, sendo que apenas um estudante acredita que a sequência não facilitou sua aprendizagem, dados da Figura 21.

Figura 22: Gráfico das respostas à afirmação “Os assuntos abordados foram interessantes/importantes se eu seguir carreira na área que estou estudando.”

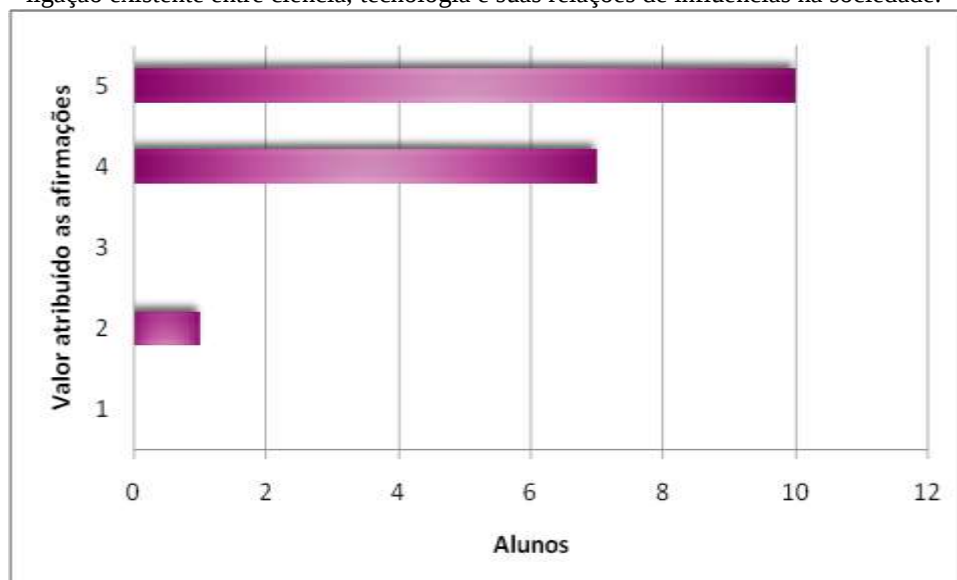


Fonte: Desenvolvido pela autora, 2019.

Mudando um pouco o foco, a afirmação “Os assuntos abordados foram interessantes/importantes se eu seguir carreira na área que estou estudando.” Apresentado na Figura 22, pretende verificar que relação os estudantes estabelecem entre a sequência didática realizada e sua futura profissão. A maioria dos alunos

acreditam que os assuntos abordados serão utilizados por eles em sua profissão, 3 alunos não conseguiram ver esta relação.

Figura 23: Gráfico das respostas à afirmação “Os assuntos abordados facilitaram o entendimento da ligação existente entre ciência, tecnologia e suas relações de influências na sociedade.”



Fonte: Desenvolvido pela autora, 2019.

As respostas dos alunos à afirmação “Os assuntos abordados facilitaram o entendimento da ligação existente entre ciência, tecnologia e suas relações de influências na sociedade.”, apresentadas no gráfico da Figura 23, denotam a importância da sequência didática na formação do pensamento crítico e na formação integral, uma vez que auxiliam os alunos a visualizarem o papel das ciências e da tecnologia nas modificações sociais.

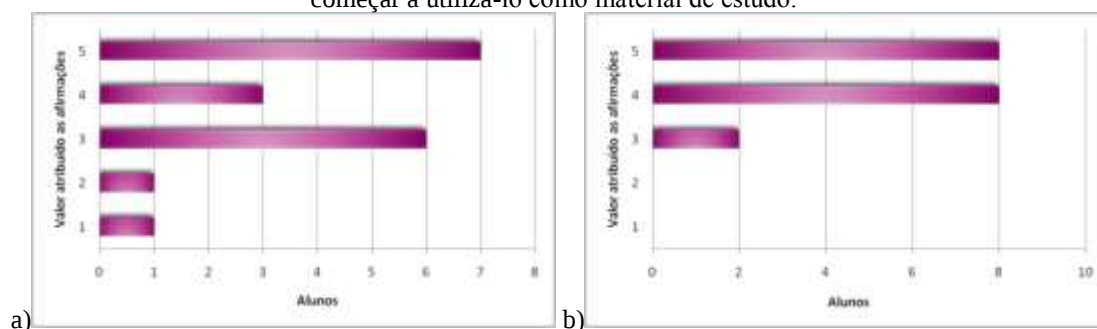
As ciências e o método científico eram considerados neutros, a princípio. Porém suas características são históricas e sociais, assim precisa-se de reflexões sobre o impacto que a ciência e a tecnologia (produto dos conhecimentos científicos) ocasionam na sociedade moderna e as implicações sociais do desenvolvimento científico. (PALÁCIOS, 2003).

A participação da sociedade em questões científica/ tecnológicas com grande influência na mesma é insipiente, percebe-se que a maioria das populações não possui consciência de como tais coisas interferem no seu viver cotidiano, contudo este viés do pensamento (relação entre ciência tecnologia e sociedade) tem ganhado forças com o desenvolvimento de ciência/tecnologias que causam “prejuízos” aos cidadãos comuns.

É importante salientar o papel da educação nesta formação crítica do pensamento, sendo primordial para perceber a relação dessas vertentes e posicionar-se em relação aos impactos causados. (AULER e BAZZO, 2001)

Como salienta Palácios (2003), o objetivo dessas atividades é aperfeiçoar os mecanismos de participação, sendo eles quais forem (voto, opinião, compra consciente, etc.), sendo como peça fundamental para este objetivo a educação CTS.

Figura 24: a) Gráfico das respostas à afirmação “O conteúdo do jogo (quiz) é relevante para os meus interesses.” b) Gráfico com análise estatística de respostas à afirmação “Foi fácil entender o jogo (quiz) e começar a utilizá-lo como material de estudo.”



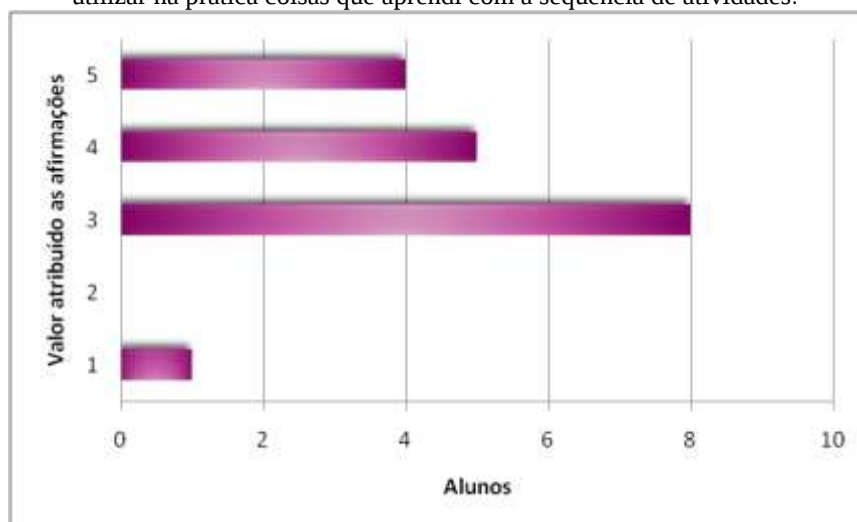
Fonte: Desenvolvido pela autora, 2019.

Para a maioria dos estudantes o jogo foi relevante para o interesse dos mesmos sobre os semicondutores, como se nota pelas respostas presentes no gráfico da Figura 24 a. Apenas dois alunos não visualizaram relevância no jogo, atribuindo notas inferiores a média. Em relação à facilidade de entendimento e utilização do jogo, todos acreditam que o jogo foi fácil de entender e utilizar como material de estudo, conforme respostas apresentadas na Figura 24b.

O Jogo foi pensado por fazer parte do cotidiano dos alunos. Como afirma Alves (2012), no Brasil muitas pessoas que são consideradas *gamers* (46 milhões), e gastam sessenta e quatro milhões de horas por dia jogando. Sendo assim, estes dispositivos podem auxiliar na transmissão de conhecimento de uma maneira mais aprazível para os jovens. Os *games* não tem por função descaracterizar a escola enquanto espaço de aprendizagem e sim auxiliar a escola neste papel, atentando para as demandas das culturas juvenis.

De acordo com as respostas dos alunos, podemos perceber que os mesmos, em sua maioria, acharam que o jogo inserido na sequência era de fácil apreensão, cumprindo o papel do mesmo que era de estimular a sua utilização em sala de aula.

Figura 25: Gráfico das respostas à afirmação “Estou satisfeito porque sei que terei oportunidades de utilizar na prática coisas que aprendi com a sequência de atividades.”



Fonte: Desenvolvido pela autora, 2019.

A maioria dos estudantes ficou satisfeita com a sequência de atividades e acredita que irá utilizar esses conhecimentos na prática cotidiana; apenas um estudante acredita que não fará uso de tais conhecimentos (Figura 25)

Em todo o questionário final, apenas um aluno ficou insatisfeito com toda a sequência, aferindo notas inferiores a 3 para quase todas as variáveis do projeto. Os outros alunos mostraram-se satisfeitos ou parcialmente satisfeitos, atribuindo notas acima da média para as afirmações propostas.

De maneira geral a sequência didática foi satisfatória para os alunos e para as professoras envolvidas no projeto. Os alunos demonstraram, através das aulas e dos questionários, que além de aprenderem sobre o conteúdo desejado, também o fizeram de forma prazerosa.

Para as professoras envolvidas, o desenvolvimento deste trabalho também foi significativo para a aprendizagem, uma vez que cada uma é formada em uma área do conhecimento, e conseguiu entender de forma holística o tema semicondutores. Além disso, tendo em vista que a comunicação para programar e implantar a sequência ocorreu através de reuniões e por mensagens, de forma que todas as envolvidas tinham conhecimento de todos os conteúdos a serem ministrados, a comunicação e troca de experiências e conhecimento enriqueceu a sequência didática e o trabalho docente das professoras.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No trabalho de pesquisa do Mestrado Profissional em Educação Profissional e Tecnológica apresentado nesta dissertação, buscamos compreender, tanto teoricamente quanto através de uma investigação da prática pedagógica, alguns elementos necessários para a formação integral do educando. Nesse caminho selecionamos como foco as disciplinas de ciências da natureza, a interdisciplinaridade e a contextualização, como ferramentas para alcançar a formação almejada. Assim, este trabalho é uma tentativa de contribuir com um ensino de excelência para formação integral, onde todos tenham oportunidades semelhantes de aprendizagem.

Percebemos, ao longo da pesquisa bibliográfica e diagnóstica, que não existem fórmulas para uma real aprendizagem e que cada aluno tem suas peculiaridades. Portanto, é possível e até desejável lançar mão de diversos métodos de ensino para obter uma aprendizagem mais satisfatória, para uma quantidade maior de alunos. Partindo desse pressuposto, a sequência didática utilizada como produto educativo neste trabalho foi composta por diversas metodologias de ensino-aprendizagem: aulas práticas com simuladores, construção de modelos, uso de aplicativo, construção de cartazes, etc.; e aulas teóricas, com uso de apresentação de slides e método expositivo-dialógico.

Além disso, a cada atividade os alunos respondiam questionários que permitiam uma avaliação concomitante das atividades da sequência, servindo como base também para desenvolver as outras atividades, embasadas nas características que se mostravam mais eficazes para a aprendizagem. Todos esses questionários serviram para avaliar o desenvolvimento do aluno a cada atividade proposta.

Com base no conjunto de materiais avaliativos, pode-se afirmar, então, que a sequência didática, de forma geral, foi satisfatória, em diferentes aspectos: motivação e aprendizagem de conteúdos, contextualização de conhecimentos, neutralidade da ciência e da tecnologia e inter-relação entre diferentes áreas do saber. Além disso, o Instituto Federal mostrou-se um ambiente fértil para o desenvolvimento da formação integral, favorecendo o desenvolvimento de atividades de caráter crítico e interdisciplinar.

5.1 Motivação e Aprendizagem

Os alunos se mostraram interessados, especialmente nas partes práticas da sequência, principalmente naquelas que envolviam uso da tecnologia. É possível afirmar que os aspectos práticos foram mais bem recebidos pelos educandos, uma vez que nestas etapas os alunos se empenharam e demonstraram domínio, principalmente na utilização dos aparelhos eletrônicos (computador e *Smartphone*) e *softwares* (simuladores, jogos e programas para produção de cartazes). A participação, nesta etapa, também incluiu comentários sobre o assunto abordado e relatos de experiências próprias em relação ao tema.

Em contrapartida, as partes teóricas despertaram menos interesse e menor envolvimento dos alunos. Ainda assim, constatou-se que estas etapas foram importantes para apreensão de conhecimentos e posterior utilização dos mesmos nas atividades práticas, bem como para as análises sobre a importância desses conhecimentos na sociedade.

Nesse sentido, o comparativo das respostas, antes, durante as atividades e no questionário final, permite afirmar os estudantes conseguiram aprender sobre os temas relativos aos semicondutores, que discutiram aspectos da Química, da Física e da Biologia, somando-os aos conhecimentos já consolidados pelas disciplinas técnicas do curso.

5.2 Contextualização de Conhecimentos

A associação dos conhecimentos científicos com questões previamente discutidas dentro da área técnica, que ocorreu durante o desenvolvimento da sequência didática, permitiu que os estudantes estabelecessem ligações entre as ciências da natureza e atividades que ocorrerão após formação técnica, ou mesmo conhecimentos tecnológicos ligados ao cotidiano. Ainda que nem todos os alunos tenham ficado com este sentimento, a maioria dos envolvidos mostrou ter estabelecido estas ligações, o que representa um resultado positivo no sentido da formação para a vida e para o trabalho..

Assim, pode-se dizer que a contextualização dos saberes escolares mostrou-se eficaz para a aprendizagem, permitindo aos alunos perceberem onde o conhecimento

escolar efetivamente pode ser utilizado. Essa compreensão, no entanto, não significou reduzir tal conhecimento a um sentido utilitarista, uma vez que estabeleceu-se a importância do mesmo para a vida em sociedade, para uma atuação cidadã, e para que os estudantes sejam capazes de posicionamentos críticos frente aos avanços científicos e tecnológicos.

5.3 Neutralidade da Ciência e da Tecnologia

Em relação à percepção de que a ciência não é neutra, e que os artefatos tecnológicos produzidos por ela (tecnologia) influenciam a sociedade, os modos de produção e a vida dos cidadãos, o resultado do desenvolvimento da sequência didática também foi positivo.

Especialmente nas atividades relativas ao descarte dos semicondutores e às aplicações na medicina, os estudantes foram instigados a pensar criticamente sobre o papel deles enquanto membros de uma sociedade e de suas posições frente aos avanços tecnológicos, uma vez que estes podem causar malefícios para a sociedade e devem ser analisados constantemente. Como evidencia desse aspecto formativo, pode-se observar nas respostas ao questionário final, que todos os alunos compreenderam, em maior ou menor grau, que modificações sociais ocorrem por causa das pesquisas científicas e das tecnologias provenientes destas.

5.4 Interdisciplinaridade

Um trabalho que pretende incluir diversas disciplinas se inicia com a difícil tarefa de cooperação entre os pares. Pode-se afirmar, neste sentido, que as professoras e a estudante de Iniciação Científica participantes do processo foram formidáveis, pois auxiliavam de maneira significativa durante o planejamento, a execução e posteriores discussões sobre a sequência didática, contribuindo efetivamente com o desenvolvimento dos trabalhos. Isto não significa que não houve dificuldades, especialmente em relação ao tempo para realização de reuniões e discussões, resolvidas com uso das tecnologias de comunicação à distância (grupo de *whatsapp* e e-mails).

De maneira geral, para facilitar um trabalho coletivo, o assunto que se pretende abordar deve ser de interesse de todos os envolvidos. Os semicondutores, assunto

proposto neste trabalho, foi escolhido por atender a este quesito, além de ser muito importante no curso de Automação Industrial e, naturalmente, interdisciplinar.

A interdisciplinaridade é fundamental para compreendermos as ligações existentes entre ciência, tecnologia e sociedade (CTS) e percebermos que as diferentes áreas do saber são complementares. O trabalho com o tema semicondutores permitiu aos estudantes vivenciar o fato de que a Física, a Química e a Biologia são complementares, e que para conhecer realmente um assunto é preciso ter conhecimento dos diferentes aspectos que estão presentes em cada uma dessas disciplinas. Assim, a sequencia didática mostrou que as ligações existentes entre CTS só são passíveis de compreensão quando se vislumbra a totalidade dos saberes.

5.5 Educação Profissional e Tecnológica

Nos dias atuais, vivemos uma desvalorização do aprender, limitando o humano em apenas ser, contudo esses dois aspectos são indissociáveis. Não há como buscar um futuro mais justo, mais humano, se a educação não estiver bem alicerçada, e não há como aprender algo, se no processo não existirem pessoas que possuam um grau de desenvolvimento maior sobre o objeto de aprendizagem. Assim, as escolas e os professores são fundamentais para o processo de ensino aprendizagem e para o desenvolvimento humano.

Não existe a escola ideal. Longe disso, vivemos uma realidade atemorizante em grande parte do país. Contudo, é a partir da escola real que temos que devemos buscar melhorias para nos aproximarmos da escola ideal. Assim, parte-se do pressuposto de que, apesar de não ser possível modificar toda uma rede de ensino, a educação de um país, pode-se favorecer o lócus em que estamos inseridos, fazendo o possível para provocar mudanças reais neste local, em busca da educação que almejamos.

Os Institutos Federais representam hoje uma possibilidade de educação de qualidade com equidade social. Estão abertos à população de forma geral e, de acordo com os índices governamentais de qualidade, possuem tanta qualidade quanto às melhores escolas do país, cumprindo seu papel na educação e buscando alternativas para melhorar a formação do educando em todas as áreas do conhecimento, visando à formação integral e cidadã.

Os Institutos contam com projetores, sala de informática, estudantes de iniciação científica, laboratórios de diversas áreas, que auxiliam na aprendizagem dos estudantes, pois tais aparatos funcionam como facilitadores da aprendizagem, não apenas no ensino médio, como também na graduação e na pós graduação. Na pesquisa em questão pode-se perceber como tais recursos são mais aceitos pelos alunos e que facilitam a aprendizagem, principalmente desta geração mais familiarizadas com a tecnologia atual, além desses recursos físicos, os recursos humanos, como os estudantes de IC, ajudam de maneira admirável durante as aulas, os professores do instituto que tiveram participação direta ou indireta com essa pesquisa, se mostraram comprometidos com uma educação de qualidade, emancipatória, que é capaz de transformar, modificar a realidade educacional vivenciada na maioria do país.

Os recursos educacionais presentes nos Institutos não são a realidade de grande parcela das escolas publicas do país, sendo para muitos professores a confiança de que a educação pública do país pode dar certo. Demonstram que o que falta são investimentos na área, para que um ensino público de qualidade possa ser realidade nacional.

Esta pesquisa não é vista como fim em si mesma, mas como um passo no desenvolvimento de metodologias que possam contribuir para o avanço da educação de qualidade, na formação de um sujeito que se reconheça como parte do meio, sendo assim capaz de modificá-lo, seja ambientalmente, profissionalmente e socialmente, crítico das relações existentes e capaz de se posicionar frente às modificações nocivas que ocorrem. Além disso, tem como desígnio nortear trabalhos futuros nesta área, uma vez que a educação está sempre em constante transformação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, M. E. B. “Tecnologias na Educação: dos caminhos trilhados aos atuais desafios”. *Bolema – Boletim de Educação Matemática*, n. 29, ano 21. Rio Claro (SP): Unesp, 2008
- ALVES, L. (2012). Games, colaboracao e aprendizagem. In: Okada, A. (Ed.) (2012) *Open Educational Resources and Social Networks: Co-Learning and Professional Development*. London: Scholio Educational Research & Publishing.
- ANDRADE, Mario Celso Ramiro de. O gabinê fluidificado e a fotografia dos espíritos no Brasil: a representação do invisível no território da arte em diálogo com a figuração de fantasmas, aparições luminosas e fenômenos paranormais. 2008. 162 f. Tese (Doutorado) – Escola de Comunicações e Artes, Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, 2008.
- ANTUNES, Ricardo. Os Sentidos do Trabalho: Ensaio sobre a afirmação e negação do trabalho. São Paulo, Boitempo.2009
- AULER, Décio; BAZZO, Walter Antonio. Reflexões para uma implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. *Ciênc. educ. (Bauru)*, Bauru, v. 7, n. 1, p. 1-13, 2001. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132001000100001&lng=en&nrm=iso>. acesso em 19 de fevereiro de 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-73132001000100001>.
- BARDIN, L. Análise de conteúdo. Lisboa: Edições 70; 1977.
- BELLONI, M. L. Educação a distância e inovação tecnológica. *Trabalho, Educação e Saúde*, Rio de Janeiro, v. 3, n. 1, p. 187-198, 2005.
- BRASIL. Lei 9.394 de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. *Diário Oficial da União*, Brasília, 23 dez. 1996.
- CAMPOS, Claudinei José Gomes. Método de análise de conteúdo: ferramenta para a análise de dados qualitativos no campo da saúde. *Rev. bras. enferm.*, Out 2004, vol.57, no.5, p.611-614. ISSN 0034-7167
- CHASSOT, A. Alfabetização científica: questões e desafios para a educação. Ijuí: Unijuí, 2000.
- CHASSOT, A.; OLIVEIRA, R. J. (Org.). *Ciência, ética e cultura na educação*. São Leopoldo: Editora Unisinos, 1997. p. 255-270.
- CRESWELL, John; CLARK, Vicki Plano. A natureza da pesquisa de métodos mistos. IN: _____. *Pesquisa de métodos mistos*. Porto Alegre, Penso: 2013.

DEMO, P. Nova mídia e educação: incluir na sociedade do conhecimento. In: TELECONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS, 4., 2005, Brasília. Anais... Brasília: Universidade de Brasília, 2005.

FAZENDA, I. C. A. Interdisciplinaridade: história, teoria e pesquisa. Campinas: Papirus, 2012.

FRANCO M.A.S. Pedagogia da pesquisa-ação. *Educação e Pesquisa* 2005; 31(3):483-502.

FRANCO, M.L.P.B. O que é análise de conteúdo. São Paulo: PUC; 1986.

FREIRE, P. Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa. 9. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1996

GIL, Antônio Carlos. Métodos e técnicas de pesquisa social. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

_____. Como classificar as pesquisas? In: Gil, AC. Como elaborar projetos de pesquisa. 4ª edição. São Paulo: Atlas, 2002. p. 41-58.

JURACY, Caetana. (org.). Institutos Federais Lei 11.892, de 29/12/2008. Comentários e Reflexões. Natal: IFRN, 2009.

JUUTI, K.; LAVONEN, J. Design-Based research in science education. Nordina, Blindern, v. 3, n. 1, p. 54-68, 2006.

KENSKI, V. M. Em direção a uma ação docente mediada pelas tecnologias digitais. In: BARRETO, R. G. (Org.). Tecnologias educacionais e educação a distância: avaliando políticas e práticas. Rio de Janeiro: Quartet, 2003. p. 74-84.

KNELLER, G. F. **Ciência como Atividade Humana**. Zahar/EDUSP, 1980.

LIBANEO, J. C. Diretrizes curriculares da pedagogia: imprecisões teóricas e concepção estreita da formação profissional de educadores. Educação e Sociedade, São Paulo, v. 27, n. 96, p. 843-876, 2006.

LÜCK, H. Pedagogia interdisciplinar: fundamentos teórico-metodológico. 9. ed. Petrópolis: Vozes, 1994.

MACHADO, N. J. Educação: projetos e valores. 3. ed. São Paulo: Escrituras, 2000

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MARTINS, R. B. Educação para cidadania: o projeto político-pedagógico como articulador. In: VEIGA, I. P. A.; REZENDE, L. M. G. de. Escola: espaço do projeto político-pedagógico. 4. Campinas: Papirus, 2001. cap. 3, p. 49-73

McKAY, J.; MARSHALL, P. The Dual Imperatives of Action Research. *Information Technology & People*, v. 14, n. 1, p. 46-59, 2001. <http://dx.doi.org/10.1108/09593840110384771>

MELO, M. do R. de. *Ensino de Ciências: uma participação ativa e cotidiana*, 2000. Disponível em: . Acesso em: 8 de abril de 2006.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. *O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde*. 8. ed. São Paulo: Hucitec, 2004.

MONTEIRO, Charles. História, fotografia e cidade: reflexões teórico-metodológicas sobre o campo de pesquisa. *MÉTIS: história e cultura*, v. 5, n. 9, p. 11-23, jan./jun. 2006.

MORIN, E. *A cabeça bem-feita. repensar a reforma, reformar o pensamento*. 7. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002a.

_____. *Educação e complexidade: os sete saberes e outros ensaios*. São Paulo: Cortez, 2002b.

NUNES, D. R. P. Teoria, pesquisa e prática em educação: a formação do professor pesquisador. *Educação e Pesquisa*, São Paulo, v. 34, n. 1, p. 97-107, 2008.

ORTON, John. **The Story of Semiconductors**. Oxford: University Press, 2004.

PALÁCIOS (Ed.) et al. Introdução aos estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade). In: *Cadernos de íbero-América*, 2003, p. 168.

PÉREZ-GÓMEZ, A. O pensamento prático do professor: a formação do profissional reflexivo. In: NÓVOA, A. (Org). *Os professores e sua formação*. Lisboa: Dom Quixote, 1997. p. 93-114.

PETRAGLIA, I. C. (2001). Edgar Morin: A educação e a complexidade do ser e do saber. 5. ed. Petrópolis: Vozes.

RAMOS, Marise. O Ensino Médio integrado. In: MOLL, Jaqueline (Org.). *Educação Profissional e Tecnológica no Brasil contemporâneo*. Porto Alegre: Artmed, 2010.

RATCLIFFE, M.; GRACE, M. *Science education for citizenship: teaching socioscientific issues*. Maidenhead: Open University Press, 2003.

RIOS, Sandraque Oliveira; COSTA, Jean Mário Araújo; MENDES, Vera Lúcia Peixoto Santos. A fotografia como técnica e objeto de estudo na pesquisa qualitativa. *Discursos fotográficos*, Londrina, v. 12, n. 20, p. 98-120, jan./jul. 2016. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/discursosfotograficos/article/viewFile/22542/pdf>. Acesso em: 05 fev. 2019.

RIZZI, L.; HAYDT, R. C. (1987) *Atividades Lúdicas na Educação da Criança*. 2 ed. São Paulo: Ática

SANTOS, P. R. dos. O Ensino de Ciências e a idéia de cidadania. *Mirandum*. Ano X. n. 17. 2006.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. Ciência e educação para a cidadania. In: SAVIANI, Dermeval. O choque teórico da Politecnia. *Trab. educ. saúde*, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p. 131-152, março de 2003

_____. Trabalho e educação: fundamentos ontológicos e históricos. *Revista Brasileira de Educação*, Campinas, v.12, n.32, p. 152-180, jan./abr. 2007.

SCHÖN. D. A. Formar professores como profissionais reflexivos. In: NÓVOA, A. (Org). *Os professores e sua formação*. Lisboa: Dom Quixote, 1992. p. 77-92.

SILVA, Marise Borba de; GRIGOLO, Tânia Maris. Metodologia para iniciação científica à prática da pesquisa e da extensão II. *Caderno Pedagógico*. Florianópolis: Udesc, 2002.

TARDIF, M. *Saberes docentes e formação profissional*. 10. ed. Petrópolis: Vozes, 2010.

TRIPP, David. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. *Educação & Pesquisa*, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443-466, set./dez. 2005.

WARTHA, E. J.; SILVA, E. L.; BEJARANO, N. R. R. Cotidiano e contextualização no ensino de química. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 84-91, 2013. Disponível em: . Acesso em: 7 maio. 2018

ZABALA, A. *A prática educativa: como ensinar*. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZEICHNER, K. M. *Formação reflexiva de professores: idéias e práticas*. Lisboa: Educa, 1993.

APÊNDICE A



Autoras



Franciane Simões Martins Segala – Mestre em educação profissional tecnológica pelo IFSP (2019), graduação em Pedagogia pela Universidade de Uberaba (2014), graduação em Biologia pelo Centro Universitário Claretiano de Batatais (2007), especialização em Supervisão e Inspeção Escolar pelo Centro Universitário Claretiano de Batatais (2012), especialização em Psicopedagogia pela Faculdade de Educação São Luís (2017) e especialização em Gestão Ambiental pelo Centro Universitário Claretiano de Batatais (2010).



Helena Barbosa Machado Martins – Graduação em Mecatrônica pela Universidade de São Paulo, USP, Brasil (2006). Graduação Programa Especial de Formação de Docentes para a Educação Básica, Instituto Federal de São Paulo, IFSP, Brasil (2017). Mestrado em andamento em Engenharia Mecânica, Universidade de São Paulo, USP, Brasil.



Luisa Helena Bartocci Liboni Negri - Possui graduação em engenharia elétrica pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Poli-USP 2009), doutorado em engenharia elétrica pela Escola de Engenharia de São Carlos, também da Universidade de São Paulo (EESC-USP 2017), com período sanduíche na University of California, San Diego (UCSD 2016) e licenciatura plena pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP 2013).



Riama Coelho Gouveia - Doutora em Física pela Universidade Federal de São Carlos (2016). Mestre em Ensino de Ciências Exatas - Física pela Universidade Federal de São Carlos (2011). Possui graduação em Física (Licenciatura) pelo Centro Federal de Educação Tecnológica de São Paulo (2005).



Thayná de Souza Braz- Graduanda do curso de química do IFSP campus Sertãozinho.

Título da sequência: Fundamentos científicos dos semicondutores e sua interferência no desenvolvimento tecnológico.

Público alvo: 4º ano do ensino médio integrado em automação industrial

Objetivos:

- Desenvolver atividades didático-pedagógicas utilizando diferentes metodologias sobre aspectos dos semicondutores que permitam aos estudantes relacionar ciência, tecnologia e sociedade.
- Compreender as características físicas e químicas dos semicondutores, bem como sua influência na sociedade.
- Entender que as pesquisas em ciências naturais não possuem caráter neutro.
- Aprender a se posicionar de forma crítica e ética frente aos avanços tecnológicos.

Competências:

- Compreender as ciências como construções humanas, relacionando o desenvolvimento científico ao longo da história com a transformação da sociedade.
- Compreender o papel das ciências naturais e das tecnologias a elas associadas, nos processos de produção e no desenvolvimento econômico e social contemporâneo.
- Identificar a presença e aplicar as tecnologias associadas às ciências naturais em diferentes contextos relevantes para sua vida pessoal.
- Associar alterações ambientais à processos produtivos e sociais, e instrumentos ou ações científico-tecnológicos à degradação e preservação do ambiente.
- Apropriar-se de conhecimentos da física, química e biologia para compreender o mundo natural e para interpretar, avaliar e planejar intervenções científico-tecnológicas no mundo contemporâneo.

Desenvolvimento: Inicialmente se aplicada um questionário diagnóstico, para conhecer o perfil e os interesses dos alunos, que é utilizado como parâmetro para a produção da sequência, sendo assim, a sequência didática está estruturada em quatro atividades práticas programadas para aulas duplas de 45 ou 50 min, totalizando 90 ou 100 min para cada atividade, finalizando com um aplicativo em forma de *quizz*.

 **Primeira** terá como finalidade relacionar os semicondutores com a estrutura atômica da matéria e conhecimentos relativos à área de Química.

- ✚ **Segunda** abordará aspectos relativos à condutividade de corrente dos materiais e questões relativas à Física dos semicondutores.
- ✚ **Terceira** será sobre descarte dos aparelhos eletrônicos, visando sua constituição e o descarte responsável, aspectos relacionados à Biologia.
- ✚ **Quarta** será pautada na utilização de dispositivos semicondutores na área da saúde, e, portanto, também relacionada com aspectos da Biologia.

Como fechamento da sequência didática foi escolhido um jogo interativo, pois aproxima a realidade vivenciada dos alunos aos conteúdos escolares, estimulando a aprendizagem e adaptando o processo educativo a condições e realidade dos educandos.

O jogo desenvolvido para esta pesquisa é um aplicativo para dispositivos móveis, na forma que *quizz*. Este contém 50 questões de múltipla escolha, abordando o tema semicondutor na perspectiva da física, química e biologia, ou seja, contemplando as ciências naturais. Após a resposta do aluno, aparecer na tela a explicação da questão, podendo ser uma imagem, um esquema, uma explanação, etc.

Avaliação:

A avaliação deve ser continuada, sendo realizada em todas as aulas, levando em conta a interação dos alunos com as aulas e atividades propostas.

Estrutura da Sequencia Didática:

Nas próximas páginas serão apresentadas todas as etapas da sequencia didática proposta, com a seguinte organização:

- 1) Questionário diagnóstico,
- 2) Conteúdo teórico abordados em cada aula, com apresentação de slides;
- 3) Roteiro para o desenvolvimento das atividades práticas com os respectivos questionários;
- 4) Avaliação final (incluindo link para o jogo)



Caracterização

Qual sua idade? _____

Quanto tempo por dia, aproximadamente, você utiliza seu smartphone? _____

Quanto tempo por dia, aproximadamente, você faz uso de um computador? _____

Qual seu nível de interesse por equipamentos eletrônicos, sendo "0" nenhum interesse e "5" muito interesse?
 () 0 () 1 () 2 () 3 () 4 () 5

Em seu curso, você lembra ter estudado o tema "Semicondutores" em alguma disciplina? () Não
 () Sim. Qual disciplina(s)? _____
 O que foi abordado? _____

Conteúdos Específicos

O que são semicondutores? () Não sei

Quais são os elementos semicondutores mais comuns? () Não sei

Que características, em termos de estrutura atômica, os semicondutores possuem em comum? () Não sei

Qual a configuração molecular dos elementos semicondutores, quando estes se apresentam no estado sólido?
 Essa estrutura implica em alguma característica do semicondutor?

O que são bandas de energia? Como são formadas? () Não sei

O que é dopagem? () Não sei

Em que dispositivos estão presentes materiais semicondutores? () Não sei

Cite exemplos de equipamentos em que estão presentes dispositivos semicondutores. () Não sei

Como deve ser feito o descarte de materiais semicondutores? () Não sei

Que riscos os semicondutores oferecem à saúde ou ao meio-ambiente? () Não sei

Aula 1- Semicondutores

Estrutura atômica

O que são?

- ❖ São sólidos com propriedades de condução elétrica intermediárias entre aquelas inerentes aos isolantes e aos condutores;
- ❖ São capazes de mudar sua condição de isolante para condutores com grande facilidade;
- ❖ Seu controle da condutividade pode ser feito através de variações de luz, temperatura, etc.

Onde encontramos?

Dispositivos



PixaBay

Banco de Imagens Free

Equipamentos



Elementos semicondutores

- ❖ Elementos tetravalentes – Possibilidade de se ligar a 4 outros átomos.
- ❖ Os materiais semicondutores mais utilizados são o Silício e o Germânio

6	C	carbono	12,011
14	Si	silício	28,085
32	Ge	germânio	72,630(8)
50	Sn	estanho	118,71
82	Pb	chumbo	207,2
114	Fl	floróvio	[289]

- ❖ Semicondutores mais simples são constituídos de átomos de um único elemento químico com quatro elétrons na camada de valência (tetravalentes)

Tabela periódica

Ge {

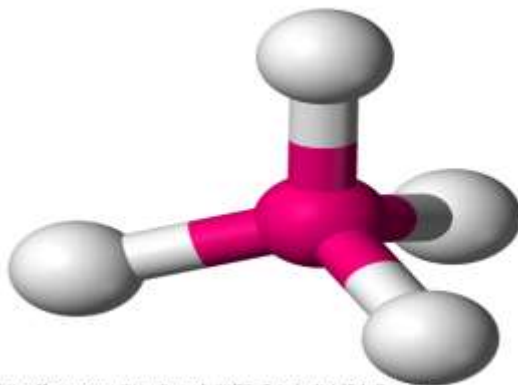
- 2ª órbita = 8 elétrons
- 3ª órbita = 18 elétrons
- 4ª órbita = 4 elétrons

Distribuição dos elétrons nos átomos de silício e germânio.

<http://videoplayer.com.br/video/1K28003/playlist/voothub>

Geometria Molecular

- ❖ Na busca pela configuração espacial mais estável, conforme teoria da repulsão dos pares eletrônicos, Si e Ge se organizam na geometria tetraédrica

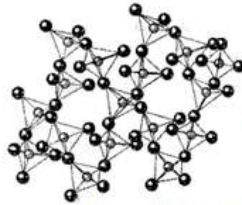
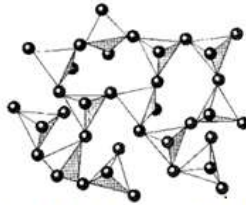
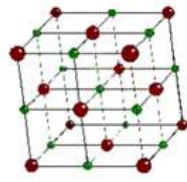


<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tetrahedral-3D-balls.png>

Propriedades dos semicondutores

- ❖ Muitas propriedades dos sólidos como condutividade elétrica, condutividade térmica, transparência (ou opacidade) à luz, entre outras, estão relacionadas à configuração espacial dos átomos, ou seja, à organização da estrutura cristalina.

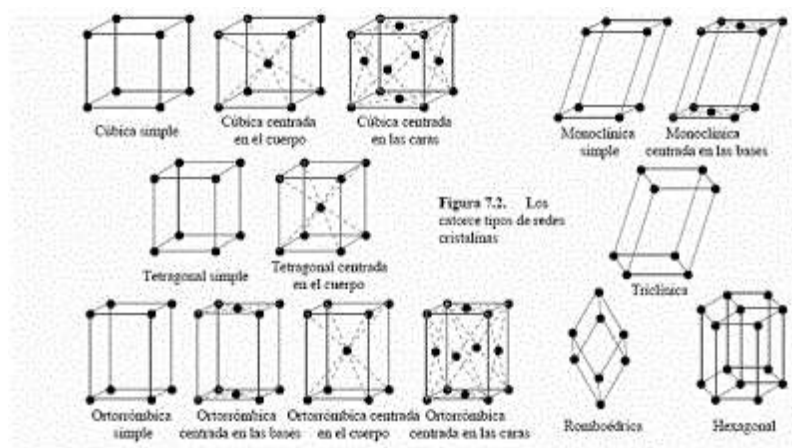
Cristalino



Amorfo

<https://cpig.wordpress.com/2016/04/27/solidos-cristalinos-y-amorfos/>

Sólidos Cristalinos



<http://solidoscristalinosyamorfos.blogspot.com/>

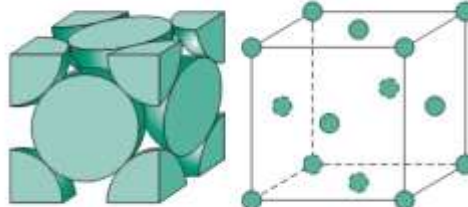
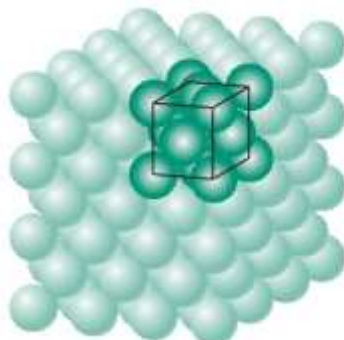
Materiais semicondutores



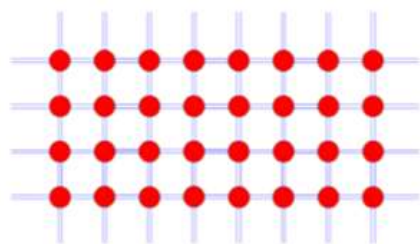
Estrutura Cristalina Cúbica de Face Centrada (CFC)

Estrutura Cristalina Cúbica de Face Centrada (CFC)

Rede cristalina

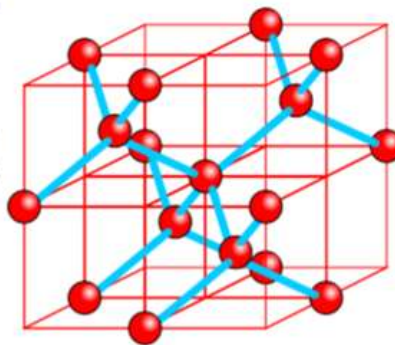


<https://www.ebah.com.br/content/ABAAeiygAl/apostila-materiais-contrucao-mecanica-2011?part=3>



Representação plana
de uma rede cristalina de
átomos tetravalentes.

Representação tridimensional
de uma rede cristalina de átomos
tetravalentes.

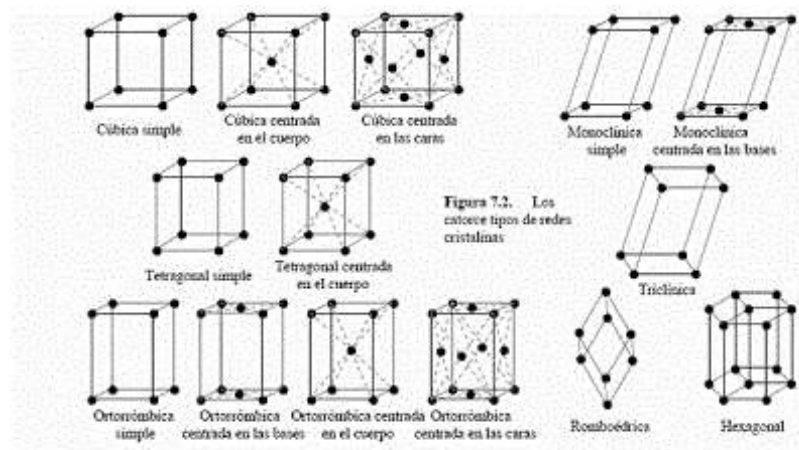


<http://eletronicanoel.blogspot.com/2013/07/materiais-semicondutores-1-parte.html>

Aula 2- Condutividade nos Semicondutores

Estruturas Cristalinas

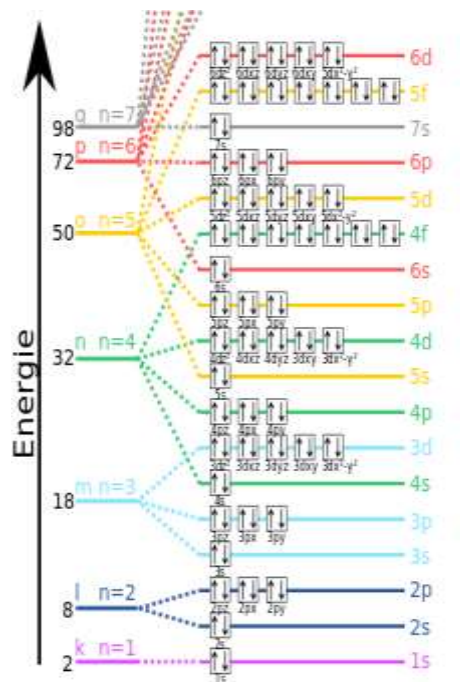
- ❖ Os sólidos se organizam em estruturas moleculares



<http://solidoscristalinosyamorfos.blogspot.com/>

- ❖ A forma de organização dessas estruturas define propriedades dos materiais: como?

Energia nos Átomos

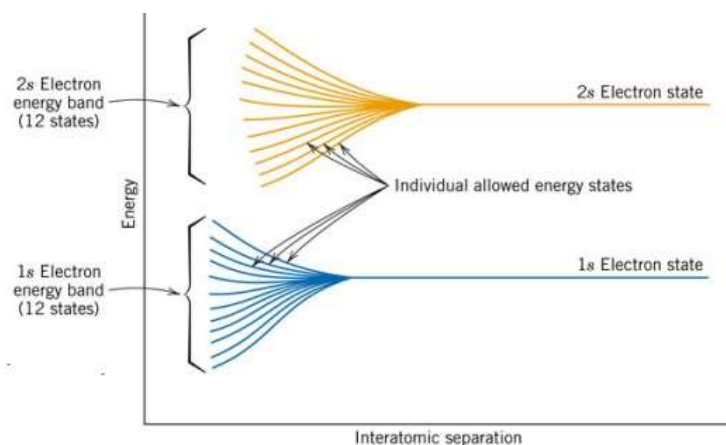


https://pt.wikipedia.org/wiki/N%C3%ADvel_de_energia

- ❖ Os elétrons, nos átomos, ocupam níveis específicos de energia (não pode ser qualquer valor):
camadas (K, L...) subníveis (s, p...)
- ❖ O último nível de energia preenchido é chamado de valência

Interação entre Átomos

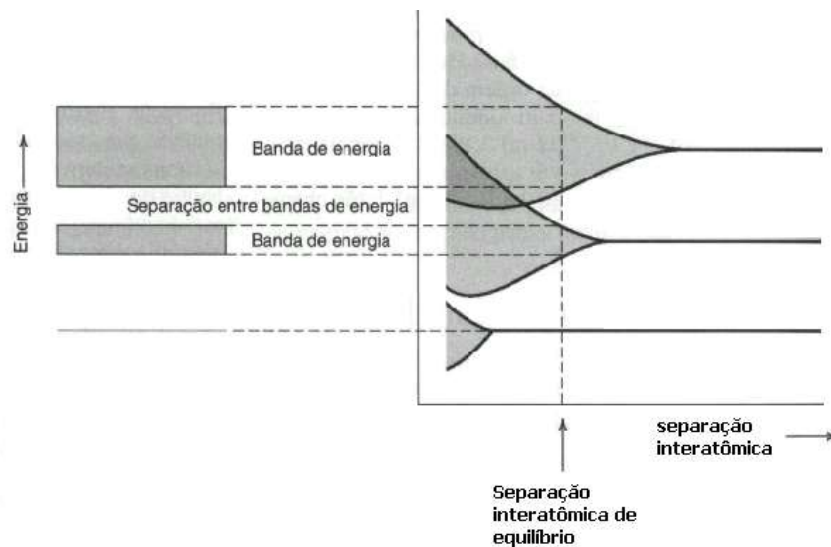
- ❖ Quando os átomos se aproximam esses níveis de energia se modificam; para cada interação surgem níveis com energia ligeiramente diferentes



<http://www.ndhu.edu.tw/ezfiles/29/1029/img/2481/Chapter18-ElectricalProperties.pdf>

Bandas de Energia

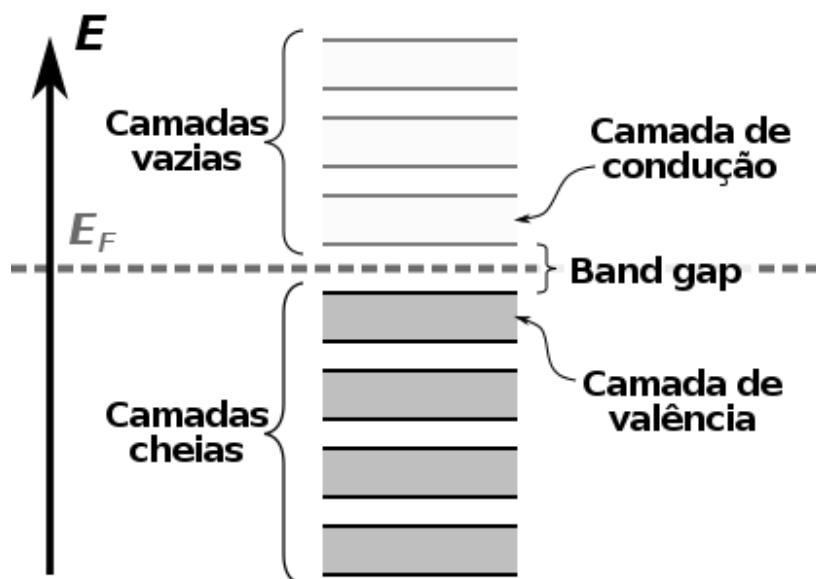
- ❖ Num sólido existem muitos átomos e a interação dos níveis gera bandas



https://www.researchgate.net/figure/Figura-5-Representacao-da-formacao-e-separacao-entre-as-bandas-de-energia-para-um-siste_fig4_310608246

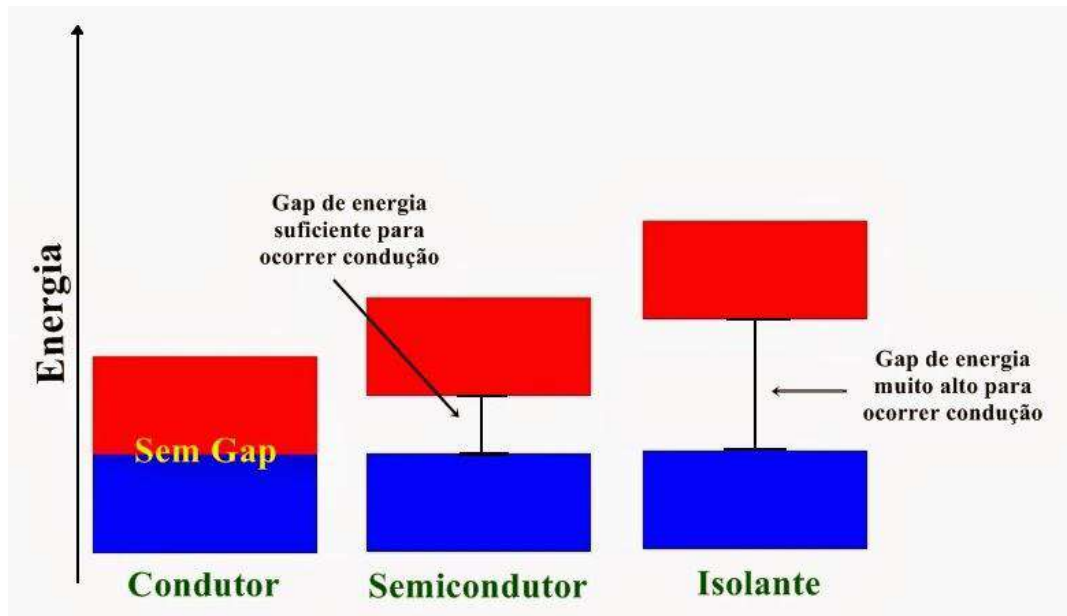
Bandas e Gaps

- ❖ A última banda preenchida por elétrons (a 0K) é a banda de valência e a primeira vazia a banda de condução
- ❖ Entre os níveis existem região proibidas chamadas *gaps*



[https://pt.wikipedia.org/wiki/Camada_de_val%C3%A2ncia#/media/File:Semiconductor band structure](https://pt.wikipedia.org/wiki/Camada_de_val%C3%A2ncia#/media/File:Semiconductor_band_structure)

Condutores, Isolantes e Semicondutores



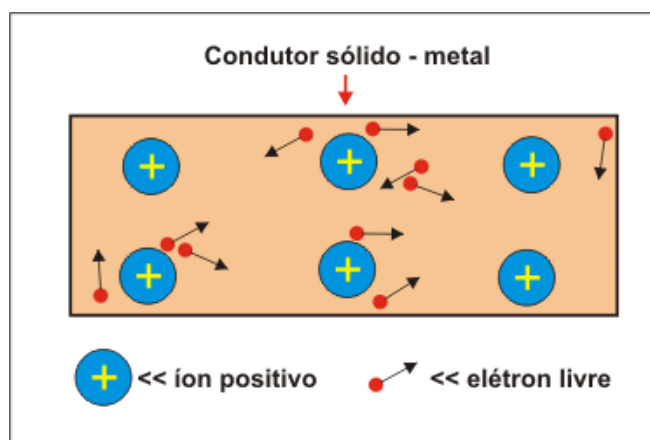
http://relle.ufsc.br/moodle/pluginfile.php/3152/mod_resource/content/2/caderno%20didatico.pdf

Corrente Elétrica

- ❖ Corrente elétrica é o movimento de cargas elétricas em um meio
- ❖ É a quantidade de carga que atravessa a área de um material em uma unidade de tempo
- ❖ A condução da corrente é realizada por PORTADORES de corrente
- ❖ Esses portadores podem ter carga positiva ou negativa

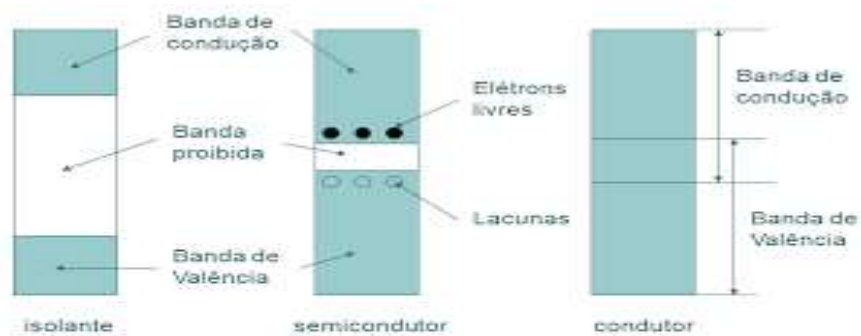
Corrente nos Condutores

- ❖ Os principais portadores de corrente dos condutores (metais) são os elétrons, que se encontram na banda de condução na temperatura ambiente



<https://www.alfaconnection.pro.br/fisica/eletricidade/corrente-e-resistencia-eletrica/corrente-eletrica/>

Semicondutores

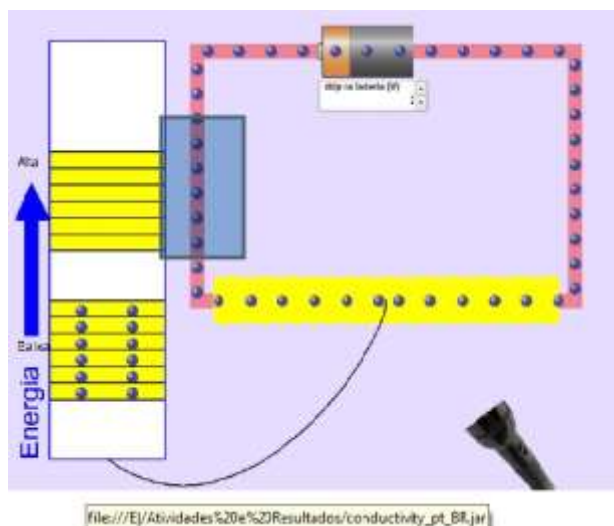


https://wiki.ifsc.edu.br/mediawiki/index.php/AULA_1_-_Eletr%C3%B4nica_Geral_1_-_T%C3%93picos

- ❖ Quando um elétron sai da banda de valência e vai para a banda de condução (excitação) surgem dois portadores de corrente: o elétron na banda de condução e a lacuna (ou buraco) na banda de valência

Corrente nos Semicondutores

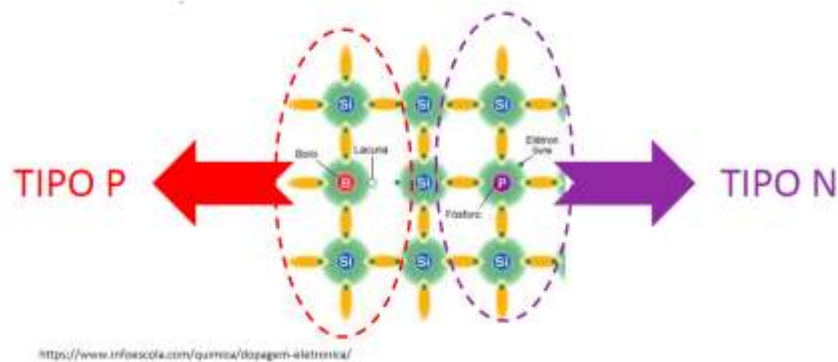
- ❖ Na temperatura ambiente haverá poucos portadores de corrente (elétrons e buracos) e a resistência do semicondutor é muito alta
- ❖ Podem-se criar portadores com o aumento da temperatura, com a incidência de luz...



Dopagem

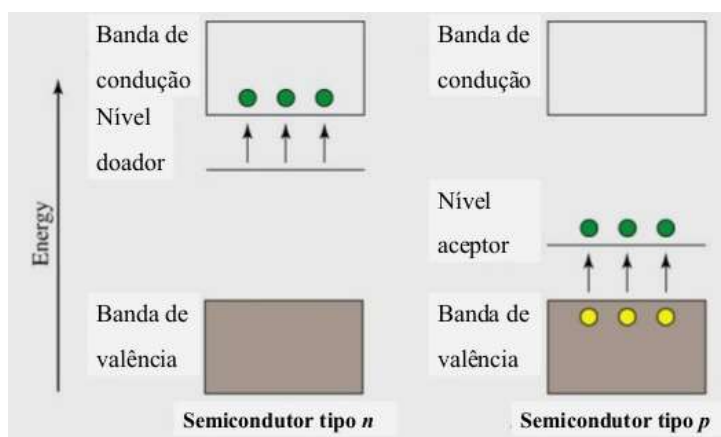
- ❖ Outra forma de alterar a condutividade é criar portadores pelo processo de dopagem

- ❖ A dopagem é a inserção de impurezas no semicondutor



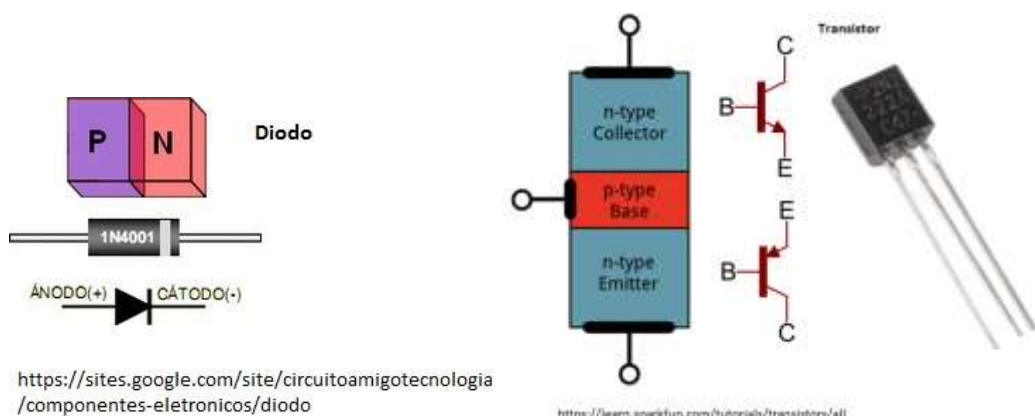
Semicondutor Dopado

- ❖ Os dopantes criam níveis de energia adicionais no *gap* do semicondutor e facilitam a excitação dos portadores, mesmo em temperatura ambiente



Dispositivos

- ❖ São construídos a partir da junção de semicondutores tipo p e tipo n

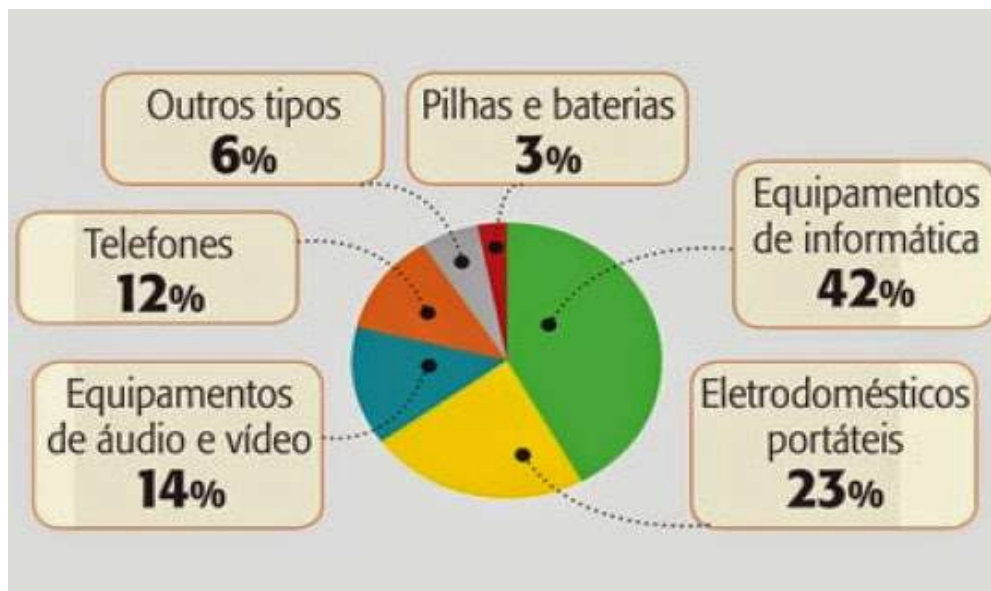


Aula 3- Lixo Eletrônico

Definição

“Lixo eletrônico é o nome dado aos resíduos da rápida obsolescência de equipamentos eletrônicos, que incluem computadores e eletrodomésticos, entre outros dispositivos. Tais resíduos, descartados em lixões, constituem-se num sério risco para o meio ambiente, pois possuem em sua composição metais pesados altamente tóxicos, como mercúrio, cádmio, berílio e chumbo. Em contato com o solo estes metais contaminam o lençol freático e, se queimados, poluem o ar além de prejudicar a saúde dos catadores que sobrevivem da venda de materiais coletados em lixões.” (GUERIN, 2008, p. 1, in NATUME, 2011).

Principais tipos de lixo eletrônico



Equipamentos Eletrônicos

- ❖ *A fabricação de equipamentos eletrônicos, nos quais os semicondutores são as peças chave, inclui diversos elementos tóxicos, que podem oferecer risco à saúde de seus usuários.*
- ❖ *E quando são descartados de maneira incorreta lançam ao meio ambiente, resíduos que podem contaminar água e solo e afetar a cadeia alimentar!*
- ❖ *O cádmio é usado em baterias de níquel/cádmio e em células fotoelétricas, pode causar congestão pulmonar, angústia respiratória, pressão torácica e broncopneumonia.*
- ❖ *O Silício, é inerte de forma que passa pelo sistema digestivo completamente intacto, mas a inalação do pó seco de silício pode causar pneumoconiose e silicose.*

Composição De	Um Smartphone
Elemento	Localização/Função
Lítio	Baterias
Cobalto	Baterias
Carbono (grafite)	Baterias (eletrodo negativo)
Alumínio	Parte externa de baterias
Níquel	Ligações elétricas
Praseodímio, Neodímio e Gadolínio	Ímãs dos alto-falantes
Disprósio e Neodímio	Vibração do aparelho
Silício	Produção de transistores para chips, processadores.
Chumbo e Estanho	Soldas elétricas
Óxido de Índio e óxido de Estanho	Tela sensível, película transparente que conduz eletricidade.
Lantânio, Térbio, Praseodímio, Európio, Disprósio e Gadolínio	Responsáveis pelas cores vividas na tela do smartphone
Mercúrio	Telas, pilhas e baterias.
Bromo e Níquel	Reduzem interferências eletromagnéticas.

Aula 4 – Aplicações na Medicina



Com o avanço das ciências e da tecnologia, um campo beneficiado foi a **medicina**, nos dias atuais a medicina está intimamente ligada ao uso de **aparelhos eletrônicos** (Raio x, ultrassom, aparelhos para tomografia, etc) todos eles com milhares de semicondutores (chips).

Os transistores, unidades básicas de processamento de dados dos computadores; diodos; células solares; chips; e inúmeros outros dispositivos, sem os quais seria inviável a existência de aparelhos eletrônicos, são obtidos a partir de semicondutores.

Aplicações Germânio

Em quimioterapia.

Óptica de infravermelhos: espectroscópios, sistemas de visão noturna e outros equipamentos.

- Lentes, com alto índice de refração, de ângulo amplo e para microscópios.

Foi usado enquanto germanato de bismuto no tipo de câmera gama utilizada nos anos 80, em medicina nuclear.

Arseneto de gálio (GaAs) e o nitreto de gálio (GaN) utilizados em novas aplicações, como na **laserterapia**.

Atualmente, lasers obtidos a partir do diodo de arseneto de gálio são aplicados como método terapêutico em pesquisas médicas para regeneração de nervos.



"A Biotecnologia não seria o que é, sem a indústria dos semicondutores. A própria indústria de microscopia eletrônica teve de ser desenvolvida não por causa da Biologia, mas por causa da indústria de semicondutores. Se hoje há uma indústria de microscopia eletrônica foi devido à necessidade da indústria de semicondutores" Edson Leite

Radioterapia

De acordo com Ferreti (2017), a aplicação de dosímetros semicondutores é viável, precisa e de grande importância para controle.

- * Dosímetros termoluminescentes
- * Diodo para o controle de qualidade, na avaliação da dose a ser ministrada ao paciente.



A nanomedicina consiste em usar nanopartículas, nanorobôs e outros elementos em escala nanométrica para curar, diagnosticar ou prevenir doenças.

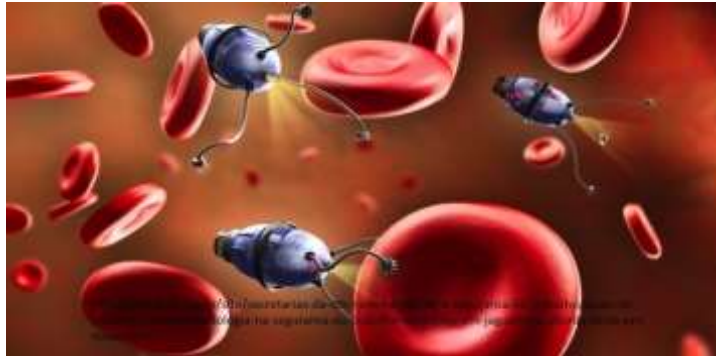


imagen: Steve Jurvetson. Fuente: Flickr.

Utilização de sensores retinianos que auxiliam na melhora da visão.



Estimuladores cerebrais que combatem doenças degenerativas cerebrais



Desfibriladores Cardíacos

<https://pixabay.com/pt/desfibrilador-desfibrilhadores-3406702/>



Implantes Cocleares

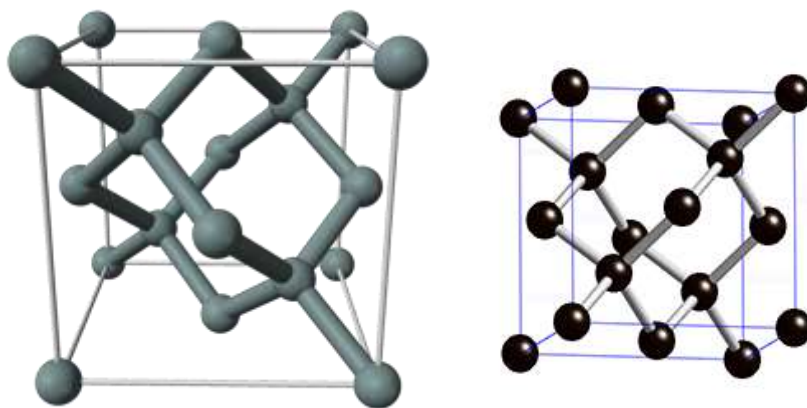
https://en.wikipedia.org/wiki/File:Cochlear_implant.jpg

Nomes: _____

Atividades 1 - Estrutura Cristalina dos Semicondutores Tradicionais

Figura Auxiliar

Com o auxílio das figuras a seguir e com o material fornecido (bolinhas de isopor, palitos de churrasco, canudinho) construa uma célula cristalina do Silício ou Germânio.



Conteúdos Específicos

O que são semicondutores?

Quais são os elementos semicondutores mais importantes?

Que características, em termos de estrutura atômica, os semicondutores possuem em comum?

Qual a configuração molecular dos elementos semicondutores, quando estes se apresentam no estado sólido?

Essa estrutura interfere em alguma característica do semicondutor? Qual (is)?

Gostou de realizar esta atividade? () Muito () Um pouco () Não

Críticas e/ou Sugestões:



Nomes: _____

Atividades 2 - Condutividade nos Semicondutores

Procedimentos

Abra o simulador Semicondutores, do PhET, disponível em:
https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/semiconductor

Selecione um segmento. Observe como estão as bandas/níveis de energia e os portadores de corrente no semicondutor intrínseco (sem dopagem) em condições normais (temperatura ambiente, sem luz, sem dopagem...).

Varie a tensão da fonte até 4V e depois até -4V. Observe o que ocorre com as bandas/níveis de energia, com os portadores de corrente e com a corrente do circuito.

Adicione um dopante tipo p ao semicondutor (arraste o dopante até o quadrado rosa). Observe o que ocorre com as bandas/ níveis de energia e com os portadores de corrente no semicondutor.

Varie (aumente e depois diminua) a tensão e verifique o que ocorre com as bandas/níveis de energia, com os portadores de corrente e com a corrente do circuito.

Limpe o dopante positivo e adicione um dopante negativo ao semicondutor. Repita o procedimento anterior.

Selecione a opção dois segmentos. Varie a tensão da fonte até 4V e depois até -4V. Observe o que ocorre com as bandas/níveis de energia, com os portadores de corrente e com a corrente do circuito.

Com a tensão em 0V adicione um dopante positivo do lado esquerdo e um negativo do lado direito. Aumente a tensão lentamente e verifique o que ocorre com as bandas/níveis de energia, com os portadores de corrente e com a corrente do circuito.

Com a tensão em 0V adicione um dopante positivo do lado esquerdo e um negativo do lado direito. Aumente a tensão lentamente e verifique o que ocorre com as bandas/níveis de energia, com os portadores de corrente e com a corrente do circuito.

Questões

1) O que são bandas de energia? Como se formam?

2) Qual a diferença entre condutores, isolantes e semicondutores, em termos de bandas de energia?

3) Um semicondutor intrínseco conduz em condições normais? Por quê? De que forma ele pode passar a conduzir?

4) De que forma a dopagem influencia na condutividade do semicondutor?

5) Aponte o que mais gostou e o que menos gostou nesta atividade. Deixe críticas e sugestões.



Nomes: _____

Atividades 3 – Descarte de Equipamentos Eletrônicos

Composição da placa fornecida			
Componente	Composição	Problema	Descarte correto

De exemplos de problemas ambientais que podem ser causados pelo descarte incorreto do lixo eletrônico.

De que forma os semicondutores podem causar danos à saúde?

O que achou desta atividade? Deixe sugestões.



Atividades 4 – Aplicações de Semicondutores na Medicina

Pesquise UMA técnica usada na medicina, que tenha emprego de semicondutores, faça um cartaz em tamanho A3.



Avaliação Final

Para finalizar as atividades de semicondutores, baixe o aplicativo “conduzindo” na PlayStore e jogue o quiz.

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.catbit.quiz>

Após a realização de todas as atividades, responda esta avaliação da sequência didática, para que a mesma possa ser aprimorada!

Por favor, circule **um número** de acordo com o quanto você concorda ou discorda de cada afirmação abaixo.

Afirmações	Sua avaliação			Sugestões
Com relação à satisfação geral das atividades.	Discordo	1 / 2 / 3 / 4 / 5	Concordo	
Com relação à linguagem e abordagem geral das atividades.	Discordo	1 / 2 / 3 / 4 / 5	Concordo	
As atividades práticas auxiliam na aprendizagem.	Discordo	1 / 2 / 3 / 4 / 5	Concordo	
As partes teóricas ajudam a entender o assunto.	Discordo	1 / 2 / 3 / 4 / 5	Concordo	
A sequência didática facilitou a compreensão do assunto.	Discordo	1 / 2 / 3 / 4 / 5	Concordo	
Os assuntos abordados foram interessantes/importantes se eu seguir carreira na área que estou estudando.	Discordo	1 / 2 / 3 / 4 / 5	Concordo	
Os assuntos abordados facilitaram o entendimento da ligação existente entre ciência, tecnologia e suas relações de influências na sociedade.	Discordo	1 / 2 / 3 / 4 / 5	Concordo	
O conteúdo do jogo (quiz) é relevante para os meus interesses.	Discordo	1 / 2 / 3 / 4 / 5	Concordo	
Foi fácil entender o jogo (quiz) e começar a utilizá-lo como material de estudo.	Discordo	1 / 2 / 3 / 4 / 5	Concordo	
Estou satisfeito porque sei que terei oportunidades de utilizar na prática coisas que aprendi com a sequência de atividades.	Discordo	1 / 2 / 3 / 4 / 5	Concordo	