



DISCUTINDO SOBRE SEMICONDUTORES POR MEIO DE UMA ABORDAGEM CTS

Franciane Simões Martins Segala.

Mestranda Instituto Federal de São Paulo (IFSP) Sertãozinho, SP, Brasil.

Riama Coelho Gouveia.

Professora Doutora Instituto Federal de São Paulo (IFSP) Sertãozinho, SP, Brasil.

Resumo: Os equipamentos eletrônicos influenciam fortemente a sociedade, porém na escola pouco se discute sobre a ciência que fundamenta essas tecnologias. A física e a química, por exemplo, possuem conteúdos que explicam o funcionamento de tais equipamentos, enquanto a biologia trata de assuntos que permitem entender os impactos ao meio ambiente, o que possibilita o pensamento crítico sobre o desenvolvimento tecnológico, porém uma abordagem fragmentada e descontextualizada dessas disciplinas não é capaz de despertar tal reflexão. Assim, visando desenvolver a reflexão e a formação crítica, foi elaborada uma discussão didática, com ênfase na concepção Ciência Tecnologia Sociedade (CTS), utilizando como tema articulador os semicondutores, e aplicada em curso técnico integrado na área industrial, verificando as contribuições ao processo de ensino-aprendizagem e à formação integral. O tema foi escolhido tendo em vista a importância social da eletrônica e sua relação com o curso, permitindo a contextualização de conteúdos; também foi considerado que os semicondutores se relacionam com disciplinas tanto do núcleo comum quanto da área técnica, facilitando a interdisciplinaridade. Na pesquisa foram utilizados elementos da pesquisa-ação, tendo em vista a transformação da prática educativa, sendo o diálogo com os estudantes realizado através de questionários, observação/ registro da pesquisadora e materiais produzidos, tanto na estruturação da discussão didática quanto na sua validação. A análise dos dados coletados, estatística quando quantitativos e pelo método de triangulação quando qualitativos mostrou que o tema escolhido foi adequado como elemento contextualizador, permitindo a percepção da relação entre ciência e tecnologia e possibilitando uma reflexão crítica sobre seu impacto social.

Palavras-chave: Semicondutores. Ciência, Tecnologia e Sociedade. Formação integral.

Abstract: Electronic devices play a meaningful role in shaping society, yet the education system often overlooks the scientific principles that form the foundation of these technologies. For instance, certain aspects of physics and chemistry can elucidate how these devices function, while biology can explore the environmental impacts, fostering critical thinking about technological advancements. However, the school curriculum often presents a fragmented and outdated approach to these subjects, hindering the opportunity for such critical reflection. Therefore, to foster reflection and cultivate critical thinking, a didactic sequence centered around semiconductors was designed and implemented as a unifying theme, emphasizing the Science, Technology, and Society (STS) concept. This sequence applied in an integrated technical course focused on the industrial area; to assess its impact on the teaching-learning process and comprehensive training of students.

The choice of the semiconductor theme was based on its profound societal significance within the electronic fields, enabling a contextualized approach to the course content. Furthermore, semiconductors were found to have interdisciplinary connections with subjects in both the general curriculum and technical, fostering holistic learning experiences. Walking through transformative educational practices incorporates the research elements of action research, acknowledging its capacity to bring about positive changes in teaching and learning methodologies. It fosters student engagement by using questionnaires, researcher observations and recordings, as well as the production of educational materials, both during the development and validation of the didactic sequence. The collected data underwent analysis, employing statistical methods for quantitative data and the triangulation method for qualitative data. The findings revealed that the selected theme was used as an efficient contextualized element, enabling students to recognize the interplay between science and technology and facilitating critical reflection on their societal impacts.

Keywords: Semiconductors. Science, Technology and Society. Comprehensive traini

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.

O desenvolvimento das ciências está diretamente relacionado com as modificações do modelo econômico, uma vez que as descobertas das ciências naturais são a base das tecnologias e dos produtos tecnológicos utilizados pelo capital. Desta forma, o pensamento científico não é neutro, possuindo características históricas e sociais. Sendo assim, precisa-se refletir sobre os impactos que as ciências e a tecnologia causam na sociedade moderna e as implicações sociais no desenvolvimento científico (BAZZO *et al.*, 2003).

Percebe-se atualmente que a tecnologia é onipresente, assim, para conseguirmos promover uma formação integral, precisamos alfabetizar cientificamente e tecnologicamente os educandos, para que se tornem capazes de examinar o impacto que a tecnologia e as ideias científicas ocasionam na vida das pessoas. A alfabetização científico-tecnológica possibilita a reflexão dos valores tecnológicos e científicos e só é possível a partir de análises que vão além da divisão tradicional das disciplinas, ou seja, interdisciplinares.

CIÊNCIA E TECNOLOGIA PARA A FORMAÇÃO INTEGRAL

Tendo em vista que o mundo atual é fortemente marcado pela ciência e pela tecnologia, que influenciam de forma determinante a vida em sociedade, necessita-se de uma educação que supere as características dualistas e possa preparar o estudante para todas as esferas da prática social. Para alcançar tais perspectivas é preciso, em primeiro lugar, que o professor desenvolva uma reflexão teórico-pedagógica constante.

Para Libâneo (2006), há uma divisão entre conhecimento prático e conhecimento teórico pedagógico na formação de professores 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 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 o paradigma da formação docente e, conseqüentemente, o processo de formação dos estudantes em geral.

Dentre as reflexões necessárias ao professor, inclui-se a discussão sobre o papel social da educação. Para Martins (2001), a educação é legalmente reconhecida como instrumento social, 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) 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 desses 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 em sociedade. 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 politecnicidade 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 a 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, estas 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).

MÉTODOS – PREPARAÇÃO DA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA

Na busca por realizar um projeto que articule as disciplinas de ciências naturais (física, química e biologia), 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 da tecnologia em suas vidas e conseqüentemente na sociedade, com base na formação integral do sujeito, foi elaborada uma proposta educacional, que considera as pesquisas científicas, o desenvolvimento da tecnologia e seus impactos na sociedade, demonstrando como a tecnologia tem ligação direta com as mudanças sociais e como os avanços científicos interferem na tecnologia.

Foi selecionado como assunto articulador do trabalho “os semicondutores”. A escolha fundamentou-se em dois aspectos distintos, a interdisciplinaridade e a contextualização. No sentido de diminuir a fragmentação do conhecimento, optou-se por um tema que está conectado a um grande número de áreas de conhecimento, tanto do ensino básico quando da formação específica da área industrial, facilitando a abordagem interdisciplinar. Sob outro ponto de vista, por serem a base de funcionamento dos equipamentos eletrônicos, amplamente utilizados pelos alunos atualmente, os semicondutores servem como elemento contextualizador e motivador de aprendizagem

Ao perpassar a realidade dos estudantes e evidenciar que os conceitos das diferentes disciplinas não são isolados, a discussão sobre os semicondutores pode possibilitar alcançar patamares superiores de aprendizagem, uma vez que demonstra como as ciências são utilizadas para o desenvolvimento de novas

tecnologias e estas interferem no modo de vida social, despertando nos alunos a possibilidade de uma visão crítica. Como observou Antunes (2009), o capital é mundializado sendo necessário, portanto, trabalhadores também mundializados, que tenham criticidade suficiente para se opor aos padrões dominantes e excludentes.

A metodologia definida para o 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. Para estabelecer o diálogo com os participantes, foram realizadas reuniões e intervenções pedagógicas durante as quais foram utilizados questionários, registros fotográficos e registros escritos de observação, além dos materiais produzidos pelos estudantes durante as atividades propostas. Para analisar os dados obtidos com esses instrumentos de pesquisa, foram utilizadas técnicas estatísticas, quando quantitativos, e o método de análise de conteúdo e categorização, a partir da metodologia da triangulação de dados, para os dados qualitativos.

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 neste texto, cada uma das etapas ilustradas na figura é detalhada a seguir:

a) - Etapa 1 – Identificação do Problema: A ciência é vista como uma atividade neutra, desconectada da vida social e do sistema produtivo, sendo assim, é desinteressante aos estudantes e sem proficuidade cotidiana.

b) - 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.

c)- 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 de um campus do Instituto Federal de São Paulo. 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 semiconductor; os resultados desse questionário foram utilizados como parâmetro (escolha dos temas e métodos pedagógicos) para o desenvolvimento das atividades posteriores.

d)- 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 de atividades específicas sobre semicondutores.

e) - 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.

f) - 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.

g) - 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 peculiaridades que influenciam diretamente o desenvolvimento educacional. De forma mais direta, as respostas dos estudantes às questões propostas em cada atividade, além de servirem para avaliar a própria atividade, forneceram base para a implantação de melhorias nas atividades posteriores.

h) - 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.

DISCUSSÃO SOBRE SEMICONDUTORES

O questionário inicial ou diagnóstico teve 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.

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 em quatro atividades teórico/práticas, sendo a primeira mais ligada à química, sobre a estrutura cristalina dos materiais semicondutores, a segunda mais voltada à física, sobre a forma como a estrutura influencia nas propriedades do material, em especial na condutividade, a terceira que dá ênfase ao “princípio da responsabilidade” e é referente ao descarte dos

materiais (lixo eletrônico) e a responsabilidade das empresas com o lixo que produzem, e a quarta sobre avanços nas pesquisas biológicas e aplicação dos semicondutores na medicina (como a nanotecnologia) e a ética desses trabalhos. Como fechamento das atividades, os alunos responderam ao um jogo em formato de *quizz*, sobre os diferentes aspectos dos semicondutores, que após a pergunta ser respondida faz uma pequena explicação sobre a questão.

A primeira atividade pedagógica iniciou com uma aula expositivo dialógica, com auxílio de uma apresentação de slides, que abordou as principais características dos semicondutores (o que são, onde são encontrados, propriedades químicas) e a forma como os átomos dos principais semicondutores se organizam quando estão no estado sólido. 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. Após a explicação, os estudantes foram organizados em grupos e montaram uma rede cristalina tridimensional de átomos tetravalentes (semicondutores tradicionais), com bolinhas de isopor, palitos de madeira e canudinhos plásticos.

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.

Na segunda atividade também foi feita uma apresentação de slides que auxiliou a abordagem da condutividade dos semicondutores. O objetivo principal era 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. Para tanto, discutiu-se 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. Passando à segunda parte da atividade, os estudantes realizaram uma atividade prática com uso de um simulador (disponível em https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/semiconductor), 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.

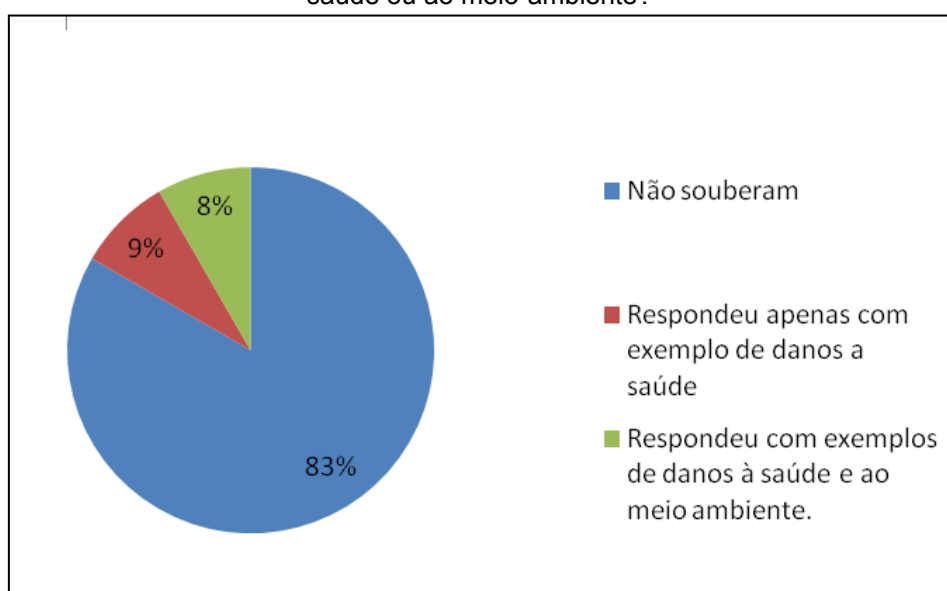
Durante a parte inicial desta segunda atividade, ou seja, durante a aula expositiva, os estudantes não mostraram grande interesse, sendo feitas poucas perguntas e havendo conversas e atividades paralelas nesse período. Na atividade prática, no entanto, os estudantes empenharam-se na execução da tarefa, de forma que todos os grupos conseguiram realizar todas as etapas propostas e chegar a conclusões corretas sobre o comportamento da corrente elétrica nos diferentes dispositivos avaliados.

A terceira atividade, por sugestão dos próprios estudantes durante as atividades anteriores, 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 à saúde e ao meio ambiente. Para concluir, os estudantes 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.

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 dê 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 02.

Figura 02: Gráfico das respostas da questão “Que riscos os semicondutores oferecem à saúde ou ao meio-ambiente?”



Fonte: Desenvolvido pela autora, 2019.

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 esses 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 à 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.

O tema da quarta atividade foram aplicações dos semicondutores na medicina e a aula começou com uma discussão sobre a importância da tecnologia e conseqüentemente dos semicondutores para os processos modernos de diagnóstico e tratamento, com auxílio de apresentação de slides. Em seguida os estudantes, divididos em grupos, escolheram uma aplicação dos semicondutores na medicina, fizeram uma pesquisa na internet sobre o assunto, e prepararam cartazes, que foram posteriormente expostos para a comunidade escolar.

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 alguns desses tratamentos.

Finalizando, o aplicativo na forma de jogo tinha como intuito facilitar o estudo dos assuntos relacionados ao tema e mensurar a aprendizagem proporcionada pelas atividades da sequência didática, em comparação com o questionário diagnóstico. O link (<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.catbit.quiz>) 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, essas não foram 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.

A apreciação da quantidade de acertos permite perceber que a discussão 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 03: Duas perguntas do jogo desenvolvido para a pesquisa, com as respectivas respostas

Conduzindo **Conduzindo**

A evolução tecnológica cria equipamentos que facilitam a vida moderna; no entanto, na atualidade, estamos "engolidos" pelo lixo eletrônico gerado a partir desses símbolos da nossa própria evolução, uma vez que estão sendo inadequadamente descartados, causando problemas ambientais. O que fazer com o lixo eletrônico - pilhas, baterias e equipamentos quebrados?

Existem locais específicos que recolhem o lixo eletrônico e reaproveita ou recicla os materiais existentes nele e/ou descarta os mesmos adequadamente. A partir de 2010 é responsabilidade das empresas que venderam tais materiais, recolherem os aparelhos (que são entregues pelos consumidores) e dar destinação adequada.

RECOLHER, ORGANIZAR E ARMAZENAR EM CASA O MÁXIMO DE TEMPO POSSÍVEL

JUNTAR COM PLÁSTICOS E METAIS

JOGAR NO LIXO COMUM

PROCURAR LOCAIS ESPECÍFICOS PARA SEU DESCARTE

CONTINUAR

Conduzindo **Conduzindo**

Pode-se definir tensão elétrica como:

Tensão Elétrica (DDP)

Tensão elétrica ou diferencial de potencial (ddp) é a diferença de potencial entre dois pontos.

Ex: Na Bateria a diferença de potencial, faz com que as cargas negativas de um lado (elétrons) vão para o lado positivo, quando os dois lados tiverem a mesma quantidade de elétrons a bateria estará descarregada, sem tensão elétrica não há corrente elétrica.

(fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=PXM0IOkF1pk>)

É A DIFERENÇA DE POTENCIAL ENTRE DOIS PONTOS.

É O FLUXO DE ELÉTRONS DE UM PONTO PARA OUTRO.

É UMA OPOSIÇÃO À PASSAGEM DA CORRENTE ELÉTRICA.

É O QUOCIENTE ENTRE A RESISTÊNCIA E CORRENTE.

CONTINUAR

Fonte: Desenvolvido pelas autoras, 2019.

Além do jogo, após o desenvolvimento de todas as atividades, foi aplicado um questionário 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. De maneira geral, a sequência didática foi satisfatória para os alunos que afirmaram que além de aprenderem sobre o conteúdo desejado, também o fizeram de forma prazerosa.

Para as professoras envolvidas, o desenvolvimento desse 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 trabalhado. 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 todas as etapas e conteúdo, a comunicação e troca de experiências e conhecimento enriqueceu a sequência didática e o trabalho docente das professoras.

A discussão que culminou em uma sequência didática está disponível no repositório da Capes, link (<https://educapes.capes.gov.br/handle/capes/553787>). Essa sequência de aulas foi selecionada para a turma elegida, levando em consideração suas peculiaridades, podendo ser utilizada e adaptada por profissionais da educação que possuem interesse.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Percebeu-se, 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.

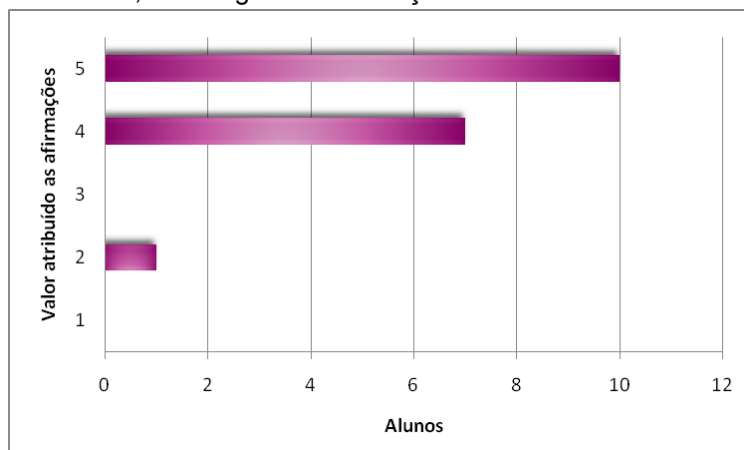
Durante a aplicação da sequência didática, ficou evidente que os alunos se mostraram interessados, especialmente nas partes práticas, principalmente naquelas que envolviam uso da tecnologia. É possível afirmar que os aspectos práticos foram mais bem recebidos pelos educandos, uma vez que nessas etapas os alunos se empenharam e demonstraram domínio, principalmente na utilização dos aparelhos eletrônicos (computador e *Smartfone*) e *softwares* (simuladores, jogos e programas para produção de cartazes). A participação, nessa 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 essas 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, evidencia que 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 e que haviam sido observados no questionário diagnóstico.

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 essas ligações, o que representa um resultado positivo no sentido da formação para a vida e para o trabalho.

Figura 04: 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 04, 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 incipiente. Percebe-se que a maioria das populações não possui consciência de como tais coisas interferem no seu viver cotidiano, contudo, esse viés do pensamento (relação entre ciência, tecnologia e sociedade) tem ganhado forças com o desenvolvimento de ciência/tecnologias que causam “prejuízos” aos cidadãos comuns.

Assim, pode-se dizer que a contextualização dos saberes escolares se mostrou 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 se estabeleceu 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.

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 evidência 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.

Tratando da interdisciplinaridade, um trabalho que pretende incluir diversas disciplinas se inicia com a difícil tarefa de cooperação entre os pares. Pode-se afirmar, nesse sentido, que os participantes do processo se saíram muito bem, pois participaram de maneira significativa com o planejamento, a execução e posteriores discussões sobre a sequência didática, contribuindo efetivamente com o desenvolvimento dos trabalhos. Isso 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*).

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 sequência didática mostrou que as ligações existentes

entre CTS só são passíveis de compreensão quando se vislumbra a totalidade dos saberes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No trabalho de pesquisa do Mestrado Profissional em Educação Profissional e Tecnológica apresentado neste artigo, 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.

Com base no conjunto de materiais avaliativos, pode-se afirmar 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.

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 e 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 nesse 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 facilitam a aprendizagem, principalmente dessa geração mais familiarizada com a tecnologia atual. Além desses recursos físicos, os recursos humanos, como os estudantes de iniciação científica (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 públicas 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 nessa área, uma vez que a educação está sempre em constante transformação.

REFERÊNCIAS

ANTUNES, Ricardo. Os Sentidos do Trabalho: Ensaio sobre a afirmação e negação do trabalho. São Paulo, Boitempo, 2009

BAZZO, W.A. et al. Introdução aos estudos CTS: O que e Ciência, Tecnologia e Sociedade? Cadernos de Ibero-América, Editora OEI, 2003.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: questões e desafios para a educação. Ijuí: Unijuí, 2000.

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

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.

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.

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.

PALÁCIOS (Ed.) et al. Introdução aos estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade). In: Cadernos de Ibero-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.

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

SAVIANI, Dermeval. O choque teórico da Politecnia. Trab. educ. saúde, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p. 131-152, março de 2003

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. Ciência e educação para a cidadania. In: CHASSOT, A.; OLIVEIRA, R. J. (Org.). Ciência, ética e cultura na educação. São Leopoldo: Editora Unisinos, 1997. p. 255-270.

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

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