

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

GIZELE IANK LEITE

**E O UKULELE? POSSIBILIDADES DE ALFABETIZAÇÃO
CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA PARA O ENSINO DE LUTERIA**

PONTA GROSSA

2022

GIZELE IANK LEITE

**E O UKULELE? POSSIBILIDADES DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E
TECNOLÓGICA PARA O ENSINO DE LUTERIA**

**What about ukulele? Possibilities of Scientific and Technological Literacy for the
Teaching of Lutheria**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciência e Tecnologia, do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Awdry Feisser Miquelin

PONTA GROSSA

2022



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



**Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Ponta Grossa**



GIZELE IANK LEITE

E O UKULELE? POSSIBILIDADES DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA PARA O ENSINO DE LUTERIA

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Ensino De Ciência E Tecnologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Ciência, Tecnologia E Ensino.

Data de aprovação: 27 de Setembro de 2022

Dr. Awdry Feisser Miquelin, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dr. Hercules Alves De Oliveira Junior, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dra. Josie Agatha Parrilha Da Silva, Doutorado - Universidade Estadual de Ponta Grossa (Uepg)

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 23/11/2022.

Dedico este trabalho a minha mãe **Izilda**, que sempre me apoiou na vida acadêmica, contribuindo com a minha caminhada com muito orgulho, amor e compreensão, o que foi essencial para mais essa conquista.

Ao meu amigo, professor e orientador da graduação em física e especialização em ECT **Rafael Michelato**, que sempre me incentivou a seguir em frente, estando do meu lado em todos os momentos e sempre me mostrando a beleza da vida acadêmica e o amor pela docência.

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo privilégio de conseguir realizar todos os meus sonhos por meio de pessoas tão especiais que me ensinam, ajudam e me prestigiam, me mostrando todos os dias quão grandes são Tuas bênçãos em minha vida.

Cido também o nome da pessoa mais importantes em toda minha trajetória, minha mãe **Izilda Iank Siqueira**, que sempre esteve ao meu lado, apoiando meus sonhos, projetos, vida profissional, acadêmica e me ensinaram valores que levaram a ser professora para poder contribuir com o mundo. Diversas vezes fomos só nós duas e você acompanhou minhas lágrimas e também todas as minhas alegrias e hoje, compartilhamos de mais uma conquista.

Meu pai **Jamir Fonseca Leite**, por ter contribuído com grande parte da minha carreira e sempre me acompanhar em todos os momentos bons que vivenciei.

Ao meu orientador **Awdry Feisser Miquelin**, que me aceitou no programa de mestrado e como orientanda, me acompanhou nesta jornada com muita paciência e dedicação, trazendo muitas vezes palavras de otimismo e esperança. Obrigada por todos os ensinamentos e por mostrar em diversas situações que além de professor, o mestrado me presenteou com um amigo.

Ao meu amigo, professor, ex orientador, **Rafael Augusto Michelato**, por ter me colocado nesse caminho acadêmico me fazendo alcançar objetivos que muitas vezes nem eu acreditei. Agradeço por sempre ter me amparado para que eu nunca caísse durante os processos difíceis, por ter contribuído para minha formação profissional e pessoal com muito apoio, sabedoria, amizade e demonstrações nítidas de carinho que me deixaram muito mais forte e confiante. Por me mostrar que a educação é um caminho lindo de ser seguido e que apesar de tudo que enfrentamos, quando o trabalho é feito com amor os frutos se tornam naturais. Você é um exemplo pra mim.

A minha amiga, professora e também ex-orientadora **Mariana Ciminelli Maranhão** que tanto me apoiou para eu ingressar no mestrado e abraçou a causa comigo e com o Michelato me dando todo suporte pessoal e profissional que precisei para chegar até aqui. Deixo aqui o agradecimento por nossa amizade, preocupação e dedicação e carinho que demonstra por mim.

A minha amiga **Polyanna Prachthausen**, que desde que eu entrei como aluna no IFPR e ficamos amigas, sempre esteve do meu lado me apoiando em tudo e dividindo comigo vários momentos fossem bons ou ruins. Por ter feito toda a correria de inscrição para que eu pudesse participar do processo seletivo desde mestrado e por ter se tornado uma amiga de trabalho tão especial.

A minha amiga **Ingrid Pimentel**, que graças ao mestrado eu pude conhecer o ser humano lindo que ela é e mesmo em um ensino remoto se mostrou presente e torceu por mim. Agradeço pela amizade que construímos, por ser minha dupla em todas as atividades, pelos desabafos, alegrias e angústias compartilhadas durante esse tempo.

“A alegria não chega apenas no encontro do achado, mas faz parte do processo da busca. E ensinar e aprender não pode dar-se fora da procura, fora da boniteza e da alegria”

Paulo Freire (1996)

RESUMO

A pesquisa realizada neste trabalho destaca as relações da alfabetização científica e tecnológica para o ensino de luteria, através da confecção do instrumento musical ukulele em uma oficina de luteria ofertada pelo IFPR campus Telêmaco Borba. Com o objetivo de possibilitar contribuições através de uma proposta investigativa na alfabetização científica e tecnológica através do instrumento musical ukulele. O estudo da luteria nos levou a perceber a escassez de materiais didáticos que apresentam nível acessível de compreensão para o contexto dos integrantes. Como contribuição para a alfabetização científica e tecnológica no contexto apresentado, através de uma abordagem qualitativa, foi desenvolvido um produto didático em forma de apostila que resultou em boas contribuições para a formação profissional e humana da luteria exercida pelos estudantes.

Palavras-chave: alfabetização científica; tecnologia; ukulele; luteria.

ABSTRACT

The research carried out in this work highlights the relationships between scientific and technological literacy for teaching luteria, through the making of the ukulele musical instrument in a luteria workshop offered by the IFPR campus Telêmaco Borba. With the objective of enabling contributions through an investigative proposal in scientific and technological literacy through the ukulele musical instrument. The study of luteria led us to realize the scarcity of teaching materials that present an accessible level of understanding for the context of the members. As a contribution to scientific and technological literacy in the presented context, through a qualitative approach, a didactic product was developed in the form of a handout that resulted in good contributions to the professional and human training of the luteria exercised by the students.

Keywords: scientific literacy; technology; ukulele; luteria.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Tipos de ukulele	28
Figura 2 – Série harmônica com treze primeiros harmônicos da nota Dó com classificação de acordo com intervalos.....	31
Figura 3 – Ilustração representando as partes do ukulele.....	40
Figura 4 – Representação da planta do ukulele soprano.....	41
Figura 5 – Ilustração representando o instrumento pronto para execução.....	44
Figura 6 – Espiral de ciclos.....	54
Figura 7 - Representação dos ciclos da pesquisa.....	60
Figura 8 - Representação das notas e acordes do ukulele.....	72

LISTA DE FOTOGRAFIA

Fotografia 1 - Fotos do maquinário utilizado para confecção do ukulele	38
Fotografia 2 – Fotos das ferramentas e materiais utilizados para confecção do ukulele...	39
Fotografia 3 – Fotos das ferramentas para reparos do ukulele.....	39
Fotografia 4 – Fotos do corte e colagem da estrutura do ukulele.....	43
Fotografia 5 – Fotos da estrutura e colagem do tampo.....	43
Fotografia 6 – Fotos do produto didático.....	56
Fotografia 7 – Foto do tampo do ukulele.....	64
Fotografia 8 – Foto do braço e espelho do ukulele.....	68

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Matriz investigativa	57
Quadro 2 – Caracterização dos sujeitos da pesquisa.....	61
Quadro 3 – Respostas dos estudantes.....	65
Quadro 4 - Resposta da matriz investigativa no primeiro encontro.....	67
Quadro 5 - Resposta da matriz investigativa no segundo encontro.....	73
Quadro 6 - Representações dos acordes musicais.....	75

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CBO	Classificação Brasileira de Ocupações
FIC	Formação Inicial e Continuada
IFPR	Instituto Federal do Paraná
MDP	Matriz Dialógica Problematizadora
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 Objetivos	15
2. LUTERIA, CIÊNCIA E TECNOLOGIA	17
2.1 Contribuições de um prouto didático para o ensino da luteria	21
2.2 Quais as contribuições de uma proposta investigativa de alfabetização científica e tecnológica para o ensino da luteria baseada no ukulele?	26
2.2.1 Instrumento musical ukulele.....	27
2.2.2 Alfabetização científica e tecnológica baseada no ukulele.....	30
2.2.2.1 Timbre.....	30
2.2.2.2 Frequência.....	32
2.2.2.3 Ondas sonoras.....	33
2.2.2.4 Ressonância.....	35
2.2.3 Montagem do Ukulele.....	36
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	46
3.1 Caracterização da pesquisa	46
3.2 Fenomenologia	46
3.3 Os sujeitos e contexto da pesquisa	49
3.4 Estruturação da pesquisa	50
3.4.1 Observação.....	50
3.4.2 Análise de Dados.....	52
3.4.3 Pesquisa-ação.....	53
3.5 Produto didático	55
3.6 Matriz investigativa	57
4. TRANSCRIÇÃO DA PRÁTICA	60
4.1 Transcrição do produto didático e aplicação	62
4.2 Coleta de dados e descrição dos resultados	76
4.2.1 Discussão dos resultados.....	79
Considerações Finais	82

1 INTRODUÇÃO

Os cursos de formação e qualificação profissional com o intuito do aperfeiçoamento das mãos de obras locais e grupos de pesquisas, vêm ganhando um grande espaço nas instituições educacionais de ensino técnico, devido à demanda de profissionais aptos nas áreas de procura. Esses cursos são conhecidos como modalidade de formação inicial e continuada, que visa preparar alunas e alunos a exercer sua função em um curto prazo de tempo, considerado entre 6 a 12 meses.

No município de Telêmaco Borba, para abertura de um curso de qualificação, foi levantado uma grande procura por profissionais na área da luteria, em específico, para a confecção e reparos de instrumentos musicais de madeira. Colaborando com um projeto já existente, criado por um antigo violinista morador da cidade, foi proposto pelo Instituto Federal do Paraná em parceria com a empresa Klabin, a abertura de um curso na modalidade de Formação Inicial e Continuada (FIC) onde os estudantes adquiram uma formação que os levem a uma boa atuação profissional, exercendo seu papel de luthier a partir de todo entendimento científico com a prática e não apenas a prática pela prática.

Com duas turmas do curso já finalizadas, foi realizada uma pesquisa inicial formato de TCC buscando relações musicais, físicas e pedagógicas trabalhadas no curso. Foi levantada então a necessidade da reformulação da grade curricular e também a utilização de novos métodos e metodologias didáticas para serem utilizados durante o curso. Para resolver a questão em aberto da pesquisa anterior sobre a abordagem dos conteúdos e materiais didáticos utilizados, buscamos resolver no mestrado uma pesquisa dentro deste curso de Formação Inicial e Continuada de Construção de Instrumentos Musicais de Madeira, relacionada às contribuições de uma proposta investigativa na alfabetização científica e tecnológica para o ensino de confecção do instrumento musical ukulele. Com a inserção de um novo material didático que contemple a acústica, relacionando os fenômenos formativos da música com os elementos formais do som, que estão presentes diretamente na física, além dos aspectos sociais que contribuam para o desenvolvimento pessoal dos estudantes em seus diferentes contextos.

Tais fenômenos, corroboram com a ligação entre os principais saberes necessários a serem abordados durante este curso, que estão divididos entre a marcenaria, a física e a música, porém não abordavam a ciência, tecnologia e sociedade. Para estas disciplinas, são encontrados diversos materiais de apoio que ajudam os professores a apresentarem os conteúdos exigidos conforme o referencial teórico proposto no Projeto Político Pedagógico do curso. Entretanto, considerando que o curso era ofertado na modalidade de Formação Inicial e Continuada (FIC) pelo Instituto Federal do Paraná no campus Telêmaco Borba, notou-se a ausência de um material didático brasileiro que apresente uma linguagem acessível aos estudantes que integram ao curso e apresente esta relação de forma coerente. Tal carência é constatada devido a formação escolar exigida para o ingresso dos estudantes ao curso, que até o momento de suas trajetórias acadêmicas não foram apresentados a conceitos físicos básicos que permitam às assimilações teórica e prática de acústica.

Visto que esses conceitos são abordados através da fabricação de um instrumento musical, o ukulele foi o instrumento escolhido para ser trabalhado com os estudantes. Escolha estabelecida devido a estrutura do corpo do instrumento, considerando o tempo de formação dos estudantes e também a grande oferta de obra-prima, encontrada na região, material ofertado pela empresa Klabin. Vindo a favorecer a confecção desse tipo de instrumento.

Como discente do curso de Licenciatura em Física do IFPR onde pude acompanhar parte do processo das primeiras turmas do curso de Confecção de Instrumentos Musicais de Madeira, mais adiante com a Licenciatura em Música e também Pedagogia, observei que a maior dificuldade encontrada pelos estudantes era a falta de um material de apoio com linguagem adequada ao nível dos integrantes, a fim de contribuir com o estudo da confecção de instrumentos musicais de madeira.

Através da pesquisa feita na área enquanto discente, no ano de 2019 passei a ser docente substituta em música do IFPR e queríamos retomar as aulas com uma diferenciação das aulas anteriores buscando apresentar aos estudantes a abordagem científica e tecnológica para contribuir com a criticidade relacionada ao trabalho do luthier. Porém, com a pandemia do Covid-19 que vivenciamos nos últimos dois anos, o curso não pôde ser retomado, direcionando então o desenvolvimento deste trabalho para um grupo de pesquisa em Confecção de Instrumentos Musicais de Madeira que aconteceu durante

o 9º Festival de Arte e Cultura IFPR, com estudantes internos do campus que apresentaram interesse em participar do curso.

Com o objetivo de investigar a contribuição das relações científicas e tecnológicas através do ukulele por meio da criação e aplicação de um material didático, buscamos mais dados sobre os estudantes para traçar um perfil acadêmico, que nos daria direções para apoiá-los de forma mais efetiva. Esse levantamento foi realizado através de um questionário aplicado de forma online no momento da inscrição da oficina, com 8 perguntas, que nos revelaria a formação inicial dos estudantes e suas dificuldades no processo de ensino-aprendizagem.

Partindo deste levantamento e também pela escassez de materiais didáticos com abordagens científicas e tecnológicas, foi proposto a inserção de um produto didático interdisciplinar, que integra os conteúdos como um todo, colaborando com uma formação de qualidade que não seja apenas pela mediação de conteúdos, mas também a visão social do aluno.

De acordo com a leitura de apoio realizada pelo educador Paulo Freire, entendemos que o aluno poderá estar exercendo uma relação ativa no processo de ensino, possibilitando adquirir uma aprendizagem baseada na construção de seu conhecimento, por meio das experiências conquistadas livremente durante o curso. O professor então será um mediador do conhecimento, dando ao aluno autonomia para realizar seu estudo e produção do instrumento musical. O produto educacional, também pode ser utilizado como um material de apoio ao professor, que consegue delinear sua aula incluindo a ligação das três principais áreas da luteria despertando a curiosidade dos estudantes, podendo observar quão deslumbrante é a ciência desenvolvida na arte da confecção dos instrumentos musicais.

Para que o fluxo de ensino continuasse durante a pandemia covid-19, as aulas presenciais foram substituídas por encontros síncronos online, surgindo a necessidade da disponibilização de materiais de apoio por parte dos professores, em salas de aulas virtuais para que os estudantes do curso tenham um acesso a amplos meios do conhecimento, como um recurso mediador para o ensino/ aprendizagem. Através desta viabilidade encontrada, optamos nesta pesquisa, introduzir um produto educacional didático para o curso de confecção de instrumentos musicais de madeira e o disponibilizar para as e os integrantes deste curso.

No produto didático são demonstrados na prática como acontece a alfabetização científica e tecnológica através do preparo e montagem do instrumento musical ukulele. Neste material é apresentado todo o processo feito pelos luthiers, para a confecção do instrumento, desde a escolha e preparo da madeira, até a montagem final do instrumento buscando uma boa produção sonora.

Se faz válido ressaltar que esta pesquisa não visou interferir no conteúdo programático do curso, mas sim propor a complementação de um material didático utilizado para a montagem dos instrumentos musicais, oferecendo um produto educacional com linguagem adequada a esse grupo. Possibilitando o interesse do aluno na ciência, como busca do conhecimento necessário para a produção do instrumento musical e também da tecnologia, considerando este termo, como o material disponível para atingir os estudantes e também a fabricação dos instrumentos musicais. Diante disso, chegamos à questão problematizadora da nossa pesquisa que é investigar quais as contribuições de alfabetização científica e tecnológica através do ensino de confecção do instrumento musical ukulele.

Para melhor compreensão da realização desta pesquisa, os capítulos serão apresentados através da importância dos assuntos e termos, para o entendimento do produto final realizado. Será discorrido então, sobre a relação da luteria, ciência e tecnologia, seguido da história do ukulele e sua inserção na sociedade, buscando demonstrar sua origem e como essas relações serão apresentadas aos estudantes do curso de FIC - Confecção de Instrumentos Musicais de Madeira por meio do produto didático. Desse modo, temos como questão de pesquisa: Quais as possíveis contribuições de uma de uma proposta investigativa na alfabetização científica e tecnológica para o ensino de confecção do instrumento musical ukulele para alunos do curso de Confecção de Instrumentos Musicais de Madeira?

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral:

Investigar contribuições de uma proposta investigativa na alfabetização científica e tecnológica para o ensino de confecção do instrumento musical ukulele.

1.1.2 Objetivos Específicos:

- Investigar a base da fundamentação teórica dos conceitos de física, música e marcenaria dos estudantes do curso de Construção de Instrumentos Musicais do IFPR;
- Comparar a proposta curricular com a aprendizagem demonstradas pelos estudantes;
- Desenvolver um processo de pesquisa-ação para promover relação de ensino e aprendizagem com os estudantes;
- Desenvolver um produto didático em formato de apostila voltado a complexidade e aprendizagem baseada em ukulele.

2 LUTERIA, CIÊNCIA E TECNOLOGIA

A profissão da luteria está presente na sociedade desde que surgiram as necessidades de adaptações dos primeiros instrumentos musicais, considerando seus formatos e também sua projeção sonora. Caracterizada por construir e reparar instrumentos feitos de madeira, esta área profissional tem ganhado cada vez mais espaço no mercado de trabalho, diversificando tecnologicamente os modelos de instrumentos já conhecidos e também buscando inovações para apresentar ao mercado comercial.

O autor Almeida e Pires (2012), caracteriza esta figura como o construtor que cria objetos, fazendo certos significados que se torna parte do instrumento musical como estruturais, acústicos e estéticos. Vindo ao encontro de Pereira (2019), que define esta profissão como

Luteria é a palavra em Português que designa a atividade de construir reparar e realizar manutenção em instrumentos musicais de cordas... Atualmente o termo também é utilizado para reportar-se à construção de cordofones elétricos, como guitarras, baixos elétricos, violinos elétricos, etc., bem como é aceito para produção artesanal de instrumentos de sopro, teclas e percussão (PEREIRA, 2019, p.100).

Através da importância desta figura no meio musical, a luteria ficou conhecida no Brasil como profissão, estando relacionada na Classificação Brasileira de Ocupações – CBO, como “confeccionadores de instrumentos musicais”, os quais

Projetam instrumentos musicais, distinguem acústicas de materiais para a fabricação dos instrumentos musicais e preparam matérias-primas para confecção dos instrumentos. Confeccionam componentes dos instrumentos, realizam acabamentos, montam, afinam, consertam e vendem instrumentos musicais. (BRASIL, 2019).

Esta profissão, que tem como objetivo a construção, restauração e manutenção de instrumentos musicais, especialmente instrumentos produzidos em madeira, teve início nos séculos XVI a XVIII na Itália, e surgiu com a preocupação de fabricar violinos de boa qualidade.

Com o intuito de cativar os físicos, os quais apresentaram grande interesse para o estudo da acústica, como também para a execução de obras musicais, a profissão ganhou mais espaço como mão de obra, através de observações os físicos notaram as características necessárias do instrumento para sua ressonância, como ocorria a vibração

no tempo dos instrumentos, como funcionavam as cordas quando entravam em atrito com o arco, também como a afinação. Designando estas tarefas junto aos trabalhadores com experiência nesta área.

Evidencia-se então, a importância do envolvimento dos profissionais da luteria aos estudos científicos e tecnológicos atrelados ao desenvolvimento de um instrumento musical. Pois muitos são os fatores que auxiliam no produto final do trabalho deste profissional e todos participam com relações atreladas à ciência, como desde a qualidade da madeira escolhida, até a configuração para a melhor projeção sonora retirada do instrumento.

De acordo com Bazzo (2000), em sua pesquisa sobre Ciência e Tecnologia, é visto que a ciência está presente através de teorias de conjuntos e enunciados, pertencentes tanto a linguagem teórica, quanto a linguagem observacional, ou ainda, pertencer ambos vocabulários, vindo a conectar os dois níveis linguísticos. Por tanto, o autor ainda discorre que, a ciência normal é caracterizada assim, pelo reconhecimento de paradigmas ou teorias, estabelecida por uma comunidade científica, oferecendo soluções aos problemas teóricos e experimentais que se investigam neste momento.

Portanto, consideramos que ao iniciar a confecção ou reparo de um instrumento musical de madeira, o trabalho de um luthier vai além da mão de obra, apresentando a necessidade do conhecimento científico teórico adquirido durante sua formação profissional. A importância deste conhecimento está relacionada ao processo dos saberes que permeiam sua prática diária como profissional, com o intuito de estabelecer padrões já estudados que buscam melhorar cada vez mais a qualidade dos produtos que por eles serão produzidos.

Ao relacionar ciência e luteria, Soares (2014, p. 53) discorre que a luteria é uma arte tradicional milenar que quando trabalhada junto a ciência, pode produzir diferentes resultados. Abre então grandes possibilidades e alternativas tanto para inovar a matéria-prima, quanto de métodos de confecção de instrumentos. Segundo a autora, a construção de um instrumento musical exige saberes específicos desde a manipulação da matéria-prima e suas dificuldades encontradas no decorrer de sua confecção, que podem ser encontradas mesmo com o uso de um manual didático sobre luteria.

Corroborando com a autora acima, o autor Almeida e Pires (2012, p.71), relata que a arte de construir instrumentos musicais manualmente é complexa, tendendo a

obedecer os cuidados imprescindíveis para que adquiram o resultado e perspectivas finais desejadas. Portanto, entendemos que a ciência está atrelada a luteria, como um suporte para atividades cotidianas desta profissão como também para as descobertas exploradas no decorrer de um novo instrumento musical. A fim de possibilitar o desenvolvimento de novos instrumentos com formatos diversos, sonoridades cada vez melhores e materiais de diversas qualidades, aspectos que correspondam ao desejo do profissional luthier.

Vindo ao encontro das características entre a ciência e a luteria, observamos a grande relação encontrada por meio delas, partindo do simples reparo de um instrumento comum de madeira e chegando à inovação que acontece junto ao desenvolvimento das gerações, estilos musicais e necessidades específicas na utilização dos instrumentos. O que leva a luteria e ciência estarem relacionadas também com a prática tecnológica, que é definida como a aplicação do conhecimento científico ou organizado nas tarefas práticas por meio de sistemas ordenados que incluem as pessoas, as organizações, os organismos vivos e as máquinas (Pacey, 1983, p. 21).

Entende-se então que o conceito de tecnologia parte de todos os desenvolvimentos básicos criados através da ciência para atender uma demanda social. No caso da música, consideramos que a música está presente em nosso meio desde que houve a primeira comunicação através da voz. Desde então, com o desenvolvimento social e musical, os profissionais da área de luteria buscam constantes melhorias através da contribuição científica e tecnológica para ampliar suas condições de trabalho. Vindo ao encontro do autor Pereira (2019), que discorre a tecnologia junto a luteria como

o agrupamento das técnicas e métodos particulares da atividade, bem como suas inovações e processos criativos da própria técnica aplicada, envolvendo conhecimentos e saberes e suas aplicações nas práticas e espaços do trabalho, considerando todas essas facetas pelo ponto de vista humano, do construtor, dos funcionários da fábrica, do mercado por onde o instrumento circula e é mercantilizado (PEREIRA, 2019 p. 27).

Estando presente nos espaços e também em todo o processo de confecção do instrumento musical, a tecnologia vai além dos produtos fabricados. Aliada ao fazer científico presente na luteria, estão relacionados todos os fatores à volta da criação de um instrumento, seja na mão de obra até ao fazer musical. A tecnologia, vem para contribuir com a melhoria das condições destes instrumentos, na inovação necessária para atender

a demanda da população, englobando capacidades e competências do seu uso em seus contextos socioculturais.

A ciência e tecnologia, de acordo com Bazzo (2003), estão relacionadas de maneira ampla e diversificada. O autor relata a insuficiência em possuir apenas o conhecimento científico, sem adquirir o saber prático das habilidades, técnicas teóricas, observacionais e experimentais. O resultado final de um trabalho, ou seja, o produto, deve formar o fluxo que vai da ciência à tecnologia. A incorporação automática dos produtos científicos na tecnologia não existe, com isso surge a necessidade de outros fatores (Radder 1996). Vindo de constantes buscas e tentativas que os profissionais realizam a fim de identificar o uso da ciência para a produção do novo, pois o desenvolvimento tecnológico depende da investigação científica.

O entendimento da relação entre a luteria, ciência e tecnologia, é indispensável para a formação profissional do luthier, pois a aprendizagem científica, vem a envolver todas as pesquisas já realizadas que obtiveram resultados bons, facilitando o desenvolvimento do trabalho deste profissional. Como exemplo, a definição dos padrões estabelecidos no modelo da confecção e montagem de instrumentos como violão, xilofone e ukulele, e também os materiais indicados que trarão melhor qualidade sonora aos instrumentos musicais quando estes forem finalizados.

A aprendizagem científica tecnológica, a qual trataremos no próximo tópico, no processo de formação do profissional da luteria, bem como no decorrer do desenvolvimento desta profissão, vai além da prática apenas por habilidades. Como defende o autor Roque (2003), dizendo que os saberes além da utilização das máquinas e ferramentas, também assumem um papel importante, pois

Não basta apenas ter habilidade manual – condição fundamental, mas, também, apurada sensibilidade auditiva, refinado senso estético, criteriosa precisão geométrica, noções avançadas de design e imprescindível paixão pela música que, das artes, certamente é a mais bela e a que toca mais profundamente as mentes e os corações. Os sons musicais são doces para a alma (ROQUE, 2003, p.13).

Corroborando então com De Deus (2020), que buscou apresentar a necessidade do profissional luthier da atualidade adquirir os conhecimentos sobre as propriedades de ressonância dos materiais por eles utilizados, prevendo a geração e propagação do som, a geometria adequada para cada caso, o tensionamento de materiais, ou seja, os saberes da acústica. O autor coloca também sobre a importância das habilidades da marcenaria, o

acabamento e as variadas peculiaridades de acordo com cada profissional. Então há a necessidade dos novos profissionais adquirirem o acesso a alfabetização científica-tecnológica, com o intuito de melhorar e inovar o trabalho do luthier.

Entendemos então, que a luteria, a ciência e tecnologia estabelecem grandes relações durante todo processo de ensino, confecção e execução do instrumento musical. Todos os materiais e demais produtos encontrados e utilizados para construção de instrumentos musicais de madeira foram produzidos através da ciência, que buscou definir os padrões de afinação, medidas para o formato correto do corpo do instrumento como violão, cavaquinho, ukulele, considerando sua melhor produção sonora. Junto com a tecnologia, qual buscou atualizar os meios de produção, como as máquinas e ferramentas, para atender e facilitar a mão-de-obra do luthier.

Por esta relação, se faz necessário para professores e estudantes dos cursos de luteria um amplo entendimento na alfabetização científica-tecnológica, a fim de preparar os futuros profissionais para a demanda do mercado de trabalho. No tópico a seguir, será abordada a relação do ensino da luteria, por meio de um produto didático, como material de apoio teórico para as atividades práticas.

2.1 Contribuições de um produto didático para o ensino da luteria

O ensino nos cursos de formação inicial e continuada, considerando aqui o curso em confecção de instrumentos musicais de madeira, tende a ser feito diretamente através das atividades práticas que se relacionam com a teoria, além de atender a necessidade de ensinar os saberes científicos e tecnológicos, e preparar o profissional para o mercado de trabalho. Mas, como já apontado no decorrer do trabalho, o curto tempo para o desenvolvimento do curso dificulta professoras(es) e estudantes, a explorarem a beleza da teoria científica existente por trás do trabalho do luthier. A prática pedagógica então deve resultar na aplicação dos conhecimentos teóricos, que caminham comumente entre diferentes disciplinas científicas, buscando solucionar problemas com ideias e ações que partem dos saberes teóricos à prática.

Vindo ao encontro do pensamento dos autores Caldeira e Zaidan (2013), que entendem a prática pedagógica como resultado de um processo que se inicia na própria prática, é interessante associar a teoria com situações vivenciadas pelo próprio estudante. Entretanto, podemos falar então sobre a contribuição de um produto didático, para mediar

a práxis que é encontrada na relação do ensino/aprendizagem através do trabalho entre professores e estudantes. Evidencia-se assim, quão importante se faz colocar também o aluno como protagonista do trabalho que irá desenvolver, tirando o papel principal somente do professor, e colaborando com a construção da história profissional do estudante.

Segundo Konder (1987), a ação docente desenvolvida diariamente, é um processo que precisa se repetir de forma diária envolvendo estudantes à determinadas ações, como enfrentar novos problemas e procurar novas soluções. Com isso, o aluno é colocado a refletir, solucionando através da teoria sua atividade, isso se remete a práxis, considerando que a práxis vai muito além do trabalho, mas sim do envolvimento dos sujeitos daquela situação. Sanchaz Vazques (1977), descreve que a atividade do professor é considerada práxis quando é feita para alcançar determinados resultados. Tais resultados devem considerar não só objetivo final, mas sim os avanços encontrados considerando o contexto que a prática se dá, junto à própria realidade em que os estudantes se situam, o grau de consciência de todas as pessoas envolvidas durante o trabalho e a visão em que são orientadas pelo mundo. Essa relação é caracterizada por Carvalho e Netto (1994) como um jogo de interesses, motivações e intencionalidades, que aciona a busca de todas as partes envolvidas para um resultado final em comum.

Através destas afirmações dos autores, se faz indispensável citar Paulo Freire, autor qual temos grandes contribuições no âmbito educacional e também no decorrer desta pesquisa, por evidenciar que a prática pedagógica deve considerar e oportunizar docentes e aprendizes a construir juntos os saberes necessários entre a teoria e a prática de acordo com as situações em que são colocadas. Freire afirmou múltiplas vezes e em diferentes publicações, que o processo da práxis deve começar pela análise do meio que envolve o educando, “antes de aprender a dizer a palavra é fundamental que o oprimido saiba ler o mundo” (FREIRE, 2002, p. 24). A partir daí, o conhecimento do educador sobre o meio em que o aluno está inserido dá início à práxis pedagógica, considerando o estágio atual de conhecimento dos estudantes. Trata-se, portanto, de uma atividade humana a fim de intervir e transformar a realidade de ambas as partes.

O curso de Formação Inicial e Continuada em (FIC) Confecção de Instrumentos Musicais de Madeira com a inserção do produto didático proposto nesse trabalho, que deverá ser utilizado como mediador da prática pedagógica, a partir dos saberes necessários para a formação profissional do educando e possibilitando que o estudo

possa ser realizado de forma autônoma pelo aluno. Freire (1996) discorre que, para que a prática educativa autônoma seja válida em sala de aula, o primeiro e fundamental elemento a ser seguido é o rigor metodológico. O autor demonstra essa preferência ao defender que o educador possua o que ele chama de “compromisso ético-político”, o qual não pode ser dissociado da “competência profissional” do mesmo. Aprender a “pensar certo”, isto é, com rigor metodológico, é fundamental na educação do educador, pois “quem pensa certo, mesmo que, às vezes, pense errado, é quem pode ensinar a pensar certo” (FREIRE, 1996, p. 30). O rigor metodológico reforça a capacidade crítica do educador e do aprendiz a fim de colaborar com a transformação de um aluno.

A aplicação do rigor metodológico por parte do professor durante o ensino faz com que o aluno se envolva criticamente nas atividades e discussões, como parte do processo de ensino aprendizagem. Isso oferece ao aluno autonomia, protagonismo e liberdade para produzir e agregar seus saberes durante o processo da aprendizagem.

Este processo deve estar presente não apenas na troca dos conhecimentos específicos da realidade dos estudantes, mas também nas diversas relações interdisciplinares entre as disciplinas do curso. Leva-se os estudantes e professores ao ensino complexo, considerando todas as disciplinas em conjunto a fim de mostrar que todos os saberes adquiridos durante o processo não serão trabalhados de forma separada, mas sim como um conjunto.

Vindo ao encontro de Morin (1994), a complexidade é relatar as articulações que são destruídas entre as disciplinas, categorias cognitivas e entre os tipos de conhecimento. Isto acontece pelos cortes que acontecem entre as disciplinas, que são separadas por conteúdos e professoras(es). O autor defende, de fato, que o ensino complexo volta o olhar para o conhecimento multidimensional, relacionando as potencialidades criativas sem reduzi-las em partes ou a um todo geral, mas sim buscando contemplar as inter-relações entre as partes. Morin (2003) discorre ainda que as partes estão inscritas no todo, como o todo também está inscrito nas partes, passando por um princípio sistêmico.

Todo este trabalho dentro da sala de aula é considerado pelos autores como práxis, pois se trata de uma atividade humana onde os envolvidos buscam intervir a fim de transformar a realidade de forma consciente, melhorando as relações do ensino-aprendizagem entre professores e estudantes considerando-os como um todo no processo. Por isso, Paulo Freire acredita que a educação deve alcançar a consciência do

ser humano, seja ele educador ou educando, assim eles terão condições de conhecer o mundo através do saber de sua própria realidade.

Os autores citados neste capítulo podem ser relacionados ao afirmarem em suas obras que a prática é construída no cotidiano dos sujeitos nela envolvidos, formando-os e constituindo-os tanto seres humanos como profissionais. Entendemos como práxis nesta relação a reflexão e ação que o educador e educandos realizam durante o processo de ensino/aprendizagem, transferindo de um indivíduo para o outro os saberes necessários até chegar ao objetivo ou produto final. A autonomia será então fundamentada na dependência, possibilitando que todos os envolvidos atuem como protagonistas dessa construção dos saberes ali abordados.

Para o curso de confecção de instrumentos musicais de madeira, considerando a modalidade aqui já colocada, a práxis acontece durante todo o aprendizado, sendo construído diretamente com os estudantes durante o período das aulas. Por tanto, o papel do educador não se remete apenas em mediar o conhecimento, mas sim propor ações e reflexões que levem o educando à construção do seu próprio saber. Não separando ou individualizando os saberes a um aluno ou outro, mas sim agregando todo o conhecimento e compreensão do grupo, com objetivo na produção do produto final.

Assim Freire (1997), discorre que o ensinar não se esgota no tratamento do objeto, de forma superficial, mas sim na produção de condições que possibilitem os integrantes do grupo aprender criticamente. Condições que implicam a presença de educadores curiosos e persistentes (FREIRE, 1997, p. 29). Vindo ao encontro, Caldeira e Zaidan (2013) descrevem a prática pedagógica como resultado de um processo que se inicia na própria prática, realizada na junção da teoria com as situações por eles vivenciadas.

Para que este processo ocorra, entende-se como convergência entre todas as teorias científicas trabalhadas durante o curso com a prática realizada pelo grupo o ensino complexo. Com isso, Morin (2005) discorre que a reprodução produz indivíduos que produzem o ciclo de reprodução. Por tanto a complexidade não fica caracterizada apenas como um fenômeno empírico, mas também conceitual e lógico a fim de não demarcar produtor e produto, disciplinas e objetivo final. A partir daqui, podemos afirmar que a teoria, seja ela qualquer que seja, deve afirmar exatamente o que é possível reproduzi-la na prática. Pode-se dizer que o ensino complexo busca contemplar a teoria como um todo e não individualizar uma particularidade teórica como mais importante que a outra,

focando o ensino na construção do saber teórico geral para que os estudantes saibam reproduzi-lo na prática.

Morin (2014) afirma que, quando separamos o conhecimento em partes, estamos reduzindo o conhecimento do complexo ao de um único elemento que seja julgado com significado maior, o que desencadeia a um pensamento redutor e simplificador. Assim, o aluno será levado ao mecanismo da incompreensão que para o autor

determina a redução da personalidade, múltipla por natureza, a um único de seus traços. Se o traço for favorável, haverá desconhecimento dos aspectos negativos desta personalidade. Se for desfavorável, haverá desconhecimento dos seus traços positivos. Em um e em outro caso, haverá incompreensão. A compreensão pede, por exemplo, que não se feche, não se reduza o ser humano a seu crime, nem mesmo se cometeu vários crimes (MORIN, 2003, p. 4).

O ensino complexo demonstra-se então necessário para a formação integral dos estudantes tanto profissionais quanto seres humanos, por meio de um aprendizado que considera acertos e erros, experiências e novos saberes. O mundo é um produto da ação do homem, desta forma a educação deve ser libertadora, ou não é educação (FREIRE, 1971).

Torna-se viável retomar aqui, a práxis dentro do ambiente de ensino, a qual colabora para a compreensão dos saberes dos estudantes no ensino complexo. Através da práxis pedagógica os professores devem avaliar suas ações buscando o entendimento comum do grupo e transferindo todos os saberes necessários para que a teoria científica por eles abordada no decorrer do curso possa ser comprovada por meio da prática executada pelos estudantes. Assim possibilita a explicação geral de conteúdos a partir dos pontos de convergências encontrados entre disciplinas distintas, tornando-os autônomos na sua execução. Nesta ligação entre a ciência e autonomia, Morin (2003) coloca que

Por um lado, tínhamos uma ciência com dependência, mas sem autonomia, e por outro lado uma filosofia com autonomia, mas sem conceber a dependência. Ora, penso que o pensamento complexo deve ligar a autonomia e a dependência. A nossa educação nos habituou a uma concepção linear da causalidade. (MORIN, 2003, p.4).

Dependência esta que leva a compreensão do grupo ao desempenho do trabalho para chegar ao objetivo final, Morin (2014) caracteriza compreender como aprender em conjunto, defender o texto e seu contexto, as partes e o todo, através da inteligibilidade e

da explicação. Considera-se o que se faz necessário conhecer para possibilitar o grupo a aplicar durante a prática todos os meios objetivos de conhecimento.

Entende-se a importância da práxis pedagógica para o curso de confecção de instrumentos musicais de madeira, ofertado na modalidade FIC, que devido a quantidade de conteúdos que se convergem remete-se ao ensino complexo que visa formar os estudantes profissionais aptos não só para o mercado de trabalho mas também como cidadãos, exercendo seu papel de maneira autônoma. Vindo ao encontro de Freire, que desmistifica a figura do professor como papel central e coloca o grupo na totalidade do trabalho, fazendo com que todos os do grupo tenham a função principal. Envolvendo-os desde a troca de conhecimento sobre os saberes necessários para a prática, até a prática que levará a finalização do objetivo final, considerado aqui, o instrumento musical.

2.2 Quais as contribuições de uma proposta investigativa de alfabetização científica e tecnológica para o ensino da luteria baseada no ukulele?

Partindo da escassez de materiais brasileiros apropriado para os cursos de qualificação profissional no campo da luteria e ressaltando a importância do mesmo, a pesquisa busca avaliar a contribuição de um produto didático para a alfabetização científica e tecnológica por meio do instrumento musical ukulele. De acordo com o PPC do Curso de Confecção de Instrumentos Musicais de Madeira e Percussão do IFPR campus Telêmaco Borba são trabalhados conteúdos científicos de forma interdisciplinar com a tecnologia com materiais que diversas vezes não contempla uma linguagem acadêmica coerente ao nível dos estudantes.

Por tanto, se faz necessário investigar todo o processo prático de fabricação do instrumento musical ukulele, como também os elementos formativos musicais, presentes no conteúdo da acústica divididos em altura, timbre, frequência e comportamentos das ondas, que quando estudados e entendidos pelo profissional da luteria resultam em uma boa qualidade sonora do instrumento. Para que estes conceitos sejam apresentados aos estudantes de forma completa e coerente com o curso, se faz necessário um aprofundamento científico no processo de desenvolvimento dos instrumentos, como também o conhecimento científico e musical dos integrantes do curso.

2.2.1 Instrumento Musical Ukulele

Conhecido por seu timbre agradável, o ukulele é um instrumento de madeira, composto por quatro cordas de nylon tensionadas próximo às suas extremidades, característico da produção sonora das músicas havaianas. A partir de meados de 2009, este instrumento vem ganhando cada vez mais destaque dentro do cenário musical atual, possibilitando sua utilização em shows, aulas em escolas de música e também em trabalhos interdisciplinares da educação básica.

Os autores Tanguada e John King (2012), apresentam a história do ukulele a partir do século XIX, quando um grupo de madeirenses portugueses foi imigrado para as ilhas no estado do Havaí - EUA para trabalhar no cultivo de cana-de-açúcar. Vindo de encontro de Bordessa (2012) e Cazes (2012), que discorrem que entre os anos 1878 e 1879, os portugueses embarcaram em um navio Ravenscrag, e após quatro meses de viagem desembarcaram em Honolulu. Em forma de agradecimento, o relato é que os portugueses festejaram sua chegada com instrumentos de seu país que levaram para a viagem, entre eles o cavaquinho.

Cazes (2009), considera o Cavaquinho como o instrumento mais agudo da família das guitarras europeias de tampos chatos. Colocando ainda suas variadas denominações, como Machim, Machete, Cavaco e Braguinha. Pelos vários nomes conhecidos na época, os autores definem o instrumento a partir da denominação conhecida por eles e também pesquisam seu histórico, havendo diferenças, porém se tratando do mesmo instrumento. Bordessa (2012) coloca o ukulele como uma mistura entre os instrumentos braguinha e rajão, tornando-se símbolo cultural do Havaí. Vindo ao encontro de Almeida (2007), que discorre sobre o parentesco do ukulele havaiano com o cavaquinho português e sua popularização local, com o significado de “pulga saltitante”, se referindo ao movimento de salto da mão esquerda para a execução da melodia e acordes. Importante ressaltar que a história do ukulele só começou a ser estudada a partir de 1907, por Charmian London, que o considerou como parte do nativo em cada folia, voltando sua atenção para o instrumento que até então era desconhecido pela população local.

Entre os anos de 1842 a 1922, os marceneiros Augusto Dias, Manuel Nunes e José do Espírito Santo, que também fizeram parte deste grupo de trabalhadores, tiveram os principais papéis no desenvolvimento do ukulele. Responsável por levarem um

instrumento musical de cordas chamado Braguinha, por eles utilizado na Ilha da Madeira em Portugal, com características também de madeira e cordas tensionadas, com o intuito de reproduzi-lo. Adaptado pelos materiais encontrados na época, foi originado e nomeado cavaquinho havaiano, pulgas saltitantes e conhecido mundialmente nos dias de hoje como ukulele.

Bordessa (2012), relata que durante aproximadamente 68 anos, o instrumento caiu em desuso e só os havaianos o colocavam em suas composições, o último relato encontrado foi na década de 90, voltando a sua popularização no século XXI, com o instrumentista Jake Shimabokuru e outros fabricantes de ukulele que perceberam seu grande potencial. Em seguida, para a sociedade em geral o ukulele ganhou nome através do vídeo lançado em homenagem ao cantor Israel "IZ" Kamakawiwo, que adaptou em um medley as músicas Somewhere Over the Rainbow com What a Wonderful World para o ukulele, viralizando nas redes sociais. Em seguida, na década de 2010, diversos artistas internacionais realizaram interpretações do rock neste instrumento. Como Jack Johnson, Paul McCartney e Eddie Vedder, sendo este o que mais se dedicou ao ukulele, gravando um disco de músicas solos chamado Ukulele Songs. Pode-se ressaltar também que para as idades entre 12 a 18 anos, a interpretação feita por Grace VanderWaal que em 2016 encantou todos os jurados do The Voice, com sua apresentação.

Vindo a aumentar o interesse do público para a execução e complexidade do instrumento, tendo como consequência o aumento de suas vendas, atraindo cada vez mais os olhares dos luthiers para sua fabricação. Através desta demanda, os profissionais da luteria perceberam a necessidade da inovação tecnológica que atendesse às novas demandas dos grupos musicais. Desenvolvendo quatro instrumentos com o mesmo perfil, porém com timbres e extensões diferentes.

De acordo com Jim Tanquada e John King (2012), o ukulele é caracterizado como um instrumento de madeira, estruturado por um corpo, um braço, quadro cordas de nylon e 4 tarraxas de afinação. Seus 4 tipos são subdivididos de acordo com seu tamanho e frequências das vibrações das cordas, recebendo a classificação de soprano, concert, tenor e baixo. De acordo com a figura 1

Figura 1: Tipos de ukulele



Fonte: The Ukulele: A History (2012)

O soprano possui 33 cm, com o som mais agudo devido ao espaço encontrado das cordas em suas extremidades. O concert, medindo 38 cm, é o mais indicado tanto para iniciantes quanto para os artistas que querem utilizá-lo em shows. Em seguida os timbres mais graves sendo tenor, com 43 cm e o baixo com 51 cm, sendo este mais utilizado em quartetos ou grupos formados somente por ukuleles.

A partir do ano 2017, este instrumento passou a ser inserido nas escolas de música, ficando cada vez mais popular pelo som agradável e pela facilidade de se aprender, devido ao tamanho e quantidade de cordas. De acordo com Vivas (2015), o ukulele se apresentou como um instrumento harmônico acessível, de fácil aquisição financeira e de manutenção mecânica, vindo a aumentar sua procura. Ocasionalmente uma acentuada fabricação deste instrumento, pelos profissionais conhecidos como luthiers.

Percebe-se então a ligação do ukulele com a sociedade, influenciando músicos, profissionais e estudantes no ensino, seja musical ou na área da luteria, estabelecendo relações de vários níveis para atender o público em geral. Além do aprendizado em escolas e demais instituições, o ukulele também passou a ser um grande aliado dos cursos de formação profissional em confecção de instrumentos de madeira. Possibilitando o ensino de sua fabricação e também o aprendizado complexo que os estudantes adquirem por trás desta fabricação, como a relação científica e tecnológica.

No tópico a seguir serão apresentados os fenômenos formativos do som que compõem o instrumento musical ukulele, relacionados a alfabetização científica acompanhado dos cálculos e funções que cada um exerce para o músico obter o resultado sonoro esperado.

2.2.2 Alfabetização Científica e Tecnológica Baseada no Ukulele

Pode-se afirmar que o ukulele está presente na sociedade desde meados do século XIX, com picos de popularização que variaram de acordo com as necessidades musicais a nível mundial, estando presente nas ilhas havaianas desde a chegada dos portugueses e na atualidade ganhou espaço em quase todos os países.

Com enfoque nos estudos de profissionais que buscam a qualificação na área da luteria e de acordo com o PPP do curso já citado neste trabalho, pode-se relatar que este instrumento começou a ser estudado a partir de 2012, quando se popularizou em todo nosso país. Assim, a necessidade de abordar a relação científica e tecnológica que intervêm na confecção e manutenção deste instrumento musical durante o curso torna-se evidente.

Na investigação da alfabetização científica e tecnológica proposta neste trabalho, consideramos importante abordar os fenômenos formativos do som, que são encontrados dentro do conteúdo da acústica na disciplina de física e estão relacionados diretamente com o saber musical envolvidos como conteúdo complexo durante toda a confecção do ukulele.

A seguir descreveremos os conteúdos abordados durante o Curso de Confecção de Instrumentos Musicais de Madeira necessários para a qualificação profissional destes estudantes e de que maneira se relacionam com a projeção sonora do ukulele.

2.2.2.1 Timbre

O primeiro fenômeno a ser considerado é o timbre, que é definido como a característica do som de acordo com sua fonte sonora, como exemplo, podemos imaginar um violão tocando uma mesma nota em uma mesma altura ao do ukulele, ambos serão identificados por suas características timbrais, que são caracterizadas através de sua ressonância.

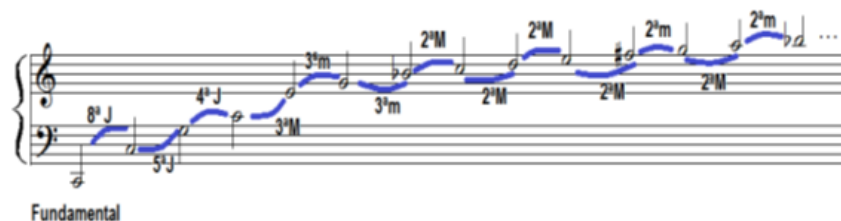
Para Med (1996, p.12) o timbre é a combinação de vibrações determinadas pela espécie do agente que as produz. O timbre é considerado pelos músicos como a cor do som de cada instrumento ou voz, derivado da intensidade dos sons harmônicos que acompanham os sons principais. Vindo ao encontro de Med (1996), Luís L. Henrique (2011, p. 871) classifica o timbre como uma característica subjetiva do som que nos

permite diferenciar dois sons de alturas e intensidades iguais. Por meio deste fenômeno, podemos identificar qual instrumento está sendo tocado sem precisar vê-lo.

No caso do ukulele, como mostrado na figura 1, temos quatro instrumentos musicais que recebem este nome mas são classificados separadamente devido à qualidade sonora que ouvimos. Essa mudança ocorre pelos fenômenos físicos que serão descritos nos próximos tópicos correspondentes ao instrumento, que influencia diretamente no som que ouvimos. Como exemplos, quando comparado os ukuleles soprano e baixo, o tamanho e material utilizado nas cordas se diferem, bem como a estrutura do corpo, braço e também as barras harmônicas dentro deles. Este último exemplo é percebido no fato de algumas linhas de ukuleles sopranos não colocarem a barra harmônica e quando fabricado o ukulele baixo encontrar a necessidade de colocá-la. Nota-se então que o timbre se dá pela estrutura e também por todos os elementos componentes de um instrumento musical, que irá interferir diretamente na frequência das ondas sonoras no ambiente.

Michelato (2015) explica que, quando uma nota é tocada a frequência fundamental desta nota vibra em conjunto com outras várias frequências mais agudas e mais rápidas, fazendo com que as características de cada timbre e a quantidade de frequências soando junto com esta nota leve ao reconhecimento do instrumento que está sendo tocado. Considera-se este fenômeno como uma característica harmônica de um som, sendo as composições das frequências produzidas por um som, o que chamamos de série harmônica. Conforme a figura 2

Figura 2: Série harmônica com treze primeiros harmônicos da nota Dó com classificação de acordo com intervalos



Fonte: Michelato (2015, p. 29).

Temos então, ao som de menor frequência chamado de fundamental, considerando-o como primeiro harmônico, e as frequências múltiplas desse som, conhecemos como a sequência de 2º harmônico, 3º harmônico e assim por diante. Por

esse conjunto de harmônicos, característicos de cada instrumento, temos então o timbre sendo a característica específica de cada instrumento.

Ao entender a definição de timbre, é necessário considerarmos a maneira como este fenômeno é produzido em cada instrumento, como por exemplo o teclado, quando pressionado uma tecla, no ukulele a partir do dedilhado e também do formato da caixa de ressonância, fazendo com que o formato diferente de cada instrumento represente seu timbre. A especificidade de cada instrumento varia até mesmo nos instrumentos da mesma família, como no caso do ukulele soprano, concert, tenor e baixo, cada um terá um som característico.

2.2.2.2 Frequência

Na acústica, considerando tanto aspectos físicos, como musicais, pode-se considerar frequência como quantidade de oscilações de uma onda em função do tempo, tendo sua unidade de medida o Hertz. Voltando ao tópico anterior, temos que oscilações é o movimento repetido entre um determinado tempo.

Grillo (2013) compreende que a possível emissão de diversas notas musicais pelo instrumento, é devido ao grande número de frequências naturais de vibrações em que nele se tem. Ainda descreve que quando o material é posto em vibração é criado em seu corpo uma combinação de frequência de todos os átomos, formando também o padrão chamado de timbre sendo intrínseco a esse corpo.

Dado as frequências atingidas ao tocar uma nota, é que temos a representação do som, sendo:

$$Som = f_1 + f_2 + f_3...$$

Quando as sucessões de frequências são múltiplas da frequência fundamental, denominamos o som como harmônico. Assim, quando temos uma perturbação gerada no instrumento, as partículas do meio vibram devido a essa perturbação e produzem então um som formado por diversas ondas sonoras superpostas. Partindo dessas ondas é que temos os nomes das notas musicais, sendo denominadas pela frequência fundamental.

Quando queremos ouvir um determinado som, precisamos que ele seja contínuo e para isso é preciso de uma onda estacionária sendo trabalhada nas cordas. Quando

elas vibram, no caso deste material, a onda será gerada em cordas esticadas, então a frequência dessa vibração sendo a corda pressionada em um determinado lugar do instrumento nos dará a nota que procuramos. Quanto maior for o número de frequência em ressonância, mais rico será o som (GRILLO, 2013).

Temos então, a qualidade fisiológica do som qual conhecemos como altura, estando associada a frequência da onda. Para um melhor entendimento, vamos exemplificar da seguinte maneira: Quando tocamos um instrumento, como o ukulele e dizemos que o som está baixo ou alto, podemos dizer então que a frequência dele é pequena ou grande. Adotando a frequência grande para sons altos e frequências pequenas para sons baixos. Comparando então o significado da frequência ou altura do som, é que podemos determinar se o som é grave ou agudo, formando a escala musical, contendo as notas que conhecemos Dó – Ré- Mi – Fá – Sol – Lá – Si e seus acidentes considerando os bemóis e sustenidos.

2.2.2.3 Ondas sonoras

Partindo do pressuposto da física presente na música, temos que onda é a perturbação de um meio, sendo fundamental para caracterizá-la ter o conhecimento sobre o comprimento, a frequência e a amplitude.

Qualquer sinal que se transmite de um ponto a outro de um meio, com velocidade definida. Em geral, fala-se de onda quando a transmissão do sinal entre dois pontos distantes ocorre sem que haja transporte direto de matéria de um desses pontos a outro. (NUSENZVEIG, 1981, p.98).

O comprimento de onda é a distância entre as repetições em uma forma de onda (HALLIDAY, 2008). Essa distância vem a ser paralela a direção da sua propagação, tomando como exemplo essa definição como o comprimento de uma única onda. E a frequência é definida como o número de repetições ou perturbações ocorridas por unidade de tempo, tendo sua unidade definida como hertz, que nos remete a relação de oscilações ocorridas por segundo. E para completar consideramos a amplitude sendo o deslocamento máximo perpendicular à direção de propagação da onda.

Em uma outra definição de onda, é colocada como uma das principais características das ondas a capacidade de transportar energia e quantidade de movimento de um local para outro sem que haja o transporte de partículas materiais, ou

seja, a onda não faz transporte de matéria (TREFIL, 2006). Assim temos sua classificação como eletromagnéticas ou mecânicas. Dentro das ondas mecânicas encontramos as ondas sonoras, que trataremos neste tópico, considerando as ondas harmônicas de seno e cosseno, sendo essas as formas mais simples.

Maria Lúcia Grillo (2013), classifica as ondas mecânicas através de suas características, como a direção de movimento de suas partículas sendo estas transversais e longitudinais, o número de dimensões, como unidimensional, bidimensional e tridimensionais, e a periodicidade sendo a onda periódica, ou simplesmente um pulso. Como exemplificação destas características, quando tocamos um ukulele a onda que se propaga pela corda é uma onda transversal, e o som se propagando é uma onda longitudinal. Seguindo ainda a afirmação de Grillo (2013), os tipos de ondas são descritos através de cinco parâmetros, sendo eles: o comprimento de onda, frequência, período, velocidade e amplitude. Temos a velocidade a relação entre o comprimento de onda e a frequência, o comprimento sendo λ e o intervalo de tempo, correspondendo a passagem de um λ em qualquer ponto, é igual ao período

Sabendo as definições, podemos então obter uma expressão para a velocidade de propagação de uma onda em termos da distância pelo tempo, isso irá nos dizer que a onda terá se movido um λ durante o tempo que o ponto inicial precisou para fazer uma oscilação completa, ou seja, um período. (TREFIL, 2006). A seguir temos a representação da equação

$$v = \frac{\lambda}{\text{período}}$$

Temos então a velocidade, mas reajustando a expressão é possível colocarmos o período representado através da frequência, pois a frequência é o inverso do período, assim substituímos na equação e obtemos então a equação seguinte

$$v = \lambda f$$

Desta forma, obtemos a expressão que nos apresenta a velocidade de fase de uma onda dependendo das propriedades do meio.

Das definições de velocidade de onda, conseguimos ver sua importância ao construir um instrumento musical, pois o som se propaga em formas de ondas sonoras

até chegar aos nossos ouvidos. Essa propagação ocorre com várias outras ondas formando a superposição de ondas, que será tratada no tópico abaixo.

2.2.2.4 Ressonância

Sabendo que os elementos formais da música são estudados na física para serem entendidos na sua funcionalidade, temos a importância dessa interdisciplinaridade para nosso estudo. Quando ligamos os conceitos físicos da música, temos também o fenômeno qual chamamos de ressonância.

A ressonância é um fenômeno que consiste na transferência de energia mecânica para um sistema físico quando este recebe periodicamente impulso de energia com uma frequência próxima ou idêntica à de uma de suas frequências naturais de oscilação. (MOREIRA, 2013, p.63).

Consideramos, então, que esse fenômeno se trata de uma transferência de vibrações produzidas por movimentos externos, que aumentam a vibração do objeto em análise e faz com que aumente a amplitude da oscilação fazendo com que, por exemplo, a taça de vidro se quebre, isso acontece porque as frequências dos objetos se simpatizam causando a ressonância. Exemplo muito presente nos instrumentos de corda, quando posicionados dois violões em uma certa distância e sendo tocada uma corda, a mesma corda do outro violão também começa a vibrar, pois estão em frequências similares.

Para Moreira (2013), a ressonância é uma peça fundamental da produção sonora dos instrumentos musicais, sendo possível a existência do som quando ocorre este fenômeno. Tais propriedades da ressonância faz com que o som seja realçado e amplificado, determinando também aspectos importantes do som que estão ligados ao timbre e a produção de harmônicos. Assim compreendemos a ligação de diversos fenômenos para que consigamos ouvir um som sendo projetado a partir de um instrumento.

Devido o enfoque do curso de fabricação de instrumentos ser a construção de instrumentos de cordas, como violão e ukulele, qual vem sendo bastante utilizado pelos adolescentes músicos, explicaremos como ocorre esse fenômeno nesses tipos de instrumentos.

Moreira (2013), explica que em um violão, a vibração de uma corda é transmitida às suas partes inferiores, sendo conduzida pelo corpo todo o qual passa a vibrar. A vibração da caixa de ressonância faz as moléculas de ar no seu interior vibrarem e assim o som passa a ser ouvido com a intensidade adequada, acrescentando harmônicos a esse som e caracterizando assim o seu timbre. Vindo ao encontro de Young e Freedman (2004, p.56) que colocam a ressonância como “o fenômeno ocorrido quando existe um pico de amplitude provocado por uma força cuja frequência está próxima da frequência natural de oscilação do sistema”. Quando o sistema recebe excitações iguais a da sua frequência natural, as oscilações aumentam, vibrando com amplitudes cada vez maiores.

Essa frequência natural de vibração é o modo normal em que as moléculas de um corpo vibram conforme sua energia interna, estando também relacionada com características moleculares da matéria. Assim coincidindo a frequência da fonte sonora e aumentando a energia, devido ao som que cede essa energia ao sistema.

Para esclarecer o fenômeno não só em instrumentos de cordas, temos um exemplo interessante em instrumentos de tubos:

Um exemplo é um tubo aberto de um órgão é colocado nas proximidades de um alto-falante, excitado por um amplificador, emitindo ondas senoidais puras com frequência f que pode variar ajustando-se o amplificador. O ar no interior do tubo aberto é forçado a oscilar com a mesma frequência f da força motriz produzida pelo alto-falante. Em geral, a amplitude deste movimento é pequena e o movimento do ar no interior do tubo não possui nenhum dos modos normais. Porém, quando a frequência f da força motriz possuir um valor próximo ao de uma das frequências dos modos normais, o ar no interior do tubo oscilará com a mesma frequência deste modo normal e a amplitude aumentará consideravelmente (YOUNG; FREEDMAN, 2004, p. 281).

Nos instrumentos musicais os tubos dos instrumentos de sopro, bem como a caixa de ressonância dos instrumentos de cordas, tampo harmônico dos pianos e também os fustes dos tambores são elementos que apresentam as propriedades da ressonância. São responsáveis por amplificar e realçar o som produzido, além de determinarem aspectos importantes do som ligados ao timbre e à produção de harmônicos.

2.2.3 Montagem do Ukulele

Levantado os fenômenos formativos do som encontrados durante o processo de confecção dos instrumentos musicais, devemos considerar também a tecnologia que

auxilia na mão-de-obra do luthier. Por tanto, se faz válido apresentar as ferramentas que são utilizadas e suas funções.

Pereira (2019), discorre a tecnologia como agrupamento técnico que busca intermediar a produção com o produto finalizado. Vindo ao encontro de Lima Filho e Queluz (2005) e Oliveira (2008) sobre a tecnologia da luteria, que também a definem como agrupamento de técnicas e métodos particulares da atividade. Considera-se também os processos criativos e as inovações que estão ligadas à própria técnica aplicada, que envolve os saberes e conhecimentos aplicados na prática dos espaços do trabalho.

Ao falarmos da técnica em específico, Branco (2005), em concordância com Heidegger (2010), discorre que esta diferença está no além de envolver os métodos e processos aplicados a uma atividade, mas no caso da luteria, também está presente no explorar, aprimorando o fenômeno técnico que é desenvolvido pelos profissionais. A tecnologia como já colocada neste trabalho, vai além dos produtos fabricados, aos quais pelo senso comum é associada, mas está presente nas competências, capacidades e seu próprio uso em contextos socioculturais.

Da tecnologia encontrada na luteria, colocamos no processo de confecção do ukulele os conhecimentos científicos, além da importante prática que acontece na disciplina de marcenaria com as ferramentas utilizadas desde o preparo da madeira até a finalização do instrumento musical.

Das ferramentas da marcenaria que são utilizadas para o preparo da madeira temos a serra circular, com a função do desdobramento do material e a desengrossadeira, que tem como objetivo corrigir sua espessura para o corte. Sendo este, o processo inicial para que a madeira possa ser utilizada. Em seguida, a serra fita, que facilita o entalhe e as lixadeiras de cinta e de disco que são utilizadas para homogeneizar e dar acabamento em suas superfícies. Essas máquinas são representadas na figura abaixo:

Fotografia 1: Fotos do maquinário utilizado para confecção do ukulele



Fonte: Autoria própria (2021)

Com as partes maiores do instrumento já preparadas, utiliza-se a furadeira manual e serra tico-tico para confeccionar a boca, no tampo do instrumento e a furadeira de bancada para fazer os quatro furos da mão do ukulele, onde serão colocadas as tarraxas, que por sua vez são presas nelas próprias.

Das ferramentas específicas da luteria, temos a plaina de ângulo baixo e o formão, ferramenta de corte, ambas são utilizadas para finalizar o formato do instrumento e realizar os acabamentos necessários, possibilitando de forma artesanal, que o luthier faça figuras e formas esculpidas e entalhadas em peças de madeira. Temos também as limas e grosas que são utilizadas para desbastar o material, além da raspilha utilizada para o acabamento. Para finalizar a colocação das peças do ukulele é feito uso do serrote japonês para cortar os slots dos trastes e também martelos pequenos para sua colocação.

A seguir serão apresentadas as ferramentas citadas acima que são utilizadas na montagem do ukulele:

Fotografia 2: Fotos das ferramentas e materiais utilizados para confecção do ukulele



Fonte: A autoria própria (2021)

Fotografia 3: Fotos das ferramentas para reparos do ukulele



Fonte: A autoria própria (2021)

Na luteria todos os instrumentos são confeccionados de forma manual, por tanto, todas as partes do instrumento são coladas umas nas outras, com cola própria que geralmente é cola de proteína animal, chamada pelos profissionais de cola de coqueiro.

Corroborando com o conteúdo científico da acústica e a tecnologia encontrada nota-se a necessidade da abordagem prática durante a confecção de ukuleles. Por tanto, é fundamental que o instrumento seja confeccionado de acordo com sua planta, qual definirá os tamanhos da sua estrutura para cada modelo em específico.

Para entender sua anatomia, é importante conhecer o nome de cada parte separada do instrumento musical. No corpo contamos com 9 partes, sendo estas o fundo, o tampo, a lateral, a roseta, o escudo, a ponte/cavalete, o rastilho, o tróculo e a boca. Estes itens serão responsáveis pela projeção sonora. Outra parte do instrumento é o

braço, que colado no corpo do ukulele contempla mais 5 partes, em sua extremidade ficam as tarraxas de afinação, a pestana, as casas que são separadas por traste e por fim os marcadores.

Figura 3: Ilustração representando as partes do ukulele



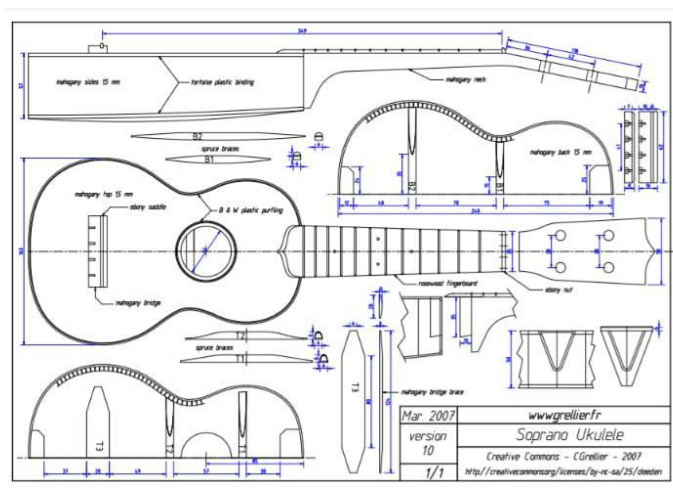
Fonte: Autoria própria (2021)

Por tanto, para colocar todas as peças e preparar o instrumento para sua execução é essencial alinhá-lo com sua planta, considerada uma tecnologia na área da luteria, além de todo o maquinário utilizado, estabelece todas as relações científicas para medições, marcações e parâmetros de certeza durante o corte e sua montagem. É possível observar que a parte de dentro do instrumento tem peças e medições específicas diretamente ligadas ao timbre e a ressonância, alinhando-se à ciência abordada no decorrer deste texto.

Para compreender a planta do ukulele, se faz necessário saber qual tipo de instrumento é trabalhado dentro do curso de confecção de instrumentos musicais de madeira, o luthier Santos (2017), caracteriza os instrumentos musicais envolvidos pela luteria por aspectos essenciais como: corda esticada sobre corpo e braço, tendo a madeira como material originalmente predominante. Utiliza-se a madeira na luteria devido a sua importante qualidade tonal que este tipo de material oferece aos músicos. Pela sua propriedade acústica, possui uma maior absorção de sons com frequências mais altas do que baixas, deixando o som mais polido para o sistema auditivo, por isso, deve considerar a madeira um material bastante apreciado para os instrumentos musicais.

A imagem a seguir demonstra a anatomia do ukulele, esmiuçando em todas as partes que o compõem, junto com as medidas exatas que cada uma deverá ter.

Figura 4: Representação da planta do ukulele soprano



Fonte: Creative Commons - CGrellier (2007)

Ao abordar a madeira, material fundamental para a confecção do ukulele, podemos considerar também sua densidade, seu timbre e sua qualidade, pois ao construir um instrumento buscamos a excelência em sua sonoridade. Assim Santos (2017), discorre que os materiais devem ser suficientemente resistentes e esse é o primeiro problema apresentado ao iniciante na luteria, pois a madeira quando cortada pode lascas, quebrar, resistir às ferramentas, as fibras levantam em vez de ficarem lisas ao toque.

Quando seu corpo está cortado, partimos da tensão e posições das cordas, pois ela depende do timbre do material para que seu som saia de acordo com o qual queremos.

Então colocamos a afirmação de Santos (2017), quando tratamos de unir as partes e finalizar o instrumento, de forma que a vibração das cordas chegue até nossos ouvidos de forma onde o corpo do instrumento controle a transmissão dessa vibração da corda ao ar. Sendo este controlado pelo luthier em seu formato e tamanho, mesmo que dentro de uma mesma família de instrumentos, como ukulele soprano, concert, tenor e baixo, sendo este corpo pode ser alterado para que o instrumento emita o som desejado.

Visto a abordagem científica e tecnológica estudadas através da confecção de um ukulele, torna-se valioso entender o passo a passo desse processo, que quando trabalhados durante o curso, contribuem diretamente na formação dos profissionais que buscam a qualificação na área da luteria. Consideramos em todo o processo a confecção de um ukulele soprano.

Baseados no levantamento teórico e na prática realizada pelos professores e estudantes do curso, foi possível definir as etapas a serem seguidas do corte da madeira até a finalização da madeira.

Visto que todo instrumento musical de madeiras que dependem do corte de sua base de forma criteriosa, suas confecções são iniciadas pelo fundo, conforme a imagem nº 1 e nº 2 da figura nº8. Neste instrumento, essa também é uma das principais partes para iniciar sua forma, vindo a definir as medidas das demais peças, que podem ser corrigidas quando necessário.

A seguir a imagem mostra o desenho do tampo, retirado de acordo com a planta do ukulele soprano, já apresentada acima, com as medidas conferidas e sobre ele as braçadeiras de abeto, que são coladas nas curvaturas da parte de dentro do tampo. Seguindo a metodologia apresentada pelos luthiers e professores do curso de Confecção de Instrumentos Musicais de Madeira, pode-se concluir que esta é a etapa mais importante durante o corte da madeira, pois é a parte que definirá o tamanho e forma das demais partes.

A seguir, como é mostrado na imagem de nº 3, deve ser produzida e colocada as laterais, criando a forma do corpo interior do instrumento e sua estrutura exterior. As peças laterais são cortadas e coladas sobre o fundo, acompanhando seu desenho que já prepara o corpo para a fixação do braço do instrumento na sua parte superior.

Na sequência, para que a montagem do instrumento com os estudantes aconteça de maneira visualmente e didaticamente interessante, é realizado o corte do braço do ukulele e colado junto a uma estrutura um pouco mais grossa em sua parte superior.

Na imagem de nº 4, é apresentada a estrutura completa do corpo do instrumento, faltando apenas o tampo para sua finalização.

Na imagem de nº 5, a seguir parte do instrumento está sendo conferido com a planta para que os reparos necessários sejam realizados, nesta etapa são iniciadas também as medições no braço do ukulele para que sejam colocados os trastes relacionando-os a frequência exata para que cada nota musical seja afinada e as marcações.

Fotografia 4: Fotos do corte e colagem da estrutura do ukulele



Fonte: Autoria própria (2021)

Para fechar o corpo do ukulele se faz necessário a colocação do tampo, para que então todas as peças restantes sejam colocadas. Na parte da frente, apesar de seguir a mesma medida do fundo, temos presente a boca do instrumento, por onde o som ressoa e é enviado para o ambiente.

Por tanto, é necessário tratar esta parte com cuidado, seguindo as medidas do círculo considerando a qualidade do timbre que se deseja transmitir durante a execução. Nota-se aqui que o espelho, colocado no braço onde vão os trastes, marcações e as cordas também é colada, para que ambas sejam juntadas e finalizadas, como demonstrado na figura nº 9.

Fotografia 5: Fotos da estrutura e colagem do tampo



Fonte: Autoria própria (2021)

A boca do ukulele, assim como a de um violão tem o formato arredondado para a projeção do som, por tanto é utilizada a túpia para corrigir o corte deixando a medida como a estabelecida na planta. Para maior resistência e sonoridade, as laterais também

são coladas no tampo para serem adicionadas com as laterais do fundo na montagem completa.

Montado o corpo do instrumento, sua estrutura estará preparada para ser finalizada. Então são colocadas as tarraxas na mão do ukulele, no braço, os trastes para separar as casas, de acordo com o cálculo da frequência, que estabelece a afinação de cada casa e a distância correta para que sejam colocados, e neste mesmo momento são coladas as marcações no braço do ukulele, que servem para identificar as notas musicais que são reproduzidas nessas casas. Em seguida, são adicionadas as quatro cordas, que ficam esticadas sobre o braço e tampo, que por sua vez são tensionadas para que as notas soem de acordo com sua devida afinação. Por fim, o ukulele é envernizado e colorido com tinta própria para madeira de acordo com a preferência de quem irá utilizá-lo.

De acordo com a imagem, temos o instrumento já confeccionado e pronto para execução.

Figura 5: Ilustração representando o instrumento pronto para execução



Fonte: Autoria própria (2021)

Ao entender sobre o processo de alfabetização científica e tecnológica dentro da luteria, pode-se dizer que a partir dos saberes construídos a partir da prática, temos o que Freire (1997) chama em sua obra *Pedagogia da Autonomia*, de a boniteza do ensinar e aprender. Quão essencial é para o professor e estudantes uma qualificação que volte o olhar crítico e entusiasmado para todo o processo do seu trabalho quanto profissional luthier.

Por si só o ukulele encanta a todos os músicos, musicistas, profissionais luthiers e membros da sociedade que de alguma forma o contempla em seu cotidiano, mas quando conhecemos sua história, a ciência por ele produzida e considerando não só a tecnologia envolvida para sua confecção, mas também ele como um instrumento historicamente tecnológico, podemos falar que não apenas pelo som agradável, mas também por todos estes aspectos nele encontrados, buscam tornar sua confecção um processo interessante e valioso.

Apresentada a teoria encontrada no decorrer do trabalho e suas relações com o ensino da ciência e tecnologia, no próximo tópico abordaremos a metodologia utilizada nesta pesquisa e o procedimento para desenvolver o produto didático.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste tópico passamos a apresentar os procedimentos metodológicos que embasaram esta pesquisa e também descrever a aplicação do produto didático durante o decorrer do curso.

3.1 Caracterização da pesquisa

A pesquisa traz como objetivo investigar contribuições de uma proposta investigativa na alfabetização científica e tecnológica para o ensino de confecção do instrumento musical ukulele. Assim para traçar as etapas que foram seguidas, utilizamos a abordagem qualitativa que por se tratar de um curso onde nós pesquisadores estamos inseridos, podemos realizar a observação como método de investigação para conhecer a fundamentação teórica dos conhecimentos de física e música dos estudantes, coletar os dados e compará-los com a proposta curricular do curso. Por fim, através da pesquisa-ação, promover a relação de ensino e aprendizagem com os estudantes por meio de um produto didático disponibilizado via internet que será voltado para a complexidade e aprendizagem baseada no ukulele, considerando todo embasamento teórico abordado durante a pesquisa.

3.2 Fenomenologia

A metodologia adotada para este trabalho foi a pesquisa qualitativa, que tem como objetivo interpretar o estudo de grupos pequenos e indivíduos que não podem ser quantificados, podendo ser entendido apenas por quem está diretamente envolvido. Richardson (1999) afirma que os estudos empregados em uma metodologia qualitativa descrevem a complexidade de um determinado problema, analisa a interação de algumas variáveis, as compreendem e classifica os processos dinâmicos vividos por grupos sociais. Devido a esta afirmação podemos ver que com esta abordagem teremos um maior acesso a informações sobre o assunto tratado, pois esta é uma maneira mais aprofundada e compreensível para a coleta de dados que precisamos.

Creswell (2010), relata que os indivíduos desenvolvem significados subjetivos de suas experiências, dirigidos para alguns objetos ou coisas. Ainda ressalta que este tipo de

abordagem foca em um grupo cultural intacto dentro de um cenário natural durante um período de tempo prolongado, onde haverá a coleta de dados observacionais e de entrevistas.

Assim, Marconi e Lakatos (2011) definem a abordagem qualitativa como uma pesquisa qual o objetivo é analisar e interpretar aspectos aprofundados e complexo do comportamento humano, onde é fornecido análises mais detalhadas sobre as investigações, atitudes e tendências de comportamento, dando ênfase nos processos significativos e fornecendo um diagnóstico amplamente rico sobre o que está sendo investigado.

Devido a necessidade da coleta de dados para o presente trabalho adotamos a pesquisa qualitativa, tendo como principal ferramenta para pesquisa a observação, sendo esta das aulas e do comportamento dos estudantes diante a parte física composta nos instrumentos musicais, realizando então um estudo de caso.

A) particular, porque mesmo sendo similar a outros sempre guarda um interesse próprio, singular. B) descritivo, porque oferece uma rica e densa descrição do fenômeno estudado [...] Geralmente, a descrição é qualitativa e, para isso, utiliza as técnicas da prosa e da literatura para descrever e analisar situações, apresentando uma cuidadosa documentação dos acontecimentos. C) heurístico, enquanto amplia a compreensão do leitor sobre o caso em questão, podendo, ao mesmo tempo que provoca o descobrimento de um novo significado, ampliar a experiência de alguém sobre aquele fato ou, ainda, confirma o que já se sabe. D) indutivo. As afirmações, as categorias ou os conceitos surgem de um exame dos dados fundamentados no próprio contexto. As expectativas e os ensaios de suposições, que o investigador tem no princípio de um estudo de caso, estão sujeitas à reformulação conforme prossegue o estudo. Caracteriza-se pelo descobrimento de novas relações, conceitos e compreensões e não pela verificação de hipóteses pré-determinadas. (MOLINA, 1999, p. 97).

No que se refere ao estudo de caso, Quimelli (2009, p. 64) o define como “um estudo sistemático ou investigação e, em particular, uma investigação sistemática de um caso específico”. Enfatizando ao mesmo tempo que as principais características de um estudo de caso podem ser resumidas sob a forma de estudo empírico. Para tanto, “[...] investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos” (YIN, 2005, p. 33).

Outro ponto relevante da pesquisa-ação, é o processo de aprendizagem pelo ganho do conhecimento ser obtido através da observação e da avaliação das ações

definidas com os participantes e dos obstáculos encontrados. Kemmis e Mactaggart (2007), enfatizam que os frutos desse processo são mudanças reais e significativas, como a ação das pessoas, sua interação com o mundo e com os outros e seus valores.

Se tratando do estudo de caso e partindo de que o pesquisador está incluído no âmbito da pesquisa, diferentes são os métodos para garantir a validade da análise, considerando que a pesquisa qualitativa irá incluir contradições, tensões e hesitações. Não se espera em um primeiro momento que as conclusões possam ser definidas, uma vez que esta pesquisa faz parte de uma realidade social e inclui todas as suas complexidades e contradições inerentes. Que de acordo com Carr e Kemmis (2002)

A vida social é reflexiva, isto é, ela tem a capacidade de mudança como o nosso conhecimento e pensamento mudam, criando assim novas formas de vida social, que podem, por sua vez, ser reconstruídas. (CARR; KEMMIS, 2002, p. 43).

Por outro lado, a vida social dentro da pesquisa qualitativa, deve ser situada em contextos históricos e sociais particulares, bem como para fornecer respostas às perguntas de pesquisa feitas no contexto intelectual de um determinado tempo. (CARR; KEMMIS, 2002, p. 43). Os autores ainda afirmam que a pesquisa qualitativa

[...] não é simplesmente estruturada e moldada por conceitos e idéias. Também é estruturada e modelada por coisas como forças históricas e econômicas e condições materiais. Além disso, essas coisas também estruturam e afetam as percepções e idéias dos indivíduos sobre a realidade social e sobre a pesquisa qualitativa. [...] (CARR; KEMMIS, 2002, p. 104).

A partir desta colocação, ressalta a importância de explorar as questões históricas a fim de analisar e melhorar o contexto atual, entrando no ciclo da pesquisa-ação aqui já citado, entre observar, analisar e agir. Assim, temos por Stenhouse (1985) que, os estudos de caso estão aliados à prática porque permitem debater e avaliá-la por meio de críticas padronizadas, de acordo com os dados coletados de cada contexto pesquisado.

Corroborando com Yin (1993) que o define como um estudo abrangente, sem limitações de investigação, não contentando apenas com os fenômenos de estudo, mas sim com tudo à sua volta, além de necessitar de diversas fontes de evidência. O autor ainda coloca que a riqueza do contexto irá delinear o caminho para as diversas variáveis que serão investigadas, levando a necessidade de coletar os dados por meio de duas ou mais fontes, em busca de minimizar as possibilidades de uma interpretação errônea.

Por fim, podemos considerar que através da pesquisa qualitativa esclarece a relação da teoria com a prática, e nos mostra o avanço que o pesquisador terá a partir dos conhecimentos das práticas profissionais por meio acadêmico. Assim, a pesquisa qualitativa permite que todas as partes envolvidas na pesquisa se adaptem a uma melhor compreensão pessoal, que por sua vez irá melhorar sua prática (GOLBY, 1994, p. 9).

Das características evidentes, temos que se trata de um grupo específico, sendo este os estudantes e professores do curso de confecção de instrumentos musicais de madeira do Instituto Federal do Paraná campus de Telêmaco Borba, os autores já estão inseridos no contexto. Por sua vez, a proposta apresentada neste trabalho se torna válida e com perspectiva de resultados significativos.

Portanto, no próximo tópico serão apresentados os sujeitos e o contexto da pesquisa.

3.3 Os sujeitos e contexto da pesquisa

A pesquisa foi realizada e aplicada com docentes e discentes do curso de Confecção de Instrumentos Musicais de Madeira do IFPR campus Telêmaco Borba, ofertado na modalidade de Formação Inicial Continuada (FIC). No contexto do município de Telêmaco Borba, o curso é justificado a partir da grande quantidade de matéria prima, visto que há na cidade a Klabin S.A., indústria de papel e celulose, como consequência, grande oferta de madeira de pinus de eucalipto.

De acordo com o Projeto Pedagógico do Curso, pela viabilidade da utilização da madeira de eucalipto certificada da região para a construção de produtos acabados, motivou a fabricação de instrumentos musicais, para musicalização e formação de orquestras. Diante deste contexto, foi constituída a abertura do curso para formar e qualificar jovens, adolescentes e adultos na área da luteria, colaborando com a mão-de-obra no município de Telêmaco Borba e região.

Além de oferecer formação profissional em um curto espaço de tempo, o curso também traz como objetivo a formação pessoal dos estudantes para que além de construir instrumentos musicais, considerem os aspectos relativos à conservação ambiental e o desenvolvimento econômico e sócio cultural do município, considerando uma formação integral para que sejam profissionais capazes de atuar de maneira crítica e reflexiva, exercendo responsabilidade social.

As vagas do curso são ofertadas a toda comunidade, interna e externa à instituição, colocando como requisito mínimo para ingresso a conclusão do ensino fundamental II, sem estabelecer limite de idade e experiência na área. O que, também justifica a importância da aplicação de uma pesquisa qualitativa, para que possa servir não apenas como apoio ao grupo ou coleta de dados para nós pesquisadores, mas também para nivelar o conhecimento teórico e prático dos integrantes do curso.

Pelos materiais disponibilizados para a confecção de instrumentos musicais e o curto período de tempo encontrado no desenvolvimento de cada módulo do curso, o instrumento trabalhado por nós é o ukulele, já apresentado no decorrer da escrita, com o intuito de prepará-los para o mercado de trabalho e também atender a demanda social no âmbito da educação musical.

Dos sujeitos da pesquisa, temos os docentes e discentes matriculados no curso, que se fazem presentes durante todo o processo de ensino/aprendizagem através da confecção do instrumento musical ukulele. Participando como autores da prática abordada em sala de aula. Do contexto da pesquisa, consideramos o curso e suas características, a realidade da instituição, que pode ser denominada aqui como comunidade interna, e por fim a comunidade externa que é beneficiada indiretamente através do resultado da formação desses profissionais.

3.4 Estruturação da pesquisa

De acordo com o ciclo da pesquisa qualitativa, temos a pesquisa estruturada a partir da observação, que irá contribuir com elementos para a coleta de dados, que serão analisados com a finalidade de guiar os pesquisadores a definir estratégias práticas para a pesquisa-ação. Esse processo deverá ser realizado e avaliado durante toda aplicação desta pesquisa, sendo necessário entender o que deverá ser feito em cada etapa e suas definições.

3.4.1 Observação

O primeiro passo para a aplicação desta pesquisa será a observação, realizada junto com os professores e estudantes do curso apresentado no tópico acima. Sobre esse processo, Gil (1999) escreve que a observação constitui o elemento fundamental para a

pesquisa, é por ela que as etapas vão sendo construídas para formulação de problemas, construção de hipóteses, definições de variáveis e coletas de dados. O autor Rúdio (2002) em concordância, afirma que esta ferramenta é uma aplicação dos sentidos humanos para obter determinada informação sobre aspectos da realidade. Ressaltando ainda que pelo sentido amplo da palavra, além de ver é possível também examinar, sendo um dos meios mais frequentes para o conhecimento de coisas, fenômenos e pessoas.

A observação apresenta como principal vantagem, em relação a outras técnicas, a de que os fatos são percebidos diretamente, sem qualquer intermediação. Desse modo, a subjetividade, que permeia todo o processo de investigação social, tende a ser reduzida. (GIL, 2011, p. 100)

Considerada por Gil (1999) este é um método de investigação que pode ser usado como uma etapa para complementar outros procedimentos investigativos nas outras etapas de uma pesquisa. Spata (2005), descreve que a vantagem do método de observação é que quando realizada discretamente sendo no mundo real, os comportamentos dos observados serão mais espontâneos e naturais, do que se eles estivessem apreensivos em outro ambiente conscientes de que estariam sendo observados. Segundo Rúdio (2002), este processo nos remete a uma forma de observação sistemática, qual só ela pode ser utilizada como técnica científica, pois, é uma ferramenta que requer um planejamento para que haja um registro do que foi observado, em um material previamente preparado, havendo então o emprego da mensuração qualitativa.

Para Gil (2011), este tipo de observação é bastante utilizado para descrever precisamente os fenômenos ou teste de hipóteses, pois o pesquisador sabe quais dados são necessários para atingir o objetivo que busca. Ainda em sua definição, ressalta que é preciso fazer um plano do que será observado, levando em consideração os objetivos da pesquisa. Pela precisão dos elementos que estão envolvidos em uma pesquisa. Assim, utilizando as palavras de Lofland (1971) elenca seis categorias para guiar uma observação, sendo estas: os atos, as atividades, os significados, a participação, os relacionamentos e as situações. Gil (2011) ainda afirma que a observação deve ser registrada no momento em que o ato ocorre, seja por gravação de sons, imagens ou escrita, variando de acordo com o objetivo do pesquisador.

Perante as definições apresentadas, foi definida a técnica de observação em nosso trabalho, a fim de coletar dados referentes ao processo de alfabetização científica e

tecnológica por meio do instrumento musical ukulele. Foi considerado o grau de conhecimento dos estudantes matriculados no curso, a metodologia utilizada pelos professores e como é trabalhado a relação didática entre teoria e prática a partir do desenvolvimento do instrumento musical.

A coleta de dados será realizada através de diário de campo, questionários e relatos de professores e estudantes presentes durante o desenvolvimento da pesquisa. Gil (2008), coloca também que as vantagens do questionário estão encontradas na possibilidade de atingir um público grande, implica em menores gastos, garante o anonimato das respostas e não expõe os entrevistados.

Em seguida, temos a parte da análise dos dados coletados para delinear a aplicação do produto didático como parte do processo da pesquisa-ação.

3.4.2 Análise de Dados

O processo de análise de dados é a parte em que o pesquisador, ou o grupo analisa e compreende os resultados obtidos através do diário de campo, relatos de entrevistas e anotações realizadas durante a observação. Por tanto, nesta etapa foram analisadas a fundamentação teórica dos conceitos musicais e de acústica dos estudantes do curso, bem como os materiais científicos utilizados pelos docentes e a práxis pedagógica presente durante a montagem do instrumento musical ukulele. Flinders e Mills (1993) discorrem que neste processo, o pesquisador deve refletir, comparar e contrastar os relatos mais significativos da coleta de dados, considerando a competição de velhas e novas teorias na reconstrução do objeto estudado. Corroborando com Hamel (1993) ao descrever que a análise de dados não se estabelece a uma simples sistematização das informações coletadas no campo como um todo. Se faz necessário explicar os fenômenos observados, com informações que transcendam a informação coletada.

Este processo permite que o pesquisador enriqueça a descrição, tornando-a abstrata como é caracterizada na investigação qualitativa. De acordo com Bryman e Burgess

Não é absolutamente claro como questões ou ideias surgem, a fim de se tornar no produto final por escrito. O verdadeiro problema é que simplesmente não sabemos por que determinados temas surgem como elementos essenciais do relatório. Se a frequência nunca é ou nem sempre é a característica determinante, seria útil saber o que é. A este respeito, assim como pesquisadores qualitativos têm nas últimas duas décadas

desenvolvido métodos de coleta de dados, o desafio para pesquisadores qualitativos na próxima década é de articular, tanto quanto possível, os processos associados com a análise dos dados. (BRYMAN; BURGESS, 1994, p. 224).

No entanto, algumas medidas precisam ser adotadas durante esta etapa com a finalidade de reforçar e validar os dados analisados, os pesquisadores devem embasar os resultados a partir de cuidadosas e repetidas leituras das suas transcrições e articulando-as com as questões principais da pesquisa.

Durante a aplicação desta pesquisa, os dados coletados serviram como fonte para o desenvolvimento do processo de pesquisa-ação, por isso houve a necessidade de analisá-los por meio de entrevistas escritas, gravadas, observação da práxis realizada na sala de aula e leitura crítica dos materiais didáticos utilizados durante o processo de ensino e aprendizagem. Como descreve Golby (1994), problemas da prática são investigados para nos permitir re-conceitualizá-los, compreendendo seu significado de forma ampla e agir no sentido de resolvê-los.

Com o objetivo de promover relação de ensino e aprendizagem com os estudantes, a partir da análise dos dados foi proposta a intervenção por meio da aplicação de um produto didático definida como pesquisa-ação.

3.4.3 Pesquisa-ação

Esta metodologia visa a mudança de algo no meio social, estabelecendo dois pontos principais onde é feito a pesquisa e dentro dela feito uma ação que promova aos principais sujeitos observados um conhecimento maior, uma nova metodologia para relacionamentos sociais e afins.

Pesquisa-ação é uma forma de investigação baseada em uma autorreflexão coletiva empreendida pelos participantes de um grupo social de maneira a melhorar a racionalidade e a justiça de suas próprias práticas sociais e educacionais, como também o seu entendimento dessas práticas e de situações onde essas práticas acontecem.

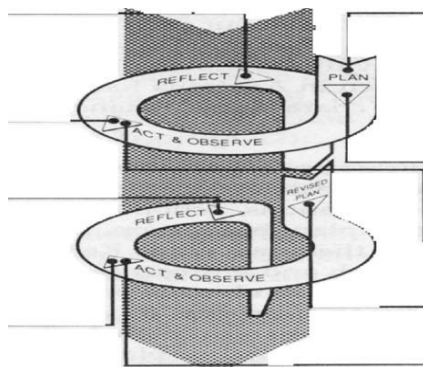
Kemmis e Taggart (1988), coloca que a abordagem é de uma pesquisa-ação apenas quando ela é colaborativa que de acordo com Gil (2011), vem de situações que já estão à procura de um diagnóstico de problema específico, visando o alcance de um resultado prático, não sendo este produzido apenas para apresentar em livros e sim para uma ação social. Corroborando com MacTaggart(1991), que descreve que este processo

deve ser construído a partir do planejamento e reflexão sobre as atividades coletivas, na qual todos os envolvidos são estudados como parte do processo de pesquisa.

Então esta abordagem foi escolhida por nós para contribuir com a pesquisa dentro do curso de confecção de instrumentos musicais de madeira do IFPR campus Telêmaco Borba, onde buscamos implementar recursos didáticos com linguagem adequada para o ensino de ciência e tecnologia dentro do ambiente de aprendizagem. Portanto, se fez necessário o contato direto com os demais professores e estudantes, desenvolvendo o ciclo de planejamento, desenvolvimento e reflexão da ação.

No planejamento foram definidos os problemas e processo de mediação, neste caso, a aplicação do produto didático durante a oficina “A Arte da Luteria” realizada durante o 9º Festival de Arte e Cultura IFPR. A fase de reflexão foi identificada no processo de avaliação, que estabeleceu o fim do processo quando a solução foi encontrada ou, caso contrário, demonstrando a importância de iniciar um próximo ciclo até que o problema fosse solucionado. Ao considerar que Kemmis e McTaggart (2007) relatam sobre este ser um processo que mesmo descrito em sequências de passos mecânicos, é geralmente envolvido por uma espiral de ciclos auto reflexivos, como apresentado na imagem a seguir:

Figura 6: Espiral de ciclos



Fonte: Adaptado de McTaggart (1991, p. 33)

A imagem referente a espiral de ciclos Lewiniana, é apresentada por autores como Robson (2002), Kemmis e McTaggart (2000), que discorrem que as origens da pesquisa-ação estão ligadas ao psicólogo americano Kurt Lewin. Em sua concepção, Lewis coloca a pesquisa-ação como um instrumento que ocasionaria modificação em contextos variados, principalmente nos ambientes que exigem mudanças comportamentais resolvendo os problemas dos sujeitos envolvidos. Atualmente a

pesquisa-ação é utilizada em projetos e pesquisas como estratégia de melhorar e desenvolver um determinado grupo específico.

Concluimos com McTaggart (1991) que aponta os aspectos deste espiral em planejar, refletir, agir, observar, revisar o planejamento, refletir e agir, assim sucessivamente, em busca de um resultado satisfatório em cada vez que o processo for aplicado, considerando o desenvolvimento de atividades coletivas.

Baseado nos princípios da espiral Lewiniana, nesta pesquisa foram apresentados todos os passos de acordo com cada etapa descrita nesta metodologia. O planejamento e reflexão foram realizados de acordo com a análise de dados levantados durante a observação, que levou a aplicação do produto didático. Quando aplicado, o processo de observação foi considerado novamente, possibilitando a revisão desta prática que se necessário, retornaria em um novo ciclo de planejamento com novos dados para a melhoria do produto já aplicado.

3.5 Produto didático

Para contribuir com o ensino de ciência e tecnologia dentro do curso de confecção de instrumentos musicais de madeira e deixar um material que possa ser utilizado por todos os demais estudantes da área da luteria, foi produzido por meio desta pesquisa um produto didático em formato de apostila. Este material visa mediar o trabalho do professor através do ensino complexo, o qual relaciona a disciplina de física, música e marcenaria com todos os processos práticos na confecção e criação do instrumento musical ukulele.

Antes do desenvolvimento e aplicação do produto didático ser apresentado, é necessário entender como ele é caracterizado. De acordo com Lajolo (1996), o material se define como o conjunto de objetos envolvidos nas atividades-fim da escola. Tudo aquilo que ajuda na aprendizagem que cumpre à escola patrocinar e neste entram os livros e manuais de auxílios, pois influem diretamente na aprendizagem dos leitores. Devido a esta ideia, a autora descreve então que didático, é o material que será utilizado em aulas e cursos, que provavelmente foi escrito, editado, vendido e comprado, tendo em vista essa utilização escolar e sistemática. Ainda destaca que para ser considerado didático, o produto precisa ser utilizado, de forma sistemática, no ensino-aprendizagem de um determinado objeto do conhecimento humano, geralmente já consolidado como

disciplina escolar. Além disso, o produto didático caracteriza-se por ser passível de uso na situação específica da escola, isto é, de aprendizado coletivo e orientado por um professor.

Este material foi elaborado de acordo com a sequência de conteúdos apresentados no decorrer desta pesquisa e as atividades práticas que acontecem durante a confecção do instrumento musical, seguindo sua ordem de abordagem científica em conjunto com as atividades práticas. Então foi elaborado um produto didático disponibilizado através do classroom em sala nomeada “A arte da luteria” e entregue para os estudantes durante a oficina que recebeu o mesmo nome, qual possibilitou a abordagem dos saberes e conteúdos científicos, respeitando a sequência estabelecida desde o preparo da madeira até a execução do instrumento musical.

Moreira (2011) relata que para ocorrer a aprendizagem por meio da utilização do material didático, é fundamental desenvolvê-lo de acordo com a estrutura cognitiva do estudante. Vindo ao encontro dos processos anteriores da pesquisa, que estabelecem a relação de conhecimento dos estudantes com as abordagens realizadas pelos professores durante a troca de saberes decorrente das aulas, o material foi desenvolvido e será aplicado neste curso para que nós pesquisadores entendamos as contribuições da alfabetização científica e tecnológica para o ensino da luteria.

Da estrutura deste material didático, temos um conjunto que totalizam 45 páginas que mediam os saberes de maneira prática explicativa, divididas por capítulos conforme as fases da confecção do instrumento musical definidas por nós professores do curso. Os conteúdos foram trabalhados na oficina em duas etapas respeitando sua ordem prática.

A descrição da aplicação deste material está no tópico 5 intitulado Transcrição da Prática.

Fotografia 6: Fotos do produto didático



Fonte: Autoria própria (2021)

Através da aplicação deste produto didático no curso de confecção de instrumentos musicais de madeira, investigamos as relações de alfabetização científica e tecnológica para o ensino de luteria, como contribuição para o ensino e aprendizagem de novos professores e estudantes. O material oferece uma linguagem acessível ao nível dos integrantes do curso a fim de favorecer o entendimento e encantá-los para os conteúdos abordados.

É válido pontuar que este material será disponibilizado junto com esta dissertação para uso de todos profissionais interessados em usá-lo.

3.6 Matriz investigativa

Diante da nossa preocupação com as relações da ciência e tecnologia trabalhadas durante as aulas práticas através do ukulele, definimos nosso objeto de estudo ao investigar sua abordagem no decorrer do curso. Assim, consideramos objeto o que Carr & Kemmis (1986) caracterizam como coisas investigadas pelos investigadores ativos que se propõem a melhorar através de suas próprias práticas educativas de acordo com as situações em que se praticam (Carr & Kemmis, 1986 p. 191).

Os autores ainda afirmam que por meio da matriz é possível elencar as questões de investigação que serão analisadas, elaboradas e re-elaboradas durante o processo de pesquisa-ação, auxiliando na coleta de dados respaldada no referencial teórico que fundamenta o trabalho. Corroborando, Kemmis & McTaggart (1988 apud MIQUELIN, 2003), discorre que a matriz deve ser usada como guia para a realização da pesquisa, visto que orienta as ações, observações, registros e reflexões convenientes à pesquisa.

A seguir, apresentamos na matriz dialógico-problematizadora (MDP), ou matriz investigativa, as questões que guiaram nossas reflexões e organização para o desenvolvimento deste trabalho.

Quadro 1: Matriz investigativa

Matriz investigativa	(A) Ukulelé	(B) Produto Didático	(C) Ciência e Tecnologia	(D) Luthiers
----------------------	----------------	-------------------------	-----------------------------	-----------------

(1) Ukulele	Qual desdobramento podemos ter para o ensino através do ukulele?	Qual a necessidade de utilização do PD como auxílio no curso técnico?	Como a física poderá ser abordada na construção do instrumento?	Como despertar o interesse dos discentes para o instrumento que será construído no curso?
(2) Produto Didático	De que maneira o trabalho de mediação com um material didático pode interferir no crescimento profissional do aluno?	Que metodologias poderão ser utilizadas para abordar o material em aulas práticas e teóricas?	Quais os tópicos-chaves e importantes para a construção de um instrumento deve constar na SD?	Qual a possibilidade da SD ser utilizada somente sem a mediação de um professor?
(3) Ciência e Tecnologia	Porque o conhecimento físico contribui para a construção do Ukulele?	Qual contribuição poderá ser observada para melhoria do curso, a aplicação dos conceitos físicos?	Qual a importância da física na luteria para a preparação dos materiais que o instrumento é construído?	Qual a relevância da alfabetização do conteúdo da acústica, a ser trabalhada durante o curso?
(4) Luthiers	Qual o processo previsto para os discentes construírem o instrumento musical?	Como a SD poderá ser utilizada pelos discentes do curso?	Por que inserir os conceitos teóricos de acústica para a qualidade final do instrumento por eles fabricado?	Como os discentes deverão ser alfabetizados, para atuar profissionalmente como construtores de ukulele?

Fonte: Autoria própria (2021)

As questões levantadas na matriz, contribuíram para que a resposta da pesquisa fosse encontrada, através da práxis realizada na sala de aula pela análise do contexto e integrantes do grupo. De acordo com Kemmis & McTaggart (1988 apud MIQUELIN, 2003), situações educativas estão presentes em vários contextos, como a sala de aula, a própria escola, a sociedade, e assim por diante. São nesses contextos que os investigadores

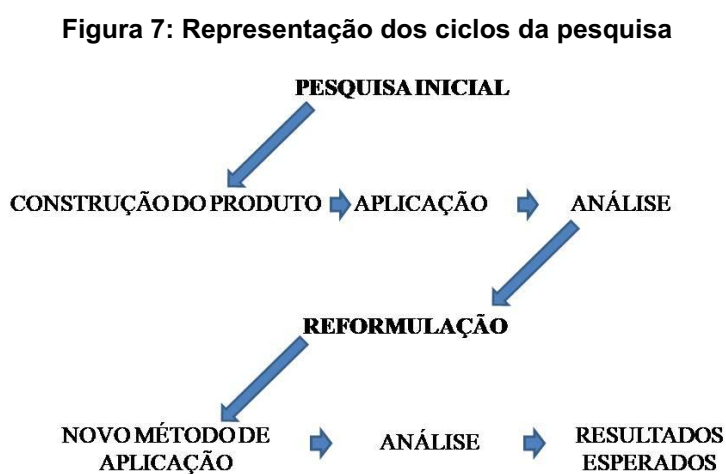
encontram oportunidades para a solucionar o problema concreto. Este tópico pode ser finalizado de acordo com Mallmann (2015), que defende a contribuição da MDP de maneira significativa para registrar e analisar os dados durante a pesquisa-ação, auxiliando nas práticas e ações dos integrantes da pesquisa.

A matriz investigativa foi elaborada a partir da associação entre a prática educacional e a problematização da pesquisa dentro do curso de confecção de instrumentos musicais de madeira na modalidade FIC. Desta forma, auxiliou na coleta de dados, categorização e análise que resultou na aplicação e finalização desta dissertação de mestrado profissional. Portanto, buscamos responder as questões norteadoras e responderemos com a aplicação da pesquisa e discussão dos resultados.

4 TRANSCRIÇÃO DA PRÁTICA

Apresentamos, neste capítulo, a aplicação, os questionamentos, discursos e respostas produzidas pelos pesquisadores e estudantes na aplicação do produto didático durante uma oficina de luteria.

Antes de obtermos os resultados que responderam o nosso problema e que estão descritos no decorrer deste tópico, foi realizada uma aplicação através de vídeo-aulas com um grupo de pesquisa formado por diferentes alunos da instituição. Porém, com a análise dos resultados vimos a necessidade de reformular o produto didático, passando-o para o formato de apostila para facilitar o acesso e entendimento dos estudantes. Os trâmites da aplicação, análise e discussão dos primeiros resultados tiveram duração média de seis meses, dentro disso, houve a necessidade de uma reaplicação realizada presencialmente com a utilização de um novo material. Correspondendo ao espiral de ciclos da pesquisa-ação, citada no tópico 3 quando a metodologia foi apresentada, simplificamos nosso processo de acordo com a figura a seguir.



Fonte: Autoria própria (2022)

Como já citado, a pesquisa foi realizada através da aplicação de um produto didático aplicado durante os encontros realizados com um grupo inscrito na oficina "A arte da luteria" realizado no 9º Festival de Arte e Cultura IFPR com estudantes do ensino técnico integrado. Esta oficina foi criada devido a não abertura da turma de Confecção de Instrumentos Musicais de Madeira no ano de 2022, entretanto os encontros aconteceram duas vezes durante o festival, com duração de 4h30 cada encontro, com estudantes que teriam interesse no curso em questão, quais colaboraram com a pesquisa no

aprendizado da ciência e tecnologia aplicadas no desenvolvimento do instrumento musical ukulele.

De acordo com esse contexto, os dados foram recolhidos em um primeiro momento através do diário de campo, descrito por meio da observação e gravações por meio de áudio e vídeo dos encontros. Vale ressaltar que os dados coletados durante a pesquisa encontram-se arquivados em uma pasta digital e podem ser acessados junto aos pesquisadores. Nesta etapa foi compreendido de forma geral o conhecimento dos estudantes em relação ao curso de luteria e como o produto didático poderia colaborar no ensino/aprendizado em relação às disciplinas da grade curricular do curso de Confecção de Instrumentos Musicais, anteriormente disponibilizado pela instituição.

Em seguida, após a aplicação do produto didático, no segundo momento da coleta de dados foi realizada a aplicação de um questionário para os estudantes no qual puderam responder individualmente sobre a aprendizagem de novos saberes e como esses serão transpostos para suas práticas enquanto profissionais que trabalham na confecção do instrumento musical ukulele.

O total dos sujeitos da pesquisa, que serão caracterizados a seguir, foram de 5 estudantes do ensino médio técnico integrado da instituição.

Quadro 2: Caracterização dos sujeitos da pesquisa

Estudante	Caracterização
01	Estudante do último ano de mecânica do ensino técnico integrado, músico com boa base teórica, mas pouco contato com a confecção de instrumentos musicais e conhecimento necessário para construir o ukulele.
02	Estudante do último ano de informática do ensino técnico integrado, já participou de uma das turmas anteriores do curso de luteria, com isso apresentou boa técnica para a prática de confecção.
03	Estudante do último ano de jogos digitais do ensino técnico integrado, músico com formação inicial e com grande base na prática de confecção de instrumentos musicais, ajustes e afinações.
04	Estudante do último ano de mecânica sem experiência musical e luteria, o que o chamou atenção para participar da pesquisa foi a vontade de aprender o instrumento musical ukulele e saber que ele mesmo poderia confeccionar seu próprio ukulele.

05	Estudante do último ano de informática com grande conhecimento musical, participou de algumas práticas de luteria realizadas anteriormente fora da instituição.
----	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fonte: Autoria própria (2022)

Apresentados os sujeitos da pesquisa, no tópico a seguir será descrita a aplicação do produto didático durante as aulas e suas abordagens, bem como a interação dos estudantes durante este processo.

4.1 Transcrição do produto didático e aplicação

Serão apresentados de forma descritiva os saberes atrelados aos conteúdos teóricos e técnicos trabalhados nos encontros da oficina “A arte da luteria”, diretamente ligados a aplicação do produto didático para a confecção do ukulele. A aplicação traz como objetivo responder o problema da pesquisa sobre as contribuições de uma proposta investigativa na alfabetização científica e tecnológica para o ensino de confecção do instrumento musical ukulele. Foram realizados dois encontros com duração de 4h30 entre manhã e tarde na oficina de marcenaria/ luteria do campus IFPR. Todas as etapas englobaram discussões científicas, técnicas e tecnológicas, uma vez que o produto didático visou agregar todas as disciplinas no PPP com a prática de maneira unificada.

Antes dos encontros acontecerem, o produto didático inicial foi encaminhado para os participantes da oficina via e-mail, para que eles já tivessem um contato antecipado com o processo de confecção do ukulele, principalmente com a nomenclatura das máquinas e materiais que foram utilizados.

O primeiro encontro se iniciou com todos os participantes assistindo o clip da música Earth Song de Michael Jackson, disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=4IUR7NvUaNI>, que aborda aspectos sobre a destruição do mundo, entre eles o desmatamento. Já como uma proposta de pensamento crítico em relação a conservação ambiental, foi feito aos estudantes a seguinte pergunta: “Se você se tornar um luthier muito famoso e precisar fabricar um grande número de ukuleles, você pensará na sociedade como um todo, ou apenas no seu lucro?”. Com essa questão buscamos atribuir ao estudante esta criticidade em relação a prática da luteria, o que os auxiliou durante todo o trabalho, inclusive na prática.

Em discussão sobre o clip introdutório, os estudantes 02 e 04 levantaram a hipótese de replantação da madeira e também sobre o tempo de vida de cada tipo de árvore, que foi discutido pelo restante do grupo. Ao introduzir questões biológicas, analisamos com o grupo a quantidade das madeiras em extinção presentes no Brasil, como o caso do pau-brasil que devido sua densidade pode abrilhantar mais a qualidade sonora porém pode ser substituída por madeiras de qualidades similares. No contexto do curso em questão, como já descrito no decorrer desta pesquisa, são utilizadas as madeiras de pinus e eucalipto como forma de utilização da matéria-prima local. Portanto, sabemos que para um estudo aprofundado precisamos estudar também o tempo de vida que a madeira tem e quanto tempo o resultado de seu reflorestamento poderá demorar, como no caso do pinus de 14 a 18 anos e eucalipto de 6 a 10 anos, tem um curto tempo comparado as demais árvores. O pau-brasil, além de estar no processo de extinção, demora um tempo de 40 anos, ou seja, fica inviável produzir uma série de ukuleles com madeiras desta linha. Evidencia-se aqui a importância do profissional da luteria se preocupar além do conhecimento técnico do seu trabalho, avaliando os recursos apropriados para a escolha da madeira avaliando a qualidade junto ao seu impacto ambiental e social. Vindo ao encontro não só da luteria, mas também da missão do IFPR de

Promover a educação profissional, científica e tecnológica, pública, gratuita e de excelência, por meio do ensino, pesquisa e extensão, visando à formação integral de cidadãos críticos, empreendedores, comprometidos com a sustentabilidade e com o desenvolvimento local e regional. (IFPR, 2008, Lei nº 11.892/08).

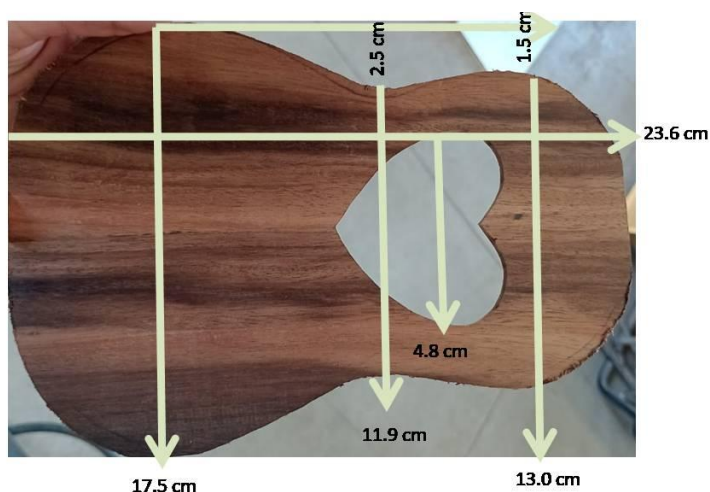
Com uma visão crítica sobre o desmatamento e seu malefício para o meio ambiente, incluindo também a sociedade em geral, os estudantes conseguiram perceber a importância de se preocupar com uma confecção sustentável do ukulele. Porém, foi preciso eles repensarem várias vezes como o instrumento seria confeccionado dentro do contexto do curso, mas nós pesquisadores já notamos que este primeiro momento foi positivo quanto a formação social para futuros luthiers.

Antes de iniciar os processos de confecção, se fez necessário o conhecimento do maquinário e ferramentas manuais para o melhor desempenho prático dos estudantes e também a realização da leitura da planta do ukulele soprano. Com vários pedaços de pinus encontrados na marcenaria foi proposto aos estudantes que colassem as partes das

madeiras de espessuras próximas como aproveitamento visando a sustentabilidade. Os estudantes foram divididos em dois grupos e cada grupo ficou responsável por preparar e cortar suas partes específicas. Assim foram selecionadas e preparadas as madeiras para iniciar a prática da confecção que teve a seguinte ordem: fundo, tampo, laterais e braço.

Para o tampo as madeiras passaram pela desengrossadeira até ficar com a espessura exata de 2.5mm e o fundo entre 2.8mm a 3mm, que são espelhados e colados em 2 partes iguais de largura 8.75 cm e comprimento 23.6 cm para encaixar o formato de acordo com o molde. O diferencial entre tampo e fundo é a abertura da boca do ukulele que mede aproximadamente 4.8 cm e é cortada após o corte do tampo e fundo. Este desenho pode variar, como círculo, coração, estrelas e outras formas de acordo com a criatividade do profissional. Na imagem a seguir temos a representação do tampo do ukulele com as medidas descritas neste parágrafo.

Fotografia 7: Foto do tampo do ukulele



Fonte: Autoria própria (2022)

Depois foram medidas as curvaturas das duas laterais, que passaram pelo mesmo processo de preparo da madeira, porém são molhadas e entram em contato com a máquina apropriada para curvatura de laterais que devem possuir 7 cm de largura com espessura de 0,5cm, com finalidade de atingir a curvatura ideal e colocadas no molde para fixar sua modelagem. Para garantir a qualidade sonora do instrumento, é necessário colocar a barra harmônica, colada entre o fundo e as laterais, além da barra colada nas extremidades internas das laterais na mesma altura que será colado o braço. Finalizadas as etapas do corpo do ukulele, todas as partes foram medidas e conferidas com a planta para serem coladas e o corpo do ukulele foi finalizado.

Com o tempo restante do encontro foi possível iniciar a confecção do braço do ukulele que possui 32.6 cm de comprimento e 2.5 cm de largura . Ainda divididas as equipes, esboçaram na madeira o braço do ukulele, o espelho que é colado no braço e a mão, onde ficam fixadas as tarraxas. Todas essas peças foram preparadas para a colagem que aconteceu no segundo encontro.

Finalizando este primeiro momento, foi questionado aos estudantes a importância da técnica, ciência e tecnologia dentro da confecção da luteria, as respostas são encontradas no questionário respondido por eles discutido em aula junto com a gravação dos dados da pesquisa.

Quadro 3: Resposta dos estudantes

Aluno	Resposta
01	A técnica e ciência não podem ser separadas na construção do ukulele, pois a teoria auxilia o luthier na prática.
02	A tecnologia está presente em todo momento da confecção do ukulele através das máquinas que facilitam a técnica.
03	A ciência e a tecnologia auxiliam a técnica, pois precisamos saber e ter conhecimento sobre o conteúdo para exercer a prática.
04	A ciência, tecnologia e técnica estão presentes em todos os momentos da confecção do ukulele e com certeza servirá para tocá-lo depois de pronto.
05	As três são importantes, pois são o conjunto necessário para que seja realizada a prática. Sem as máquinas o trabalho desse profissional fica mais difícil, mas só conseguimos usar as máquinas e estabelecer as medidas corretas se conhecer a teoria de todo processo.

Fonte: Autoria própria (2022)

Pode-se perceber que o retorno do aprendizado dos estudantes até esta etapa da confecção do ukulele se relaciona com Bazzo (2000) quando o autor discorre que a ciência presente através das teorias e enunciados e conecta dois níveis linguísticos, se faz presente na atividade do luthier como uma fonte de saberes já testados que vem para colaborar com sua prática. Com a finalidade de mostrar ao profissional um modelo de confecção que já possui resultados positivos como soluções para o novo instrumento desenvolvido e também despertá-lo para a criação de diferentes modelos em cima de um material já consolidado. Vindo ao encontro de Soares (2014), que afirma os bons resultados do trabalho do luthier que conhece, entende e trabalha junto com a ciência. O trabalho desenvolvido pelos estudantes durante a oficina, contribuem ainda para a teoria

apoiada pelos autores sobre as possibilidades de inovação da matéria-prima junto a técnica definida em todas as etapas do trabalho da luteria. Pode-se afirmar que mesmo a questão levantada pelos estudantes sobre o reflorestamento, tempo de vida das madeiras e reutilização são apoiados pelo saber científico que eles conheceram em um determinado momento de suas vidas.

Assim, com a prática realizada pudemos perceber que os estudantes compreenderam a utilização da ciência como um suporte técnico das atividades desta profissão como aborda Almeida e Pires (2012). Com o conhecimento científico e técnico das etapas percorridas para fabricar o instrumento musical, os estudantes se sentem possibilitados para inovar a cada prática. Um exemplo é o processo do ukulele por nós confeccionado, qual buscamos entender a qualidade do material, qualidade sonora e também uma maneira sustentável de construir o instrumento musical de boa qualidade.

Vale ressaltar que Bazzo (2003) afirma que as habilidades técnicas e experimentais devem estar relacionadas junto ao conhecimento científico adquirido para a atividade, resultando no fluxo da ciência e tecnologia durante todo o processo, pois a inovação só pode acontecer acompanhada de desenvolvimentos científicos já comprovados. Evidenciamos na nossa oficina a necessidade de adquirir as habilidades da confecção do ukulele, as noções teóricas comprovadas, porém em conjunto com a análise local, com o conhecimento histórico da procura pelo trabalho do luthier dentro do contexto social e econômico do município onde ela vai exercer seu trabalho. Assim, o estudante poderá compreender seu papel diferenciado dentro da sociedade, tendo um objetivo maior do que apenas a figura profissional do luthier que fabrica um instrumento, mas sim consciente das inovações que podem atingir positivamente a sociedade através do seu trabalho.

Os dados obtidos no primeiro encontro nos auxiliou para responder às questões A1, A3, B2, B4, C3 e D1 da matriz investigativa apresentada no tópico 4, que corrobora com os autores aqui citados sobre ciência e tecnologia comprovando na prática a teoria descrita neste trabalho. Para um melhor entendimento as respostas serão descritas no quadro a seguir.

Quadro 4: Resposta da matriz investigativa no primeiro encontro

Nº	Respostas
A1	Através do ensino da confecção do ukulele podem ser incluídos os aspectos sociais, ambientais,

	científicos e tecnológicos que em sua totalidade busca formar o cidadão luthier e não apenas o profissional.
A3	Comprovamos que não basta saber o processo a ser seguido manualmente, o conhecimento da física como ciência contribui para que o instrumento possua uma boa qualidade do material, na sonoridade, no cálculo da frequência para as medidas corretas dos trastes que estabelecem a afinação, além da resistência e tensão correta das cordas para a execução.
B2	Dentro da confecção do ukulele quando se trata das metodologias aplicadas no curso, se percebeu que a metodologia ativa com discussões, exposições e práticas diferenciadas que os estudantes possam trazer à aula conceitos que já conhecem é grande aliada para uma formação profissional/social.
B4	Despertar o interesse pela confecção como um suporte para que o estudante possa fazer suas práticas sozinho e também servindo de mediador do processo prático entre professor x estudante, fazendo com que o estudante possa ser criativo e buscar maior conhecimento.
C3	Os saberes físicos quando relacionados aos materiais, são importantes para avaliar a qualidade do ukulele que será construído, auxiliando a escolha certa da madeira.
D1	Mostrar aos estudantes as diversas possibilidades que envolvem a confecção do ukulele.

Fonte: Autoria própria (2022)

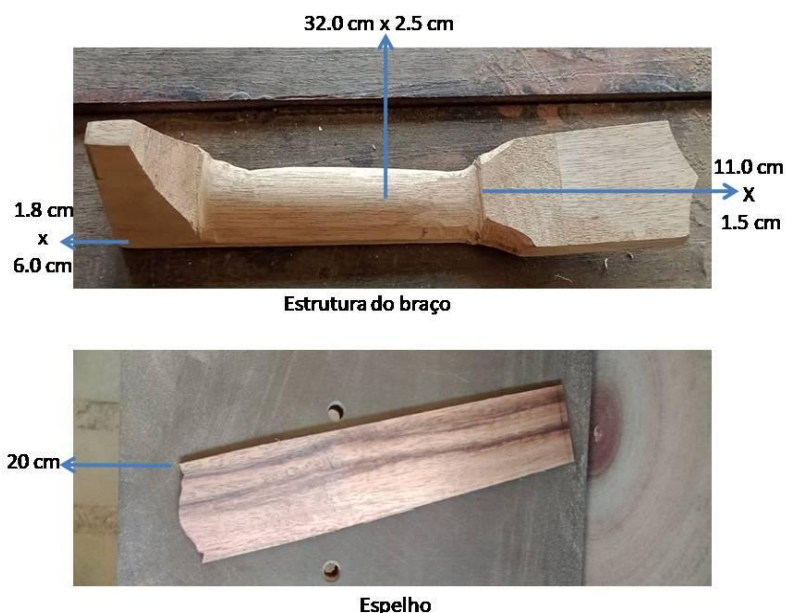
Apoiados pelo resultado da pesquisa e pelos autores, afirma-se então a diferença que um curso de confecção de ukulele que trabalha o aspecto científico e tecnológico impacta o profissional ali formado com vários caminhos para desenvolver seu trabalho, diferente dos cursos comuns que trabalhem apenas o processo manual da confecção do instrumento sem mostrar essas possibilidades.

Dando sequência à pesquisa, a proposta para o segundo encontro foi terminar o braço do ukulele e juntá-lo com o corpo feito no encontro anterior e depois colar as peças externas para então finalizar o instrumento. Porém, o tempo mínimo para o efeito da cola utilizada é de 1h30min, portanto, durante o tempo de fixação da cola os estudantes tiveram como missão desenvolver um mini-projeto dentro da luteria sobre o desenvolvimento sustentável de ukuleles para apresentar logo em seguida. Esta atividade foi proposta para revisar o conteúdo do primeiro encontro e avaliar a relevância da abordagem inicial da nossa oficina resultou na análise crítica dos grupos.

O braço do ukulele tem 32.0 cm de comprimento e 2.5 cm de largura, acompanhado de sua mão que possui 11.0 cm de comprimento e 1.5 cm de largura e o espelho que mede 20.0 cm e espessura de 1.4 mm, colado sobre a estrutura do braço. O processo para o preparo e corte da madeira nas medidas e espessuras corretas são os mesmos descritos anteriormente. A maior dificuldade apresentada durante a confecção do ukulele foi o braço pois sua estrutura não pode ser reta como as demais, a largura varia e

precisa ser corrigida manualmente, logo, torna esta parte do processo mais trabalhosa. Depois de cortadas as quatro partes do braço, todas foram coladas para dar sequência na atividade. A figura a seguir mostra o resultado em partes deste processo.

Fotografia 8: Foto do braço e espelho do ukulele



Fonte: Autoria própria (2022)

É no espelho que vão os trastes e as marcações, portanto, esta peça precisa estar firme ao braço do ukulele. Finalizado o braço do ukulele, foram separadas as peças externas que são o cavalete e a pestana que são produzidos em grande maioria de osso, as quatro tarraxas de aço, os trastes de metal e as quatro cordas de nylon. Essas peças não foram confeccionadas durante a pesquisa, foram compradas já prontas para colocar no instrumento.

No momento de separá-las o estudante 04 questionou sobre o material das cordas serem de nylon, pois comparado com o violão poderiam ser utilizadas também cordas de aço. Contribuindo com o colega, o estudante 05 compartilhou a ideia de confeccionar o cavalete, a pestana e os trastes da própria madeira, como forma de utilizar os pedaços pequenos do material que sobra durante o corte das madeiras. Com essas duas questões, nós pesquisadores abordamos os conceitos físicos da densidade do material e a interferência dos materiais na qualidade sonora do instrumento. Junto com o questionamento das cordas do ukulele, abordamos a parte histórica do instrumento que apresenta as origens e características do instrumento musical que não pode ser desconfigurada, pois além de ter a finalidade do timbre específica, representa a história

de uma população. A história da origem do ukulele pode ser encontrada no tópico 2.2.1 desta pesquisa.

Após a colagem e fixação do corpo e braço do ukulele separados, a etapa seguinte foi colá-los e prensá-los garantindo um resultado satisfatório. O tempo de secagem da cola durou aproximadamente 1h30min, portanto, este tempo foi utilizado para que os estudantes desenvolvessem uma atividade em paralelo pensando na produção de um ukulele sustentável. Retomando o clip do primeiro encontro e todos os conceitos trabalhados sobre a prática do luthier e as consequências ambientais e sociais desde o desmatamento até os restos de materiais que sobraram em cada etapa da confecção. Para realizar a atividade os estudantes puderam utilizar o produto didático que apresenta questões norteadoras sobre esta prática e a importância da criticidade social e ambiental do luthier.

Assim, mostramos até aqui que é válida a contribuição de um produto didático que aborde todos esses saberes em uma linguagem acessível ao nível acadêmico que o curso de confecção de instrumentos musicais de madeira exige de seus estudantes. Bem como, mostra aos professores e demais interessados a quantidade de conteúdos envolvidos que podem ser aprofundados durante um curso de luteria.

A partir deste parágrafo iremos discorrer sobre os resultados dos projetos criados pelos dois grupos de acordo com o que foi apresentado durante a oficina “A Arte da Luteria”. Ressaltamos que as apresentações foram de caráter descritivo e os projetos não foram aplicados, mas poderão ser desenvolvidos futuramente. Esta atividade contribuiu apenas para enquanto pesquisadores avaliarmos o crescimento social de nossos estudantes através da confecção do ukulele.

O grupo 1 apresentou um projeto voltado ao instrumento musical, que compete ao luthier confeccionar todas as partes do ukulele, desde a estrutura até as peças externas no caso dos trastes, tarraxas, cavalete e pestana, utilizando a sobra da madeira cortada para as partes maiores. Somente as cordas não poderiam ser confeccionadas devido a falta de estrutura da instituição e empresa Klabin que não trabalham com este tipo de material. Também foi levantado pelos estudantes o debate que no município de Telêmaco Borba existe apenas uma loja de instrumentos musicais que vendem cordas de ukulele, uma vez que as cordas possam ser produzidas pelo próprio luthier este trabalho irá prejudicar o comércio local.

Já o grupo 2 apresentou um projeto diferenciado como resposta de uma questão norteadora presente no nosso produto didático: enquanto luthier, o que você faria com os cepillos, serragem e restos de madeiras espalhados pela marcenaria. Os estudantes levantaram a possibilidade de utilizar a madeira como fonte renovável, porém a resposta resultou na transformação dessas sobras em objetos artesanais, como vasos, porta canetas ou objetos decorativos, pois além do processo ser simples, é uma maneira de aproveitar a matéria-prima local e gerar fonte de renda para as artesãs locais. Para esse tipo de trabalho seria necessário apenas serragem e cola branca, ambos materiais encontrados na oficina dos luthiers.

A partir dos questionamentos e projetos apresentados temos a afirmação de Freire (1996), que quando os estudantes estão conscientizados científica e tecnologicamente dentro de seu contexto, diferentes são os resultados da prática. Pois o contexto pessoal entre eles, mesmo no mesmo ambiente educacional eram divergentes e comprovamos na prática o conceito do autor. Ainda notamos que dentro dos encontros foi realizada a práxis pedagógica, durante todo o momento os participantes da pesquisa participaram, colaboraram e trocaram diferentes saberes conosco. Não temos o modelo tradicional da sala de aula onde encontramos o professor como autoridade e o estudante ouvinte, todos os integrantes da pesquisa participaram em igualdade em todo processo de confecção do ukulele.

Corroborando também a prática com Vazques (1977), que considera os resultados que alcançamos entre o processo e não somente o instrumento musical finalizado. Toda a conscientização científica, tecnológica, social e ambiental, contribuíram para a formação profissional dos nossos estudantes que passaram ter um olhar crítico sobre todo processo que envolve a confecção do ukulele a partir da realidade encontrada no IFPR campus Telêmaco Borba mas que resultaram em ações que podem contribuir para as demais realidades.

Após a conclusão da atividade, a estrutura do ukulele já estava pronta, foi testada e as partes estavam firmes uma na outra. Foi iniciado o processo de finalização do ukulele, etapa em que as peças não confeccionadas foram colocadas pelos estudantes. O cavalete é colado no corpo, o capotraste no braço e partes da mão do ukulele são cortadas para que as tarraxas sejam pressionadas, pois no trabalho manual do luthier não existem peças parafusadas e sim pressionadas entre elas. São nas tarraxas e no cavalete que as cordas são tensionadas. Para colocar os trastes foi realizado o cálculo da

frequência¹ citado no tópico 2.2.2.2, junto com o conceito de harmônicos que conferido com a planta do instrumento e também com um ukulele já preparado para execução para que os estudantes entendessem a importância deste conteúdo na prática. Por fim, foram colocadas as cordas do instrumentos na sequência das notas LÁ - 440 Hz, MI - 329,63 Hz, DÓ - 261,63 Hz e SOL - 392 Hz, para os estudantes que não conseguiram diferenciar qual corda representava cada nota foi explicado a diferença da largura das cordas, a corda Lá é a mais aguda, logo, a mais fina, já a corda Dó é a mais grave, portanto, mais grossa. Os conceitos de frequência e harmônicos foram introduzidos na intenção de mostrar para os estudantes as condições científicas por trás da medida de distância entre um traste e outro, bem como nas marcações. Com isso, são trabalhadas as características de cada corda de acordo com sua espessura e definida a ordem de colocação.

Para afiná-las foi utilizado o aplicativo afinador Soundcorset disponível para android que facilitou o acesso dos estudantes e todos puderam afinar o ukulele. O aplicativo demonstrou a frequência que as notas chegaram, tornando a aula mais interessante e possibilitou o estudo da frequência por meio dos conceitos científicos.

Quando falamos em instrumentos musicais, não podemos separá-los do fazer musical e conseqüentemente das notas musicais. Entretanto, os instrumentos de cordas são em grande maioria instrumentos harmônicos, ou seja, além das notas musicais individuais, também podem ser tocadas duas, três, ou mais notas em um mesmo momento, formando o que é conhecido na música como acordes. Para que se produza o som desejado, é indispensável que as cordas do instrumento estejam na frequência correta, pois quando isto não ocorre os sons soam de forma distorcida dificultando a execução da música a ser tocada.

As frequências correspondem respectivamente à ordem do som das notas. É possível observar que a primeira corda, na contagem de baixo para cima, é a mais aguda devido a sua frequência ser maior que as demais e a terceira corda é a mais grave, sendo esta também a nota musical mais grave encontrada no ukulele.

Na imagem a seguir mostra o nome das notas musicais nas cordas soltas e também as notas musicais encontradas em casa casa do braço do ukulele.

¹ Para calcular a frequência para o distanciamento dos trastes é utilizado o cálculo de Pitágoras, onde são utilizadas as frações de cordas vibrantes. A teoria de Pitágoras a este respeito, verificar dissertação de Michelato (2015), já referenciada neste trabalho.

Figura 8: Representação das notas e acordes do ukulele



Fonte: Autoria própria (2021)

Pode-se observar através da imagem, que as notas seguem a mesma sequência a partir da nota gerada nas cordas soltas. Ou seja, começando da primeira casa e subindo o braço do ukulele, as frequências também vão aumentando, pois o distanciamento entre as extremidades da corda vai diminuindo. Logo o comportamento das ondas sonoras vai sendo alterado e produzem outras notas musicais.

Como exemplo, temos as sete notas musicais, todas com uma frequência exclusiva. Assim, por exemplo a corda SOL, quando pressionada a casa 1, soa a nota SOL #, na casa 2 a nota LÁ, na casa 3 a nota LÁ# e assim por diante. Isso acontece em todas as cordas. Para analisar o desenvolvimento dos estudantes no conteúdo de frequência, foi proposto a atividade de afinar o instrumento, quando todas as cordas soaram a nota fundamental, qual recebem o nome, o instrumento estava afinado e pronto para ser executado.

Devido a importância do profissional da luteria buscar o aperfeiçoamento estético e sonoro do instrumento musical por ele fabricado, foi necessário abordar a teoria musical básica para a execução do ukulele. Entende-se a importância desse conhecimento enquanto luthier, para além da fabricação e montagem de suas peças, mas também para a finalização do produto de qualidade para ser utilizado.

Para finalizar o encontro, os estudantes estavam ansiosos para testar o ukulele confeccionado durante a oficina, entendemos que todos nós quando construímos algo diferente queremos testá-lo e utilizá-lo. Por tanto foi escolhida a música Love me do da banda The Beatles para que todos tocassem como teste do instrumento. Ouvimos a música, os estudantes pesquisaram a cifra via internet e com a utilização do produto didático localizaram a posição dos acordes, desta música eram G = Sol, C = Dó e D = Ré.

Os acordes foram explicados e foi disponibilizado um tempo para que os estudantes continuassem tocando um acorde de cada vez e em seguida todos são juntados em uma sequência de batidas com a mão direita do instrumento levando os estudantes a tocarem a música completa. Este momento foi importante para testar a sonoridade e estrutura do instrumento, como incentivo e satisfação aos estudantes.

Enquanto luthiers é importante que além dos ajustes e confecções, os profissionais tenham um conhecimento musical voltado ao ukulele, para chegar na qualidade sonora esperada. Quando é falado de instrumentos musicais harmônicos, como já citado anteriormente, entende-se que serão utilizados os acordes, fenômeno formado pela junção dos sons de diferentes notas que também recebem nomenclaturas diferentes. Na imagem a seguir é mostrado quais notas musicais compõem cada acorde para facilitar o entendimento quando passado ao ukulele.

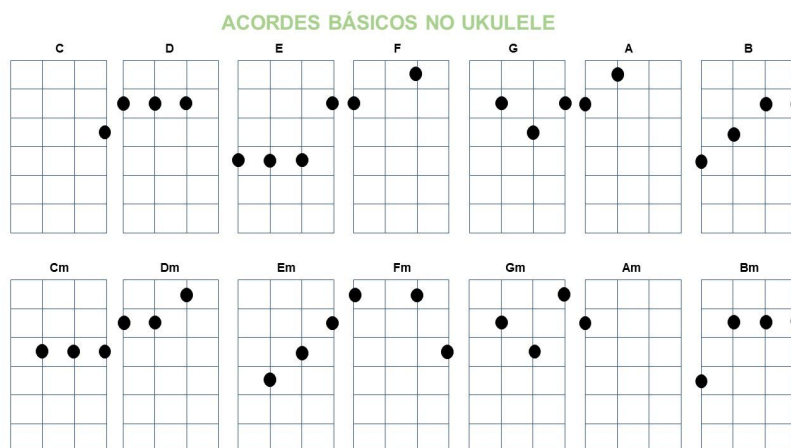
Quadro 5: Representações dos acordes musicais

Nome do acorde	Representação	Nomes do acorde
DÓ	C	Dó - Mi - Sol
RÉ	D	Ré - Fá - Lá
MI	E	Mi - Sol - Si
FÁ	F	Fá - Lá - Dó
SOL	G	Sol - Si - Ré
LÁ	A	Lá - Dó - Mi
SI	B	Si - Ré - Fá

Fonte: Autoria própria (2021)

Além das notas naturais demonstradas no quadro, existem também os acordes maiores e menores, que são alterados sempre por sua terceira nota, transmitindo a sensação de alegria no caso dos acordes maiores, ou sensação de tensão no caso dos acordes menores.

No produto didático os estudantes puderam encontrar o quadro completo de acordes naturais com as posições corretas dos dedos para que todos pudessem executá-lo. Porém devido ao curto período de duração do encontro, os acordes foram selecionados de acordo com as músicas que o grupo trabalharia naquele momento.

Figura 18: Posições dos acordes maiores e menores no ukulele

Fonte: Autoria própria (2021)

Foi trabalhada também a batida rítmica da mão direita, seguindo a ordem de baixo, baixo, cima, cima, baixo, cima, mais conhecida entre os instrumentistas que trabalham com o ukulele. Buscou despertar o interesse para a prática de tocar o ukulele junto com a criticidade musical dos estudantes quanto aos fenômenos sonoros relacionados ao instrumento musical, finalizando a nossa oficina e pesquisa.

Como discorre Freire (1997), o ensino está presente nas possibilidades que apresentamos para tornar o estudante crítico dentro da atividade que irá desenvolver. Ainda corroborando nossa pesquisa com Konder (1987), a práxis acontece quando os integrantes precisam desenvolver ações para resolver problemas e propor inovações que os solucionem. A prática descrita vem de encontro com os autores ao afirmarem que a práxis está no envolvimento dos sujeitos diante da situação e durante os encontros todos os estudantes participaram e contribuíram para que o processo fosse satisfatório.

Finalizada a prática com os estudantes, confirmamos que todos que participaram da oficina A arte da luteria, compreenderam os aspectos científicos e tecnológicos presentes no processo de confecção do ukulele. Para obter resultados concretos da aplicação deste produto didático, foi realizada a aplicação de um questionário com respostas livres. No segundo encontro conseguimos responder às questões A2, B1, C1, C2, D2, D3 e D4 da matriz investigativa, descritas no quadro a seguir.

Quadro 6: Resposta da matriz investigativa no segundo encontro

Nº	Respostas
A2	O produto didático oferece maior segurança aos estudantes na prática da confecção, como também faz com o que eles leiam e adquiram o olhar crítico de suas ações

	enquanto fabricantes de ukuleles.
B1	O produto didático contribui para o estudo científico e tecnológico do estudante de luteria que pode ter acesso às informações sem a mediação do professor. Além de despertar o interesse de pesquisar e aperfeiçoar ainda mais sua prática.
C1	Podemos afirmar que a física se faz presente durante todo o processo da confecção do ukulele, pois desde a escolha da madeira quando abordamos a qualidade, densidade, propagação das ondas sonoras até a execução do instrumento com a formação dos acordes que são estudados os harmônicos e a frequência.
C2	Todos os tópicos abordados durante a oficina são importantes para os cursos de confecção de ukulele integrando todos os níveis, são eles: seleção da madeira, estrutura do instrumento, processo de colagem, afinação e execução.
D2	Através dos resultados das atividades propostas aos grupos, consideramos que o produto didático poderá ser utilizado pelos estudantes que já possuem contato com a prática de luteria e também como mediador entre professores e estudantes.
D3	A acústica faz parte do processo físico dos instrumentos musicais, considerada a ciência que explica a ação dos fenômenos formais e formativos da música. Portanto, não podemos excluir o estudo destes na confecção do ukulele, pois a acústica é responsável pelo comportamento das ondas sonoras que vai envolver todo o processo da luteria. O estudo da acústica é importante tanto na confecção, quanto nos reparos.
D4	De acordo com a aplicação da pesquisa, vimos que os discentes de todos os cursos de luteria independente do nível devem ser alfabetizados científica e tecnologicamente para exercerem o papel do profissional crítico que desenvolve seu trabalho pensando na sociedade, no ambiente abrindo novos caminhos inovadores nesta área.

Fonte: Autoria própria (2022)

De acordo com o desenvolvimento da pesquisa, junto com os autores podemos afirmar que a ciência, tecnologia e a técnica estão interligadas dentro de todo processo de confecção do ukulele. A realização da prática que foi apresentada nos possibilitou alfabetizar os estudantes dentro dos conteúdos da ciência e tecnologia para a formação de sujeitos críticos que não trabalhem apenas como máquinas, mas busquem mais conhecimentos e melhorias durante sua atuação profissional.

Como relata Heidegger (2010), a diferença do profissional está no envolvimento entre os métodos e práticas de uma atividade, que no caso da luteria, poderá sempre explorar e aprimorar a técnica. Ao associá-las a tecnologia que se representa através das competências e capacidades do seu uso dentro do contexto sociocultural. Como os projetos apresentados pelos estudantes antes da prática instrumental, onde usaram de suas competências para pensar em um resultado que interfere positivamente no contexto em que eles estavam inseridos.

Vindo ao encontro de Morin (2003) ao trabalhar a autonomia da prática ligada a dependência da ciência para conduzir o grupo durante o processo até chegar no objetivo

final. Nesses momentos, os estudantes puderam conhecer e aplicar todos os conhecimentos competentes na confecção do ukulele, expandindo seu conhecimento e entendendo os conceitos abordados na prática. Considera-se ainda Caldeira e Zaidan (2013), que colocam a prática pedagógica como resultado do processo iniciado na própria prática entrando em concordância ao estabelecer que a teoria deve ser trabalhada a partir da vivência do estudante. Vindo ainda ao encontro de Morin (1994), que demonstra a importância do ensino complexo que articula as diversas disciplinas como um todo no processo do ensino.

Após a aplicação da pesquisa acompanhada do produto didático, serão apresentados os resultados coletados acompanhados de suas análises e discussões.

4.2 Coleta de dados e descrição dos resultados

A coleta de dados se deu em um primeiro momento através da observação, anotadas no diário de campo e gravações por meio de áudio e vídeo dos encontros que possibilitaram a observação do comportamento e interesse dos estudantes em relação aos conteúdos expostos por nós pesquisadores. Contribuindo com o levantamento de dados iniciais obtidos através das pesquisas sobre a contribuição de um material didático que atendesse o nível de saberes sobre os procedimentos da confecção do ukulele dentro do contexto analisado.

No segundo momento, após a aplicação do produto didático, os dados foram recolhidos através do preenchimento de um questionário com perguntas descritivas, aplicado no final do segundo dia de oficina. Foram aplicados 5 questionários, um por estudante, com 6 questões que foram respondidas individualmente.

Através dessas questões obtivemos o resultado da aplicação desta pesquisa de acordo com os estudantes envolvidos, porém pela comum compreensão que todos os estudantes apresentaram em suas respostas, será representada e discutida a resposta mais completa de cada questão.

1 - O que você entende por técnica?

Resposta: estudante 02: Aperfeiçoamento dentro do processo de produção do instrumento musical.

A partir da resposta do estudante podemos considerar que a técnica, de acordo com Heidegger (2010), está no envolvimento de desenvolver métodos e processos que

exploram e aprimoram a técnica desenvolvida pelos profissionais. Em nosso entendimento, a técnica é o processo de conhecer a matéria-prima, ferramentas e máquinas que possibilitam a confecção dos instrumentos musicais, podendo aperfeiçoá-lo sempre que conhecer uma nova possibilidade. Portanto, chegamos ao mesmo entendimento entre autores, pesquisadores e estudantes.

2 - O que é a ciência e tecnologia dentro da luteria?

Resposta: estudante 01 - as máquinas e conhecimento de todo processo de confecção

Percebemos que os estudantes ao responderem sobre a tecnologia, a considera apenas como recursos que facilitam o processo manual do luthier. Porém, Pereira (2019) caracteriza a tecnologia como agrupamento das técnicas e métodos particulares para uma determinada atividade junto com suas inovações resultadas da própria técnica. Envolvem os conhecimentos e saberes na prática. Atribuindo um resultado positivo ao entendimento do aluno enquanto a ciência, quando ele discorre que ciência é o conhecimento de todo processo da confecção. Pois a ciência é o estudo com resultados comprovados da prática. Bazzo (2000) com sua contribuição define a ciência como teorias de conjuntos e enunciados que oferecem soluções a problemas teóricos e experimentais.

3 - Qual o papel do luthier quanto a sociedade?

Resposta: estudante 05 - O profissional que faz instrumentos musicais.

Considerando a descrição da CBO o papel do luthier é projetar instrumentos musicais, separar os materiais e prepará-los para confecção dos instrumentos musicais, realizando também acabamentos e consertos. Nosso entendimento enquanto pesquisadores e que passamos aos estudantes durante a pesquisa é o papel do profissional que além de confeccionar o instrumento. Portanto, os estudantes devem finalizar o curso preparados para junto da sua prática, com a capacidade de analisar o contexto social, buscando aperfeiçoar seu trabalho com alternativas que consigam impactar positivamente uma sociedade.

4 - Como a música está presente dentro da sociedade e qual a presença científica e tecnológica dentro desse desenvolvimento?

Resposta: estudante - 02 - Está presente na nossa cultura e crescimento pessoal, presente na teoria estudada no ensino musical e também representada por instrumentos musicais.

Com a resposta pode-se perceber que a música sempre estará ligada ao contexto cultural que o indivíduo é inserido, como também representação de épocas e histórias que ficam marcadas durante a vida de cada um. Roque (2003) considera a música como a mais bela das artes, que liga o som com as mentes e corações. Em concordância com a resposta do estudante, Tanguada e John King (2012) ao descrever a história do ukulele relata a importância da música como representatividade cultural. A música e os instrumentos musicais têm marcos históricos que possibilitam com que a cultura de um povo específico seja representada em diversas regiões. Aliada a ciência, que é considerada a teoria musical dá aos estudantes atuais a oportunidade de tocar repertórios de diversas épocas além de sensibilizar pessoas através do som.

5 - Você considera necessário o conhecimento sobre física, música e marcenaria para fabricar um instrumento musical? Se sim, por quê?

Resposta: estudante 04 - Sim porque qualquer erro entre as medidas o som será interferido e o resultado não será satisfatório.

Pode-se considerar que de acordo com os autores apresentados durante a descrição da aplicação da pesquisa, fica evidenciada a necessidade dos conhecimentos abordados serem trabalhados em conjunto. Como afirma Morin (2014), quando o conhecimento complexo é trabalhado, não reduzimos a importância de partes específicas ao aluno, o que demonstra a importância de articular diversas disciplinas como um todo no processo da confecção do ukulele. Portanto, em concordância com o autor temos Heidegger (2010), que coloca a importância de aprender a ciência junto com a prática. Como pesquisadores, não podemos separar em conteúdos individuais os conhecimentos necessários, uma vez que a prática os trabalha em conjunto.

6 - Qual sua percepção sobre a luteria e os conceitos abordados por ela depois desta oficina?

Resposta: estudante 04 - É uma profissão importante para a sociedade que pode estudar a fabricação de vários instrumentos e posso compreender o passo a passo para confeccionar um instrumento musical.

Para finalizar as questões, podemos considerar que o estudo desta profissão acompanhado de sua prática, possibilitou aos estudantes uma compreensão diferenciada da luteria. Pires (2012) a caracteriza como um construtor que cria instrumentos musicais estruturais. Porém, na prática podemos afirmar que por trás desta confecção estão presentes vários saberes que contribuem para que esta profissão fique ainda mais bonita.

Com os resultados analisados, no tópico a seguir estão apresentadas as discussões sobre a contribuição deste produto didático de acordo com os estudantes que participaram da oficina “A arte da Luteria”.

4.2.1 Discussão dos resultados

De acordo com os dados obtidos através do questionário, notamos que a inclusão do produto didático vem para contribuir com a criticidade científica e tecnológica dos estudantes, desta forma, eles passam a pensar na aplicação da ciência e tecnologia como benefício voltado ao crescimento tanto acadêmico como profissional.

Após a finalização da pesquisa, foi observado que antes da aplicação do produto didático os conceitos dos estudantes sobre aspectos científicos e tecnológicos dentro da luteria estavam incoerentes da sua real aplicação dentro da confecção de instrumentos musicais de madeira, neste caso, do ukulele. Entretanto, os resultados de crescimento pessoal e profissional apresentados pelos estudantes após a aplicação do produto didático nos mostram de forma significativa que a aprendizagem através da exploração do instrumento musical cumpriu com a função de auxiliar os professores a intermediarem esses estudantes nas relações de ciência e tecnologia com o processo de confecção e execução do ukulele.

A partir do uso do produto didático, com os desdobramentos abordados durante o processo de confecção, os estudantes demonstraram compreender a ciência presente desde o conhecimento das particularidades da matéria-prima utilizada para o escopo do instrumento musical, até os conteúdos dos fenômenos formais e formativos do som. Vindo ao encontro com Bazzo (2000), entendemos que a ciência está presente na teoria, que ao ser apresentada ao grupo, embasou e possibilitou a utilização da tecnologia para chegar ao resultado final que todos esperavam.

Ainda de acordo com Bazzo (2003), a tecnologia e ciência não acontecem de formas separadas, pois a tecnologia é o resultado da ciência aplicada. Temos então que,

quando os estudantes de um curso profissionalizante estão alfabetizados científica e tecnologicamente, esses irão buscar expandir seu conhecimento quanto sua prática profissional. Como demonstrado na prática dos grupos que apresentaram os projetos sobre práticas sustentáveis dentro da luteria. Portanto, um material que contemple essas questões com uma linguagem acessível ao nível desses estudantes, fica adequado para ser usado como auxílio dos estudantes na sala de aula como também em outros cursos profissionalizantes da mesma área.

Com os resultados, ainda podemos corroborar a aplicação deste produto didático com Pereira (2019), evidenciando que a aprendizagem das relações científicas e tecnológicas apresentadas juntas ao processo de confecção, considerando o curto espaço de tempo que uma oficina e curso FIC possuem, despertou o interesse e criatividade dos estudantes. Com isso, poderão não somente seguir a prática já existente deste processo, mas como futuros profissionais, buscar novas ferramentas, teorias e ideias apresentando inovações para a luteria. Por tanto, o uso de um material que vem auxiliar o trabalho do professor em sala de aula entra como contribuição benéfica para os cursos de luteria.

Ao conscientizar os estudantes sobre a abordagem científica e tecnológica através do ukulele, eles passam a ter a autonomia e criticidade profissional encontrando a beleza dentro da profissão da luteria. Assim, a utilização de materiais, maquinários e ferramentas passaram a ser realizadas de maneira correta, entendendo a necessidade e importância de cada passo dentro deste processo. Corroborando com Freire (1996), que a partir desta conscientização, os estudantes entendem como a ciência e tecnologia está presente no contexto em que eles estão inseridos, obtendo diferentes resultados da prática. Como conseguimos demonstrar na descrição da prática realizada com estudantes do ensino técnico integrado, se tratando de uma oficina que aconteceu dentro do IFPR, no município de Telêmaco Borba.

Também percebemos que o ukulele é um grande aliado na luteria para se trabalhar o ensino de ciência e tecnologia, por ser um instrumento de estrutura pequena e sua utilização estar em alta a nível mundial, que pode ser explorado em um curto período de tempo. Além de poder levantar relações com os demais instrumentos musicais de madeira que possuem as mesmas características físicas, científicas, da marcenaria e da música que através da luteria são representados em sua totalidade, conforme descreve Soares (2014).

Por fim, podemos considerar que o produto didático para este grupo em análise contribuiu além das questões teóricas e práticas associadas à finalidade do instrumento musical. Mas, também podendo ser relacionada, segundo Freire (2002), no processo da práxis realizada entre os professores e estudantes no momento das explicações dos conteúdos durante os encontros.

Ao finalizar a discussão dos resultados desta pesquisa, passamos para a conclusão do trabalho, a fim de descrever as considerações de toda a pesquisa.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como descrevemos no início do trabalho, a preocupação de inserir a ciência e tecnologia no curso de luteria surgiu através da experiência enquanto professora de física e música, em observação de um curso já existente na instituição. Essa motivação foi o que desencadeou os passos metodológicos deste trabalho, tentando responder as inquietações levantadas enquanto professora.

Portanto, pôde ser considerado uma grande quebra entre solucionar o problema de pesquisa, em uma resposta condensada, de como esses estudantes poderiam ser alfabetizados científica e tecnologicamente. Pois em pesquisas anteriores já houve indícios que que não possuíam materiais com linguagem acessível ao nível de cursos de luteria na modalidade FIC. Entretanto, de início já temos que vários são os fatores científicos existentes dentro da confecção de um instrumento musical, como demonstrado nos dados deste trabalho. Ainda colocamos que a tecnologia acompanha a ciência dentro de todos esses processos.

De acordo com a teoria estudada para o desenvolvimento desta pesquisa, elencamos o instrumento musical ukulele para ser trabalhado, devido ao curto período de tempo em que são ofertados os cursos da modalidade FIC. Como consequência da pandemia dos últimos dois anos e a extinção do curso, seguimos com a mesma proposta porém dentro do grupo de pesquisa em Confecção de Instrumentos Musicais de Madeira. A proposta da alfabetização científica e tecnológica através da confecção do ukulele brilhava aos olhos dos estudantes, considerando este interesse positivo para a alfabetização científica e tecnológica que esperávamos.

Ao investigar a base de fundamentação teórica do grupo, nos atentamos especificamente para os conteúdos de física, marcenaria e música que englobam de forma completa a prática do luthier. Com os dados levantados em comparação a grade curricular do curso notamos que não podemos falar de ciência com estudantes que ainda não conhecem a ciência. Assim, conforme a metodologia que utilizamos, o desenvolvimento do produto didático em formato de apostila veio para auxiliar em caráter científico e tecnológico os participantes do grupo de pesquisa. A inserção deste material, aguçou o interesse exploratório dos estudantes a buscar além do conhecimento

apresentado durante os encontros, mas também pensar em inovações tecnológicas voltada a prática da luteria.

Porém, pelo curto tempo para a aplicação do material didático, não foi possível falar de outros instrumentos musicais, o que seria interessante ao trabalhar com a luteria em sua totalidade. Evidenciamos então a importância de estudos futuros que seguem esta mesma linha de investigação da ciência e tecnologia aplicada em instrumentos musicais busquem resultados em diferentes instrumentos, como o violão, cavaquinho, violino, entre outros de interesse. Também, que sejam aplicadas em cursos de diferentes níveis, não apenas no FIC, mas a níveis técnico e de graduação. Com isso poderão surgir novos dados que contribuirão para a arte da luteria em nosso país, não limitando este trabalho para um grupo específico.

Notamos que a partir da transposição dos saberes necessários para a confecção do ukulele, apresentado em forma de material didático que contém o foco da alfabetização científica apresentado de forma lúdica com a linguagem acessível alcançou além da física, marcenaria e música. Realçou também a capacidade de transformação do pensamento crítico dos estudantes. Logo, foi notado a mudança de postura na prática do grupo enquanto futuros profissionais. Podemos afirmar que esta criticidade estará envolvida nas práticas humanas fora do ambiente escolar e profissional. Enquanto professores, consideramos este como um dos maiores poderes dos estudantes que saem de um curso alfabetizado cientificamente.

Norteados pela matriz investigativa, encontrada no procedimento metodológico, encontramos a ciência em conjunto com a tecnologia em todos os passos da confecção do ukulele. Assim, comprovamos ainda que a ciência encontrada nas teorias físicas e musicais da acústica são de extrema importância para alcançar um instrumento de boa qualidade. Diversos são os conteúdos que poderiam ser trabalhados dentro da luteria buscando a alfabetização científica e tecnológica através do ukulele, porém nesta pesquisa trabalhamos os fenômenos formais e formativos da física, atrelados a tecnologia da marcenaria.

Mesmo com os resultados positivos, percebemos que as relações entre ciência, tecnologia e luteria formaram-se nos sujeitos do grupo de maneira mediana a proficiente. Com as respostas após a aplicação, temos indícios que durante o primeiro encontro onde foi apresentado o instrumento e o produto didático, ao último encontro que foi realizada a

prática instrumental, a criticidade foi atingida de acordo com o esperado ao nível de cada integrante do grupo.

Das indagações discutidas durante os encontros e também abordadas, mas não finalizadas durante a aplicação do produto didático, surgiram novas questões que devido a proposta desta pesquisa não puderam ser tratadas no trabalho. Deixamos então evidenciado que demais pesquisadores procurem sanar esta lacuna ao responder quais conceitos além da acústica poderão ser trabalhados após a alfabetização científica e tecnológica em um curso FIC. Buscando assim estabelecer outras relações científicas através do ukulele e também apontar quais são os mesmos processos científicos que corroboram entre si na confecção de um instrumento musical de madeira. Aqui colocamos então a importância do processo de alfabetização científica e tecnológica se tornar comum dentro de diferentes contextos educacionais.

Consideramos diante disso que as primeiras análises e aplicações que não utilizamos como dados da pesquisa, estabeleceram características importantes para percebermos o processo da pesquisa-ação, baseada no espiral de ciclos, onde vimos a necessidade do aprimoramento para a segunda aplicação, sendo essa com resultados significativos que contribuíram com a nossa proposta inicial.

Do estudo realizado foi desenvolvido, um material didático em formato de apostila que foi disponibilizada após a oficina de luteria artística no Festival de Arte e Cultura do IFPR. Este material contém 45 páginas com diversas informações da prática educacional para trabalhar com diversos estudantes de diferentes níveis de conhecimento, como no caso do grupo de pesquisa e cursos FIC. Este material contém métodos de como abordar a ciência e tecnologia dentro do contexto das áreas discutidas física, marcenaria e música, sugestões de atividades e o passo a passo para esta alfabetização.

Por fim, esperamos que nosso produto possa levar a professores de outras localidades que trabalham com a luteria ou com as aulas práticas de ukulele sugestões de abordagens positivas para aprendizagem e criticidade de seus estudantes próximos aos nossos resultados, mas que também, pensando em maiores resultados e desenvolvimento para o ensino, os interesse a investigar e propor novos desenvolvimentos metodológicos e resultados que possam contribuir com o ensino de ciência em diferentes realidade. Além de abrir novos para músicos educadores, contribuindo com a continuidade do programa nesta área, assim como as três dissertações já realizadas neste programa com a mesma temática, Michelato (2015),

Santos (2017) e Quimelli (2019), que também consideraram a importância das relações científicas e tecnológicas dentro do envolvimento musical.

REFERÊNCIAS

ADAMS, T. et al. Saberes da experiência no trabalho associado: associação dos recicladores de Dois Irmãos. **Educação Unisinos**, São Leopoldo, v.10, n.2.

ALMEIDA, G. M.; PIRES, A. A arte da Luteria no Brasil. **Revista Educação**, v. 7, n. 1, p. 68-76, 2012.

ARAÚJO, D. L. O que é (e como faz) uma sequência didática. v.3, n.1, p. 322-334, **Entrepalavras**, Fortaleza, 2013.

BAZZO, W. A. **Ciência, tecnologia e sociedade**: e o contexto da educação tecnológica. Florianópolis, 1998.

BAZZO, W. A.; VON LINSINGEN, I.; PEREIRA, L. T. V. **Introdução aos estudos CTS (ciência, tecnologia e sociedade)**. Madri, 2003.

BORDESSA, B. **Live ukulele**. 2012. Acesso em: 4 dez. 2012.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. **Referencial Curricular Nacional para a Educação**. Conhecimento de Mundo. Brasília, MEC/SEF 1998.

BRASIL. Secretaria da Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais – Arte**. Brasília, MEC/SEF, 1997.

BRASIL. Ministério da Educação. **Documento final da conferência nacional de educação (Conae)**. Brasília, MEC, 2014. Disponível em <<http://fne.mec.gov.br/images/doc/DocumentoFina240415.pdf>> Acesso em fevereiro de 2021.

BRYMAN, A.; BURGESS, R. G. **Analyzing qualitative data**. Routledge Falmer, London, 1994.

CALDEIRA, A. M. S.; ZAIDAN, S. **Práxis pedagógica: um desafio cotidiano**. Paidéia, Belo Horizonte, 2013.

CARR, W. e KEMMIS, S. **Becoming critical: education, knowledge and action research**. Brighton, 1986.

CARR, W; KEMMIS, S. **Becoming critical: education, knowledge and action research**. 11 ed. London, 2002.

CARVALHO, M. C. B.; NETTO, J. P. **Cotidiano: conhecimento e crítica**. Cortez, São Paulo, 1994.

CAZES, H. **Uma história do cavaquinho brasileiro**. (encarte de fonográfica; 48 min.). Rio de Janeiro: [s.n.]. 2012.

CAZES, H. **Choro: do quintal ao municipal**. 4ª Edição. Rio de Janeiro, 2010.

CORDEIRO, G. S. Escrevendo narrativas de aventuras de viagens na 3ª série do ensino fundamental. *In*: III Conferência de Pesquisa sócio cultural. **Anais**, 2000.

COUTINHO, F. A.; SILVA, F. A. R. **Sequências didáticas**: propostas, discussões e reflexões teórico-metodológicas. Belo Horizonte, 2016.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa**: métodos qualitativo, quantitativo e misto. 2. ed. Artmed, Porto Alegre, 2010.

DEUS, R. A. T. **Luteria digital experimental**: materiais e processos de criação de novos instrumentos musicais. 133f. Dissertação (Programa de pós-graduação em ciência, tecnologia e sociedade), Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2020.

DOLZ, J.; SCHNEUWLY, B. Gêneros orais e escritos na escola. **Mercado de Letras**, Campinas, 2004.

FLINDERS, D. J.; MILLS, G. E. **Theory and concepts in qualitative research – perspectives from the field**. Teachers College Press, Columbia University, New York, 1993.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. Paz e Terra, São Paulo, 1996

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. Paz e Terra, Rio de Janeiro, 1977.

FREIRE, P. **Educação como prática de liberdade**. Paz e Terra, Rio de Janeiro, 1971.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. Paz e Terra, Rio de Janeiro, 2002.

Gil, A. C. **Pesquisa Social**. ed. 5. São Paulo: Editora Atlas AS, 1999.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. Atlas, São Paulo, 2008.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. Atlas, São Paulo, 2011.

GIORDAN, M.; GUIMARÃES, Y. A. F.; MASSI, L. **Uma análise das abordagens investigativas de trabalhos sobre sequências didáticas**: Tendências no ensino de Ciências. *In* VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2012.

GOLBY, M. **Case study as educational research**. Educational Research Monograph Series. Exeter: Research Support Unit, 1994.

GUIMARÃES, Y. A. F.; GIORDAN, M. **Instrumento para construção e validação de sequências didáticas em um curso a distância de formação continuada de professores**. *In* VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2012.

GRILLO, M. L.; PEREZ, L. R. (Org.) **A Física na Música**. Rio de Janeiro: EDUERJ, 2013.

HALLIDAY, D. RESNICK, R. WALKER, J. **Fundamentos de física**. 8. ed. Rio de Janeiro, 2009.

HAMEL, J.; DUFOUR, S.; FORTIN, D. **Case study methods**. Newbury Park, CA: Sage Publications, 1993.

HEIDEGGER, M. **Ensaio e Conferências**. 6 ed. Petrópolis: Vozes 2010.

HENRIQUE, L. L. **Acústica musical**. Fundação Calouste Gulbenkan, Lisboa, 2002.

KEMMIS, S.; MCTAGGART, R. **Como planificar la investigación-acción**. Editorial Alertes, Barcelona, 1988.

KEMMIS, S.; MCTAGGART, R. Participatory action research: Communicative action and the public sphere. *In*: N.K. Denzin & Y.S. Lincoln (Eds.), **Handbook of Qualitative Research** (2nd edition) (pp. 271 -330). Thousand Oaks: Sage, 2007.

KEMMIS, S.; MCTAGGART, R. **Participatory Action Research**. *In*: DENZIN, N. K. and LINCOLN, W. S. *Handbook of Qualitative Research*. London, 2000.

KONDER, L. **O que é dialética**. 17 ed. Brasiliense, São Paulo, 1987.

KHUN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo, 1962.

LAJOLO, M. **Livro didático: um quase manual de usuário**. Em Aberto, Brasília, 1996.

LIMA FILHO, D. L.; QUELUZ, G. L. A tecnologia e a educação tecnológica: elementos para uma sistematização conceitual. **Revista Educação & Tecnologia**, Belo Horizonte, 2005.

Lofland, J. **Analyzing social settings**. Ca.: Wadsworth, Belmont, 1971.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia Científica**. Atlas, São Paulo, 2011.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisas, elaboração, análise e interpretação de dados**. 3.ed. Atlas, São Paulo, 1996.

MCTAGGART, R. **Principles for participatory action research**, *Adult Education Quarterly*, 1991.

MED, B. **Teoria da Música**. 4 ed. Musimed, Brasília, 1996.

MICHELATO, R. A. **A interdisciplinaridade de um monocórdio: uma análise fenomenológica envolvendo estudantes do ensino médio profissionalizante**. 96 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia), Universidade Federal Tecnológica do Paraná, Ponta Grossa, 2015.

MIQUELIN, A. F. **Ensino-Investigativo de Física: Trabalhando numa Abordagem Sistêmica em Ambiente Multimídia-Telemático**. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Santa Maria, 2003.

MOLINA, R.M.K. O enfoque teórico metodológico qualitativo e o estudo de caso: uma reflexão introdutória. *In*: TRIVIÑOS, A. N. NETO, V. M. **A pesquisa qualitativa na educação física: alternativas metodológicas**. Ed. Universidade/ UFRGS/ Sulina, Porto Alegre, 1999.

MOREIRA, S. A. O fenômeno da ressonância. *In*: GRILLO, M.L. **A física da música**. Rio de Janeiro: EDUERJ, 2013.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. 2. ed. EPU, São Paulo, 2011.

MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. Cortez, São Paulo, 2000.

MORIN, E. **Meus filósofos**. Sulina, Porto Alegre, 2014.

MORIN, E. **A comunicação pelo meio teoria complexa da comunicação**. Revista Famecos. vol. 1, nº 20, Porto Alegre, 2003.

MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. 2 ed. São Paulo: Cortez; Brasília, DF: UNESCO, 2000.

MORIN, E. **Introdução ao pensamento complexo**. Sulina, Porto Alegre, 2005.

MORIN, E. **O método 3: o conhecimento do conhecimento**. Sulina, Porto Alegre, 1999.

MORIN, E. **Introdução ao pensamento complexo**. 5. ed. Sulina, Porto Alegre, 2015.

NUSSENZVEIG, H. M. – **Curso de Física básica**. Edgard Blucher, São Paulo, 1981.

OLIVEIRA, M. G.; Oliveira, E. Avaliar para nivelar e formar: um sistema online de avaliação formativa para alunos de Biblioteconomia. *In*: XIX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. **Anais**, Fortaleza, 2008. Disponível em: <http://api.adm.br/evalforum/wp-content/uploads/2010/07/2009-oliveira-e-oliveira-2009-avaliar-para-nivelar-e-formar-um-sistema-online-de-avaliacao-formativa-para-alunos-de-biblioteconomia.pdf>

PEREIRA, R. M. **Luteria: coletânea de termos técnicos**. 1. ed. Editora UFPR, Curitiba, 2019.

QUIMELLI, C. S. **Treremin: música eletrônica no ensino da arte-ciência**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia), Universidade Federal Tecnológica do Paraná, Ponta Grossa, 2019.

QUIMELLI, G. A. S. Considerações sobre o Estudo de Caso na Pesquisa Qualitativa. *In*: Jussara Ayres Bourguignon (Org.). **Pesquisa Social: reflexões teóricas e metodológicas**. Ponta Grossa: Todapalavra, 2009.

PACEY, A. **The Culture of Technology**. Cambridge, 1983.

RADDER, H. **Philosophical Studies of Science and Technology**. SUNY Press, Albany, 1996.

- RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. 3. ed. Atlas, São Paulo, 1999.
- ROBSON, C. **Real world research: a resource for social scientists and practitionerresearchers**. Oxford, 2002.
- ROQUE, C. **Luthiers: artesãos musicais brasileiros**. São Paulo, 2003.
- RUDIO, F. V. **Introdução ao projeto de pesquisa científica**. Vozes, Petrópolis, 2002.
- SANTOS, B. S. R. **Oficina de luteria e laboratório de acústica: uma relação desvelada na perspectiva do ser-luthier**. 228 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia), Universidade Federal Tecnológica do Paraná. Ponta Grossa, 2017.
- VÁSQUEZ, A. S. **A filosofia da práxis**, Paz e Terra, Rio de Janeiro, 1977.
- SILVA, S. T. **Propagação do som: conceitos e experimentos**. 86 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.
- SPATA, A. V. **Métodos de pesquisa: ciências do comportamento e diversidade humana**. tradução: Lemos A.B.P. LTC, Rio de Janeiro, 2005.
- STENHOUSE, L. **Introduction to curriculum research and development**. In BURGESS, R. G. Field methods in the study of education. Falmer, Philadelphia, 1985.
- SOARES, Maria. A. **Produção de um violão clássico em madeira de teca (tecnologia grandis)**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) Curso de Engenharia Industrial Madeireira, Universidade Estadual Paulista, São Paulo: 2014.
- TANQUADA, J.; KING, J. **The Ukulele: A History**. University of Hawai'i Press, Honolulu, 2012.
- TREFIL, J.; HAZEN, R. M. **Física viva – uma introdução à física conceitual**. 1ª ed. LTC, Rio de Janeiro, 2006.
- TRIPP, D. **Pesquisa-ação: uma introdução metodológica**. Educação & Pesquisa, São Paulo, 2005.
- VASCONCELOS, J. **Acústica musical e organologia**. Movimento, Porto Alegre, 2002.
- VIVAS, V. M. **O uso do ukulele na aprendizagem de acompanhamentos harmônicos no processo de musicalização: estudo de caso com alunos do colégio de aplicação da universidade federal do rio de janeiro**. 116f. Dissertação (Pós-Graduação em Música). Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro. 2015.
- YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 3ª ed. Porto Alegre, 2005.
- YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. **Física II: termodinâmica e ondas**. 10. ed. São Paulo, 2003.