**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SÃO PAULO**
**LICENCIATURA EM MATEMÁTICA**

JOÃO PEDRO GUEDES FARIA

**e54232**
https://doi.org/10.63026/acertte.v5i4.232

# PERSPECTIVAS E ABORDAGENS INTERDISCIPLINARES NO ENSINO DE MATEMÁTICA POR MEIO DA ARTE ISLÂMICA

SÃO PAULO
2024

João Pedro Guedes Faria

# PERSPECTIVAS E ABORDAGENS INTERDISCIPLINARES NO ENSINO DE MATEMÁTICA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – IFSP, em cumprimento ao requisito parcial para obtenção do grau acadêmico de Licenciado em Matemática.

Orientadora: Prof. Dra. Patrícia Andréa Paladino

São Paulo
2024

*Aos meus pais,*
*que me criaram num mundo indisciplinar.*

*O mundo da natureza consiste em múltiplas formas que se refletem em um único espelho; não, melhor que isso, é uma única forma que se reflete em múltiplos espelhos.*

Ibn 'Arabi

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha mãe e a meu pai, que sempre me deram todo apoio de que eu precisei e acreditaram em mim. Agradeço ao meu irmão, meus tios e avós, que estiveram sempre ao meu lado. E em especial, ao meu avô, Carlos Bueno Guedes, que sempre me inspirou e apoiou.

Agradeço a todos os professores que estiveram comigo ao longo da minha vida, desde as que me alfabetizaram e pegaram no colo, até os que me reprovaram três vezes em Cálculo. Em especial, gostaria de agradecer ao professor Henrique, que iniciou esta jornada comigo, e à professora Patrícia, que me acolheu e guiou na produção do meu TCC, com muito carinho e paciência.

Não poderia também deixar de agradecer a meus amigos: os que fiz ao longo do curso e que são o principal motivo pelo qual consegui concluir a graduação, Ana, Arilson, Gabriely, Jaíne e Sara; mas também os amigos que fiz ao longo da vida, e que me inspiram todos os dias, Bebel, Bia, Fabiana, Felipe, Flávio, Gabrielle, Giovanna, Jennifer, Juan, Sara, Sofia, Tabatha e Thais.

Por fim, gostaria de agradecer a um deus qualquer, sem religião, sem forma e sem doutrina, mas que ainda sim me iluminou em meio a escuridão, e me mostrou o caminho quando estava perdido.

## RESUMO

Este trabalho investiga como a interdisciplinaridade pode ser aplicada no ensino de Matemática e tem como ponto central a necessidade de compreender a interdisciplinaridade no contexto educacional. O estudo aborda a importância de integrar diferentes áreas do conhecimento, superando a divisão entre Ciências Exatas e Humanas, que muitas vezes limita a formação crítica dos estudantes. Por meio de uma pesquisa bibliográfica, foram definidas conceituações de interdisciplinaridade e analisadas suas manifestações no ensino de Matemática. A partir dessa análise, foram desenvolvidas quatro propostas de projetos interdisciplinares, baseadas nos eixos estruturantes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), com o intuito de promover uma aprendizagem mais rica e conectada com a realidade dos alunos, focando na emancipação e no desenvolvimento do pensamento crítico.

**Palavras-chave**: arte islâmica; etnomatemática; interdisciplinaridade.

## ABSTRACT

This work investigates how interdisciplinarity can be applied to the teaching of Mathematics and focus in the need to understand interdisciplinarity in the educational context. The study addresses the importance of integrating different areas of knowledge, overcoming the division between Exact and Human Sciences, which often limits the critical formation of students. Through a bibliographical research, interdisciplinarity concepts were defined and their manifestations in the teaching of Mathematics were analyzed. Based on this analysis, four interdisciplinary project proposals were developed, aligned with the guiding principles of the Brazilian National Common Core (BNCC), aiming to promote a richer and more connected learning experience with students' realities, focusing on their emancipation and the development of critical thinking.


**Keywords**: ethnomathematics; Islamic art; interdisciplinarity.

# LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Pintura “Green, Blue, Green”, Mark Rothko, 1969 ..... 28

Figura 2 - Rascunhos de Mirzakhani ..... 29

Figura 3 - Pintura “Planos em Superfície Modulada Série B Nº 4”, Lygia Clark, 1958 30

Figura 4 - Pintura “Festa Junina”, Djanira da Motta e Silva, 1968 ..... 33

Figura 5 - Exemplo de construção de mosaico islâmico ..... 45

# LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Projeto de Investigação Científica ..... 43
Quadro 2 - Habilidades do Projeto de Investigação Científica ..... 44
Quadro 3 - Projeto de Processos Criativos ..... 46
Quadro 4 - Habilidades do Projeto de Processos Criativos ..... 47
Quadro 5 - Projeto de Mediação e Intervenção Sociocultural ..... 48
Quadro 6 - Habilidades do Projeto de Mediação e Intervenção Sociocultural ..... 50
Quadro 7 - Projeto de Empreendedorismo ..... 50
Quadro 8 - Habilidades do Projeto de Empreendedorismo ..... 51

# LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|---|---|
| APL | Aprendizagem Baseada em Projetos |
| BNCC | Base Nacional Comum Curricular |
| OECD | Organisation for Economic Cooperation and Development |
| STEM | Science, Technology, Engineering and Mathematics |
| Ubes | União Brasileira dos Estudantes Secundaristas |
| UNIVESP | Universidade Virtual do Estado de São Paulo |

# SUMÁRIO

INTRODUÇÃO ..... 11

1. CONCEITUALIZANDO A INTERDISCIPLINARIDADE ..... 14

**1.1. Um breve panorama histórico** ..... 14

**1.2. Definindo algumas terminologias** ..... 17

2. O PENSAMENTO INTERDISCIPLINAR EM MATEMÁTICA ..... 22

**2.1. Repensando o abstrato: relações da Matemática com a arte** ..... 25

**2.2. A Matemática e o mundo: a etnomatemática** ..... 29

**2.3. História da Matemática: uma disciplina interdisciplinar** ..... 32

3. ARTE ISLÂMICA E MATEMÁTICA: UMA ABORDAGEM INTERDISCIPLINAR ..... 35

**3.1. O islamismo e a Matemática** ..... 35

***3.1.1. A abstração*** ..... 36

***3.1.2. O Mundo Imaginal*** ..... 37

**3.2. Apresentação da proposta** ..... 38

***3.2.1. Investigação Científica*** ..... 39

***3.2.2. Processos Criativos*** ..... 42

***3.2.3. Mediação e Intervenção Sociocultural*** ..... 46

***3.2.4. Empreendedorismo*** ..... 49

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS ..... 52

REFERÊNCIAS ..... 53

# INTRODUÇÃO

A motivação inicial deste trabalho era a de produzir uma atividade interdisciplinar entre a Arte Islâmica e a Matemática. No entanto, ao longo de seu desenvolvimento, percebeu-se que antes da construção desta atividade, era necessário entender e pesquisar melhor sobre o que é a interdisciplinaridade e como ela é entendida dentro da Educação Matemática.

Com o crescente interesse pela interdisciplinaridade e as reformas educacionais mais recentes, a relevância deste tema se mostra clara. Além disso, o ensino de Matemática e das Ciências Exatas se mostra muito deficiente. O professor Hilton Japiassú, que é uma das principais referências no estudo de interdisciplinaridade na educação, já dizia que no "porto seguro do conhecimento científico, a educação não forma, mas conforma" e ainda chega a afirmar que os estudantes saem da escola "diplomados em primeira comunhão científica" (Japiassú, 2011). Assim, procura-se achar formas de libertar o ensino das amarras que a verdade científica impõe, de modo a criar um pensamento crítico no estudante.

Uma integração das áreas do conhecimento na Educação Básica possibilita ao estudante uma compreensão mais rica e completa do mundo, e por consequência ajuda na sua emancipação, formando-o com uma maior capacidade crítica. No entanto, a Matemática muitas vezes encontra barreiras nesse processo de integração com outras áreas do conhecimento, por conta da atual forma que seu currículo toma, deixando de lado o seu aspecto histórico e prático para focar-se em fórmulas, cujo significado exato muitas vezes não é entendido pelos estudantes, que as reproduzem de modo mecânico. Esse distanciamento tem impactos tanto na Matemática, que acaba se tornando inimiga dos jovens por sua excessiva abstração, quanto na Educação em geral, já que o distanciamento da Matemática causa um empobrecimento do currículo escolar como um todo.

A integração do currículo envolvendo as ciências naturais e exatas já aparece em propostas pedagógicas como o STEM - *Science, Technology, Engineering and Mathematics* (Pugliese, 2018). No entanto, por mais que o STEM caminhe em direção à integração do currículo, ainda há uma barreira a ser superada entre as ciências humanas e exatas, havendo uma tendência, cada vez maior, de se categorizar as pessoas em "de humanas" ou "de exatas", como se o conhecimento pudesse simplesmente ser dividido nessas duas áreas.

Busca-se também questionar a forma que o ensino das ciências atualmente toma nas escolas, já que na maioria das vezes ele constrói-se num mito de verdade objetiva e inculca nos estudantes o conhecimento científico como a expressão de uma verdade absoluta e

inquestionável. Assim, ao trabalhar-se com o ensino Interdisciplinar, visa-se focar na visão crítica do estudante, e construir uma mente questionadora. Nas palavras de Japiassú:

> Portador de uma verdade "objetiva", demonstrada rigorosamente, politicamente neutra, o cientista ou o expert caucionam as tentativas da classe dominante para mascarar a opressão e a exploração por detrás das pretensas necessidades técnicas e racionais. Assim, ocultam-se facilmente os mecanismos de opressão dos homens pelos homens, por detrás da aparência de uma opressão pelas coisas (Japiassú, 2011, p. 13).

O objetivo geral do trabalho é o de entender como a interdisciplinaridade se articula dentro da disciplina de Matemática. Para isso, o trabalho tem como objetivos específicos o de construir uma definição para interdisciplinaridade e criar uma abordagem interdisciplinar envolvendo a Matemática, para que se possa observar num exemplo prático a articulação interdisciplinar.

Como metodologia, primeiramente, buscou-se entender o que é interdisciplinaridade, já que este conceito norteia toda pesquisa. Para isso, foi feito um levantamento bibliográfico com os principais autores da área. Depois, o trabalho buscou entender como a interdisciplinaridade se manifesta dentro da Matemática, e vice-versa. A partir daí, foram estabelecidos três recortes para aprofundar a pesquisa: Arte e Matemática; Etnomatemática; e História da Matemática. Por fim, uma vez entendido o conceito de interdisciplinaridade e como ela se relaciona com a Matemática, construíram-se quatro propostas de projetos interdisciplinares, guiados pelos eixos estruturantes da BNCC.

Assim, no primeiro capítulo, são apresentadas definições para o termo "interdisciplinaridade". Para isso, começa-se entendendo a evolução histórica do conceito, para posteriormente construí-lo de forma epistemológica. A partir disso, na segunda seção do capítulo, define-se como este trabalho vai entender e usar o termo interdisciplinaridade, além de construir alguns conceitos de apoio, como multidisciplinaridade e pluridisciplinaridade.

No segundo capítulo, busca-se entender como a interdisciplinaridade aparece especificamente dentro da Matemática. Desta discussão é feita uma análise mais detalhada sobre a relação entre a interdisciplinaridade e a Matemática dentro dos âmbitos da Arte, da Etnomatemática e da História da Ciência.

No terceiro capítulo, busca-se trazer uma proposta de trabalho interdisciplinar a partir da Matemática. Para isso, optou-se pela Arte Islâmica. Assim, o capítulo inicia-se justificando essa escolha e explorando os significados que a Matemática traz dentro do mundo islâmico, para depois trazer quatro propostas de trabalho interdisciplinar. Essas quatro propostas são

pensadas dentro dos quatro eixos estruturantes do Novo Ensino Médio: Investigação Científica, Processos Criativos, Mediação e Intervenção Sociocultural e Empreendedorismo. Em cada projeto, é apresentado o objetivo da etapa, uma descrição dos processos e procedimentos necessários para sua realização, um quadro de ABP (*Aprendizagem Baseada em Projetos*, metodologia adotada para construção das propostas), um quadro com as habilidades trabalhadas da BNCC (*Base Nacional Comum Curricular*, documento que cria diretrizes curriculares educacionais para a Educação Básica) e a forma de avaliação recomendada. Os projetos são apresentados como parte de um todo, mas ainda assim carregam certa modularidade que permite que sejam desenvolvidos juntos ou individualmente.

# 1 CONCEITUALIZANDO A INTERDISCIPLINARIDADE

## 1.1 Um breve panorama histórico

Dar um sentido para o termo "interdisciplinaridade" é uma tarefa difícil, pois a mesma palavra é usada por diversos autores para explicar diferentes conceitos. Uma alternativa para encontrar um significado seria estudar como o termo se desenvolve historicamente. George Gusdorf tenta fazer isso em seu artigo *Past, present and future in interdisciplinary research* (1977), em que remonta as origens da interdisciplinaridade à Grécia Antiga e a *eukuklios paideia*, que seria o programa de educação adotado na Grécia Antiga. Depois, o autor traça o caminho que a educação e a interdisciplinaridade tiveram dentro do mundo europeu, passando pelo mundo romano, medieval e renascentista, até chegar no século XVIII, quando ele diz que houve uma destruição deste programa curricular milenar criado pelos gregos.

No entanto, há alguns problemas com essa abordagem. O primeiro deles é que a Grécia Antiga tinha um modo de ensino completamente diferente do que é adotado atualmente, tanto em aspectos didático-metodológicos, quanto em aspectos curriculares. Assim, parece no mínimo difícil usar a educação clássica grega como parâmetro para definir o significado de interdisciplinaridade no Brasil do século XXI.

Um segundo problema que aparece ao usar esta abordagem é quanto à própria racionalidade grega, que diverge imensamente da atual. A concepção de ciência que é adotada hoje não é a mesma adotada na Grécia Antiga. Algumas das ciências que norteiam a Educação Básica atual, como Química, Física e Biologia, não existiam na época. A própria Matemática estudada pelos gregos diverge amplamente da Matemática atual: basta pensar na abordagem da Escola Pitagórica, que integrava pensamentos místico-religiosos aos seus estudos matemáticos. Assim, por mais que alguns objetos e resultados do período sejam usados até hoje, o contexto em que eles foram criados e eram usados foi alterado. Pensar na Matemática nos tempos de Pitágoras não é o mesmo que pensar na disciplina Matemática no século XXI (Roque, 2012). As fronteiras epistemológicas da Grécia Antiga não são as mesmas que as nossas, tão logo a interdisciplinaridade grega é diferente da nossa. O mesmo pode ser pensado para a interdisciplinaridade romana, medieval e renascentista.

Portanto, é melhor categorizar o que Gusdorf refere-se por “interdisciplinaridade” como uma “visão holística de mundo”, ou mesmo um “holismo”, que é típico do pensamento tradicional. É o holismo que é herdado dos gregos antigos e descontinuado no Iluminismo, e não a interdisciplinaridade, já que a interdisciplinaridade a que nos referimos se relaciona

diretamente com o modelo educacional contemporâneo. Fazer essa distinção entre holismo e interdisciplinaridade é relevante tanto sob uma perspectiva historiográfica, por reconhecer mudanças da sociedade e racionalidade humanas, quanto sob uma perspectiva epistemológica, por reduzir a amplitude dos significados que existem para o termo interdisciplinaridade.

Assim, é mais interessante relacionar o conceito de interdisciplinaridade com o de ciência, dado que foi a partir do desenvolvimento científico que o sistema educacional moderno começou a se moldar. Mas antes de estabelecer o significado de interdisciplinaridade, pode-se refletir sobre o significado do termo "disciplinaridade". O educador Hilton Japiassú estabelece que disciplina tem o mesmo significado de ciência, e define a disciplinaridade como

> A exploração científica especializada de determinado domínio homogêneo de estudo, isto é, o conjunto sistemático e organizado de conhecimentos que apresentam características próprias nos planos de ensino, da formação, dos métodos e das matérias; esta exploração consiste em fazer surgir novos conhecimentos que se substituem aos antigos (Japiassu, 1976, p. 72).

Assim, pode-se traçar a origem da disciplinaridade à origem das ciências modernas e à chamada “revolução científica”, que surge a partir do século XVI e dura até meados do século XVIII. A partir deste momento histórico, começa-se um processo de especialização nas ciências, e desta especialização surgem as disciplinaridades, e das disciplinaridades surgem as disciplinas. Assim, por muito tempo, estabelece-se que a disciplinaridade é o caminho que as ciências e o conhecimento humano devem seguir. O apogeu desta forma de pensamento talvez se dê no século XIX, como a ascensão do positivismo e constituição das ciências humanas. Vale destacar que neste momento, pouco se fala em interdisciplinaridade, já que ela remete a uma perspectiva tradicional de mundo, da qual justamente os cientistas estavam tentando se afastar. Nas palavras de Ivani Fazenda (2012):

> O *mim* mesmo, o *eu*, o *sou* são reduzidos ao *penso*. Somente conheço quando *penso*. Conheço com o intelecto, com a razão, não com os sentimentos. Conheço a minha exterioridade e nela construo o meu mundo, um mundo sem *mim*, um mundo que são *eles*, porém não sou *eu*, nem somos *nós*. A razão alimenta-se até o exaurir-se de objetividades (Fazenda, 2012, p. 16).

É só na virada do século XIX para o século XX que se retoma a preocupação com a interdisciplinaridade, quando, as ciências e, por consequência, as disciplinas começam a enfrentar alguns desafios. A ideologia positivista e o cientificismo, que apontavam a ciência como o futuro, são altamente questionados depois das duas guerras mundiais do século XX.

Dessa forma, surge a necessidade de se analisar criticamente a ciência e o fazer científico (Alfonso-Goldfarb, 1994).

Além disso, mesmo dentro das ciências começa-se a perceber que a disciplinaridade tem limitações grandes. A física quântica, por exemplo, começa a questionar o pensamento linear, binário e mecanicista existente da física newtoniana. A própria Matemática, dita a mais objetiva e racional das ciências, enfrenta crises em seus fundamentos, desde o questionamento dos axiomas de Euclides ao paradoxo de Russell e os Teoremas da Incompletude de Gödel (Alfonso-Goldfarb, 1994).

Já na década de 1960, com advento dos movimentos revolucionários estudantis, o movimento interdisciplinar começa a surgir com maior força, dadas as reivindicações por novo estatuto de universidade e escola. Um dos precursores deste momento histórico é justamente o já referido George Gusdorf, que apresenta para a Unesco, em 1961, um projeto de pesquisa interdisciplinar para as Ciências Humanas. O projeto de Gusdorf previa a diminuição da distância teórica entre as ciências, e essa ideia acabou norteando as pesquisas e discussões que se seguiram ao longo da década. Ainda há, neste momento, uma preocupação com a construção da "ciência do amanhã" (Fazenda, 2012).

Chegando à década de 1970, tem-se finalmente o que Ivani Fazenda classifica como um momento de estruturação conceitual básica, além de uma preocupação com a explicitação terminológica da interdisciplinaridade. Isso pode ser observado no Seminário "Interdisciplinarity: Problems of Teaching and Research in Universities" (OECD, 1972), em que diversos autores trazem suas contribuições sobre como definir e categorizar a interdisciplinaridade, muitas das quais são utilizadas até os dias de hoje, como veremos na próxima seção do trabalho. A partir dessas reflexões, pode-se perceber que

> A interdisciplinaridade não seria apenas uma panaceia para assegurar a evolução das universidades, mas, um ponto de vista capaz de exercer uma reflexão aprofundada, crítica, e salutar sobre o funcionamento da instituição universitária, permitindo a consolidação da autocrítica, o desenvolvimento da pesquisa e da inovação (Fazenda, 2012, p. 22).

E é dessas discussões terminológicas que o estudo sobre a Interdisciplinaridade chega ao Brasil, quando Hilton Japiassú publica seu livro *Interdisciplinaridade e patologia do saber*, em que o autor traz tanto uma síntese das questões que envolvem interdisciplinaridade, quanto uma preocupação em construir os fundamentos de uma metodologia interdisciplinar. Também nessa época, em 1978, Ivani Fazenda começa suas pesquisas na área, com a publicação de seu mestrado *Integração e interdisciplinaridade no Ensino Brasileiro: efetividade ou ideologia*

(Fazenda, 2011). Ambos os textos se tornaram basilares para a pesquisa sobre interdisciplinaridade no Brasil. No entanto, na época, não houve grande interesse pela interdisciplinaridade.

Na virada do século XX para o XXI, tem-se ainda dois fenômenos que explicitam ainda mais a necessidade da interdisciplinaridade na Educação: a Globalização e o início da Era Digital. Desde então, a interdisciplinaridade passa a aparecer cada vez mais em projetos pedagógicos, acadêmicos e em documentos oficiais que regem a educação, como no caso da BNCC. No entanto, apesar da ampla difusão do conceito de interdisciplinaridade, e da relativa aceitação sobre sua importância no currículo escolar, não se pode dizer que sua implantação está ocorrendo de forma organizada. Novamente nas palavras de Ivani Fazenda, os projetos interdisciplinares no Brasil

> Surgem da intuição ou moda, sem lei, sem regras, sem intenções explícitas, apoiando-se numa literatura provisoriamente difundida.
> Em nome da interdisciplinaridade abandonam-se e condenam-se rotinas sagradas, criam-se *slogans*, apelidos, hipóteses de trabalho, muitas vezes improvisados e impensados (Fazenda, 2012, p. 34).

Portanto, vê-se que a interdisciplinaridade surgiu em resposta à especialização e alienação que as ciências e conhecimento vinham sofrendo desde a revolução científica, numa retomada do que se pode dizer uma visão holística de mundo, presente em sociedades tradicionais. As pesquisas sobre interdisciplinaridade ainda são recentes na história da educação, e a implementação de um projeto interdisciplinar de educação se mostra complexa, ainda enfrentando desafios.

## 1.2 Definindo algumas terminologias

Um dos momentos mais significativos do processo de formalização da Interdisciplinaridade foi o Seminário Internacional sobre Interdisciplinaridade, organizado por Piaget no ano de 1970 e sediado na Universidade de Nice (OECD, 1972). Muitas das definições atuais surgiram a partir das discussões deste seminário (Fazenda, 2011).

Este seminário focava na construção da interdisciplinaridade nas Universidades, apresentando algumas sugestões de grades curriculares interdisciplinares para cursos superiores. Em comparação à especialização intensa que havia na época, é claro, a concepção dessas grades interdisciplinares parece um avanço, mesmo em relação ao modo como são estruturados os cursos universitários atualmente. Ainda assim, isso surge como resposta a um problema que não existe na Educação Básica, que já busca dar uma formação ampla aos

estudantes, contemplando diversas disciplinas em sua matriz curricular. Além disso, muitos dos textos apresentados no Seminário parecem estabelecer a interdisciplinaridade como uma nova disciplina, o que soa paradoxal por definição. Para ilustrar isso, um dos principais exemplos de interdisciplinaridade expostos no Seminário é a Antropologia, que integra o pensamento das ciências humanas com métodos de análise matemáticos. No entanto, a Antropologia não deixa de ser uma disciplina em si mesma, que pode inclusive ser articulada com outras disciplinas de forma interdisciplinar (Fazenda, 2011).

Fica claro que não é isso que se quer dizer sobre interdisciplinaridade quando se fala neste conceito atualmente, especialmente na Educação Básica. O conceito mais moderno envolve a integração de disciplinas não com o objetivo de construir uma nova disciplina, mas sim de construir um modo de pensar mais complexo, dando mecanismos de análise aos estudantes e resolvendo problemas do mundo real.

Por isso, adota-se aqui a visão de Ivani Fazenda, que interpreta a interdisciplinaridade não como uma "ciência das ciências", que seria a visão proposta pelo seminário, mas sim como *ação*, ou *atitude*. Nas palavras da autora

> "Interdisciplinaridade" é um termo utilizado para caracterizar a colaboração existente entre disciplinas diversas ou entre setores heterogêneos de uma mesma ciência [...]. Caracteriza-se por uma intensa reciprocidade nas trocas, visando a um enriquecimento mútuo. Não é ciência, nem ciência das ciências, mas é o ponto de encontro entre o movimento de renovação da atitude diante dos problemas de ensino e pesquisa e da aceleração do conhecimento científico (Fazenda, 2011, p. 73).

Voltando ao Seminário de 1970, apesar das discordâncias apresentadas anteriormente, ele ainda assim trouxe algumas análises dos modos como ocorrem as integrações disciplinares que seguem úteis na análise da prática interdisciplinar. Inclusive, veio dele a classificação mais aceita para definir essas diferentes integrações disciplinares, que constrói quatro categorias distintas: multidisciplinaridade, pluridisciplinaridade, interdisciplinaridade e transdisciplinaridade (Japiassú, 1976).

A primeira categoria, multidisciplinaridade, aponta o mais baixo grau de integração entre as disciplinas. Ela ocorre quando são apresentadas uma variedade de disciplinas, mas sem ser apresentada uma relação entre elas. Pode-se pensar no exemplo de uma escola que monta uma mostra científico-cultural ao redor de um tema, e cada disciplina articula um projeto ao redor deste tema, sem haver uma cooperação entre os projetos, cada um existindo individualmente e com objetivos distintos.

A segunda categoria, pluridisciplinaridade, é muito semelhante à multidisciplinaridade, dado que as disciplinas ainda têm objetivos distintos e apresentam pouco ou nenhum grau de

cooperação. No entanto, na pluridisciplinaridade, ficam mais evidentes as relações entre as disciplinas, havendo algum nível de integração, mesmo que isso não aconteça de forma intencional. Por isso, a pluridisciplinaridade acontece normalmente entre disciplinas que têm domínios de conhecimento próximos, a partir de conteúdos em que essa relação é mais evidente. Um exemplo possível seria o estudo de um bioma brasileiro, em que a geografia pode estudar aspectos físico-geográficos do bioma, enquanto a biologia estuda a sua fauna e flora. Haverá uma cooperação entre as duas disciplinas, já que há uma relação entre o tipo de fauna e flora de um bioma com as suas características físico-climáticas, mas ainda assim as duas disciplinas têm objetivos diferentes, e a fronteira entre elas é clara e delimitada.

Tanto a multidisciplinaridade quanto a pluridisciplinaridade podem ser pensadas como formas de agrupamento de disciplinas, em que cada especialista contribui apenas com o que é referente à sua área. No fim, os resultados desses projetos não passam de uma justaposição dos trabalhos dessas diversas disciplinas, não havendo qualquer integração conceitual ou metodológica entre elas. É só na interdisciplinaridade que se observa a integração entre as disciplinas.

Na interdisciplinaridade, diferentemente dos outros casos estudados anteriormente, as disciplinas são apresentadas de forma coordenada, apresentando um objetivo comum. Além de uma simples justaposição de disciplinas e conteúdos, a interdisciplinaridade prevê a interação entre essas disciplinas, indo além do "monólogo disciplinar" da multidisciplinaridade, ou dos "diálogos paralelos" da pluridisciplinaridade.

Atenção aqui à diferenciação entre justaposição e interação. De acordo com o dicionário Michaelis, a palavra justaposição prevê a reunião de dois objetos, que não necessariamente interagem entre si. Já a palavra interação constrói-se etimologicamente a partir da junção do prefixo inter (que exprime a noção de uma relação recíproca) e do substantivo ação. Assim a interação prevê a ação de um objeto sobre o outro, e, da mesma maneira, para duas disciplinas interagirem, elas devem agir uma sobre a outra. Desta ação recíproca, surge o que chamamos de interdisciplinaridade. Segundo Japiassú,

> O fundamento do espaço interdisciplinar deverá ser procurado na negação e na superação das fronteiras disciplinares [...] Pode-se dizer que nos reconhecemos diante de um empreendimento interdisciplinar todas as vezes em que ele conseguir incorporar os resultados de várias especialidades, que tomar de empréstimo a outras disciplinas certos instrumentos e técnicas metodológicos, fazendo uso dos esquemas conceituais e das análises que se encontram nos mais diversos ramos do saber, a fim de fazê-los integrarem e convergirem, depois de terem sido comparados e julgados (Japiassú, 1976, p. 75).

Pode-se pensar num exemplo de projeto interdisciplinar sobre Usina Hidrelétrica de Belo Monte, que estude os impactos socioambientais, seu funcionamento, análise de eficiência e custos, representação midiática, elaboração de reportagens e modelos matemáticos, entre tantos outros recortes. Aqui, diferentemente da proposta de estudo de biomas a nível pluridisciplinar, as diversas áreas do conhecimento envolvidas interagem entre si, não havendo um limite claro entre as áreas do conhecimento, e construindo um projeto único, que vai além do que poderia ser uma simples explicação do funcionamento de uma usina hidrelétrica. Esse projeto poderia também ser imaginado de forma pluridisciplinar, mas haveria um empobrecimento geral dos resultados.

Há ainda a transdisciplinaridade, que seria o mais elevado grau de elevação disciplinar. Além da interação e coordenação interdisciplinar, na transdisciplinaridade as disciplinas estariam no interior de um sistema total, sem fronteiras estabelecidas entre elas. O pensamento transdisciplinar prevê, muito mais do que uma mudança educacional, uma mudança na racionalidade contemporânea altamente dicotômica (sujeito-objeto, parte-todo, razão-emoção, etc.), para uma racionalidade mais complexa. Por isso, ainda é dada por muitos pensadores como utópica, incluindo o próprio Piaget, que foi o primeiro a usar o termo. No entanto, o termo é muito usado atualmente, por vezes sendo usado para descrever o que este trabalho definiu como interdisciplinaridade. Gusdorf ainda critica a transdisciplinaridade ao afirmar que o carácter transcendental dela a colocaria em um nível de superioridade em relação às outras ciências, e que este aspecto impositivo “negaria a possibilidade do diálogo, condição *sine qua non* para exercício efetivo da interdisciplinaridade (Fazenda, 2011, p. 70)”.

Além dessas classificações mais amplamente usadas, ao longo do trabalho se fará uso do termo “pluridisciplinaridade linear”. Este termo se baseia no que Japiassú classifica como “interdisciplinaridade linear”, uma ideia construída a partir das classificações de interdisciplinaridade propostas pelo psicólogo Heinz Heckhausen em seu artigo no Seminário sobre interdisciplinaridade (OECD, 1972).

> Este tipo de associação consiste, essencialmente, no fato de uma disciplina tomar de empréstimo a uma outra seu método ou seus procedimentos. Não resta dúvidas de que o método de uma disciplina pode fornecer informações e apresentando um valor indicativo inestimável para o "domínio de estudo" de outra disciplina, inclusive, para seu "nível de integração teórica". Em alguns casos, este tipo de interdisciplinaridade não ultrapassa o domínio da ocasionalidade e das situações provisórias. Em outros, é mais durável, na medida em que uma disciplina se vê constantemente forçada a empregar os métodos de outra. É o caso, por exemplo, da pedagogia: não vemos como ela poderia fundar suas decisões, em matéria de ensino, sem recorrer à psicologia (Japiassú, 1976, p. 80).

Já o conceito de interdisciplinaridade linear proposto por Japiassú é definido da seguinte forma:

> Trata-se apenas de uma forma mais elaborada de pluridisciplinaridade. As disciplinas permutam informações. Contudo, nessas trocas, não há reciprocidade. E a cooperação propriamente metodológica é praticamente nula. As disciplinas que fornecem informações a uma outra, fazem-no a título de disciplinas "auxiliares", permanecendo, relativamente a ela, numa situação de dependência ou de subordinação (Japiassú, 1976, p. 81).

Aqui se adota a mesma definição que Japiassú adota para “interdisciplinaridade linear”, mas optou-se por usar o termo “pluridisciplinaridade linear” pois aqui o nível de articulação disciplinar não é o da interdisciplinaridade, e sim da pluridisciplinaridade, como defende o próprio Japiassú. Na maioria dos casos, a pluridisciplinaridade linear se dá por necessidade da disciplina, e não por opção pedagógica. A Biologia precisa da Matemática no estudo de genética e hereditariedade. E é justamente desta forma que se dá a articulação disciplinar com a Matemática na maioria das vezes, dado o carácter ferramental e altamente abstrato da disciplina, que tanto a tornam essencial em diversos campos do conhecimento, quanto tornam difícil a sua articulação teórica.

Outra classificação interessante proposta por Heckhausen é a da “pseudointerdisciplinaridade”. Ela acontece quando há uma tentativa de associação entre disciplinas através de instrumentos conceituais e de análise, como modelos matemáticos. O uso comum de um modelo matemático pode conectar diversas disciplinas, mas por si só não pode ser considerado como uma forma de articulação inter ou mesmo pluridisciplinar, dado que ainda pode haver uma grande distância entre os domínios de estudo e integração teórica (Japiassú, 1976). A distribuição normal, na estatística, é estudada por diversos campos do conhecimento, mas ela, sozinha, não é suficiente para considerarmos a articulação disciplinar entre ciências.

Pode-se então concluir que a interdisciplinaridade deve ser interpretada como uma *atitude*, não como uma disciplina ou ciência separada, especialmente dentro do que se propõe para a Educação Básica. Além disso, destaca-se que algumas das condições para a prática interdisciplinar são o diálogo, a cooperação e a coordenação entre as disciplinas, e que estas devem ter um objetivo comum. Havendo uma multiplicidade de objetivos, ou ausência de diálogo e cooperação, tem-se práticas multidisciplinares ou pluridisciplinares, mesmo que exista algum grau de integração entre as disciplinas.

# 2 O PENSAMENTO INTERDISCIPLINAR EM MATEMÁTICA

A Matemática ocupa um espaço particularmente interessante dentro das discussões sobre interdisciplinaridade. Isso ocorre tanto por conta do teor completamente abstrato que ela aborda, mas também porque ela é uma disciplina fundamental para o desenvolvimento de outras, sendo base para os estudos das Ciências da Natureza e mesmo para algumas Ciências Humanas: o estudo de funções é o que embasa a Física newtoniana, assim como a Estatística contribuiu para o desenvolvimento da Sociologia, dentre diversos outros exemplos.

Esse destaque da Matemática na interdisciplinaridade se evidencia desde o Seminário Internacional sobre Interdisciplinaridade de 1970 (OCDE, 1972), mencionado no primeiro capítulo deste trabalho. No Seminário, foi separada uma sessão especial para falar sobre Matemática e Transdisciplinaridade. No artigo, escrito pelo matemático e físico André Lichrenowicz, primeiro se une sob o termo guarda-chuva *Matemática* os ramos da lógica, da Matemática convencional e o das Ciências da Informação. Depois, o autor aponta que a Matemática está presente em todo trabalho científico, não por moda, mas por necessidade, sendo ela essencial para um trabalho científico de sucesso. O autor argumenta que a Matemática no trabalho científico pode operar em dois níveis: o primeiro é como ferramenta auxiliar para todas disciplinas, usada para análise de dados por meios de Teorias da Informação, estatística e probabilidade; e o segundo é por meio dos modelos matemáticos, usados na predição e domínio de todo tipo possível de fenômenos (OECD, 1972).

Seja pela abordagem de Lichrenowicz ou por percepção ingênua de como a Matemática aparece no cotidiano, é muito fácil apontar como a Matemática influencia as outras áreas do conhecimento. No entanto, uma tarefa menos óbvia é entender a influência que essas outras esferas do conhecimento exercem sobre a Matemática. Para explicar isso, pode-se partir de uma tripartite da Educação Matemática: o domínio de estudo da Matemática, a Matemática que é ensinada e a prática científica da Matemática.

Sobre o domínio de estudo da Matemática, é fácil perceber que ele é bem abrangente. Ao longo de boa parte da história da Matemática, ela foi desenvolvida a partir de conceitos externos a ela. Seu desenvolvimento partia de necessidades, fossem elas cotidianas ou de outras ciências. A Matemática Pura, com o rigor lógico e metodológico que hoje a caracterizam, surge no século XIX, curiosamente, a partir de necessidades do Ensino. Cauchy percebeu que, ao apresentar conceitos básicos para os estudantes, não podia partir direto para os modos como eram entendidos na prática. Ele então propôs uma reorganização dos princípios fundamentais da análise (função, limites, continuidade, convergência, derivação e integração), para assim

facilitar seu ensino. (Roque, 2012). Mais uma vez, percebe-se o desenvolvimento da ciência intimamente relacionado com o universo da Educação.

Já a distinção entre a Matemática ensinada e a prática científica da Matemática pode se construir em cima de uma dicotomia ainda mais ampla: a da educação científica e a prática científica. Nas palavras de Crochik (2013, p.):

> Somos levados frequentemente a estabelecer uma relação rígida entre a educação científica e a prática científica "propriamente dita". É como se o professor, ao dar aulas de uma disciplina científica, e os estudantes, ao participar dessas aulas, não estivessem praticando ciência, mas apenas instruindo e sendo instruídos *a respeito da* ciência, ou, pior, a respeito de uma vulgarização dela.

Adriana Alves, em seu artigo *Interdisciplinaridade e* matemática (2013) também faz um apontamento sobre essa dicotomia, afirmando que

> A compreensão da diferença entre ciência e matéria de ensino é útil porque observamos que a matemática, considerada "matéria nobre" pela possibilidade que tem de desenvolver o raciocínio, a lógica, a precisão e a objetividade, é tratada nas escolas como ciência. Isto traz implicações para a visão que os professores têm sobre os conteúdos e os métodos de ensino, os quais a afastam de seu uso no cotidiano, o que daria um sentido maior para a aprendizagem.

É interessante notar que, apesar de ambos os autores construírem essa distinção entre ciência ensinada e ciência praticada, os dois fazem argumentos em sentidos aparentemente opostos: Crochik defende que o ensino de ciências se aproxime mais do fazer científico; enquanto Alves aponta que a aproximação entre o ensino de ciências e as ciências formais faz com que a aprendizagem tenha menos sentido. No entanto, fazendo uma análise mais detalhada dos dois textos, percebe-se que ambos criticam o modo como se compreende a ciência que se é ensinada. Se Hilton Japiassú já definiu este modelo de educação como "primeira comunhão científica", esse termo se faz relevante ao se buscar compreender as análises dos dois autores. O carácter doutrinal, ou bancário, da educação científica, tanto a afasta do real fazer científico, como critica Crochik, quanto a afasta da vida cotidiana do estudante, e de qualquer sentido que ela possa trazer para a vida do estudante, como critica Alves.

Então, para pensar em uma abordagem interdisciplinar entre Matemática e outras disciplinas, tem-se antes que romper com este paradigma de aprendizagem que encara o estudante apenas como uma tábula rasa que receberá o conteúdo passivamente. Pensar no estudante como parte ativa do processo de ensino-aprendizagem é um passo primordial para construção de uma prática pedagógica interdisciplinar.

Voltando aos autores, pode-se partir de dois pressupostos para melhorar a educação científica: aproximar o processo de ensino da prática científica; ou contextualizar processo de ensino no cotidiano dos estudantes. Em ambos os casos, busca-se priorizar as habilidades mobilizadas no ensino ao invés do conteúdo ensinado. Isso não significa apagar os conteúdos no processo de ensino-aprendizagem, mas atribuir um significado a eles. Um ensino conteudista pode coexistir com um ensino construtivista, um adicionando ao outro.

Pensando agora no contexto específico da Matemática, sobram exemplos de aplicações cotidianas da Matemática. No entanto, a questão que se abre aqui é como aproximar o processo de ensino de Matemática ao fazer Matemático?

Considerando isso, o trabalho irá abordar três propostas de pensamento interdisciplinar envolvendo a Matemática: a Arte, a Etnomatemática e a História. É importante destacar que há outras possíveis abordagens envolvendo o pensamento interdisciplinar em Matemática, especialmente envolvendo o que se convencionou a chamar de STEM (Pugliese, 2018).

Por fim, vale ressaltar um último conceito: a "ansiedade matemática". Cunhado em 1978, o termo se refere ao desconforto que diversos estudantes das mais diversas idades e níveis de ensino sentem em situações que envolvem números ou problemas matemáticos. Essa ansiedade é uma das principais responsáveis pelo bloqueio e até mesmo repulsa que alguns estudantes sentem em relação a essa disciplina especificamente. Estima-se que pelo menos um terço dos estudantes já experenciou ansiedade matemática, até estudantes de apenas cinco anos de idade (Boaler, 2018).

> Nossa cultura ocidental divulga informações controversas em relação à matemática, relacionando-a a algo de difícil apreensão, somente acessível a poucos indivíduos, que exige muito esforço e dedicação para ser dominado. Em casa é comum que os familiares divulguem essas regras às crianças. Na escola, muitos professores reforçam tais informações, seja por meio de regras inadequadas passadas aos estudantes (matemática é difícil; só existe uma solução para cada problema; só o professor pode dizer se a solução está certa ou não), seja por meio de metodologias de ensino inadequadas seja pelo uso de controle aversivo. [...]
> Os professores passam a matéria de maneira enfadonha, não estimulam debates sobre a matemática e seus conteúdos diversificados reforçam respostas que são dadas com exatidão, sem levar em conta o raciocínio desenvolvido, cobram rapidez na resolução dos exercícios e exigem memorização de regras para esse fim. Resumidamente, muitos professores não incentivam nem estabelecem condições para o "pensar matematicamente", isto é, para o desenvolvimento de estratégias de resolução de problemas e de análise de relações matemáticas presentes em situações cotidianas e em situações escolares (Carmo, 2012 p. 319-320).

Para Boaler (2018), a melhor maneira de combater a ansiedade matemática é oferecer atividades matemáticas conceituais que "ajudem os estudantes a aprender e compreender números e fatos numéricos". Assim, o trabalho interdisciplinar pode ajudar a trabalhar a

questão da ansiedade matemática pois ele permite que múltiplas habilidades sejam mobilizadas pelos estudantes, valorizando a pluralidade de pensamentos e técnicas. Assim, um estudante que não é rápido com contas pode contribuir com o trabalho. Além disso, ver o conhecimento matemático contextualizado e aplicado a outras situações pode facilitar que o estudante assimile e entenda o conteúdo.

## 2.1 Repensando o abstrato: relações da Matemática com a arte

Em 1545, o matemático italiano Girolamo Cardano publicou o livro *Ars Magna*, em latim, Grande Arte, em que apresentou formas de resolver equações de terceiro grau (ROQUE 2012). Não adentrando muito sobre este livro e sua importância para a História da Matemática, o que vale destacar aqui é o uso do termo "arte" para descrever um tratado matemático. Claro, a palavra "arte" aqui não tem o mesmo significado da palavra "arte" usada para caracterizar o trabalho de Mark Rothko[1], mas vale a reflexão: pode a Matemática ser Arte? Pode a Arte ser Matemática?

[1] Mark Rothko foi um pintor estadunidense, conhecido como um dos maiores expoentes do movimento artístico do Expresionismo Abstrato Americano.

[Figura 1 - Pintura “Green, Blue, Green”, Mark Rothko, 1969]



Fonte: Rothko, M. 1969.

Para trabalhar a relação da Matemática com a arte de forma interdisciplinar, não se busca construir uma relação de sobreposição entre conteúdos matemáticos com o universo artístico. Calcular a área do retângulo de um quadro de Mondrian, ou mesmo identificar a proporção áurea entre as colunas do Partenon não podem ser consideradas atividades interdisciplinares, pois o conteúdo artístico está subjugado ao conteúdo matemático. Assim, essas atividades poderiam no máximo ser consideradas multidisciplinares.

Como então construir uma abordagem interdisciplinar entre Matemática e Arte que vá além da mera sobreposição de conteúdos?

Primeiramente, pode-se olhar para as similaridades existentes entre as duas disciplinas. Num olhar superficial, Matemática e Arte parecem extremos opostos no campo Educacional, a primeira sendo a epítome da racionalidade, objetividade e pensamento científico, e a segunda já sendo marcada pela subjetividade e sentimentalismo. No entanto, num olhar mais aprofundado, pode-se apontar uma semelhança essencial nas duas disciplinas: a abstração que as permeia. Admite-se que são abstrações diferentes, mas a compreensão de uma pode ajudar na compreensão da outra. Nas palavras de Boaler (2018):

> A arte e as representações visuais não desempenham apenas um papel terapêutico e criativo, embora ambos sejam importantes. Elas também exercem um papel fundamental ao abrir acesso à compreensão de todos os estudantes. Quando peço aos

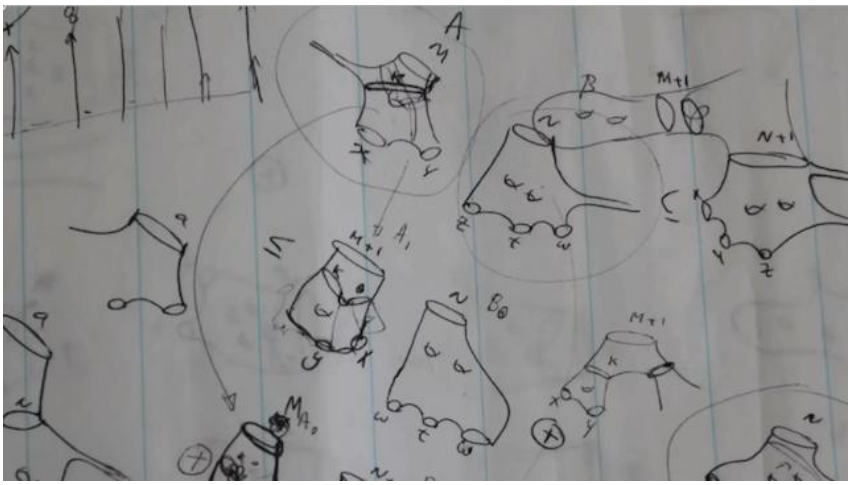
> estudantes que visualizem e desenhem ideias, sempre encontro maiores níveis de envolvimento e oportunidades para compreender ideias matemáticas que não ficam evidentes sem o recurso visual. Alguns estudantes têm mais dificuldade com ideias visuais do que outros, mas esses são os estudantes que serão mais beneficiados com a utilização desse método (p. 160).

Boaler segue o texto argumentando que o uso de representações visuais e cores ajuda na compreensão de conteúdos matemáticos, como frações e relações angulares. A autora ainda traz o relato de como Klarreich descreve o processo de Mirzakhani[2] ao pensar sobre um problema matemático:

> Você não quer escrever todos os detalhes… Mas o processo de desenhar algo o ajuda a se manter conectado. Mirzakhani contou que sua filha, de três anos, Anahita, quando a vê fazendo desenhos matemáticos, com frequência exclama: "Ah, a mamãe está pintando de novo!" quando a vê desenhando. "Talvez ela pense que sou uma pintora" (Boaler, 2018, p. 161).

Isso não é para dizer que essas representações visuais e diferentes registros semióticos são obras de arte, mas sim que a visualização e representação visual são partes importantes da prática matemática de matemáticos profissionais.

[Figura 2 - Rascunhos de Mirzakhani]



Fonte: Manus, E. 2014.

O caminho inverso também pode ser feito. Há muitos artistas profissionais que usam da linguagem matemática para suas produções; desde a proporção áurea até as produções surrealistas de Escher, o neoplasticismo de Mondrian e o neoconcretismo de Lygia Clark. Em

[2] Maryam Mirzakhani foi uma matemática iraniana-americana, sendo a primeira mulher e primeira pessoa iraniana a receber uma medalha Fields, galardoada em 2014.

todos esses casos, a abstração da Matemática é usada como uma ferramenta de compreensão de mundo, e tanto se pode analisar esses movimentos artísticos por meio da Matemática, quanto se pode pensar a abstração matemática por meio desses movimentos artísticos. Isso sem considerar as técnicas artísticas que partem de conceitos matemáticos, do ponto de fuga aos desenhos geométricos.

[Figura 3 - Pintura “Planos em Superfície Modulada Série B Nº 4”, Lygia Clark, 1958]



Fonte: Clark, L. 1958.

Já foi discutida a dicotomia feita por Crochik (2013) entre a prática científica e o ensino de ciências. No mesmo texto, o autor destaca que esta dicotomia não se estabelece da mesma forma no ensino artístico. Claro, quando estudantes de Artes criam, seu trabalho é diferente do trabalho de artistas profissionais, no entanto é inegável que o estudante está produzindo algo de teor artístico. Essa ideia pode ser apropriada nas aulas de Matemática: se o estudante de Matemática está produzindo trabalhos diferentes dos de matemáticos profissionais, que não se negue o teor matemático de suas produções. E que se garanta a autoria e autonomia dos estudantes neste processo, que devem desempenhar um papel que vá além do dos copistas medievais. Que os estudantes possam fazer Matemática da mesma forma como fazem Arte, e que eles possam levar suas vidas, vivências e experiências para Matemática ao praticá-la.

Assim, a aproximação da Matemática e da Arte sob um espectro interdisciplinar possibilita tanto novas perspectivas para se pensar a educação, quanto novas ferramentas para se trabalhar o ensino de Matemática.

## 2.2 A Matemática e o mundo: a etnomatemática

Como vimos, o domínio de estudos da Matemática e a prática científica da Matemática são coisas distintas: o primeiro engloba uma grande variedade de assuntos e temas, muitos deles presentes na vida cotidiana dos estudantes, enquanto o segundo foca na produção de conteúdos altamente abstratos, quase sempre desconexos da vida dos estudantes. No entanto, ao contrário das ciências, o mundo não carrega limitações disciplinares, e a análise desses tópicos cotidianos da Matemática muitas vezes vai tangenciar outras disciplinas, e assim pode-se construir uma abordagem interdisciplinar.

Uma ferramenta útil para essa análise é o estudo desses tópicos por meio da Etnomatemática, campo de estudos apresentado pela primeira vez por Ubiratan D'Ambrosio na década de 1970. O programa, segundo o próprio autor, é motivado pela busca de "entender o fazer/saber matemático ao longo da história, contextualizando-a em diferentes grupos de interesse, comunidades, povos e nações" (D'Ambrósio, 2022, p. 18). A Etnomatemática busca, portanto, entender a Matemática como uma manifestação cultural viva, e procura reconhecer outras formas de pensar – não europeias – como outros sistemas de conhecimento, ao invés de os desvalidar. A Matemática ensinada nas escolas é, inclusive, por si, uma etnomatemática europeia academicista (D'Ambrósio, 2022).

O próprio D'Ambrósio descreve a Etnomatemática como um programa de pesquisa, mais do que uma nova epistemologia, pois reconhece que não é possível de se chegar a uma teoria final sobre as maneiras de saber (ou fazer) Matemática de uma cultura, e a descreve como uma proposta transdisciplinar. Apesar de D'Ambrósio rejeitar o rótulo de "interdisciplinar" e preferir o termo "transdisciplinaridade" para o programa da etnomatemática, percebe-se pela forma como o autor descreve que o programa está muito mais relacionado a uma atitude em relação à Matemática do que a uma nova epistemologia. A etnomatemática envolve ir além de uma dicotomia "*matemática acadêmica x matemática do cotidiano*", e sim reconhecer a Matemática como um construto que pode ser encarado e interpretado de diversas maneiras, e que todas essas maneiras são igualmente válidas (D'Ambrósio, 2022). No entanto, vale ressaltar que o fato de elas serem igualmente válidas não significa que são universais ou intercambiáveis. Cada Matemática existe num contexto, e é adequada a este contexto. Num trabalho acadêmico de Física, para dar um exemplo crasso, não faz sentido usar a mesma interpretação de Matemática que Pitágoras pregava. Da mesma forma, num exemplo mais refinado, hoje um dos grandes desafios da educação dos povos originários do Brasil é o

alinhamento do ensino da Matemática Dominante – que para todos os efeitos é a Etnomatemática produzida na Europa – com a Etnomatemática tradicional praticada por eles.

Dentro deste tópico, vale trazer a temática da *estética do conhecimento*. Segundo as pesquisadoras Ariana Borrelli e Alexandra Grieser (2020), a estética do conhecimento é uma perspectiva que sistematiza aspectos formativos da produção, circulação e organização do conhecimento, partindo da presunção de que todos os processos de conhecimento e quaisquer produtos ou mídias que veiculam e expressam conhecimento só podem existir conjuntamente com características estéticas. E formas estéticas não são neutras, mas elementos cruciais na formação de realidades, assim como meios e objetos de relações de poder. As autoras exemplificam isso com os mapas e exploração de terras desconhecidas, que se tornaram metáforas de saber e conhecimento, e são símbolos intimamente ligados à exploração e colonização. Assim, pode-se perceber que as estéticas não são ideologicamente neutras, e, portanto, pode-se falar em ideologias estéticas. Segundo as autoras, ideologias não ficam restritas apenas às doutrinas, mas também às estruturas, sendo o modo como se dá sentido ao meio ambiente.

O autor Ubiratan D'Ambrosio (2022) ainda destaca o modo como é feita a contextualização de conteúdos matemáticos para os estudantes, ressaltando aspectos estéticos do ensino.

> A geometria do povo, dos balões e das pipas, é colorida. A geometria teórica, desde sua origem grega, eliminou a cor. [...] O que isso tem a ver? Pipas e balões? Cores? Tem tudo a ver, pois são justamente essas as primeiras e mais notáveis experiências geométricas. E a reaproximação entre Arte e Geometria não pode ser alcançada sem a mediação da cor (p. 80).

Na pintura "Festa Junina", da pintora naif[3] brasileira Djanira da Motta e Silva, podemos ver bem essas formas geométricas do povo, aliada às cores fortes e brilhantes descritas por D'Ambrósio.

[3] A arte naif, do francês "arte ingênua", é um movimento artístico caracterizado por artistas autodidatas com obras marcadas pela espontaneidade e originalidade, que, em geral, não fazem uso de técnicas e regras artísticas das artes acadêmicas. O movimento é marcado por sua simplicidade, pelas cores vibrantes e representação de cenas cotidianas.

[Figura 4. Pintura “Festa Junina”, Djanira da Motta e Silva, 1968]



Fonte: Motta e Silva, D. [s/d].

Fica clara a importância de se pensar criticamente, dentro da perspectiva da etnomatemática, não apenas no conteúdo que é apresentado em sala de aula, mas na forma como este conteúdo é apresentado. A Matemática de outras culturas não é, nem pode ser apresentada, como epistemologicamente inferior; tampouco é produtivo apresentar atividades que tratem de outras etnomatemáticas como atividades lúdicas, brincadeiras, momentos alheios à sala de aula e ao conteúdo programático da disciplina. A forma estética como se apresentam as etnomatemáticas aos estudantes também é relevante no processo de ensino.

Cabe ainda destacar que as pessoas passam por um processo de enculturamento acadêmico que nos propicia experienciar a Matemática de uma maneira.

> Os corpos dos acadêmicos estão relacionados a uma cadeia de cultura material: espaços como salas de aula, salas de conferência e seminários e laboratórios; formas expressivas tais como livros, livrarias, artigos, museus, galerias; à coreografia dos corpos nos campi; aos dispositivos de transporte e moradias temporárias e aos necessários arranjos alimentares em conferências profissionais; às ferramentas da profissão - lápis, computadores, seus programas, escritórios, mesas etc. (Carp, 2011).

Assim, a forma como se aprende a matemática é diretamente mediada pela estética do conhecimento acadêmico da Matemática, e pelo enculturamento acadêmico pelo qual os estudantes passam, que rege a forma como eles experenciarão a Matemática. Esse processo de

enculturamento é aprendido organicamente, seja pelos pais ou pela comunidade em que as pessoas estão inseridas. Cabe então à escola apresentar outras formas de se conhecer e entender o mundo.

Assim, ao acolher e conhecer outras culturas e outras formas de fazer Matemática, sem desmerecê-las ou menosprezá-las, pode-se experienciar, sensorialmente, a Matemática de outras formas.

## 2.3 História da Matemática: uma disciplina interdisciplinar

Trabalhar com a História da Matemática é diferente de contar anedotas matemáticas. Da mesma forma, as contextualizações de conteúdos didáticos não devem ser tratadas como um almanaque de curiosidades, e sim trabalhados com suas devidas finalidades pedagógicas, devendo haver uma intencionalidade por trás de cada contextualização.

Logo, o trabalho com a interdisciplinaridade na Matemática deve ser pensado para que haja a possibilidade de interação e articulação, em detrimento de abordagens pluridisciplinares, em que os conteúdos são apresentados em conjunto por apresentarem alguma relação, seja cronológica ou epistemológica, mas não apresentam nenhum grau real de integração ou interação.

> A ciência matemática surgiu da necessidade da resolução de problemas práticos do cotidiano, conferindo-lhe um carácter prático por natureza. Entretanto, a sua vertente teórica, importante ferramenta para o desenvolvimento do raciocínio, passou a ser ensinada de maneira intencional para membros de classes mais privilegiadas desde as antigas civilizações orientais (Miorim, apud Alves, 2013).

Assim, uma possível abordagem para trabalhar a interdisciplinaridade entre Matemática e História é por meio da exploração dessas aplicações cotidianas que se relacionam à origem de diversos conceitos. Mas novamente deve-se tomar cuidado para não transformar essas contextualizações históricas em anedotas.

Para evitar isso, primeiramente, deve-se repensar o que está sendo feito: uma contextualização histórica tende a reduzir a História a contexto, subjugando-a à Matemática. Estudar o teorema de Pitágoras numa abordagem interdisciplinar com a História envolve entender quem foi Pitágoras e os Pitagóricos, no que eles acreditavam e como essas crenças afetaram o fazer matemático deles. Reduzir Pitágoras a um simples matemático que investigava relações métricas em triângulos, além de um erro histórico, é infrutífero numa perspectiva pedagógica, já que não há nenhuma intencionalidade clara, é apenas uma curiosidade puxada

do almanaque matemático. Ou pior, pode incentivar uma interpretação da História da Matemática como uma longa e contínua tradição de cientistas que criaram a Matemática atual, construindo uma visão histórica linear que é antiquada, para não dizer errônea.

> Não há, porém, uma só Matemática; há muitas Matemáticas. O que chamamos de história "da" Matemática, suposta aproximação progressiva de um ideal único, imutável, tornar-se-á, na realidade, logo que se afastar a enganadora imagem da superfície histórica, uma pluralidade de processos independentes, completos em si; uma sequência de nascimentos de mundos de formas, distintos e novos, que são incorporados, transformados, abolidos; uma florescência puramente orgânica, de duração fixa, seguida de fases de maturidade, de definhamento, de morte (Spengler apud D'Ambrosio, 2022, p. 16).

Torna-se então necessário entender que o desenvolvimento da Matemática não se dá em um *continuum* histórico, mas sim em processos por vezes paralelos de diversas culturas. Nas palavras de D'Ambrósio (2022):

> Contextualizar a matemática é essencial para todos. Afinal, como deixar de relacionar os *Elementos* de Euclides com o panorama cultural da Grécia Antiga? Ou a adoção da numeração indo-arábica na Europa com o florescimento do mercantilismo nos séculos XIV e XV? E não se pode entender Newton descontextualizado. Será possível repetir alguns teoremas, memorizar tabuadas e mecanizar a efetuação de operações, e mesmo efetuar algumas derivadas e integrais, que nada têm a ver com qualquer coisa nas cidades, nos campos ou nas florestas. Alguns dirão que a contextualização não é importante, que o importante é reconhecer a matemática como a manifestação mais nobre do pensamento e da inteligência humana... E assim justificam sua importância nos currículos (p. 79).

Tatiana Roque, em seu livro *História da matemática: uma visão crítica, desfazendo mitos e lendas* (2012), critica três aspectos-chave da visão tradicional da história da Matemática: a primeira delas é que a Matemática muitas vezes é abordada como um saber operacional, cujo principal objetivo é a aplicação de fórmulas prontas a problemas; a segunda está relacionada à retratação da Matemática como um disciplina formal e abstrata por natureza, sendo destinada apenas a alguns poucos gênios; por fim, a autora critica a visão de que, ainda que existam aplicações a problemas concretos, a Matemática é um saber teórico, e que os dados empíricos servem apenas para ajudar a *purificar* ainda mais a disciplina. Muitos destes problemas historiográficos apontados pela autora se relacionam ao fato de a historiografia tradicional privilegiar a etnomatemática europeia em detrimento das outras. Nessa perspectiva, as outras etnomatemáticas são digressões na história da disciplina.

Percebe-se então que essas críticas à História da Matemática vão além de uma simples crítica ao modo como se conta a história da Matemática, também envolvendo uma reflexão e

questionamento do que se entende por Matemática, envolvendo áreas como a Filosofia e Epistemologia.

Pode parecer muito complexo então o trabalho interdisciplinar entre História e Matemática, mas vale destacar que todo trabalho interdisciplinar é, por definição, mais complexo que trabalhos pluri, multi ou monodisciplinares. Esse é inclusive um dos principais obstáculos que se encontram para implantação de currículos interdisciplinares na Educação. Mas o caso da interdisciplinaridade entre Matemática e História tem um grande facilitador: a História da Matemática em si já é uma disciplina existente. E é uma disciplina transdisciplinar, estando dentro do domínio da História da Ciência (Alfonso-Goldfarb, 1994).

A História da Ciência é um campo complexo, justamente pela transdisciplinaridade inerente a ela desde sua gênese.

> A História da Ciência oferece em suas pesquisas discussões interessantes sobre os vários modelos de conhecimento, o que sempre ajuda a repensar o ensino em geral. Mas, particularmente no ensino e na educação científicas, a História da Ciência tem servido como grande estímulo. No que se refere aos professores, um trabalho desenvolvido sobre História da Ciência evita que seus estudantes sejam tratados como *pequenos gregos* que devem ser transformados em *jovens Newtons*. Quanto aos estudantes, rompendo com a ladainha sobre superioridade e predestinação do conhecimento científico, torna-se possível sua maior participação, colocando ideias diferentes do livro-texto e dúvidas. O estudo da gênese das ideias científicas também ajuda a entender melhor seus processos e convenções, evitando a velha técnica escolar de aprender de cor (Alfonso-Goldfarb, 1994, p. 88-89).

Logo, a História da Ciência não serve apenas como um elo entre as disciplinas, mas também como uma lente crítica para examinar a própria natureza do conhecimento científico. Ela funciona como um lembrete de que a ciência não é uma narrativa linear de descobertas, mas sim uma rede complexa de ideias, influências e interpretações, moldada pelo contexto cultural, social e filosófico de cada época. Assim, ao abraçar a interdisciplinaridade entre Matemática e História, não se está apenas enriquecendo o aprendizado dos estudantes, mas também desafiando e ampliando a compreensão da Matemática como uma disciplina viva, dinâmica e profundamente enraizada na história e na cultura humanas. Este encontro entre duas disciplinas aparentemente distintas revela não apenas as conexões entre números e eventos passados, mas também a essência da Matemática como uma expressão multifacetada do pensamento humano.

# 3 ARTE ISLÂMICA E MATEMÁTICA: UMA ABORDAGEM INTERDISCIPLINAR

## 3.1 O islamismo e a Matemática

No capítulo anterior foram apresentadas algumas possíveis abordagens interdisciplinares envolvendo a Matemática. Aqui, apresenta-se uma proposta didática que mostra possibilidades práticas para essas abordagens. Para tanto, optou-se por trabalhar com o mundo islâmico, já que ele apresenta um bom recorte para trabalhar a interdisciplinaridade pelos três aspectos: arte, etnomatemática e história da ciência.

Mais especificamente, trabalhar-se-á com os padrões geométricos dos mosaicos islâmicos e seus significados dentro do sufismo. Assim, neste capítulo, delineamos uma investigação interdisciplinar centrada nos padrões geométricos dos mosaicos islâmicos, contextualizados dentro do sufísmo[4], uma vertente mística do Islã. Além disso, exploramos o conceito sufi de Mundo Imaginal, um domínio intermediário em que símbolos e linguagem desempenham papéis cruciais na comunicação entre o divino e o criado. Nesse contexto, a Matemática ocupa uma posição central, atuando como intermediária entre o mundo uno e indiferenciado e o mundo múltiplo e divino, através dos padrões geométricos intrincados presentes na arte islâmica.

Este capítulo desvela as profundezas dessa interação, analisando como os padrões geométricos e a Matemática, enquanto linguagem simbólica, se tornam pontes entre o manifestado e o não manifestado, entre o material e o espiritual. A análise meticulosa desses elementos proporciona uma compreensão aprofundada da riqueza e da complexidade das relações entre Matemática, arte islâmica e espiritualidade sufista, ressaltando a importância de uma abordagem interdisciplinar para desvendar as intrincadas camadas de significado presentes nesse contexto cultural e religioso.

[4] O sufismo é uma corrente mística e contemplativa do Islão. Neste texto, para simplificar a compreensão, usa-se islâmico e muçulmano como sinônimo de sufis, mas é importante notar que há uma série de correntes islâmicas e nem todas seguem os preceitos sufistas.

### *3.1.1 A abstração*

O islamismo tem uma relação altamente conturbada com a arte figurativa. Por mais que ela não seja explicitamente proibida no Alcorão, há hadiths[5] que a proíbem explicitamente, como se pode observar no aforismo: "Os artistas que fazem imagens serão punidos no dia do juízo por um julgamento de Deus que lhes imporá a impossível tarefa de ressuscitar suas obras". Mas não é por essa razão que os islâmicos deixariam de exercer a arte, como afirma Ibn Rashek, "os árabes reservaram para si a arte do verbo" (Hanania, 2019):

> O verbo que, então, se transformou em arte. O árabe substituiu a imagem pelo signo, voltando-se para o abstracionismo. A escrita tornou-se o veículo principal da simbologia islâmica. Signos e símbolos são a matéria privilegiada do pintor espiritualista, e este é exatamente o caso do árabe, que se expressa na arte caligráfica (Hanania, [s/d]).

Se, para os muçulmanos, a tendência para o abstracionismo inicialmente pôde ser confundida com uma transgressão sutil de uma proibição, não passou muito tempo antes deles se identificarem inteiramente com ela, a ponto de críticos considerarem que no mundo islâmico aparece quase que exclusivamente a arte abstrata. Enquanto o figurativismo se associava à degradação da arte, a arte da Caligrafia estava associada à elevação. Ligada à palavra divina, pôs-se à serviço da fé e da beleza, e tornou-se símbolo religioso.

> Ritmo e cadência obtidos pela repetição das letras, das palavras, das frases... Repetição que é marca profunda do Oriente: a repetição que é a música, a repetição que é o arabesco, as frases que se repetem infinitamente. Em plano religioso e em plano místico, o dhikr: a repetição ininterrupta, pelos tempos infinitos, do nome de Allah, em que o crente se anestesia apenas com a repetição do nome de Deus, que leva ao êxtase, o que, em definição rápida, é o contato direto, imediato, com Deus, dispensando intermediários (Hanania, [s/d]).

Outra forma em que o abstracionismo aparece na arte islâmica é por meio da geometria. De acordo com Sylvia Leite (2007), "na visão tradicional[6], esses padrões nada mais são que a versão visual do processo de criação e das relações encontradas na rede de correspondência que compõe o mundo". Assim, nos padrões geométricos, os muçulmanos encontram uma forma de expressar sua filosofia, assim como na caligrafia.

---

[5] O Hadith (ou Hádice) é um conjunto de leis, lendas e histórias sobre a vida de Maomé. Para grande parte dos muçulmanos, o Hádice expõe com autoridade os significados do Alcorão.

[6] Aqui, o sentido de 'tradicional' aparece um pouco diferente do que normalmente é utilizado no cotidiano. Por tradicional, entende-se o conhecimento tradicional, em que não havia dissociação dos conhecimentos quantitativo e qualitativo, algo que, segundo a autora, perdeu-se no mundo moderno.

Sylvia Leite ainda nos mostra que, por mais que exista a proibição em relação à arte figurativa, não se pode reduzir toda a iconoclastia do Islão a uma simples proibição religiosa que teria empobrecido sua arte, mas pelo contrário, que essas formas de arte surgem não apenas como uma simples negação das imagens, mas como afirmação de princípios filosóficos próprios.

> Os sufis enxergam nas figuras geométricas uma maneira de representar Deus e os atributos divinos não por meio de coisas, mas de relações; não lhes atribuindo formas complexas, mas propondo alusões simbólicas e iniciando assim um movimento analógico que pode se expandir e contrair infinitamente, servindo de ponte (movimento horizontal) entre as diversas linguagens e de escada (movimento vertical) entre os diversos níveis de existência (Leite, 2007, p.35).

Na próxima seção, discorreremos um pouco mais sobre o que a autora quer dizer quando fala em relação ao movimento vertical, a escada entre os diversos níveis de existência.

### *3.1.2 O Mundo Imaginal*

O mestre sufi Ibn Al'Arab nos apresenta em seus ensinamentos que existem dois mundos: o Mundo dividido, em que tudo é uno e indiferenciável; e o mundo criado, onde tudo é múltiplo e divino. Entre esses dois mundos há ainda um reino intermediário que serve como passagem de uma condição a outra. É nesse lugar, conhecido como mundus imaginalis, que se encontram a linguagem e os símbolos, instrumentos por meio dos quais o divino torna suas qualidades manifestas e os seres criados alcançam o divino. Esse mundo intermediário é onde o mundo divino se torna criado e o criado se torna divino. É onde a realidade divina se converte em símbolos, e, portanto, em linguagem (Leite, 2007).

Pode-se relacionar essa visão diretamente com os ideais platônicos, especialmente sabendo que o povo árabe teve muita influência dos conhecimentos clássicos, tendo sido eles os responsáveis pela tradução de diversas obras gregas (Roque, 2012).

Assim, pode-se observar que numa visão de mundo islâmica, a Matemática, junto dos símbolos e das outras linguagens, mora num mundo intermediário entre o Mundo dividido, em que tudo é indiscernível, e o mundo criado, em que tudo é múltiplo. Assim, ela é o intermédio entre o não manifesto, uno, que existe apenas como possibilidades, e o manifesto, o material, o empírico, o múltiplo.

## 3.2 Apresentação da proposta

Não é por acaso que no segundo capítulo deste trabalho foram definidas três possibilidades de abordagens interdisciplinares envolvendo a Matemática. É justamente por meio delas — Arte, Etnomatemática e Histórica da Matemática — que será construída uma proposta de trabalho interdisciplinar com a Arte Islâmica.

Também é importante notar que já existem trabalhos que propõem o ensino de Matemática, e mais especificamente de Geometria e Desenho Geométrico, a partir dos padrões geométricos islâmicos. No entanto, a abordagem da qual a maioria deles parte é, normalmente, multidisciplinar ou pluridisciplinar, usando dos Padrões Geométricos como uma ferramenta subordinada à Matemática. Como visto no primeiro capítulo, uma abordagem interdisciplinar colocaria as disciplinas envolvidas em um pé de igualdade, sem que uma se faça mais importante que as outras. Outro aspecto importante da interdisciplinaridade é a interação e integração das disciplinas que a compõem, algo que não é muito visto nessas abordagens, em que os Padrões Geométricos aparecem simplesmente como uma contextualização para o conteúdo matemático, sem muito aprofundamento sobre seus significados históricos ou culturais para a cultura islâmica.

O projeto será construído dentro da metodologia da Aprendizagem Baseada em Projeto (ABP), usando como referência William Bender e seu livro "Aprendizagem baseada em Projetos: educação diferenciada para o século XXI". Bender traz em seu livro uma definição para a APB, dizendo que

> A APB pode ser definida pela utilização de projetos autênticos e realistas, baseados em uma questão, tarefa ou problema altamente motivador e envolvente, para ensinar conteúdos acadêmicos aos estudantes no contexto do trabalho cooperativo para a resolução de problemas (Bender, 2014).

Entende-se então que APB seria capaz tanto de gerar um engajamento significativo nos estudantes, quanto de motivá-los a explorar e se conscientizar sobre tópicos relevantes no mundo, como a islamofobia e a crise de refugiados. Para o projeto de APB, serão utilizadas as seguintes informações: âncora; questões motrizes; tarefas a serem cumpridas; recursos necessários; e artefatos previstos.

A "âncora" pode ser pensada como a apresentação do projeto para os estudantes. Ela pode ser um texto breve ou mesmo um vídeo, sendo importante ela garantir o engajamento e interesse dos estudantes com o projeto. Já as "questões motrizes" são questões que têm tanto como objetivo manter o engajamento dos estudantes quanto a focar sua pesquisa e produção.

Além disso, essas questões podem ajudar o professor a regular o nível de dificuldade do projeto, evitando questões óbvias e objetivas, cujas respostas podem facilmente ser encontradas no Google, ou questões muito amplas e complexas, que demandam longas monografias para serem respondidas. Ainda há as "tarefas a serem cumpridas", que auxiliam o professor a traçar a rota do projeto, ao mesmo tempo em que garante autonomia dos estudantes. Por sua vez, os "recursos necessários" vão variar de projeto para projeto, e muitas vezes ao longo do desenvolvimento de um projeto pode surgir a necessidade de algum recurso específico que não foi previsto no início. No entanto, ainda é interessante estabelecer uma lista de recursos que serão utilizados ao longo do projeto logo cedo, para reduzir a possibilidade de imprevistos. Esses recursos podem ser tanto materiais artísticos (cartolinas, canetas hidrocor, tesoura), quanto espaços físicos (sala de projeção, atelier artístico) e referências bibliográficas (livros, vídeos, notícias). Por fim, os "artefatos previstos" podem ser interpretados como o objetivo do projeto, a produção final que será síntese do aprendizado dos estudantes (Bender, 2014).

Assim, o projeto foi dividido em quatro etapas, todas baseadas nos eixos estruturantes da BNCC: Investigação Científica, Processos Criativos, Mediação e Intervenção Sociocultural e Empreendedorismo. Todas as etapas são conduzidas por uma questão motriz central, que guia o projeto: "*Qual a importância da Matemática para o mundo Islâmico Medieval?*". Além desta questão, cada etapa vai apresentar uma questão motriz secundária, buscando garantir o engajamento dos estudantes em cada etapa específica.

No eixo de Investigação Científica, será proposto um estudo bibliográfico sobre o desenvolvimento da Matemática no Mundo Islâmico. Já no eixo de Processos Criativos será proposta a criação de painéis ou murais com os padrões geométricos islâmicos. No eixo de Mediação e Intervenção Sociocultural, será proposto que os estudantes façam uma pesquisa sobre como a sua comunidade percebe a cultura muçulmana. Por fim, no eixo sobre Empreendedorismo, a proposta será de que os estudantes organizem uma mostra, expondo os artefatos produzidos nas etapas anteriores.

O trabalho propõe que os quatro eixos sejam trabalhados ao longo de um ano, cada um sendo trabalhado ao longo de um trimestre. Assim, o projeto trabalharia todos os eixos propostos pela BNCC. No entanto, a modularização do projeto permite que um professor opte por trabalhar certos eixos estruturantes e outros não.

### *3.2.1 Investigação Científica*

A etapa inicial propõe que estudantes realizem uma pesquisa bibliográfica sobre avanços e descobertas matemáticas feitas no mundo Islâmico Medieval, com o objetivo

principal de introduzir os estudantes ao tema da Etnomatemática no contexto islâmico, fornecendo uma primeira visão sobre a interseção entre a Matemática e a cultura islâmica. Além disso, busca-se apresentar aos estudantes uma perspectiva diversa e culturalmente enriquecedora da Matemática, por meio de uma abordagem investigativa e científica.

Para atingir esse objetivo, o primeiro passo envolverá uma pesquisa em diversas áreas, como a Matemática aplicada em Arquitetura, Astronomia e Arte, assim como as contribuições dos matemáticos islâmicos para produção, preservação e perpetuação do conhecimento matemático. Espera-se apresentar aos estudantes a tradição matemática islâmica, destacando especialmente sua relevância histórica e cultural. Além disso, a etapa busca incentivar o pensamento crítico e investigativo dos estudantes, incorporando elementos culturais e históricos, introduzindo os estudantes ao conceito de Etnomatemática, encorajando-os a analisar como diferentes culturas aplicam e percebem a Matemática em suas vidas cotidianas. Por fim, a etapa ainda tem o objetivo de aprimorar as habilidades de pesquisa dos estudantes, incluindo a coleta de dados, análise crítica de fontes e apresentação de resultados de forma clara e organizada.

Para isso, os estudantes serão guiados na busca por informações em fontes confiáveis, como livros acadêmicos, artigos científicos e recursos de instituições de pesquisa. A metodologia também incentivará a discussão em sala de aula, promovendo a troca de ideias e perspectivas entre os estudantes.

Ao final desta etapa, espera-se que os estudantes tenham adquirido uma compreensão mais profunda da interseção entre Matemática e cultura islâmica, além de terem desenvolvido habilidades de pesquisa e pensamento crítico. Esta introdução à investigação científica em Etnomatemática islâmica ajudará a estabelecer uma base para as próximas fases do projeto, enriquecendo não apenas o conhecimento matemático dos estudantes, mas também sua apreciação pela diversidade cultural e histórica da Matemática.

O quadro 1 mostra a estrutura que o projeto vai apresentar. Como âncora, teremos um vídeo da UNIVESP sobre a álgebra islâmica medieval. As questões motrizes buscam guiá-los na busca das contribuições feitas pelo povo islâmico à Matemática e às ciências, ao passo que as tarefas têm como objetivo ajudá-los na construção de uma pesquisa bibliográfica. Ao final, como artefato produzido, espera-se que os estudantes construam um texto de divulgação científica da pesquisa deles, que pode assumir a forma de uma revista, um post em um blog ou mesmo um podcast.

Quadro 1 - Projeto de Investigação Científica

| | |
|---|---|
| Âncora | UNIVESP - História da Matemática - Episódios da Álgebra Islâmica Medieval (vídeo)[7] |
| Questões | 1. Quais são as principais descobertas feitas por matemáticos árabes?<br>2. Por que foram feitos tanto avanços científicos no mundo islâmico medieval?<br>3. Qual a influência que o mundo islâmico teve na Matemática dos dias atuais? |
| Tarefas | 1. Pesquisar bibliografia sobre Matemática islâmica, história da arte islâmica e etnomatemática para obter uma compreensão básica do tema.<br>2. Explorar *websites* acadêmicos, museus virtuais com coleções islâmicas e vídeos educativos para obter *insights* sobre aplicações matemáticas na cultura islâmica.<br>3. Investigar as contribuições específicas de matemáticos islâmicos notáveis, destacando suas descobertas e métodos.<br>4. Escrever artigos para uma revista acadêmica, criar podcasts ou posts para blogs, ou elaborar cartazes informativos sobre descobertas e aplicações matemáticas no mundo islâmico. |
| Recursos | Bibliografia sobre Matemática islâmica, história da arte islâmica e etnomatemática.<br>Websites acadêmicos, museus virtuais com coleções islâmicas, vídeos educativos.<br>Fotos de padrões geométricos em mesquitas e artefatos islâmicos, diagramas e ilustrações explicativas.<br>Acesso a *softwares* de edição de texto, como Word ou Google Documentos. |
| Artefatos | Revista ou Podcast ou Blog ou Cartazes |

Fonte: Elaboração própria.

Ao longo desta etapa, espera-se que os estudantes mobilizem as habilidades da BNCC apresentadas no quadro a seguir, sendo interessante destacar que, para este primeiro momento, não estão sendo utilizadas nenhuma habilidade da categoria Matemática e suas Tecnologias. Isso acontece porque esta categoria é primariamente de pesquisa bibliográfica, e as habilidades matemáticas na BNCC são primariamente operacionais e analíticas, conforme pode ser visto no Quadro 2.

[7] UNIVESP. História da Matemática - Episódios da Álgebra Islâmica Medieval. YouTube, 16 de jun. de 2021. 11min45s. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Ti90fc2eYpw>. Acesso em: 05 jan. 2025.

Quadro 2 - Habilidades do Projeto de Investigação Científica

| | | |
|---|---|---|
| Linguagens e suas Tecnologias | EM13 LGG703 | Utilizar diferentes linguagens, mídias e ferramentas digitais em processos de produção coletiva, colaborativa e projetos autorais em ambientes digitais. |
| | EM13 LGG704 | Apropriar-se criticamente de processos de pesquisa e busca de informação, por meio de ferramentas e dos novos formatos de produção e distribuição do conhecimento na cultura de rede. |
| Língua Portuguesa | EM13 LP12 | Selecionar informações, dados e argumentos em fontes confiáveis, impressas e digitais, e utilizá-los de forma referenciada, para que o texto a ser produzido tenha um nível de aprofundamento adequado (para além do senso comum) e contemple a sustentação das posições defendidas. |
| | EM13 LP18 | Utilizar *softwares* de edição de textos, fotos, vídeos e áudio, além de ferramentas e ambientes colaborativos para criar textos e produções multissemióticas com finalidades diversas, explorando os recursos e efeitos disponíveis e apropriando-se de práticas colaborativas de escrita, de construção coletiva do conhecimento e de desenvolvimento de projetos. |
| Ciências Humanas e Sociais Aplicadas | EM13 CHS101 | Identificar, analisar e comparar diferentes fontes e narrativas expressas em diversas linguagens, com vistas à compreensão de ideias filosóficas e de processos e eventos históricos, geográficos, políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais. |
| | EM13 CHS103 | Elaborar hipóteses, selecionar evidências e compor argumentos relativos a processos políticos, econômicos, sociais, ambientais, culturais e epistemológicos, com base na sistematização de dados e informações de diversas naturezas (expressões artísticas, textos filosóficos e sociológicos, documentos históricos e geográficos, gráficos, mapas, tabelas, tradições orais, entre outros). |
| | EM13 CHS104 | Analisar objetos e vestígios da cultura material e imaterial de modo a identificar conhecimentos, valores, crenças e práticas que caracterizam a identidade e a diversidade cultural de diferentes sociedades inseridas no tempo e no espaço. |

Fonte: Brasil, 2017.

A avaliação dessa etapa será estruturada para abarcar tanto o processo de pesquisa quanto os resultados obtidos pelos estudantes, permitindo uma avaliação abrangente de suas habilidades e comprometimento com o tema. Na etapa de pesquisa, os estudantes serão avaliados quanto à coleta de informações relevantes sobre a Matemática islâmica a partir de fontes confiáveis, sendo analisada se os estudantes identificaram dados precisos e pertinentes para o tema, além da utilização adequada de bibliotecas, bases de dados *online* e outras fontes acadêmicas. Ainda será avaliado se os estudantes souberam analisar criticamente as informações coletadas. Para avaliar os resultados objetivos, serão considerados aspectos como a exposição clara e lógica do trabalho, além de uma organização dos dados, por meio de introdução bem elaborada, desenvolvimento progressivo de ideias e conclusão sólida.

### *3.2.2 Processos Criativos*

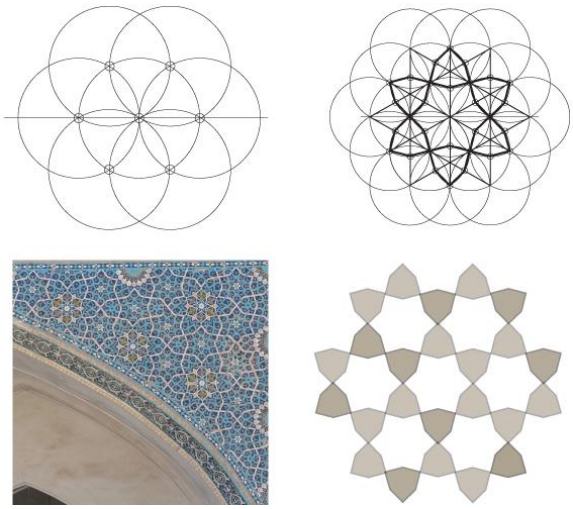
Esta etapa propõe que estudantes construam seus próprios mosaicos usando os padrões geométricos, com o objetivo tanto de promover a criatividade deles, como também de trabalhar conceitos matemáticos como desenho geométrico e construção e aplicação de algoritmos. Na

construção desses padrões, os estudantes irão mobilizar conhecimentos de desenho geométrico, além de trabalhar noções de espacialidade, reprodução de algoritmos, planejamento de projetos e solução de problemas.

Para atingir tais objetivos, a etapa se inicia guiando os estudantes por meio de atividades que visam consolidar um entendimento sobre desenho geométrico. Enfatizando a prática e a familiarização com diferentes técnicas, essas atividades preparatórias permitirão que os estudantes se sintam confortáveis para criar padrões geométricos mais complexos.

O planejamento da construção dos painéis também será uma parte fundamental do processo. Embora o professor possa fornecer vídeos exemplificando diferentes abordagens, a ênfase será dada à criatividade e ao pensamento autônomo dos estudantes. Diversas possibilidades de construção serão apresentadas, como fazer esboços dos padrões e cortar as formas a serem utilizadas para depois colá-las em uma cartolina, criar *stencils* para aplicação na superfície ou até mesmo construir esses padrões em programas de edição de imagens para posterior impressão em *banners*. Os estudantes podem assim experenciar, sensorialmente, a Matemática de uma forma diferente.

[Figura 5 – Exemplo de construção de mosaico islâmico]



Fonte: Henry, R. [s/d].

Ao final desta etapa, espera-se que os estudantes tenham aprendido a seguir algoritmos de forma independente, além de uma expansão considerável de seu conhecimento geométrico. Ainda se espera que os estudantes se manifestem artisticamente e que entendam os mosaicos não apenas como uma manifestação artística muçulmana, mas também como uma manifestação filosófica.

No quadro 3, temos mais um vídeo como âncora, que explica tanto sobre as origens dos padrões geométricos, quanto dá um breve tutorial sobre a elaboração deles. Também nesta etapa, dependendo da faixa etária dos estudantes, pode-se usar os textos apresentados na seção 3.1.1. e 3.1.2. do trabalho, para explorar mais os aspectos filosóficos dos padrões islâmicos. As questões motrizes apresentadas aqui têm o intuito justamente de fazer os estudantes questionarem sobre esses significados mais metafísicos que a arte pode trazer. Já as Tarefas da etapa têm o objetivo de guiar a produção de um mosaico inspirado pela tradição islâmica pelos próprios alunos, que será o artefato final. É importante aqui delimitar logo cedo com os estudantes, ou mesmo com a administração escolar, qual será a forma da apresentação dos mosaicos, pois isso influenciará muito no tipo de recurso necessário para o projeto.

Quadro 3 - Projeto de Processos Criativos

| | |
|---|---|
| Âncora | TED-Ed - A complexidade geométrica dos desenhos islâmicos — Eric Broug (vídeo)[8]<br><br>Junto ao vídeo, as seções 3.1.1. e 3.1.2 do trabalho podem ser usadas como âncora para esta etapa do projeto. |
| Questões | 1. Por que os muçulmanos produziam padrões geométricos tão complexos?<br>2. Quais os significados que os padrões geométricos islâmicos têm dentro da cultura deles? |
| Tarefas | 1. Aprender a fazer desenhos geométricos<br>2. Fazer um rascunho do mosaico<br>3. Planejar o passo a passo de como fazer o mosaico<br>4. Escrever um manual contando como fazer o mosaico<br>5. Produzir um mosaico seguindo as orientações do manual. |
| Recursos | Para mosaicos físicos, podem ser usados materiais de desenho geométrico, como compasso, esquadro e régua. Cartolina grande para servir de base para o mosaico, papéis coloridos, itens para colorir (canetinha, giz de cera, lápis de colorir, tintas). Dependendo, também pode ser usados estêncis, com folha de acetato e tesoura, além de caneta marcadora permanente para desenhar na folha.<br>Caso se opte por fazer virtualmente, será necessário acesso a *softwares* de edição de imagem livres ou para estudantes, como *Photoshop* ou similares. |
| Artefatos | Manual de como produzir mosaicos no estilo islâmico.<br>Painel de mosaico em estilo islâmico. |

Fonte: Elaboração própria.

Como mostra o quadro 4, nesta etapa, já temos uma mobilização de habilidades mais explicitamente matemáticas, além de continuarmos com habilidades de Linguagem e suas Tecnologias, que abordam a expressão artística, e de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas, que abordam aspectos da cultura material e da filosofia.

[8] TED-ED. A complexidade geométrica dos desenhos islâmicos — Eric Broug. YouTube, 14 de mai. de 2015. 5min06s. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=pg1NpMmPv48>. Acesso em: 05 jan. 2025.

Quadro 4 - Habilidades do Projeto de Processos Criativos

| | | |
|---|---|---|
| Linguagens e suas Tecnologias | EM13 LGG201 | Utilizar as diversas linguagens (artísticas, corporais e verbais) em diferentes contextos, valorizando-as como fenômeno social, cultural, histórico, variável, heterogêneo e sensível aos contextos de uso. |
| | EM13 LGG601 | Apropriar-se do patrimônio artístico de diferentes tempos e lugares, compreendendo a sua diversidade, bem como os processos de legitimação das manifestações artísticas na sociedade, desenvolvendo visão crítica e histórica. |
| | EM13 LGG603 | Expressar-se e atuar em processos de criação autorais individuais e coletivos nas diferentes linguagens artísticas (artes visuais, audiovisual, dança, música e teatro) e nas intersecções entre elas, recorrendo a referências estéticas e culturais, conhecimentos de naturezas diversas (artísticos, históricos, sociais e políticos) e experiências individuais e coletivas. |
| | EM13 LGG604 | Relacionar as práticas artísticas às diferentes dimensões da vida social, cultural, política e econômica e identificar o processo de construção histórica dessas práticas. |
| Matemática e suas Tecnologias | EM13 MAT105 | Utilizar as noções de transformações isométricas (translação, reflexão, rotação e composições destas) e transformações homotéticas para construir figuras e analisar elementos da natureza e diferentes produções humanas (fractais, construções civis, obras de arte, entre outras). |
| | EM13 MAT505 | Resolver problemas sobre ladrilhamento do plano, com ou sem apoio de aplicativos de geometria dinâmica, para conjecturar a respeito dos tipos ou composição de polígonos que podem ser utilizados em ladrilhamento, generalizando padrões observados. |
| Ciências Humanas e Sociais Aplicadas | EM13 CHS101 | Identificar, analisar e comparar diferentes fontes e narrativas expressas em diversas linguagens, com vistas à compreensão de ideias filosóficas e de processos e eventos históricos, geográficos, políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais. |
| | EM13 CHS104 | Analisar objetos e vestígios da cultura material e imaterial de modo a identificar conhecimentos, valores, crenças e práticas que caracterizam a identidade e a diversidade cultural de diferentes sociedades inseridas no tempo e no espaço. |

Fonte: Brasil, 2017.

Nesta fase do projeto, a avaliação será estruturada para capturar não apenas o domínio técnico dos estudantes em desenho geométrico, mas também sua criatividade, autonomia, habilidades de comunicação e colaboração. Os critérios de avaliação são estruturados para garantir uma análise completa do processo de construção dos padrões geométricos.

A avaliação das habilidades mobilizadas será feita por meio da observação direta do trabalho dos estudantes durante a fase de preparação, destacando a precisão na aplicação dos conceitos ensinados. Já a capacidade dos estudantes de planejar autonomamente a construção dos padrões geométricos, escolhendo métodos e técnicas apropriadas serão feitas por meio da revisão dos planos de construção elaborados pelos estudantes, observando a lógica na seleção das abordagens e ferramentas utilizadas. Será ainda feita a avaliação da colaboração entre os membros do grupo, promovendo a comunicação eficaz, compartilhamento de ideias e resolução conjunta de desafios.

Ao empregar esses critérios de avaliação, será possível não apenas avaliar o desempenho técnico dos estudantes, mas também reconhecer e valorizar suas habilidades

criativas, capacidade de planejamento autônomo, trabalho em equipe eficaz e expressão artística.

### *3.2.3 Mediação e Intervenção Sociocultural*

Esta etapa da pesquisa propõe que os estudantes realizem uma investigação sobre a percepção que a comunidade em que estão inseridos tem sobre o mundo islâmico e cultura árabe. O objetivo principal desta etapa consiste em compreender as ideias, concepções e eventuais estereótipos e preconceitos que os membros da comunidade possuem sobre o mundo islâmico, bem como avaliar sua familiaridade com indivíduos muçulmanos.

Para atingir tais objetivos, os estudantes serão incentivados a conduzir pesquisas de campo utilizando métodos qualitativos e quantitativos. A metodologia envolverá a aplicação de questionários estruturados e entrevistas semiestruturadas, possibilitando uma análise detalhada das percepções da comunidade acerca do mundo islâmico.

O foco da pesquisa de campo será explorar questões específicas: qual é a visão predominante da comunidade sobre o mundo islâmico? Existem estereótipos ou concepções equivocadas sobre os muçulmanos?

Esta pesquisa não apenas aprimorará as habilidades de pesquisa dos estudantes, mas também fomentará uma compreensão mais profunda das dinâmicas sociais e culturais dentro da comunidade local, alinhando-se assim com os objetivos da BNCC em promover uma educação que valoriza a diversidade e o entendimento intercultural. Ao concluir esta etapa, espera-se que os estudantes obtenham percepções que servirão como base para intervenções socioculturais eficazes e sensíveis, visando promover a compreensão intercultural e a coexistência harmoniosa entre diferentes grupos na sociedade.

O Quadro 5 ilustra os passos desta etapa do projeto. Para iniciar, a âncora é uma notícia que fala sobre a criação do primeiro relatório sobre islamofobia no Brasil. Como esta etapa culmina na construção de pesquisa quantitativas e qualitativas, aqui os estudantes já podem se familiarizar com formas de exposição e análise crítica dos dados, além de os conscientizar sobre as violências sofridas pelo povo islâmico no Brasil. A questão motriz os leva a investigar dentro da comunidade em que estão inseridos como se manifestam esses preconceitos, e as tarefas os guiam na produção da pesquisa. Como artefato, os estudantes devem divulgar os resultados da pesquisa, por meio de *banners*, cartazes, panfletos ou outro meio que eles achem eficaz.

Quadro 5 - Projeto de Mediação e Intervenção Sociocultural

| | |
|---|---|
| Âncora | MARCHIORE, B. SILVA, G. R. da. Pesquisadores da USP lançam o primeiro relatório sobre islamofobia no Brasil - Jornal da USP (artigo)[9] |
| Questões | Como a população árabe é percebida hoje dentro da comunidade em que estamos inseridos? |
| Tarefas | 1. Procurar notícias sobre o mundo árabe atualmente;<br>2. Construir um questionário para descobrir o que a comunidade sabe sobre o mundo árabe;<br>3. Aplicar o questionário;<br>4. Analisar os resultados;<br>5. Apresentar os resultados. |
| Recursos | Computadores com *softwares* para edição de planilhas instalado, como Microsoft Excel ou Google Sheets.<br>Para produção de cartazes, cartolinas e canetinhas, lápis de colorir, régua, compasso e transferidor.<br>Para produção de banners ou panfletos, podem ser usados o *Canvas*, *Word*, *PowerPoint*, *Photoshop* ou *softwares* similares. |
| Artefatos | Cartaz ou *Banner* ou Panfletos. |

Fonte: Elaboração própria.

Esta etapa mobiliza as diversas habilidades envolvidas na produção de uma pesquisa, desde a percepção cultural do que será pesquisado, até análises qualitativas e quantitativas dos dados eventualmente levantados. A etapa ainda envolve a divulgação dos resultados da pesquisa, que pode ser tão relevante quanto a própria pesquisa em si, como mostra o Quadro 6.

[9] MARCHIORE, B. SILVA, G. R. da. Pesquisadores da USP lançam o primeiro relatório sobre islamofobia no Brasil. Jornal da USP, São Paulo, 10 de nov. de 2022. Disponível em: <https://jornal.usp.br/campus-ribeirao-preto/pesquisadores-da-usp-lancam-o-primeiro-relatorio-sobre-islamofobia-no-brasil/>. Acesso em: 05 jan. 2025.

Quadro 6 - Habilidades do Projeto de Mediação e Intervenção Sociocultural

| | | |
|---|---|---|
| Linguagens e suas Tecnologias | EM13 LGG703 | Utilizar diferentes linguagens, mídias e ferramentas digitais em processos de produção coletiva, colaborativa e projetos autorais em ambientes digitais. |
| | EM13 LGG704 | Apropriar-se criticamente de processos de pesquisa e busca de informação, por meio de ferramentas e dos novos formatos de produção e distribuição do conhecimento na cultura de rede. |
| Língua Portuguesa | EM13LP 33 | Selecionar, elaborar e utilizar instrumentos de coleta de dados e informações (questionários, enquetes, mapeamentos, opinários) e de tratamento e análise dos conteúdos obtidos, que atendam adequadamente a diferentes objetivos de pesquisa. |
| | EM13LP 34 | Produzir textos para a divulgação do conhecimento e de resultados de levantamentos e pesquisas - texto monográfico, ensaio, artigo de divulgação científica, verbete de enciclopédia (colaborativa ou não), infográfico (estático ou animado), relato de experimento, relatório, relatório multimidiático de campo, reportagem científica, podcast ou vlog científico, apresentações orais, seminários, comunicações em mesas redondas, mapas dinâmicos etc. -, considerando o contexto de produção e utilizando os conhecimentos sobre os gêneros de divulgação científica, de forma a engajar-se em processos significativos de socialização e divulgação do conhecimento. |
| Matemática e suas Tecnologias | EM13 MAT2104 | Interpretar taxas e índices de natureza socioeconômica (índice de desenvolvimento humano, taxas de inflação, entre outros), investigando os processos de cálculo desses números, para analisar criticamente a realidade e produzir argumentos. |
| | EM13 MAT202 | Planejar e executar pesquisa amostral sobre questões relevantes, usando dados coletados diretamente ou em diferentes fontes, e comunicar os resultados por meio de relatório contendo gráficos e interpretação das medidas de tendência central e das medidas de dispersão (amplitude e desvio padrão), utilizando ou não recursos tecnológicos. |
| | EM13 MAT316 | Resolver e elaborar problemas, em diferentes contextos, que envolvem cálculo e interpretação das medidas de tendência central (média, moda, mediana) e das medidas de dispersão (amplitude, variância e desvio padrão). |
| | EM13 MAT406 | Construir e interpretar tabelas e gráficos de frequências com base em dados obtidos em pesquisas por amostras estatísticas, incluindo ou não o uso de softwares que inter-relacionem estatística, geometria e álgebra. |
| | EM13 MAT407 | Interpretar e comparar conjuntos de dados estatísticos por meio de diferentes diagramas e gráficos (histograma, de caixa (box-plot), de ramos e folhas, entre outros), reconhecendo os mais eficientes para sua análise. |
| Ciências Humanas e Sociais Aplicadas | EM13 CHS101 | Identificar, analisar e comparar diferentes fontes e narrativas expressas em diversas linguagens, com vistas à compreensão de ideias filosóficas e de processos e eventos históricos, geográficos, políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais. |
| | EM13 CHS103 | Elaborar hipóteses, selecionar evidências e compor argumentos relativos a processos políticos, econômicos, sociais, ambientais, culturais e epistemológicos, com base na sistematização de dados e informações de diversas naturezas (expressões artísticas, textos filosóficos e sociológicos, documentos históricos e geográficos, gráficos, mapas, tabelas, tradições orais, entre outros). |
| | EM13 CHS104 | Analisar objetos e vestígios da cultura material e imaterial de modo a identificar conhecimentos, valores, crenças e práticas que caracterizam a identidade e a diversidade cultural de diferentes sociedades inseridas no tempo e no espaço. |
| | EM13 CHS502 | Analisar situações da vida cotidiana, estilos de vida, valores, condutas etc., desnaturalizando e problematizando formas de desigualdade, preconceito, intolerância e discriminação, e identificar ações que promovam os Direitos Humanos, a solidariedade e o respeito às diferenças e às liberdades individuais. |

Fonte: Brasil, 2017.

Para avaliar os estudantes durante a realização do projeto de pesquisa, serão empregados critérios específicos e instrumentos de avaliação adequados a cada fase do processo. Para os questionários qualitativos, a avaliação será feita sobre a clareza, relevância e estrutura das perguntas, assegurando que sejam compreensíveis aos participantes e estejam alinhadas com os objetivos da pesquisa. Já para os quantitativos, a avaliação da precisão na tabulação dos dados, da correta aplicação dos métodos estatísticos e da interpretação dos resultados para identificar padrões e tendências.

Mas o instrumento de avaliação principal será um relatório que será produzido expondo os resultados da pesquisa, incluindo gráficos e análises. Além disso, como nas outras etapas, a capacidade dos estudantes em comunicar eficazmente os resultados da pesquisa também será avaliada, verificando se eles souberam explicar as conclusões alcançadas e propor possíveis intervenções socioculturais baseadas nos insights obtidos.

### *3.2.4 Empreendedorismo*

Nesta etapa do projeto, propõe-se que os estudantes apresentem à comunidade escolar as produções que elaboraram anteriormente, com o objetivo de divulgar os trabalhos e pesquisas produzidos até então. Para atingir esse propósito, eles organizarão uma Mostra de Cultura Árabe, em que, além de exibirem as produções feitas em etapas anteriores, os estudantes deverão pesquisar e promover elementos da cultura árabe para divulgação na comunidade. A participação ativa dos estudantes na organização da mostra é essencial. Ao atribuir-lhes a responsabilidade de planejar e gerenciar o evento, não apenas se busca a aplicação prática de habilidades organizacionais, mas também o desenvolvimento do entendimento sobre orçamentos. Esta experiência prática não só reforçará os conhecimentos teóricos sobre finanças, mas também proporcionará uma compreensão mais profunda sobre a gestão eficiente de recursos em um contexto real.

No decorrer desta etapa, os estudantes poderão ainda produzir doces e quitutes árabes e levantar dinheiro para instituições de caridade que visam proteger as pessoas refugiadas, assim mobilizando mais habilidades acadêmicas e organizacionais, além de contribuir com o desenvolvimento da autonomia dos estudantes.

No Quadro 7, temos mais um vídeo como Âncora, que mostra a construção da Corte Marroquina no Museu Metropolitano de Arte de Nova York. A ideia é inspirar os estudantes em como expor e ambientar as produções feitas, o que se evidencia na Questão Motriz proposta.

As tarefas da etapa têm como objetivo guiá-los na construção deste espaço expositivo, que culminará por fim no artefato final do projeto, que é a Mostra Cultural sobre o Mundo Árabe. Essa mostra pode ser concatenada a outros eventos da escola, como mostras científico-culturais.

Quadro 7 - Projeto de Empreendedorismo

| | |
|---|---|
| Âncora | The Met - Building the Moroccan Court (vídeo)[10] |
| Questões | De que forma pode-se divulgar e conscientizar o público das contribuições do mundo islâmico à Matemática? |
| Tarefas | 1. Analisar e organizar as produções feitas nas etapas anteriores do projeto;<br>2. Organizar as produções anteriores para serem expostas;<br>3. Criar convites para a Mostra Cultural;<br>4. Pesquisar músicas árabes para serem tocadas na Mostra Cultura;<br>5. Preparar o espaço da Mostra Cultura;<br>6. Preparar a apresentação dos artefatos produzidos. |
| Recursos | As produções feitas em etapas anteriores. Caixas de som. Fita crepe, durex. |
| Artefatos | Mostra Cultural sobre o Mundo Árabe |

Fonte: Elaboração própria.

Como se pode observar no Quadro 8, novamente não há nenhuma mobilização clara de habilidades matemáticas, já que aqui a proposta é mais focada na apresentação de resultados, envolvendo mais habilidades de oratória e retórica, além de habilidades organizacionais. No entanto, pode-se facilmente incluir habilidades matemáticas se os estudantes quiserem produzir receitas, que podem ser interpretadas como algoritmos, ou levantar recursos para instituições de caridade, o que envolveria a Matemática Financeira.

[10] THE MET. Building the Moroccan Court. YouTube, 8 de ago. de 2013. 17min43s. Disponível em: <https://youtu.be/Og6cTlwBTrk?si=HPe1j4oj3M20QZ0V>. Acesso em: 05 jan. 2025.

Quadro 8 - Habilidades do Projeto de Empreendedorismo

| | | |
|---|---|---|
| Linguagens e suas Tecnologias | EM13 LGG304 | Formular propostas, intervir e tomar decisões que levem em conta o bem comum e os Direitos Humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global. |
| | EM13 LGG601 | Apropriar-se do patrimônio artístico de diferentes tempos e lugares, compreendendo a sua diversidade, bem como os processos de legitimação das manifestações artísticas na sociedade, desenvolvendo visão crítica e histórica. |
| | EM13 CHS502 | Analisar situações da vida cotidiana, estilos de vida, valores, condutas etc., desnaturalizando e problematizando formas de desigualdade, preconceito, intolerância e discriminação, e identificar ações que promovam os Direitos Humanos, a solidariedade e o respeito às diferenças e às liberdades individuais. |
| Ciências Humanas e Sociais Aplicadas | EM13 CHS101 | Identificar, analisar e comparar diferentes fontes e narrativas expressas em diversas linguagens, com vistas à compreensão de ideias filosóficas e de processos e eventos históricos, geográficos, políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais. |
| | EM13 CHS103 | Elaborar hipóteses, selecionar evidências e compor argumentos relativos a processos políticos, econômicos, sociais, ambientais, culturais e epistemológicos, com base na sistematização de dados e informações de diversas naturezas (expressões artísticas, textos filosóficos e sociológicos, documentos históricos e geográficos, gráficos, mapas, tabelas, tradições orais, entre outros). |
| | EM13 CHS104 | Analisar objetos e vestígios da cultura material e imaterial de modo a identificar conhecimentos, valores, crenças e práticas que caracterizam a identidade e a diversidade cultural de diferentes sociedades inseridas no tempo e no espaço. |

Fonte: Brasil, 2017.

A Organização e Planejamento da mostra serão avaliados levando em consideração a eficiência na distribuição de tarefas, o cumprimento dos prazos estabelecidos, a gestão do orçamento e a criatividade na organização do evento. A capacidade dos estudantes em lidar com imprevistos e encontrar soluções durante o processo também será considerada. Além disso, durante a Mostra Cultural, a Comunicação Oral e Escrita dos estudantes ao apresentarem suas pesquisas e interagirem com os visitantes será avaliada: será observada a clareza na exposição das ideias, a capacidade de argumentação e a habilidade em responder perguntas do público de forma articulada e fundamentada.

# 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho teve início com o objetivo principal de construir uma abordagem interdisciplinar entre a Arte Sufi e a Matemática. Para atingir esse objetivo geral, delinearam-se três objetivos específicos. A pesquisa surgiu inicialmente com um objetivo bem simples: a criação de uma atividade interdisciplinar entre a Arte Islâmica e a Matemática; porém, logo evoluiu para um estudo mais profundo sobre o conceito de interdisciplinaridade em si. Ao longo do desenvolvimento do trabalho, percebeu-se que era necessário primeiro compreender as nuances desse conceito no contexto da Educação Matemática, antes de propor qualquer atividade prática. Essa mudança de foco permitiu uma reflexão mais ampla sobre as dificuldades e os potenciais dessa abordagem no ambiente escolar.

Talvez a parte mais surpreendente do trabalho tenha sido perceber como todos os campos da pesquisa convergiram para direções semelhantes. Exploram-se aqui campos como a História da Ciência, a Etnomatemática, a Interdisciplinaridade, a Ciência da Religião e a Filosofia Islâmica. Em todos esses campos pode-se observar caminhos que se intersectavam e caminhavam paralelamente uns aos outros, construindo um emaranhado teórico que, em lugar de confundir ou dispersar ideias, pelo contrário, se fortaleceu e sustentou o que talvez seja a grande conclusão do trabalho: o ser humano é uno em sua multiplicidade. A visão holística e integrada do mundo, defendida por Ibn Al'Arab, é retomada hoje, com novo propósito, por diversos estudiosos, que sentem uma crescente fragmentação do mundo, do homem e da educação.

As atividades propostas no terceiro capítulo buscaram reconstruir essa unidade do ser humano e do conhecimento. Essas atividades foram pensadas para incentivar o pensamento crítico e a criatividade dos estudantes, além de fornecer um aprendizado mais contextualizado e significativo. A aplicação prática dessas atividades, no entanto, ainda precisa ser explorada mais a fundo para validar seus resultados.

Diante das descobertas feitas, surgem três caminhos para pesquisas futuras. Primeiramente, pode-se aprofundar mais sobre os significados que a interdisciplinaridade apresenta dentro da Matemática. Ainda há a possibilidade de investigar mais sobre as relações entre Matemática e Arte Islâmica, ou mesmo dos significados que a Matemática tem dentro da cultura Sufi. E, por fim, há a possibilidade de aplicar as propostas de ensino apresentadas no trabalho, e estudar na prática os resultados que ela gerou, tanto no que tange à aprendizagem de conteúdos acadêmicos, quanto à aprendizagem de habilidades interpessoais, criativas e organizacionais.

REFERÊNCIAS

ALFONSO-GOLDFARB, A. M. *O que é História da Ciência*. 1. ed. São Paulo: Brasiliense, 1994.

ALVES, Adriana. Interdisciplinaridade e Matemática. In: *O que é Interdisciplinaridade?*. Org. FAZENDA, I. São Paulo: Cortez, 2013.

BENDER, W. *Aprendizagem Baseada em Projetos*: Educação Diferenciada para o Século XXI. Porto Alegre: Penso, 2014.

BOALER, J. *Mentalidades matemáticas*: estimulando o potencial dos estudantes por meio da matemática criativa, das mensagens inspiradoras e do ensino inovador. Porto Alegre: Penso, 2018.

BORRELLI, A. GRIESER, A. Aesthetics of Knowledge. In: KOCH, Anne; WILKENS, Katharina. *Handbook of the Cultural and Cognitive Aesthetics of Religion*. London, New York: Bloomsburry Academic, 2020. pp. 33-46.

BRASIL, Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília, DF, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 04 abr. 2023.

BRASIL, Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília, 2018.

CARMO, J. SIMIONATO, A. Reversão de ansiedade à matemática: alguns dados da literatura. *Psicologia em Estudo*, Maringá, v. 17, n. 2, p. 317-327, abr./jun. 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pe/a/ZwGH7TK7NzdppftKyzW65Xh/?format=pdf>. Acesso em: 25 set. 2023.

CARP, R. Material Culture. In: STAUSBERG, Michael; ENGLER, Steven. *The Routledge Handbook of Research Methods in the Study of Religion.* London, New York: Taylor & Francis, Routledge, 2011. pp. 474-490.

CLARK, L. *Planos em Superfície Modulada Série B Nº 4*. 1958. Fórmica e tinta industrial em madeira, 99,7 x 99,7 cm. Disponível em: <https://www.almeidaedale.com.br/pt/artistas/lygia-clark>. Acesso em: 8 dez. 2024.

CROCHIK, L. *Educação e Ciência como arte:* Aventuras docentes em busca de uma experiência estética do espaço e tempo físicos. 2013. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81131/tde-16052013-123729/pt-br.php>. Acesso em: 10 out 2024.

D'AMBROSIO, U. *Etnomatemática - Elo entre as tradições e a modernidade.* Belo Horizonte: Editora Autêntica, 2022. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 16 set. 2024.

FAZENDA, I. *Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro:* efetividade ou ideologia. 6ª ed. São Paulo: Loyola, 2011.

FAZENDA, I. *Interdisciplinaridade: História, teoria e pesquisa*. 18. ed. Campinas: Papirus, 2012.

GUSDORF, G. Past, present and future in interdisciplinary research. *International social science journal:* Faces of Interdisciplinarity. Paris: UNESCO, v. 29, n. 4, p. 580-600, 1977. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000023342>. Acesso em: 25 maio 2019.

HANANIA, A. *A Arte Árabe e a Teologia Islâmica*. [s/d]. Disponível em: <http://www.hottopos.com/videtur/aida.htm>. Acesso em: 5 dez. 2019.

HENRY, R. Geometry – The Language of Symmetry in Islamic Art. Art of Islamic Pattern. Disponível em: <https://artofislamicpattern.com/resources/educational-posters/>. Acesso em: 04 de fev. 2025.

JAPIASSÚ, H. In: FAZENDA, Ivani. *Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro:* efetividade ou ideologia*.* 6ª ed. São Paulo: Loyola, 2011.

JAPIASSÚ, H. *Interdisciplinaridade:* patologia do saber. Rio de Janeiro: Imago, 1976.

LEITE, S. *O Simbolismo dos Padrões Geométricos da Arte Islâmica*. 1. ed. Cotia: Ateliê Editorial. 2007.

MANUS, E. *Maryam Mirzakhani, Fields Winner, Doodler*. Artnet, 18 ago. 2014. Disponível em: <https://news.artnet.com/art-world/maryam-mirzakhani-fields-winner-doodler-79848>. Acesso em: 8 dez. 2024.

MARCHIORE, B. SILVA, G. R. da. *Pesquisadores da USP lançam o primeiro relatório sobre islamofobia no Brasil*. Jornal da USP, São Paulo, 10 de nov. de 2022. Disponível em: <https://jornal.usp.br/campus-ribeirao-preto/pesquisadores-da-usp-lancam-o-primeiro-relatorio-sobre-islamofobia-no-brasil/>. Acesso em: 05 jan. 2025.

MOTTA E SILVA, D. *Festa Junina*. [s/d]. Guache sobre papel, 39 x 48 cm. Disponível em: <https://www.leilaobaronesa.com.br/peca.asp?ID=3282092>. Acesso em: 4 fev. 2025.

OECD - ORGANISATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT, Paris (France). Centre for Educational Research and Innovation. *Interdisciplinarity:* Problems of Teaching and Research in Universities. Paris: OECD, 1972.

PUGLIESE, G. *STEM: o movimento, as críticas e o que está em jogo*. 2018. Disponível em: <https://porvir.org/stem-o-movimento-as-criticas-e-o-que-esta-em-jogo/>. Acesso em: 8 dez 2024.

ROQUE, T. *História da matemática:* Uma visão crítica desfazendo mitos e lendas. Rio de Janeiro: Zahar. 2012.

ROTHKO, M. *Green, Blue, Green*. 1969. Acrílico e nanquim sobre papel montado sobre linho, 123,2 x 102,9 cm. Disponível em: <https://www.sothebys.com/en/buy/auction/2020/contemporary-art-evening-auction/mark-rothko-green-blue-green>. Acesso em: 08 dez. 2024.

SANTOS, A. *Reconstruir a escola pública é reconstruir o Brasil*: pela revogação do Novo Ensino Médio. UBES, 23 de fevereiro de 2023. Disponível em: <https://ubes.org.br/2023/artigo-reconstruir-a-escola-publica-e-reconstruir-o-brasil-pela-revogacao-do-novo-ensino-medio/>. Acesso em: 04 abr. 2023.

TED-ED. *A complexidade geométrica dos desenhos islâmicos — Eric Broug*. YouTube, 14 de mai. de 2015. 5min06s. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=pg1NpMmPv48>. Acesso em: 05 jan. 2025.

THE MET. *Building the Moroccan Court*. YouTube, 8 de ago. de 2013. 17min43s. Disponível em: <https://youtu.be/Og6cTlwBTrk?si=HPe1j4oj3M20QZ0V>. Acesso em: 05 jan. 2025.

UNIVESP. *História da Matemática - Episódios da Álgebra Islâmica Medieval*. YouTube, 16 de jun. de 2021. 11min45s. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Ti90fc2eYpw>. Acesso em: 05 jan. 2025.