



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA, MATEMÁTICA E EDUCAÇÃO

ALEXANDRE BARAI

**QUEBRA-CABEÇA TRIDIMENSIONAL NO ENSINO FUNDAMENTAL I:  
POSSIBILIDADES DE UTILIZAÇÃO INTERDISCIPLINAR  
MATEMÁTICA E EDUCAÇÃO FÍSICA EM UMA PERSPECTIVA  
HISTÓRICO-CULTURAL**

ARARAS-SP  
2023

ALEXANDRE BARAI

QUEBRA-CABEÇA TRIDIMENSIONAL NO ENSINO FUNDAMENTAL I: POSSIBILIDADES  
DE UTILIZAÇÃO INTERDISCIPLINAR MATEMÁTICA E EDUCAÇÃO FÍSICA EM UMA  
PERSPECTIVA HISTÓRICO-CULTURAL

Dissertação apresentada à Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática para a obtenção do título de Mestre em Educação.

Orientador: Prof. Dr. João Teles de Carvalho Neto

Araras-SP  
2023

Barai, Alexandre

Quebra-cabeça tridimensional no Ensino Fundamental I  
possibilidades de utilização interdisciplinar: Matemática  
e Educação Física em uma perspectiva histórico-cultural  
/ Alexandre Barai -- 2023.  
133f.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São  
Carlos, campus Araras, Araras

Orientador (a): João Teles de Carvalho Neto

Banca Examinadora: João Teles de Carvalho Neto,  
Daniele Lozano, Patricia Rosana Linardi

Bibliografia

1. Cubo de Rubik. 2. Ensino-aprendizagem. 3.  
Interdisciplinaridade. I. Barai, Alexandre. II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática  
(SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Maria Helena Sachi do Amaral - CRB/8  
7083



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**

Centro de Ciências Agrárias  
Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática

---

**Folha de Aprovação**

---

Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato Alexandre Barai, realizada em 17/03/2023.

**Comissão Julgadora:**

Prof. Dr. João Teles de Carvalho Neto (UFSCar)

Profa. Dra. Daniele Lozano (UFSCar)

Profa. Dra. Patricia Rosana Linardi (UNIFESP)

O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática.

## **DEDICATÓRIA**

À minha amada esposa Érica pela compreensão e resiliência nos muitos momentos de minha ausência devido a longo período de elaboração deste trabalho. Aos meus pais João e Neiva pelo exemplo, referência maior e alicerce de uma vida inteira.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Professor Dr. João Teles de Carvalho Neto, pela orientação, confiança, parceria e acreditar no desenvolvimento deste projeto de pesquisa.

Ao Programa de Mestrado em Educação Ciências da Natureza e Matemática e a Universidade Federal de São Carlos por possibilitarem que eu pudesse seguir com meus estudos.

Aos meus mestres doutores do programa: Anselmo, Estéfano, Daniele, Elaine, Isabela, Nataly, Renata e João, com os quais puder compartilhar o aprendizado de suas disciplinas e/ou períodos de estudo.

A Secretaria Municipal de Educação de Araras e a toda comunidade escolar da E.M.E.F. Adriano Ademir Lombi, pela confiança no meu trabalho para realização deste protótipo.

As professoras parceiras deste protótipo por estender a pareceria de trabalho do cotidiano e acreditar na execução deste estudo.

Aos professores membros da Banca Examinadora: Patricia, Daniele e Lucas que por meio de suas apreciações do texto, fomentaram o seu avanço enquanto produção acadêmica.

A professora Dra. Lidianne Salvatierra pelo material disponibilizado no YouTube sobre a Análise de Conteúdo que tive o prazer de conhecer.

Aos meus alunos participantes do protótipo que interviram e atuaram na apropriação dos saberes deste estudo, desenvolvendo suas habilidades e competências.

A todos os colegas de trabalho com quem já compartilhei experiências ao longo destes 19 anos de escola e que lutam diariamente pela educação.

Olhar o que não se mostra e alcançar o que ainda não se consegue.

Isto envolve uma nova atitude de aprendiz-pesquisador, o que aprende com sua própria experiência pesquisando. Para tanto, é impossível pensá-la como um modelo estático ou um paradigma ao qual, por exemplo, um currículo deva conformar-se. Pressuporia paradoxos que desafiam e revolucionam os paradigmas norteadores, desestabilizando-os para conduzi-los à uma nova ordem (FAZENDA, 2011b, p.20-21).

## RESUMO

O cubo de Rubik, popularmente conhecido como cubo mágico, é um quebra-cabeça tridimensional criado pelo professor húngaro Erno Rubik como material didático para trabalhar com seus alunos o conceito de tridimensionalidade. No entanto, construindo um cubo sobre eixos que permitiam girar todas as seis faces, logo percebeu que havia criado um quebra-cabeça. As propostas educacionais da atualidade incentivam o uso dos jogos como um recurso didático no ensino de habilidades e competências. Desta forma, intermediado por uma proposta interdisciplinar de Matemática e Educação Física, este estudo quali-quantitativo buscou utilizar o cubo mágico como um material didático complementar explorando as suas potencialidades. Alicerçado na Perspectiva Histórico-cultural com o suporte da Análise de Conteúdo e do software IRAMUTEQ, teve como objetivo principal compreender como o uso do brinquedo contribuiu no desenvolvimento de habilidades lógico-matemáticas e cognitivo-motoras nos alunos dos 5º anos do Ensino Fundamental I. Dentre os principais resultados encontrados, podemos evidenciar que o uso do brinquedo fomenta a apropriação de diversas habilidades e competências contidas nas propostas educacionais de Matemática e Educação Física. Nesse sentido, dentro das limitações de um estudo exploratório-descritivo, salientamos ser factível o uso do cubo mágico como recurso didático complementar que estimula o desenvolvimento das funções psicológicas superiores, auxiliando tanto na apropriação da cultura, como de saberes sistematizados, que permeados pela intencionalidade docente favorecem a formação de conceitos científicos pelos alunos.

**Palavras-chave:** Cubo de Rubik. Ensino-aprendizagem. Interdisciplinaridade.

## ABSTRACT

The Rubik's Cube, popularly known as the magic cube, is a three-dimensional puzzle created by the Hungarian teacher Erno Rubik as didactic material to work with his students on the concept of three-dimensionality. However, building a cube on axes that allowed all six faces to rotate, he soon realized that he had created a puzzle. Current educational proposals encourage the use of games as a didactic resource in teaching skills and competences. In this way, intermediated by an interdisciplinary proposal Mathematics and Physical Education, this quali-quantitative study sought to use the magic cube as a complementary didactic material exploring its potentialities. And based on the Historical-cultural perspective with the support of content analysis and the IRAMUTEQ software, its main objective was to understand how the use of toys contributed to the development of logical-mathematical and cognitive-motor skills in students of the 5th grade of Elementary School I. Among the main results found, we can show that the use of toys encourages the appropriation of different skills and competences contained in educational proposals for Mathematics and Physical Education. In this sense, within the limitations of an exploratory-descriptive study, we point out that it is feasible to use the magic cube as a complementary didactic resource that stimulates the development of higher psychological functions, helping both in the appropriation of culture and systematized knowledge that permeated by the teaching intention favors the formation of scientific concepts by the students.

**Keyword:** Rubik's Cube. Teaching-learning. Interdisciplinarity.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Variações do <i>puzzle</i> .....	36
Figura 2 - Posições das peças.....	37
Figura 3 - Método Básico dos oito passos.....	38
Figura 4 - Árvore de similitude do corpus Matemática com comunidades e halo....	78
Figura 5 - Nuvem de palavras do corpus Matemática.....	79
Figura 6 - Árvore de similitude do corpus Educação Física com comunidades e halo.....	86
Figura 7 - Nuvem de palavras do corpus Educação Física.....	87
Quadro 1 - Competências matemáticas relacionadas ao Cubo de Rubik.....	43
Quadro 2 - Habilidades matemáticas relacionadas ao Cubo de Rubik.....	44
Quadro 3 - Competências da Educação Física relacionadas ao ensino do Cubo de Rubik.....	52
Quadro 4 - Habilidades da Educação Física relacionadas ao Cubo de Rubik.....	53
Quadro 5 - Habilidades do Currículo Paulista de Educação Física relacionadas ao Cubo de Rubik.....	55
Quadro 6 - Citações sobre a interdisciplinaridade contidas no Currículo Paulista..	60
Quadro 7 - Síntese das etapas de análise realizada nos corpus textuais de matemática e EF.....	70
Quadro 8 - Síntese da organização do corpus de análise matemática e EF.....	72
Quadro 9 - Resultado da análise estatística textual simples dos corpus textuais..	76
Quadro 10 - Mostra a Grelha de Análise de Conteúdo das respostas dos alunos sobre a correlação da matemática com o cubo mágico.....	80
Quadro 11 - Mostra a Grelha de análise de conteúdo das respostas dos alunos sobre a correlação da Educação Física com o cubo mágico.....	88
Quadro 12 - Vídeos de montagens dos quebra-cabeças tridimensionais vivenciados durante a execução do protótipo.....	92
Quadro 13 – Imagens das oficinas de montagem do cubo mágico.....	97

## LISTA DE ABREVIATURAS

op. cit.      Opus citatum

## LISTA DE SIGLAS

PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais  
BNCC – Base Nacional Comum Curricular  
EF – Educação Física  
EFE - Educação Física Escolar  
EFB - Educação Física Brasileira  
ERIC - Institute of Education Sciences  
EDUC@ - Publicações online de educação - metodologia SciELO  
BDTD - Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações  
DEDALUS - Banco de dados bibliográficos da USP  
CP – Currículo Paulista  
TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido  
AC – Análise de Conteúdo  
PNUD - Programa das Nações Unidas para o desenvolvimento  
SI - Software IRAMUTEQ  
TAM - Termo de Assentimento de Menor  
AS - Análise de Similitude  
NP - Nuvem de Palavras  
H - Habilidade  
QR Codes – Código QR  
UR – Unidade de registro  
UC – Unidade de contexto  
DI – Direito de Imagem  
IMC - Índice de Massa Corpórea  
EJA - Educação de Jovens e Adultos  
ABP- Aprendizagem Baseada em Projetos  
HTPC - Horário de trabalho pedagógico coletivo

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>15</b>
<b>CAPÍTULO 1: A TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL.....</b>	<b>19</b>
1.1 Perspectiva Histórico-Cultural.....	19
1.2 Aprendizagem, Zona de Desenvolvimento Iminente e Instrução.....	21
1.3 A Mediação, os signos e os Conceitos.....	23
1.4 O brincar, o brinquedo e o jogo na Teoria Histórico-Cultural.....	27
<b>CAPÍTULO 2: FUNDAMENTAÇÃO DA MATEMÁTICA COMO ÁREA DO CONHECIMENTO.....</b>	<b>30</b>
2.1 História, relação com a linguagem e cidadania.....	30
2.2 O Jogo na educação matemática.....	32
2.3 O cubo 3x3x3.....	34
2.4 Método da montagem por camadas do cubo 3x3x3.....	37
2.5 Conteúdos matemáticos relacionados.....	38
2.6 Os documentos educacionais federais oficiais, a Matemática no Ensino Fundamental I e os jogos.....	39
2.7 O Currículo Paulista.....	41
<b>CAPÍTULO 3: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA DO CAMPO DO CONHECIMENTO DA EDUCAÇÃO FÍSICA.....</b>	<b>46</b>
3.1 Breve histórico da Educação Física no Brasil.....	46
3.2 A Educação Física Escolar.....	48
3.3 Os documentos referenciais da Educação Brasileira e a Educação Física.....	49
3.4 O Currículo Paulista de Educação Física.....	53
3.5 Comportamento Motor.....	55
<b>CAPÍTULO 4: A INTERDISCIPLINARIDADE.....</b>	<b>58</b>
4.1 Conceitos, obstáculos e possibilidades.....	58
4.2 Interdisciplinaridade: Matemática e Educação Física.....	62
<b>CAPÍTULO 5: MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>64</b>
5.1 Delineamento geral do protótipo.....	64
5.2 Metodologia de Análise dos Dados.....	68
<b>CAPÍTULO 6: RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>75</b>
6.1 Apresentação dos dados.....	75
6.2 Compreensões do cubo mágico para o ensino de matemática.....	77
6.3 Compreensões do cubo mágico para o ensino da Educação Física.....	84
6.4 Outras percepções do protótipo.....	92
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>105</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>107</b>

<b>APÊNDICES</b> .....	<b>118</b>
APÊNDICE A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido Alunos.....	118
APÊNDICE B - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido Professores .....	121
APÊNDICE C - Termo de Assentimento do Menor.....	124
APÊNDICE D - Termo de Direito de Imagem.....	126
<b>ANEXOS</b> .....	<b>127</b>
ANEXO A - Questionário de Entrevista direcionada aos discentes.....	127
ANEXO B - Roteiro para Diário de Campo.....	129
ANEXO C - Entrevista Aplicada às professoras do Ensino Fundamental.....	130
ANEXO D: Figura da Árvore de similitude do corpus Matemática com comunidades e halo em escala cinza.....	132
ANEXO E - Figura da Árvore de similitude do corpus Educação Física com comunidades e halo em escala cinza.....	133

## INTRODUÇÃO

O cubo de Rubik, popularmente conhecido como cubo mágico, é um quebra-cabeça tridimensional criado pelo professor húngaro Erno Rubik como material didático em 1974. Seu objetivo era trabalhar com seus alunos o conceito de tridimensionalidade. No entanto, construindo um cubo sobre eixos que permitiam girar todas as seis faces, logo percebeu que havia criado um quebra-cabeça. (BARBOSA, 2019; OLIVEIRA; PARREIRA; SILVA, 2017; RODRIGUES; SILVA, 2013; RONCOLLI, 2016).

A importância da função didática do brinquedo, do jogo e da manifestação do lúdico nos processos de desenvolvimento da intelectualidade foi descrita por Vigotski (1989) em sua obra. Reiterando que o estímulo da curiosidade alicerçada no desafio intrínseco da atividade lúdica possibilita a superação de obstáculos das situações problemas que se apresentam diante do jogador, promovendo a possibilidade do desenvolvimento da linguagem, do pensamento, da concentração e atenção, da liderança, da cooperação e da ética.

A importância dos jogos também é citada nos documentos referenciais da educação brasileira. Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) reiteram que o jogo gera o interesse do educando pelo desafio proposto, promove processos que estimulam o raciocínio, ensinam a lidar com símbolos e a pensar por analogia culminando na produção de linguagem. Nesse sentido, cabe ao professor analisar as potencialidades educativas do jogo e aspectos curriculares como: competências e habilidades associadas à sua prática (DOMENICI; RECCO, 2008).

Na Base Nacional Curricular Comum de Educação Física há uma Unidade Temática específica de Jogos e Brincadeiras que abrange do 3º ao 5º ano do Ensino Fundamental I. Nela, um dos Objetos de Conhecimento são os jogos populares do mundo. O ensino do cubo de Rubik cabe dentro desta unidade que reconhece a possibilidade de experimentação e fruição destes jogos, valorizando a sua importância como patrimônio cultural. Dentro da matemática, esse tema pode ser inserido em jogos intelectuais, favorecendo o desenvolvimento do raciocínio, podendo ser utilizado como recurso de suporte da compreensão de diversos objetos do conhecimento específicos desta disciplina.

Embora a maioria das pessoas já tenham tido contato com um cubo mágico em determinado momento de suas vidas, é de conhecimento do senso comum que

esse quebra-cabeça se mostra como um desafio quase impossível de ser desvendado (BARBOSA, 2018). Nesse sentido, este estudo quali-quantitativo teve como objetivo inserir o cubo 3x3x3 como material didático mediador em uma escola pública, pesquisando as suas potencialidades como recurso pedagógico de modo interdisciplinar, explorando o seu uso nos componentes curriculares de Matemática e Educação Física por meio da Teoria Histórico-Cultural. Nesse processo, estaremos desmistificando a impossibilidade de sua resolução, fomentando a concretização de uma integração dos diferentes saberes promovidos pelo intermédio dos dois componentes curriculares, preenchendo lacunas, buscando apropriar-se de habilidades e competências de forma consistente.

#### OBJETIVO PRINCIPAL

Entender a relação entre os estudantes dos 5º anos com o cubo mágico visando o desenvolvimento de habilidades lógico-matemáticas, cognitivas e motoras na Perspectiva da Teoria Histórico-Cultural.

#### OBJETIVO SECUNDÁRIO

Buscamos responder: como a interação entre professor/aluno(s), contribuirá na formação das habilidades lógico-matemáticas, cognitivas e motoras abordadas no trabalho interdisciplinar de Matemática e Educação Física.

#### MOTIVAÇÃO DA PESQUISA

Como boa parte das crianças do meu convívio, tive meu primeiro contato com o cubo mágico quando tinha em torno de 9 a 10 anos. Também, como a maioria delas, sem orientação, nunca consegui decifrar o enigma do brinquedo. Posteriormente, já adulto, lembro-me de quando a TV Record em 2005 começou a passar o programa “Guinness - O mundo dos recordes” em que, eventualmente, apareciam pessoas montando o cubo mágico em variados desafios: realizando a montagem vendado, com os pés, ou diversos cubos, sempre em tentativas de marcarem novos recordes. Essas demonstrações parecem reforçar uma ideia do senso comum de que a montagem seria algo para pessoas “inteligentes”, fato que de certa forma também é veiculado no filme “À procura da Felicidade” de 2006, interpretado por Will Smith. Mas foi em 2018 que o brinquedo voltou a chamar minha atenção por intermédio de meu sobrinho, que na época tinha 13 anos e

apareceu com o brinquedo na casa de meus pais realizando a montagem em menos de 60 segundos. Relatou que um garoto teria aparecido com o brinquedo na sua escola, e que ele teria aprendido com suporte de tutoriais do *YouTube*, caminho seguido posteriormente por mim também. No entanto, diferente do meu sobrinho, meu interesse nunca foi de melhorar o tempo, mas em decifrar outros quebra-cabeças tridimensionais, uma vez que na atualidade existe uma gama extensa deles.

Posto esta trajetória, começa a nascer a motivação para a pesquisa como professor de escola pública, do componente Educação Física, atuante no Ensino Fundamental I. Apoiado na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e na Unidade Jogos e Brincadeiras do Mundo, percebi que poderia ensinar aos meus alunos a montagem do brinquedo. Ao realizar algumas buscas em bases de dados para observar o que a literatura apresentava, foi possível realizar algumas considerações, dentre elas, que o brinquedo poderia ser promissor no ensino de diversas habilidades como: concentração, agilidade, capacidade de observação e raciocínio lógico, estímulo da atividade mental, memória, perspicácia, determinação, visão espacial e resiliência para superar desafios (BARBOSA, 2019; QUADROS; QUADROS, 2015; VIEIRA; SOUZA; MORENO, 2017). Relacionados ao pensamento matemático no Ensino Fundamental I, encontramos breves citações sobre: conceitos de rotação, translação, áreas, volume, geometria e frações (BARBOSA, 2019; RONCOLLI, 2016).

Mas as buscas realizadas em 2019 nas bases de dados: ERIC (Institute of Education Sciences), Google Acadêmico, Educ@ (Publicações online de educação - metodologia SciELO), DEDALUS (Banco de dados bibliográficos da USP), BDTD (Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações), apresentaram carência de estudos nesse tema. Embora haja alguns estudos que utilizam o cubo mágico como recurso didático, eles se concentram principalmente em dissertações em programas de matemática, trabalhos de conclusão de curso e anais. E são, em sua maioria, direcionados ao ensino médio, poucos sobre o ensino fundamental II, mas nada foi encontrado referente ao ensino fundamental I.

Outro fator evidenciado nas buscas foi a ausência de estudos que utilizam outros quebra-cabeças tridimensionais além do cubo tradicional 3x3x3. E, embora o cubo se enquadre dentro da Unidade Jogos e Brincadeiras da Educação Física, também não foram encontrados estudos deste campo de conhecimento que tenham

utilizado o cubo mágico como recurso didático. O desenvolvimento de habilidades óculo-manual, tempo de reação, destreza, coordenação motora fina, foram habilidades percebidas empiricamente no estudo piloto de Barai (2020) que estão totalmente relacionadas à proposta da Educação Física Escolar da atualidade.

Este panorama motivou a inserção do brinquedo na escola que culminou no estudo piloto supracitado e, agora, apoiado da perspectiva Histórico-cultural, retorno à proposta com objetivos distintos, interseccionando a Educação Física e a Matemática, para que de forma interdisciplinar possamos observar a integração de diferentes componentes curriculares na potencialização do aprendizado de habilidades e competências lógico-matemáticas e cognitivas-motoras.

## **CAPÍTULO 1: A TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL**

### **1.1 Perspectiva Histórico-Cultural**

Ao iniciar os estudos e a escrita desta revisão sobre a “Perspectiva Histórico-Cultural”, teoria que balizará esta dissertação, percebo que estudos acadêmicos mais recentes trazem diferentes compreensões para alguns conceitos chave da obra de Vigotski<sup>1</sup>, diferindo dos apresentados nos livros traduzidos para o português. No entanto, posso afirmar empiricamente que os conceitos veiculados nas escolas e formações continuadas ainda se fundamentam nas referências e concepções das obras traduzidas para o português, mostrando um distanciamento entre o conhecimento que vem sendo produzido na academia e a informação veiculada na ponta da linha aos docentes atuantes nas escolas.

A problemática torna-se ainda maior quando Prestes (2010) afirma em sua tese de doutoramento que parte dos manuscritos originais do autor se perderam durante a segunda guerra mundial, fato relatado por seus familiares por meio de entrevista à autora. No aprofundamento de sua tese, Prestes (2010) percebe que partes das obras de Vigotski foram de alguma forma censuradas pela antiga União Soviética, seja mediante a cortes de trechos, resumos sem indicação e até mesmo censura de artigos. Fatores esses que perpassam o tempo e mesmo obras republicadas na década de 1980 continuam apresentando cortes e/ou resumos dos textos do autor.

As censuras realizadas nos textos reverberaram nas traduções para outros idiomas, conseqüentemente, para as versões em português que ainda não foram traduzidas diretamente das obras originais russas. Outro ponto que Prestes e Tunes (2012) desdobram são as deturpações de conceitos do autor, que foram ocorridas durante o processo de tradução, ora intencionalmente, ora decorrente da fragmentação das obras ou do uso de termos de forma inadequada durante o processo de tradução. Diante deste panorama complexo, vamos nos referenciar nas obras do autor, mas sempre buscando as atualizações que a produção acadêmica brasileira vem apresentando como reinterpretações de fatores chave do pensamento do autor.

---

<sup>1</sup> O sobrenome “Vigotski” aparece descrito de formas distintas nas obras publicadas no Brasil, portanto, buscando padronizar o uso nesta dissertação, quando citado no texto será utilizado -Vigotski- referenciado na Tese de Zoia Ribeiro Prestes (2010). Mas quando a citação estiver ao final do parágrafo e em citações diretas respeitaremos a forma descrita na obra de referência.

Pois este estudo não tem como objetivo elucidar a complexidade de tais questões supracitadas que envolvem toda a trajetória de como a obra de Vigotski se constituiu, mas buscará se apoiar na teoria da “Perspectiva Histórico Cultural” para apreciar as vivências propostas neste estudo.

Buscaremos na fundamentação teórica da Perspectiva Histórico-Cultural as bases de como Vigotski delineou os conceitos-chave sobre o desenvolvimento da criança e como a mediação da atividade, constituída por meio de condições concretas de vida, atuam na formação da intelectualidade e das relações humanas possibilitando o desenvolvimento das “funções psicológicas superiores”, intermediado pela concepção dos “níveis de desenvolvimento”. Objetivamos também apresentar a questão do brinquedo, do brincar, do jogo e da brincadeira como atividade da criança. Também nos referenciaremos no jogo matemático, no cubo mágico, nas habilidades motoras relacionadas, auxiliando no desenvolvimento humano dentro das condições histórico-culturais.

A Teoria Histórico-cultural alicerça-se nos princípios do materialismo histórico e dialético de Marx para buscar esclarecer como se dá o desenvolvimento do funcionamento da mente humana. De acordo com a mesma, a relação dialética entre a natureza e o social envolve a sociedade constantemente decorrente da convivência de um com o outro. Deste modo, trazemos em nós os aspectos históricos, culturais, hábitos, valores que constituem a nossa visão de mundo. Visão esta que é um produto da mediação das inter-relações ora com o outro, ora com os objetos e/ou signos que são dados a eles (GASPARELLO, 2018; GOMES, 2017).

Destarte, Vigotski objetivava uma maior compreensão da relação das pessoas com o ambiente físico e social, apoiado no materialismo histórico e na atividade laboral como intermédio da relação homem natureza, observando as consequências psicológicas desta interação no desenvolvimento da linguagem. Em sua teoria, o autor considerou ações que apresentam intencionalidade como: imaginação, memória voluntária, percepção, pensamento abstrato, atenção, raciocínio dedutivo, capacidade de planejamento, entre outras, denominando-as como “funções psicológicas superiores”. Tais funções decorrem de inter-relações humanas no processo de internalização da cultura (REGO, 1994).

Nesse sentido, para Vigotski, desde o nascimento, o ser humano na sua relação dialética entre homem e meio sociocultural, por meio de sua interação na busca de atender às suas necessidades, ao mesmo tempo em que transforma o

meio, também é transformado por ele. Formando assim as “funções psicológicas humanas”, desta forma, a cultura é em parte constituída mediante esta relação. Toda esta dinâmica se dá pela mediação da linguagem humana com o auxílio dos conceitos generalizados e elaborados pela própria cultura humana. Assim, a consciência humana é um produto histórico-cultural, que tem a cultura como “matéria prima” deste desenvolvimento cultural. Em consequência disto, o funcionamento psicológico humano se constitui ao longo de sua história, apropriando-se da cultura forjada pelas gerações anteriores, num processo de transformação de um ser biológico para um ser cultural (REGO, 1994).

## **1.2 Aprendizagem, Zona de Desenvolvimento Iminente e Instrução**

As obras de Zoia Prestes, professora da Universidade Federal Fluminense, são altamente citadas nas publicações acadêmicas brasileiras sobre Vigotski da atualidade. De acordo com a autora, alguns conceitos fundamentais de Vigotski utilizados no Brasil apresentam equívocos que podem adulterar ou distorcer suas ideias (PRESTES, 2012, 2010). Um conceito fundamental apresentado nos livros “Pensamento e Linguagem” e “A Formação Social da Mente”, denominado “zona de desenvolvimento proximal”, deveria ser traduzido como “zona de desenvolvimento iminente”. De acordo com a autora, a ideia de “proximal” não se atenta à importância da “instrução” como atividade intencional que pode ou não culminar no desenvolvimento, pois, de acordo com Vigotski, a “instrução” não é garantia de desenvolvimento (PRESTES, 2010).

Portanto, outro termo chave é o conceito de “instrução” que foi traduzido inadequadamente como “aprendizagem”. Para a autora, a “instrução” é uma atividade intencional mediada e colaborativa, seja pelo adulto, ou pelo professor, que promove a possibilidade de desenvolvimento, e não ocorre seguindo o desenvolvimento, como preconiza as ideias construtivistas. Para Prestes (2010) na Perspectiva Histórico-Cultural toda atividade é um processo que pode promover o desenvolvimento por meio dos elementos intrínsecos que as constituem. A autora também apresenta o uso dos termos: “nível de desenvolvimento atual” e “nível de desenvolvimento possível”, em substituições ao “nível de desenvolvimento real” e “nível de desenvolvimento potencial”.

Diante do exposto acima, utilizaremos as terminologias e entendimento apresentados por Prestes (2010) quando abordarmos os conceitos da Teoria Histórico-Cultural.

Para elaborar as dimensões do aprendizado escolar, descreveremos um conceito novo e de excepcional importância, sem o qual esse assunto não pode ser resolvido: a zona de desenvolvimento iminente<sup>2</sup>. Um fato empiricamente estabelecido e bem conhecido é que o aprendizado deve ser combinado de alguma maneira com o nível de desenvolvimento da criança. (VYGOTSKI, 1991, p. 57).

Para o autor, a instrução realizada na escola deve estar alinhada de alguma maneira com o desenvolvimento da criança. Mas ele não ocorre de forma linear para todos, pois, há uma gama de relações dinâmicas altamente complexas entre o processo de desenvolvimento e do aprendizado, não sendo assim possível uma formulação hipotética imutável (VIGOTSKI, 2007).

Alicerçado na concepção sócio histórico marxista que o desenvolvimento humano é resultado da atividade laboral, no sentido de que ao mesmo tempo em que o homem modifica a natureza é transformado por ela, se desenvolvendo, aprendendo novas funções e habilidades, Vigotski (1989) apresenta em sua teoria que as possibilidades de aprendizagem do sujeito ocorrem pela mediação em suas relações sócio históricas. Afirmando também que não é qualquer ensino que promove o desenvolvimento intelectual, mas aquele que antecipa o desenvolvimento.

O autor também aponta a existência de níveis de desenvolvimento. Um deles é o “nível de desenvolvimento atual”. Neste nível Vigotski (op. cit.) retrata as funções mentais da criança que já se encontram estabelecidas por meio dos ciclos de desenvolvimento que se completaram. Nesta fase a criança mostra autonomia em demonstrar e resolver problemas compatíveis com o desenvolvimento alcançado. Outro nível descrito é o “nível de desenvolvimento possível”, caracterizado pelos saberes que a criança não domina, mas é capaz de se apropriar pela mediação de um adulto mais experiente por intermédio do diálogo, da instrução, interação e troca de experiências.

---

<sup>2</sup> Optou nesta citação direta a substituição do termo original contido no livro “proximal” pelo termo “iminente”, adequando a terminologia e significado que será seguido nesta dissertação apoiado na Tese de doutoramento de Zoia Ribeiro Prestes (2010).

Entre os dois níveis supracitados encontra-se a “zona de desenvolvimento iminente” que se trata do limiar entre as tarefas que a criança apresenta autonomia, com as tarefas que ainda precisam de um suporte mediador na sua realização. É neste espaço que a atuação do professor deve ocorrer na escola, para que o educando possa desenvolver suas habilidades acadêmicas e sociais vivenciadas historicamente (VIGOTSKI, 1989).

Processos que estão em complexas inter-relações. A aprendizagem só é boa quando está à frente do desenvolvimento. Neste caso, ela motiva e desencadeia para a vida toda uma série de funções que se encontravam em fase de desenvolvimento. (VIGOTSKI, 2001, p. 334).

No entanto, o processo de “instrução” como apresentado por Prestes (2010) é compreendido como algo intencional na organização de ensino. Destarte, o educador deve intervir de forma planejada, objetivando sempre atuar na zona de desenvolvimento iminente do educando, possibilitando assim o seu desenvolvimento. Este estudo, por exemplo, utilizará do ato de brincar com o cubo mágico, como um elemento mediador no ensino de habilidades lógico-matemáticas e habilidades motoras. Ações estas, que serão interseccionadas com outras mediações de instrução didáticas realizadas pelos docentes, nas situações de ensino de conteúdos e habilidades que tangem relações com o brinquedo.

Das possibilidades de desenvolvimento, mais do que do imediatismo e da obrigatoriedade de ocorrência, pois se a criança não tiver a possibilidade de contar com a colaboração de outra pessoa em determinados períodos de sua vida, poderá não amadurecer certas funções intelectuais e, mesmo tendo essa pessoa, isso não garante por si só seu amadurecimento (PRESTES, 2010, p.173).

Ao seguir as instruções recebidas pelo professor para a montagem do quebra-cabeça, o aluno raciocina nas tentativas de decifrar os enigmas intrínsecos a sua resolução, realiza novas operações decorrentes das mais variadas situações de embaralhamento que o brinquedo proporciona, iniciando assim o processo de transição de uma generalização para outra generalização (VIGOTSKI, 2007). O professor atua na zona de desenvolvimento iminente ao mediar o ensino do passo a passo da montagem do brinquedo. Na medida em que os alunos avançam no aprendizado, incorporam novos saberes em suas “funções psicológicas superiores”, consolidando um novo conhecimento, bem como, a apropriação da cultura.

### **1.3 A Mediação, os Signos e os Conceitos**

Dentre as ideias do autor, a “mediação” ocupa um lugar central na Teoria Histórico-Cultural, pois, por meio dela é que se realiza a relação das pessoas com o mundo e com as outras pessoas, desenvolvendo as “funções psicológicas superiores” (REGO, 1994). “Mediação, em termos genéricos, é o processo de intervenção de um elemento intermediário numa relação; a relação deixa, então, de ser direta e passa a ser mediada por este elemento” (OLIVEIRA, 1997, p.26).

Na escola, o professor atua como mediador nas ações de ensino, mas a mediação perpassa a atuação docente. De acordo com Sforni (2009), o ambiente social da escola propicia compartilhamento pelas pessoas de diversos elementos mediadores culturais. Ou seja, ao se apropriar de um objeto e dominá-lo, no caso deste estudo relacionado à montagem do cubo de Rubik, o aprendiz pode compartilhar seu aprendizado com os outros ao seu redor. Nesse sentido, a escola mostra-se como ambiente de partilha de saberes propiciada pela interação entre os atores que ali estão presentes.

Nessa dinâmica, os mediadores culturais que ocorrem na escola, intermediados pelas “funções psicológicas superiores” sintetizam as atividades mentais, transformando-as em formas de pensamentos sistematizados. De acordo com Vigotski, esses conhecimentos são: “[...] a linguagem, os vários sistemas de contagem, técnicas mnemônicas, sistemas de símbolos algébricos, obras de arte, escrita, esquemas, diagramas, mapas, desenhos mecânicos, todo tipo de sinais convencionais” (VIGOTSKI apud OLIVEIRA, 2017, p.29).

Desta forma, os conhecimentos são aprendidos e o ser humano passa pelo processo de desenvolvimento intelectual e humanização.

Ao se apropriar da experiência acumulada pela humanidade, podemos afirmar que este processo também é a apropriação dos produtos materiais e intelectuais. E, dentro do contexto escolar, este aspecto precisa ser considerado para que ocorra o conhecimento sistematizado e o desenvolvimento humano (OLIVEIRA, 2017, p. 29).

Os elementos mediadores podem ter natureza distinta como instrumentos físicos (externos ao homem) que carregam signos (planos interno ao homem), trazidos pelo intermédio da cultura das gerações anteriores, mas que podem ganhar novos significados dependendo das demandas que surgirem modulados pela cultura e o tempo histórico. De acordo com Vigotski (1989), os instrumentos mediadores agem intermediando o sujeito e o meio na função de alargar as possibilidades de

atuação e transformação da natureza, com o objetivo de ampliar as possibilidades de intervenção humana na natureza.

Os “signos” presentes na atividade psicológica humana determinam o manejo dos instrumentos para a realização das tarefas, exigindo: atenção, memória, interpretação de dados subjetivos da realidade, fazendo com que intrinsecamente o indivíduo controle internamente as funções psicológicas superiores ocasionando modificações internas no próprio sujeito (VIGOTSKI, 1989). Ou seja, durante o manejo e a aprendizagem da montagem do cubo mágico, o aluno, ao manipular o brinquedo baseado no signo presente nele, ao mesmo tempo em que vai interpretando os passos do quebra-cabeça por meio uso de diversas funções psicológicas superiores, também modifica internamente a si – ao decifrar a solução do enigma transforma a sua percepção do brinquedo e, conseqüentemente, modifica-se internamente.

Ao longo do desenvolvimento humano, ocorrem duas mudanças qualitativas fundamentais no uso dos signos nos indivíduos.

Primeiramente, os signos aparecem como marcas externas que fornecem um suporte concreto para a ação do homem no mundo e, pouco a pouco, vão se transformando em processos internos de mediação. Num segundo momento, desenvolvem-se sistemas simbólicos que organizam os signos em estruturas complementares que passam a ser compartilhados pelo conjunto dos membros do grupo, permitindo a comunicação entre os indivíduos. Esses sistemas simbólicos são estruturas de signos articuladas entre si utilizados pelos indivíduos a fim de controlar ou orientar a sua conduta na interação com o mundo (GOMES, 2017, p.40).

Para Vigotski (1989) a linguagem é o signo cultural determinante, tanto no desenvolvimento, como na formação sociocultural, seja do indivíduo, seja de um grupo de pessoas, promovendo intercâmbio social por intermédio da função comunicativa e também do pensamento. Destarte, ela forma “conceitos” que se tornam instrumento do pensamento. Assim, a linguagem é a principal ferramenta do docente na mediação dos saberes veiculados na escola, pois, por meio da intencionalidade do ensino, o docente pode estimular o desenvolvimento das funções psíquicas superiores. Desta forma, o diálogo é um instrumento fundamental para a consolidação dos conhecimentos científicos veiculados pela escola.

Para Vigotski os primeiros “conceitos” que a criança internaliza socialmente durante a sua vida são chamados de espontâneos. “Espontâneos na medida em

que são formados independentemente de qualquer processo especialmente voltado para desenvolver seu controle” (VIGOTSKI, 2007, p. 86).

Mas os conceitos espontâneos são modificados quando as atividades instrucionais visam à utilização das “funções psicológicas superiores”. Deste modo, Vigotski (2007, p.86) afirma que “[...] durante o desenvolvimento da consciência na criança o entendimento das bases de um sistema científico de conceitos assume agora a direção do processo”.

Deste modo, os conceitos podem ter origem social ou científica, nas vivências concretas do cotidiano e na observação do mundo ao seu redor, nos apropriamos dos conceitos sociais. Eles são dados por intermédio dos signos que nos circundam e pela nossa percepção de mundo vividas em nosso momento histórico-social, fatores que normalmente não são gerados de formas intencionais pelo indivíduo (VIGOTSKI, 1989).

Tais conceitos sociais são base para a apropriação dos conceitos científicos. Estes por sua vez, surgem por ações instrucionais intencionais, sendo consequência do amadurecimento psíquico e permitindo que o indivíduo faça abstrações e generalizações. Vale a pena salientar, que a apropriação de ambos os conceitos são parte de um único processo dinâmico que se relacionam e influenciam constantemente (VIGOTSKI, 1989).

O aprendizado é uma das principais fontes de conceitos da criança em idade escolar, e é também uma poderosa força que direciona o seu desenvolvimento, determinando o destino de todo o seu desenvolvimento mental. (Vygotsky, 1989, p.107).

Nesse sentido, a escola em sua atuação na mediação dos saberes histórico-culturais consolidados pela sociedade, seja por meio da ação docente, seja na interação da comunidade escolar, deve atuar na instrução intencional dos alunos, contribuindo na formação de conceitos sociais e científicos da criança.

Por intermédio da atividade instrucional mediadora e pedagógica, o professor realiza sua intervenção didática intencional, possibilitando o desenvolvimento dos conhecimentos científicos do aluno. Na medida em que o estudante amplia o seu conhecimento, modifica sua capacidade cognitiva, e pode transformar sua forma de agir no mundo. Na Teoria Histórico-Cultural, o sujeito se apropria dos saberes acumulados pela humanidade. Sejam sociais, sejam acadêmicos, tais saberes

acompanham sua vida extramuros escolares, subsidiando sua atuação em seu momento histórico-social vivido (OLIVEIRA, 2017).

#### **1.4 O brincar, o brinquedo e o jogo na Teoria Histórico-Cultural**

Na Teoria Histórico-Cultural, as brincadeiras têm significativa importância para a formação humana da criança. Elas são mediadoras de relações sociais, promovem a aprendizagem, ajudam na superação de limitações, estimulam a imaginação e fomentam a expressão. Assim possibilitam a apropriação de interpretações do mundo social que a cercam. Destarte, as crianças podem desenvolver-se como indivíduo mediado pelas relações com outros sujeitos e/ou com o brinquedo. Integram valores, apropriam-se do mundo e se constituem como sujeitos históricos inseridos no universo social. O autor ainda afirma que: “Como no foco de uma lente de aumento, o brinquedo contém todas as tendências do desenvolvimento sob forma condensada, desta forma, ele mesmo é uma grande fonte de desenvolvimento” (VIGOTSKI, 1989, p.134).

Assim, o brinquedo está intrinsecamente relacionado ao desenvolvimento da criança, pois ele auxilia na apropriação do mundo ao correlacionar conhecimentos e integrar a cultura. De acordo com Vigotski (1989), é na idade pré-escolar que ocorre a divergência entre os campos do significado e da visão, ou seja, o pensamento separa-se do objeto e a ação regida por regras começa a ser determinada pelas ideias, mudando a relação da criança com o objeto. “[...] um pedaço de madeira torna-se um boneco e um cabo de vassoura torna-se um cavalo” (VYGOTSKY, 1989, p.111).

[...] ao mesmo tempo em que favorece a mediação de situações de atividade de estudo que envolvem o pensamento conceitual, não perde de vista as características lúdicas que podem ainda se apresentar como necessárias para algumas crianças neste momento do processo de escolarização (BERTINI; CERICATO, 2017, p.207).

Assim, acreditamos que brincar com o cubo mágico pode melhorar a aprendizagem, corroborar com o ensino de habilidades lógico-matemáticas e motoras, bem como dar suporte na compreensão e abstração de conteúdos matemáticos. Ressaltando que, segundo Vigotski, nem todo ensino leva ao desenvolvimento. No entanto, brincar pode levar a criança à busca do conhecimento conduzido pelo interesse pelo objeto que desconhece e pela busca da solução do

quebra-cabeça. Pois, “[...] toda aprendizagem só é possível na medida em que se baseia no próprio interesse da criança” (VIGOTSKI, 2001a, p.163).

O brinquedo cria na criança uma nova forma de desejos. Ensina-a a desejar, relacionando seus desejos a um "eu" fictício, ao seu papel no jogo e suas regras. Dessa maneira, as maiores aquisições de uma criança são conseguidas no brinquedo, aquisições que no futuro tornar-se-ão seu nível básico de ação real e moralidade. (Vigotsky, 2007, p. 67).

Assim, o brinquedo atua como uma lente de aumento, a criança atua para além do que é habitual mediado pela ação lúdica, reproduz em suas brincadeiras relações histórico-culturais vivenciadas pelos adultos, e em decorrência disto, fomentam o seu desenvolvimento enquanto sujeito histórico-cultural. A exploração da ação imaginativa mediada pelo lúdico cria intenções voluntárias e estrutura básica para mudanças na consciência e, posteriormente, da vida real. Pois, “[...] ao brincar, a criança está sempre acima da própria idade, acima de seu comportamento diário, maior do que é na realidade” (VIGOTSKY, 2007, p, 85).

Mesmo que a criança seja livre para determinar suas próprias ações no ato de brincar e jogar, esta liberdade sempre está condicionada aos signos e ao momento histórico-cultural. Mas a ação simbólica histórico-cultural, que referencia o ato da brincadeira, não é impeditivo para gerar o desenvolvimento intelecto-social da criança. As funções simbólicas da brincadeira, expandem habilidades conceituais das crianças, fomentadas pela imaginação e pelo ato simbólico da brincadeira. Pois, na dinâmica do ato de brincar, aderem regras implícitas e explícitas, auxiliando no desenvolvimento do pensamento abstrato (VIGOTSKY, 2007).

Portanto, sempre haverá propósito na brincadeira ou jogo, pois de acordo com Vigotski, é ele que justifica o objetivo da atividade de brincar. Na prática esportiva, por exemplo, seu propósito mostra-se como algo dominante para a participação. No entanto, o alvo acaba sendo o processo e não o resultado da ação. A concepção geral dos jogos é competir, não vencer. Por isso que, para os adultos, quando o objetivo torna-se vencer, ocorre a perda da função lúdica do jogo (VIGOTSKI; LURIA; LEONTIEV, 2010; VIGOTSKY, 2007).

Diante do pensamento descrito por Vigotski e em experiência pregressa do estudo piloto de Barai (2020), esperamos que a inserção do cubo mágico na escola desperte o interesse do educando e, alicerçado nele, outras ações didáticas planejadas e mediadas pelos docentes possam potencializar a apropriação de

saberes sociais e acadêmicos: sejam de conteúdos e/ou habilidades lógico-matemáticas, sejam habilidades cognitivo-motoras, e até mesmo a apropriação da cultura.

## **CAPÍTULO 2: FUNDAMENTAÇÃO DA MATEMÁTICA COMO ÁREA DO CONHECIMENTO**

Neste capítulo vamos iniciar contextualizando a origem do pensamento matemático, observar a sua evolução atrelada ao desenvolvimento da linguagem, a função da escola, refletindo sobre a sua importância na formação intelectual e na apropriação dos saberes matemáticos produzidos e sistematizados que possibilitem a integral participação do sujeito na sociedade. Perpassaremos também pelas temáticas: do jogo matemático, do cubo mágico e dos documentos referenciais da educação brasileira sobre o ensino básico de matemática e o que ele nos apresenta referente ao uso dos jogos como atividade educativa.

### **2.1 História, relação com a linguagem e cidadania**

Ao nos remetermos à origem do pensamento matemático parece haver um consenso entre autores que ele iniciou antes mesmo do desenvolvimento da escrita, tendo intrínseca relação com o surgimento da necessidade de contagem. Tais fatores relacionam-se ao aumento da complexidade e desafios da mudança de um modo de vida primitiva para o social. Com o início dos primeiros agrupamentos de pessoas, surge também, a necessidade do manejo da produção agrícola, da pecuária, que somados à compreensão das estações do ano, definem períodos de plantio e colheita. Essas correlações ampliaram a capacidade do homem em comparar fatores distintos e tecer relação entre eles. Esses processos sofisticados formaram as bases fundamentais no início da vida em sociedade. E foi desenvolvido por meio das experiências de vida somadas à necessidade do manejo dos recursos para suprir as necessidades da organização social (BORGES, 2018; MOL, 2013; MENDES, 2006).

Ao modo que a complexidade da vida social aumentou culminando na codificação da fala, a capacidade de sistematização matemática acabou sendo impulsionada concomitantemente com o surgimento da escrita. Assim a língua materna permeia as relações da criança com a cultura, tornando-se intermediária na apropriação das demais linguagens. Nesse sentido, ela tange significativa importância na apropriação dos saberes matemáticos, que caminham de certa forma simultaneamente com o desenvolvimento da língua materna. Na medida em que as crianças aprendem conceitos como: expressar a oralidade, reconhecer o

alfabeto e os números, também associam a contagem, noções de quantidade e proporções de objetos e formas, tamanhos, cores (BORGES, 2018; CALAZANS apud GOMES, 2017).

Por um lado, a língua materna é aquela na qual são lidos os enunciados, na qual se fazem comentários e que permite interpretar o que se lê de modo preciso ou aproximado, explícito ou vago. Nesse caso, a linguagem usual serviria para estabelecer relações entre o pensamento e a palavra, entre a escrita e a interiorização, entre a escrita e a sua interpretação. Por outro lado, a língua materna é parcialmente aplicada no trabalho matemático, já que os elos de raciocínio matemático se apoiam na língua, em sua organização sintática e em seu poder dedutivo. Mas as transformações, as operações que podem ser realizadas sobre as escritas matemáticas não têm equivalente na língua materna. (SMOLE et al., 2000, p. 64-65).

Fica evidente a inter-relação entre a língua materna e a matemática para o desenvolvimento de ambas, ao mesmo tempo em que a língua expressa as ideias, os códigos expressam noções de quantificação, promovem a realização de cálculos, entre outros. Atuam em complementaridade, atribuem representações no mundo, objetivando significar objetos e/ou ações permeados pela cultura dando suporte ao desenvolvimento. Possibilita saberes ao sujeito que são fundamentais para uma atuação proficiente na sociedade, pois, as ações cotidianas mais comuns envolvem relação com os números: os números das casas, o tamanho das roupas e calçados, os números de telefones, quantidade de ingredientes em uma receita culinária, o sistema monetário base nas negociações financeiras e relações de troca, são alguns exemplos do uso matemático da vida social da contemporaneidade (GOMES, 2017; RODRIGUES, 2001, GERMANO, 1999).

Nesse sentido, no contexto social da atualidade, a matemática é uma atividade inerente ao ser humano, seus saberes são praticados espontaneamente em nosso dia a dia. No entanto, como é resultante do meio sociocultural, ela é determinada pela realidade na qual o indivíduo está inserido (D'AMBROSIO, 1996). Embora a matemática já faça parte da vida da criança antes mesmo do seu ingresso na escola por intermédio da interação sociocultural, é na escola, pela mediação do professor, que ela se apropriará dos conceitos matemáticos de forma sistematizada. Nesse sentido, a escola dispõe ao educando os saberes elaborados pela humanidade que precisam ser socializados por se tratar de um direito ao acesso do saber já constituído, e desta forma a possibilitar a atuação integral do sujeito na sociedade. (ARAÚJO, 2010; SAVIANI, 2003; GIARDINETTO, 1997).

Considerando a infância dentro das condições histórico-culturais em que a criança já chega a um mundo organizado, imprime-se a necessidade de se apropriar dos conhecimentos matemáticos como produto cultural. Neste processo de integração, precisa dominar conceitos de análise e síntese que possibilitem seu desenvolvimento e autonomia, pois, os signos atribuídos a eles, permitem a interação entre os sujeitos, atuando, criando e intervindo na apropriação de novos conceitos que permitam modos de viver cada vez melhores (MOURA, 2007).

Nesse sentido, a escola é fundamental na mediação dos saberes, é nela que os alunos se apropriam dos conhecimentos acumulados do produto histórico-cultural da humanidade. Nesse processo, a atuação docente intencional deve utilizar estratégias para que os conhecimentos matemáticos ensinados contemplem o significado social inerente a eles. Somente assim, o educando atribuirá um sentido pessoal ao seu aprendizado.

## **2.2 O jogo na educação matemática**

Há uma literatura variada no que tange a temática do jogo, diversas áreas do conhecimento atribuíram diferentes significados de acordo com o contexto social ou instrumento de apreciação aplicado sobre a temática (GOMES, 2017).

Define-se “jogo” como “brincadeira, divertimento, folguedo, exercício de crianças em que elas fazem prova da sua habilidade, destreza ou astúcia, maneira de jogar e conjunto de regras a observar, quando se joga”. “Essa atividade, quando diferentes indivíduos ou grupos de indivíduos se submetem a competições em que um conjunto de regras determina quem ganha ou perde” (MICHAELIS, 2022).

O clássico livro *Homo Ludens* de Huizinga (1971) trata-se de uma obra antropológica que nos traz importantes contribuições para a compreensão do conceito de jogo. Para Huizinga (op. cit.) o jogo tem origem primitiva podendo ser observado no comportamento de grupos de animais brincando. Ele é um precursor da cultura, manifestou-se sob a forma de rituais e do sagrado, na linguagem e poesia, estando imbricado em todas as relações sociais, seja no pensamento ou no discurso, permeando inter-relações.

Para o autor, o jogo possibilita a transcendência da finalidade biológica pela múltipla carga de significados que podem ser atribuídas ao jogador. O divertimento, a atmosfera de mistério e segredo, a relação com o prazer, coloca o jogador no desempenho de um papel diferente da vida cotidiana. Mesmo consciente, o lugar do

jogo produz limites e espaços determinados por regras definidas voluntariamente dentro de um espaço tempo. Os limites da brincadeira promovem a manifestação de sentimentos diversos: seja tensão, ou alegria, essa realidade peculiar, motiva e estimula a participação do jogador pela sua inserção em um mundo lúdico (HUIZINGA, 1971).

A importância do jogo também é descrita pelos teóricos da Teoria Histórico-cultural, para Vigotski (1989) a subordinação às regras do jogo possibilita à criança comportar-se para além do padrão da sua idade, subsidiando o seu desenvolvimento. Leontiev (2014) afirma que na prática do jogo a criança desenvolve a habilidade de submeter-se às regras, podendo adequá-las e/ou elaborando novos elementos culturais. Assim apropria-se da cultura caminhando no seu processo de humanização. Moura (2007) também reitera que diversos fatores culturais intrínsecos à sistematização do jogo, trazem um conjunto de práticas culturais que podem ser adquiridas pelo jogador promovendo o seu desenvolvimento.

Nesse sentido, baseado nos referenciais que direcionam esta dissertação, entendemos que o jogo é atividade lúdica que motiva a criança, pode promover o desenvolvimento das funções psicológicas superiores, bem como auxilia na formação da personalidade. Na medida em que a brincadeira carrega inúmeros signos que estão atrelados ao momento histórico-cultural vivido, possibilita a ampliação do seu nível de desenvolvimento, seja intelectual, seja na compreensão do mundo.

Outro ponto a citar, é que a estratégia de utilizar jogos como material mediador no ensino de matemática mostra-se ainda atual e conta com literatura significativa, seja em dissertações, teses e publicações, seja em congressos ou revistas acadêmicas. Parece haver um consenso na literatura que os jogos matemáticos auxiliam na mediação da apropriação de conceitos matemáticos (BORGES, 2018; GASPARELLO, 2018; MOREIRA, 2018; GOMES, 2017; ANDRADE, 2017; MATTOS, 2009; LINARDI, 1998; GRANDO, 1995, 2000).

O jogo pode ser utilizado como recurso didático mediador tornando a aprendizagem mais atraente, auxiliando na assimilação de abstrações, podendo ser utilizado em todos os níveis de ensino. Destarte, o jogo deve atuar explorando as potencialidades de desenvolvimento que estão em eminência de ocorrer, culminando na consolidação de saberes para a zona de desenvolvimento atual. De

forma geral, os jogos matemáticos podem favorecer a capacidade de pensar, refletir, analisar e compreender conceitos matemáticos, levantar, testar e avaliar hipóteses com autonomia e cooperação (GASPARELLO, 2018; GRANDO, 2000).

O uso de materiais manipulativos também é citado na literatura como um recurso didático que facilita a aquisição de conceitos, pois simulam situações concretas, facilitando a compreensão e a capacidade de abstração. Outro ponto citado pelos autores é que a manipulação de materiais fomenta o desenvolvimento de sistemas representacionais, ou seja, o ato de manipular objetos concretos, auxilia na habilidade de fazer traduções entre os vários sistemas representacionais que nos circundam, tornando as ideias mais significativas para as crianças. Deste modo, subsidia a aprendizagem, facilita a compreensão e a resolução de situações problemas (NEPEM, 2004; BEHR et al., 1983).

Nesse sentido, este estudo exploratório-descritivo buscou utilizar o cubo mágico (quebra-cabeça tridimensional) como um jogo manipulativo mediador no ensino de habilidades lógico-matemáticas e cognitivas motoras, explorando as possibilidades do brinquedo, sem a pretensão de que seu uso por si só, seja suficiente para a apreensão de conceitos. Mas que nas interações propiciadas por intermédio do planejamento das ações didáticas deste protótipo, seja factível ações de: problematização, observação de regularidades, generalização e a sistematização de conceitos (GRANDO, 2015). Para isso, aproveitaremos a mística de sua impossibilidade de resolução, ideia de senso comum, para fomentar o interesse dos educandos pelo aprendizado de sua montagem (BARAI, 2020).

### **2.3 O cubo 3x3x3**

Foram os matemáticos que levaram a novidade para conferências internacionais perpassando as fronteiras da Hungria no período da guerra fria. Momento histórico em que este país fazia parte da cortina de ferro e que o controle de entrada e saída de produtos era altamente restrito. No entanto, este fator não impossibilitou que o brinquedo ganhasse evidência mundial (RONCOLLI, 2016). O modelo original 3x3x3 é o mais popular com estimativas que superam 300 milhões de unidades vendidas. Existem mais de 60 livros publicados relacionados a métodos de resolução e supõe-se que nenhum outro quebra-cabeça teve tantos adeptos no mundo (CINOTO, 2013; QUADROS e QUADROS, 2015). O desafio propõe 43 quintilhões de combinações possíveis. Se para cada uma das combinações

demorássemos 10s para efetuar a resolução, seriam necessários 136.000 anos para realizarmos todas as possibilidades (KORF, 1997).

Uma incógnita que demandou 30 anos de estudos para ser esclarecida, refere-se ao menor número possível de movimentos necessário à resolução do “*puzzle*” após a realização de embaralhamento aleatório máximo do cubo. Denominado de “Número de Deus” foi descrito pelo matemático Morley Davidson e sua equipe, concluindo que 20 giros são os movimentos mínimos necessários para ordenar o cubo (RONCOLLI, 2016).

De todos os métodos utilizáveis por nós humanos que procuram otimizar o tempo de resolução do cubo mágico, o mais eficiente e utilizado é o proposto pela tcheca Jessica Fridrich do início dos anos 80. No entanto, sua sistemática envolve bastante estudo pelo grande número de algoritmos a serem memorizados. Vale a pena salientar que o algoritmo nada mais é do que uma sequência de instruções ordenadas de forma lógica que define como os giros devem ser executados para alinhar as peças do brinquedo (GRIMM, 2016).

Outro ponto interessante a citar é que a primeira competição ocorreu em 1982 na Hungria, após isso somente em 2003 houve um segundo campeonato realizado no Canadá. No Brasil, a primeira disputa foi em Sumaré-SP em 2007. Na atualidade com a criação da “*World Cube Association*” as competições tornaram-se frequentes (CINOTO, 2013; RONCOLLI, 2016).

Na atualidade há uma grande variedade de “*puzzles*” versões similares do cubo de Rubik que variam modelos de 2x2x2 até 17x17x17. Também existem outras formas geométricas e uma gama de tipos de cortes distintos no cubo que propõem outros enigmas como desafios (RONCOLLI, 2016).

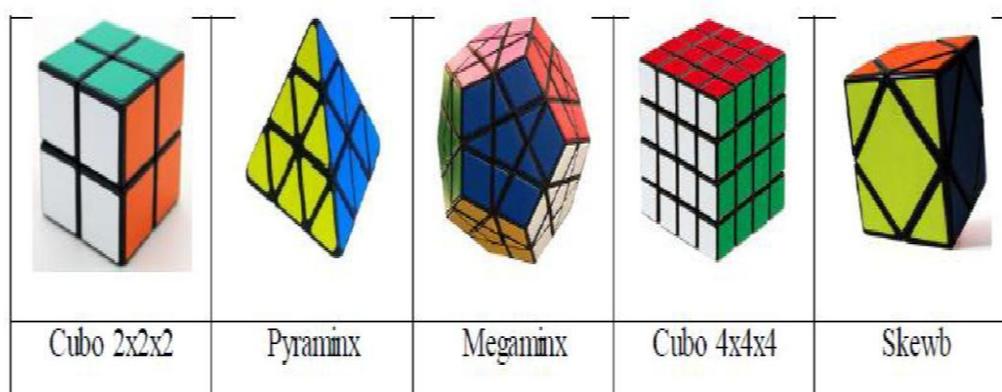
Nos cubos 2x2x2 e 4x4x4 não tem como se guiar pelas referências dos centros. No 2x2x2 há apenas quinas, o que permite uma resolução rápida e mais simples do que o cubo 3x3x3 pelas poucas peças a serem ordenadas. Já no brinquedo 4x4x4 temos um maior grau de complexidade decorrente do maior número de peças somado à ausência de referência central. Deste modo, uma possibilidade de resolução pode ser a ‘redução’ do cubo, transformando este similarmente ao 3x3x3, no entanto, surgem as ‘paridades’ situações que necessitam ao menos três novos algoritmos como suporte para resolução do quebra-cabeça.

Com outras formas geométricas temos o tetraedro, com 4 faces triangulares equiláteras, denominado, comercialmente, de Pyraminx e tem resolução mais

simples do que o cubo 3x3x3. O dodecaedro (12 faces pentagonais) apresenta o nome comercial de Megaminx e, embora tenha um grau de complexidade maior do que o cubo mágico, o raciocínio de sua resolução é bastante similar, no entanto, na última camada apresenta algoritmos mais longos para a sua finalização.

Um exemplo de corte diferente no cubo é o Skewb. Neste quebra-cabeça o eixo de rotação é ao longo das diagonais e não perpendicularmente às faces como no cubo mágico tradicional. Ele tem enigma interessante e grau de dificuldade inferior ao 3x3x3 em que, após o primeiro lado resolvido com 24 movimentos, ele é solucionado. Fato a ser observado é que em nossas buscas realizadas no ano de 2019 nas bases de dados de periódicos educacionais como: ERIC (Institute of Education Sciences), Google Acadêmico, Educ@ (Publicações online de educação - metodologia SciELO), DEDALUS (Banco de dados bibliográficos da USP), BDTD (Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações), esses modelos de brinquedos não são referenciados como recurso didático pela literatura. Talvez seja por serem modelos menos conhecidos pela população em geral, por terem custos mais elevados, ou por que o interesse por outros quebra-cabeças tridimensionais, comumente surja a partir daqueles que já conseguiram decifrar o cubo 3x3x3. Outro ponto a citar é que normalmente os tutoriais online disponíveis de ensino da montagem de outros modelos sempre se referenciam de forma analógica a montagem do tradicional cubo 3x3x3. A figura 1 ilustra os modelos supracitados.

**Figura 1** - Variações do *puzzle*

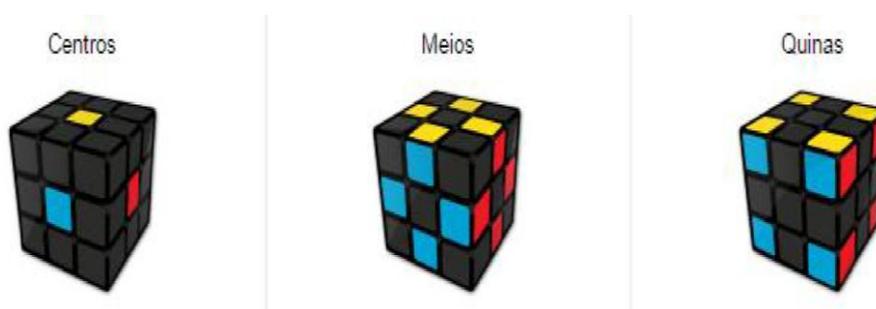


Fonte: Extraído de (CINOTO apud RONCOLLI, 2016, p. 22).

## 2.4 Método da montagem por camadas do cubo 3x3x3

Iniciamos a aprendizagem conhecendo o brinquedo, os centros: totalizam 6 peças fixas, sempre localizadas no centro de cada face e servem de indicativo da cor da face, referenciando a montagem. Já os meios: são as peças de duas cores, totalizando 12 peças que sempre estão localizadas no centro das arestas do cubo e permutam somente entre si. E as quinas: são as peças de três cores, sempre localizadas nos vértices do cubo, totalizam 8 peças que permutam somente entre si. (GRIMM, 2016; RONCOLLI, 2016; SENEM, 2017). A figura 2 ilustra as localizações das peças supracitadas.

**Figura 2** - Posições das peças



Fonte: Extraído de (CINOTO apud RONCOLLI, 2016).

O Método Básico em oito passos criado pelo brasileiro Renan Cerpe em uma adaptação do método do australiano Ryan Heise de 2003 (CERPE, 2014; GRIMM, 2016). Popularmente nomeado de método de camadas, nada mais é do que algumas subdivisões do método de Ryan que tem como objetivo deixar mais fácil e didático o ensino da resolução do “*puzzle*”. Essa estratégia é baseada em um conhecimento da estrutura do brinquedo somado a memorizações de alguns algoritmos que vão montando o quebra-cabeça por camadas. Com a prática, a montagem acaba ficando bastante intuitiva pelas associações necessárias às cores que servem como base para a resolução do enigma (GRIMM, 2016).

Este estudo não teve como objetivo descrever o processo de ensino aprendizagem passo a passo do brinquedo. Já contamos com várias publicações: livros e dissertações nacionais de ótima qualidade que satisfazem esse quesito. Outro recurso que vale a pena citar é a existência de diversos tutoriais facilmente encontrados na internet, seja em sites sobre o tema, seja em canais de vídeos como o *YouTube*.

Na figura 3 podemos visualizar de maneira simplificada os oito passos da montagem do cubo. As oficinas de aprendizagem seguiram essa sistemática (BARBOSA, 2018; CERPE, 2014; CINOTO, 2013; SENEM, 2017; SILVA, G., 2015; SILVA JÚNIOR, 2019).

**Figura 3 – Método Básico dos 8 passos**



Fonte: Extraído de (CINOTO apud RONCOLLI, 2016).

## 2.5 Conteúdos Matemáticos relacionados

Há uma diversidade de assuntos relacionados ao desenvolvimento do raciocínio lógico que estão diretamente associados ao aprendizado do cubo mágico. O professor pode de alguma forma utilizar este quebra-cabeça como recurso didático em todas as cinco unidades temáticas contidas na Base Nacional Comum Curricular.

Para o ensino fundamental destacam-se conceitos de rotação, translação, áreas, volume, geometria e frações (BARBOSA, 2019; RONCOLLI, 2016). Já no ensino médio as aplicações se estendem para uma gama maior de competências, habilidades e conteúdos como: análise combinatória englobando princípio fundamental da contagem e permutações, probabilidade, funções, geometria plana, espacial e seus conceitos, matrizes, álgebra e conceitos de fórmulas (algoritmos). (BARBOSA, 2019; BARBOSA, 2018; MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY, 2009; RODRIGUES; SILVA, 2013; RONCOLLI, 2016; VASQUES,

2016). Também encontramos evidências que dão suporte na aplicação dos conteúdos do componente curricular de Física como: termodinâmica, mecânica estática e dinâmica (SENEM, 2017; SILVA, 2015).

## **2.6 Os documentos educacionais federais oficiais, a Matemática no Ensino Fundamental I e os jogos.**

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) são um conjunto de importantes documentos referenciais da educação brasileira. Nele a matemática é posta como disciplina importante na construção da cidadania decorrente dos avanços dos conhecimentos científicos e tecnológicos e a consequente ampliação do seu uso. Nesse sentido, a democratização do seu ensino deve se balizar em dois aspectos básicos:

Um consiste em relacionar observações do mundo real com representações (esquemas, tabelas, figuras); outro consiste em relacionar essas representações com princípios e conceitos matemáticos. Nesse processo, a comunicação tem grande importância e deve ser estimulada, levando-se o aluno a “falar” e a “escrever” sobre Matemática, a trabalhar com representações gráficas, desenhos, construções, a aprender como organizar e tratar dados (BRASIL, 1997, p. 19).

O documento também cita que a organização dos conteúdos matemáticos a serem ensinados deve-se pautar na relevância social e em sua contribuição para o desenvolvimento intelectual do educando. Que o conhecimento matemático constituído está em permanente processo de construção e evolução.

O conhecimento matemático faz parte do cotidiano das pessoas desde as operações mais simples como contar, comparar e operar sobre quantidades, cálculos de salários, pagamentos e consumo, na agricultura, em uma composição musical, na coreografia, na arte e no esporte. Nesse sentido, a matemática é uma disciplina que abrange saberes impreteríveis ao cidadão no mundo do trabalho, nas relações sociais e culturais, ou seja, é base para o exercício pleno da cidadania (BRASIL, 1997).

Os PCN também reiteram o uso dos jogos como recurso didático no ensino da matemática como uma atividade que desenvolve os processos psicológicos básicos. A situação do jogo permeia o conhecido com o imaginário, possibilitando o desenvolvimento do conhecimento. De acordo com o documento, a repetição e/ou estruturação do jogo permite que as crianças atribuam significados e percebam

regularidades. Assim aprendem a lidar com símbolos e atuar por analogia, culminando na produção de linguagem. Outro fator apontado são as regras intrínsecas aos jogos, fator que auxilia no amadurecimento cognitivo, emocional, moral e social. O uso do jogo como recurso didático favorece o desenvolvimento do raciocínio lógico alicerçado no prazer genuíno de sua prática, nesse sentido, é impreterível que eles façam parte da cultura escolar.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) de 2018 é o documento educacional de âmbito federal mais recente, nele contém os direitos e objetivos de aprendizagem e desenvolvimento que devem nortear a elaboração de currículos estaduais e municipais em todas as etapas da escolarização fundamental e média do país. Compreendendo que “[...] aprendizagem e desenvolvimento são processos contínuos que se referem a mudanças que se dão ao longo da vida, integrando aspectos físicos, emocionais, afetivos, sociais e cognitivos” (BRASIL, 2018, pag. 33).

Fundamentada em princípios: éticos, políticos e estéticos reforça a importância de que em uma sociedade democrática é fundamental o respeito e acolhimento à diversidade, seja ela: étnica, de gênero, religiosa, bem como, aponta para a desconstrução de qualquer outra forma de discriminação. Em sua fundamentação política, reafirma a importância da apropriação dos conhecimentos historicamente constituídos, e que estes, deem embasamento para o exercício de reivindicações e tomadas de decisões por intermédio do uso do diálogo como ferramenta de intermediação nas diferentes esferas da vida pública. O documento também aponta a necessidade da participação nas mais diferentes práticas culturais, e a necessidade de reconhecê-las e valorizá-las como parte da cultura universal.

Para o componente curricular de Matemática, a BNCC reitera a importância do conhecimento matemático para o exercício da cidadania como já supracitados nos PCN, mas o documento vai além:

O Ensino Fundamental deve ter compromisso com o desenvolvimento do letramento matemático, definido como as competências e habilidades de raciocinar, representar, comunicar e argumentar matematicamente, de modo a favorecer o estabelecimento de conjecturas, a formulação e a resolução de problemas em uma variedade de contextos, utilizando conceitos, procedimentos, fatos e ferramentas matemáticas. É também o letramento matemático que assegura aos alunos reconhecer que os conhecimentos matemáticos são fundamentais para a compreensão e a

atuação no mundo e perceber o caráter de jogo intelectual da matemática, como aspecto que favorece o desenvolvimento do raciocínio lógico e crítico, estimula a investigação e pode ser prazeroso (BRASIL, 2018, p.266).

A BNCC estabelece oito competências específicas do conhecimento matemático que as vivências escolares devem desenvolver ao longo da sua vida escolar. Para o desenvolvimento de tais competências desdobra diversas habilidades a serem trabalhadas pelos docentes que subsidiarão o desenvolvimento das competências. Os conteúdos foram denominados de 'objetos de conhecimento' e estão divididos em 5 unidades temáticas de estudo: números, álgebra, geometria, grandezas e medidas, probabilidade e estatística. A BNCC também direciona como estes fatores devem ser trabalhados pelos docentes ano a ano. Embora se apresente como um documento referencial básico, apresenta uma quantidade significativa de saberes que devem direcionar o ensino do país.

Reforçando que o ensino da matemática deve se balizar pela compreensão e apreensão de significados pelos objetos matemáticos, reitera que os jogos podem apresentar um papel essencial como um recurso didático de suporte na compreensão de saberes matemáticos. No entanto, “[...] precisam estar integrados a situações que levem à reflexão e à sistematização, para que se inicie um processo de formalização” (BRASIL, 2018, p. 298).

Os jogos são uma alternativa na perspectiva do trabalho por meio da resolução de problemas, pois, partem de problemas conhecidos, levam ao questionamento e reflexão. Nesse processo o aluno tem papel ativo na apropriação do conhecimento matemático, o jogo fomenta a autonomia e a tomada de decisão e assim desenvolve a capacidade de refletir sobre diferentes aspectos, confrontando possibilidades na busca da resposta para a solução do problema (BRASIL, 2018). Alicerçado nessas bases, entendemos que o cubo mágico pode se apresentar como um jogo de potencial desenvolvimento de diversos saberes matemáticos.

## **2.7 O Currículo Paulista**

Considerando que este estudo histórico-cultural realiza-se em uma escola pública municipal do interior do estado de São Paulo, que se utiliza do Currículo Paulista (CP) como documento referencial, realizaremos um recorte, analisando neste currículo, fatores que estão intrinsecamente relacionados com o estudo. Vale

a pena salientar que no momento em que escrevo esta dissertação, o município está em processo de construção de seu próprio currículo municipal que se encontra em estágio de finalização, mas que ainda não foi homologado. Este estudo também não realizará uma análise crítica deste documento sob o referencial da perspectiva histórico cultural, iremos focar nas habilidades e competências apresentadas que podem ser desenvolvidas com a utilização do cubo mágico.

O Currículo Paulista apoiado nas diretrizes da BNCC também se organiza em competências e habilidades essenciais que visam o desenvolvimento cognitivo, social, cultural e emocional dos educandos paulistas, objetivando tanto uma formação integral, quanto a melhora na qualidade de ensino do estado de São Paulo. O documento também reitera todas as competências gerais da BNCC. Nesse sentido, considera um compromisso com uma formação humana de forma que abranja toda a sua complexidade, integrando as dimensões cognitiva, física e afetiva. Destaca a necessidade do acolhimento das pessoas considerando a diversidade e o compromisso do combate a qualquer tipo de preconceito e discriminação (SÃO PAULO, 2019).

Conforme a BNCC, o Currículo Paulista define competências como:

A mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho (BRASIL, 2018, p.8).

Para a área da Matemática o CP alinhado aos documentos federais PCN e BNCC reitera que os saberes matemáticos são imprescindíveis no mundo contemporâneo, uma vez que nas relações sociais mais simples há presença dos saberes matemáticos nas inter-relações sociais, tornando a matemática fundamental para o pleno acesso dos sujeitos à cidadania. Assim, a Matemática deve ser compreendida como linguagem, ciência que, com suas próprias características, possibilita a investigação da realidade desenvolvendo capacidades de: análise, compreensão e intervenção nos mais variados contextos contemporâneos. O CP também permite uma articulação da matemática com as demais áreas do conhecimento, visando o desenvolvimento de competências almejadas, sejam gerais ou específicas (SÃO PAULO, 2019).

Dentre as competências específicas da Matemática apresentadas pelo CP que entendemos estar diretamente ligadas ao cubo mágico estão aquelas apresentadas no quadro 1.

**Quadro 1-** Competências matemáticas relacionadas ao Cubo de Rubik

2. Desenvolver o raciocínio lógico, o espírito de investigação e a capacidade de produzir argumentos convincentes, recorrendo aos conhecimentos matemáticos para compreender e atuar no mundo.
3. Compreender as relações entre conceitos e procedimentos dos diferentes campos da Matemática (Aritmética, Álgebra, Geometria, Estatística e Probabilidade) e de outras áreas do conhecimento, sentindo segurança quanto à própria capacidade de construir e aplicar conhecimentos matemáticos, desenvolvendo a autoestima e a perseverança na busca de soluções.
6. Enfrentar situações-problema em múltiplos contextos, incluindo-se situações imaginadas, não diretamente relacionadas com o aspecto prático-utilitário, expressar suas respostas e sintetizar conclusões, utilizando diferentes registros e linguagens (gráficos, tabelas, esquemas, além de texto escrito na língua materna e outras linguagens para descrever algoritmos, como fluxogramas, e dados).
8. Interagir com seus pares de forma cooperativa, trabalhando coletivamente no planejamento e desenvolvimento de pesquisas para responder a questionamentos e na busca de soluções para problemas, de modo a identificar aspectos consensuais ou não na discussão de uma determinada questão, respeitando o modo de pensar dos colegas e aprendendo com eles.

Fonte: Extraído do Currículo Paulista (SÃO PAULO, 2019, p. 305).

É ao longo do processo de escolarização que se dá o desenvolvimento do Letramento Matemático. A comunicação por meio da língua materna auxilia na decodificação dos objetos de conhecimentos específicos da matemática de forma que os estudantes podem buscar compreender a solução de uma situação-problema (SÃO PAULO, 2019). O cubo mágico, pelos diversos passos a serem aprendidos por etapas na solução do quebra-cabeça, utiliza-se da língua materna como intermediária na compreensão dos saberes matemáticos vinculados ao brinquedo. Assim, estimulada pelo lúdico, a criança amplia a sua compreensão, apropriando-se de modelos mentais que a levará à superação do desafio proposto, interpretando a linguagem matemática do brinquedo. Outro aspecto que o cubo subsidia é a apresentação de objetos matemáticos por intermédio do material concreto, fator que favorece o desenvolvimento do pensamento lógico do aluno.

Raciocinar matematicamente oportuniza desenvolver algumas formas de pensar muito próprias da matemática, dentre as quais destacam-se o pensar indutivo, o dedutivo, o espacial e o não determinístico. Essas diferentes formas de pensar contribuem para que os estudantes aprendam a raciocinar a partir das evidências que encontram em suas explorações e investigações e do que já sabem que é verdade. Aprendam, ainda, a reconhecer as características de uma ideia aceitável em Matemática, desenvolvendo raciocínios cada vez mais sofisticados, tais como análise, prova, avaliação, explicação, inferência, justificativa e generalização, dependendo da situação-problema que enfrentam (SÃO PAULO, 2019, p.312).

O CP também reitera o uso da Resolução de Problemas como uma atividade essencial para o ensino e a aprendizagem da matemática. A aprendizagem da montagem do cubo mágico alinha-se a essa perspectiva, uma vez que coloca diante dos alunos diferentes possibilidades decorrentes das inúmeras variedades de embaralhamento do brinquedo. Torna os alunos ativos no processo de aprendizagem, possibilitando a apropriação de novos conhecimentos e fomentando a colaboração entre seus pares na organização do pensamento lógico.

Em um ambiente que valoriza a comunicação matemática, esse desenvolvimento se dá quando esses estudantes debatem pontos de vista, explicam e justificam a resolução de um problema, uma inferência, ou uma regularidade identificada; deduzem e justificam estratégias usadas e conclusões obtidas; adaptam o conhecido ao desconhecido; transferem uma aprendizagem de um contexto para outro; provam que algo é verdadeiro ou refutam uma hipótese, buscando um contraexemplo para uma conclusão falsa, entre outras possibilidades (SÃO PAULO, 2019, p.312).

Ao analisarmos as habilidades matemáticas referentes ao 5º ano do Ensino Fundamental – ano que estamos realizando o protótipo desta dissertação – identificamos algumas habilidades que estão diretamente relacionadas à montagem do cubo mágico ou tangenciam possibilidades de utilização pelo intermédio do uso do brinquedo como recurso pedagógico.

**Quadro 2** - Habilidades matemáticas relacionadas ao Cubo de Rubik

(EF05MA06) Associar as representações 10%, 25%, 50%, 75% e 100% respectivamente à décima parte, quarta parte, metade, três quartos e um inteiro, para calcular porcentagens, utilizando estratégias pessoais, cálculo mental e calculadora, em contextos de educação financeira, entre outros.
--

(EF05MA16) Associar figuras espaciais a suas planificações (prismas, pirâmides, cilindros e cones) e analisar, nomear e comparar seus atributos.
--

(EF05MA17) Reconhecer, nomear e comparar polígonos, considerando lados, vértices e
--

ângulos, e desenhá-los, utilizando material de desenho ou tecnologias digitais.
(EF05MA19) Resolver e elaborar situações- -problema envolvendo medidas de diferentes grandezas como comprimento, massa, tempo, temperatura, capacidade e área, reconhecendo e utilizando medidas como o metro quadrado e o centímetro quadrado, recorrendo a transformações adequadas entre as unidades mais usuais em contextos socioculturais.
(EF05MA21) Reconhecer volume como grandeza associada a sólidos geométricos e medir volumes por meio de empilhamento de cubos, utilizando, preferencialmente, objetos concretos.

Fonte: Extraído do Currículo Paulista (SÃO PAULO, 2019, p. 343-345).

O CP também cita a utilização de jogos como recurso didático que fomentam a socialização dos alunos, estimulam a cooperação, interação e o trabalho em equipe. As regras intrínsecas aos jogos estabelecem a relação de limites e ensinam o respeito às normas, bem como o autoquestionamento sobre seus acertos e erros. Diante do exposto acima, entendemos que as ações educativas veiculadas pela escola, podem e devem, se alicerçar na utilização de jogos como recurso didático pelos inúmeros benefícios já supracitados e reiterados pela literatura. Percebe-se que o uso da resolução de problemas pelo intermédio dos jogos, trata-se de um valioso recurso didático para o ensino de habilidades e competências que fundamentam as atuais propostas curriculares.

## **CAPÍTULO 3: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA DO CAMPO DO CONHECIMENTO DA EDUCAÇÃO FÍSICA**

Neste capítulo vamos iniciar contextualizando de forma breve a história da Educação Física no Brasil a partir do momento que ela começa e se estruturar como campo do conhecimento, e como essa dinâmica reverberou na Educação Física Escolar. Perpassaremos pelos principais documentos norteadores da educação Brasileira dos últimos 30 anos observando as diretrizes que direcionam a prática da educação física no âmbito escolar, destacando as questões do jogo como Unidade Temática. Seguiremos com a revisão da área do comportamento motor, um dos pilares fundamentais da Educação Física (EF) e finalizaremos correlacionando a fundamentação desta dissertação, de forma que dê suporte à ideia do ensino do cubo mágico como jogo na Educação Física Escolar (EFE) por toda a gama de aspectos cognitivos e motores que estão associados ao seu manejo.

### **3.1 Breve histórico da Educação Física no Brasil**

A Educação Física Brasileira (EFB) teve seu primeiro adensamento no período histórico concomitante à consolidação dos estados nacionais e surgimento de sistemas públicos educacionais na década de 1930. Em seu primeiro momento, sob um viés biomédico da valorização da ginástica enquanto saúde e a concepção higienista ligada aos problemas decorrentes dos processos da industrialização incompatível com a infraestrutura das cidades. Neste período surgiram também as primeiras instituições de ensino superior de Educação Física no Brasil: Escola Superior de Educação Física do Estado de São Paulo e Escola Nacional de Educação Física e Desportos, atual Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ (MEZZAROBA; BASSANI, 2015; ROSA; LETA, 2011).

No entanto, a Educação Física enquanto campo de conhecimento carece de uma unidade epistemológica (ROSA; LETA, 2011; VELOZO, 2010). É possível observar diante de seu desenvolvimento histórico que a sua constituição foi sob a influência de diversas “ciências mãe” como: Biologia, Medicina, Física, Saúde Coletiva, Fisiologia, Pedagogia, Sociologia. Nesse sentido, dificilmente algum projeto de pesquisa em Educação Física será realizado sem utilizar modelos já consolidados por outras áreas do conhecimento (MEZZAROBA; BASSANI, 2015;

LOCH, 2012; VELOZO, 2010).

Enquanto status de ciência foi na década de 60 que a Educação Física, por meio dos laboratórios de pesquisa, mais especificamente, na subárea de fisiologia do exercício, foi lentamente se consolidando e sendo reconhecida no mundo acadêmico-universitário como campo de estudo, com objetos de interesses sistematizados e organizados (SILVA; CAMINHA, 2015; BETTI, 1995). Destarte, das construções histórico-sociais, somados às influências epistemológicas das ciências mães, as peculiaridades da área e as relações entre a educação promoveram o surgimento de teorias híbridas com caracterização própria e fundamentando o campo de conhecimento da Educação Física brasileira na contemporaneidade (MEZZARROBA; BASSANI, 2015).

A década de 80, momento sócio político conturbado da sociedade brasileira pelo processo de redemocratização, impactou significativamente na área da EFB. A obra “a crise da Educação Física da década de 80”, de Medina (1985), teve grande repercussão principalmente ecoados pelos contextos educacionais, que fomentaram transformações radicais influenciadas pelas ciências sociais, por intermédio dos cursos de graduação, somados a formações pedagógicas com uma abrangência mais qualitativa, voltadas ao contexto social. Esta dinâmica promoveu alterações conceituais no eixo centralizador do esporte/treinamento para uma subárea que na atualidade é entendida como práticas corporais (LORO; PIMENTEL, 2016; MEZZARROBA; BASSANI, 2015; MEDINA, 1985).

No entanto, o eixo baseado na visão biomédica continuou em vigor aproximando da subárea da saúde coletiva. Posteriormente, a concepção de esporte também subdividiu-se na área de lazer propiciando o surgimento de novas temáticas e abordagens. A somatória destes fatores culminou em reconfiguração dos currículos de formação acadêmica da EFB dando espaço às vertentes mais críticas e reflexivas, dividindo o espaço com as questões técnicas específicas, ampliando a EFB enquanto área de conhecimento (MEZZARROBA; BASSANI, 2015).

Também foi na década de 80 que ocorreu um crescente aumento nos cursos de pós-graduação de Educação Física em instituições públicas e privadas. E diante de processos de construção e rupturas supracitadas, a EFB incorporou em sua

prática acadêmica de pesquisa o método de fragmentação e especialização das demais ciências (VELOZO, 2010). Em decorrência disto, a Educação Física brasileira enquanto campo de conhecimento, sempre estará associada a modelos emprestados das áreas de conhecimento que as fundamentam. Seus componentes: os esportes, as ginásticas, as danças, as lutas, os jogos, as atividades de aventura e o corpo, nesse sentido, podem ser estudados e analisados nas mais diversas abordagens.

E, embora seja inegável a afinidade e a importância das ciências da natureza na história e consolidação da EFB enquanto área científica, alguns autores apontam a necessidade de fomentar estudos entre as ciências humanas e a EFB, para que possamos aproximar e reduzir a estratificação decorrente das fragmentações disciplinares (LOCH, 2012; VELOZO, 2010). De modo que os diferentes saberes construam interligações e propiciem um desenvolvimento mais integrado da EFB.

### **3.2 A Educação Física Escolar**

A Educação Física escolar seguiu nas escolas o seu movimento histórico, das aulas de ginástica sob o viés higienista no início de sua inserção no âmbito educacional, pela predominância da prática desportiva até a década de 70, passando pelo movimento renovador de construção de novas concepções na tentativa de superação do paradigma tecnicista. Embora nesse período a EFE tenha ampliado a sua aproximação com as teorias didáticas desenvolvendo novas proposições pedagógicas, elas ficaram mais no campo prescritivo, seja no avanço dos estudos pela academia, seja pelas novas propostas didáticas (leis e normatizações), do que na práxis docente, uma vez que no cotidiano da escola não tenha alterado a sua dinâmica técnico desportiva neste período (JUSTO, 2011; XAVIER; MARRA; PIAU, 2011).

Parte desse insucesso é atribuída por alguns autores ao caráter instrumental determinado pela estrutura econômica e política que atua em prol de um viés do poder hegemônico. Ao desconsiderar a cultura escolar, a macroestrutura tenta se sobrepor a microestrutura de forma impositiva sem considerar as peculiaridades intrínsecas à cultura escolar a nível micro. Outro ponto citado foi à resistência dos docentes em estarem abertos a renovar a sua práxis docente (JUSTO, 2011;

CAPARRÓZ *apud* XAVIER; MARRA; PIAU, 2011, p. 2-4).

Embora exista um “Gap<sup>3</sup>” da chegada das novas concepções, modelos, tendências e abordagens da Educação Física nas escolas, elas foram paulatinamente rompendo as barreiras do modelo mecanicista esportivista, mediante a mudança na formação acadêmica do professor pós década de 1980. Assim aos poucos a prática da EFE no Brasil foi sendo modificada, apoiada em concepções pedagógicas como: a psicomotricidade, desenvolvimentista, saúde renovada e críticas que expandiram as perspectivas desta área do conhecimento (SANTOS; CABRAL; CÂNDIDO, 2019; SOARES, 2012).

Um marco importante foi a publicação da conhecida obra “Coletivo de autores” de 1992, que alicerçada no materialismo histórico de Marx e Engels e na pedagogia histórico-crítica de Saviani, abriu novas perspectivas para a EFE, possibilitando uma apreciação mais reflexiva do campo do conhecimento da Educação Física pelo intermédio da perspectiva da cultura corporal do movimento (COLETIVO DE AUTORES, 1992).

Do final da década de 90 para a atualidade ocorrem diversas publicações de documentos oficiais e leis federais sobre a educação destacando-se: Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (1996), Parâmetros Curriculares Educacionais (1997), Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica (2013) e mais recentemente a Base Nacional Comum Curricular (2018). Todas estas, tiveram importantes impactos na dinâmica da educação brasileira e, conseqüentemente, na EFE. Alguns destes pontos desdobraremos mais a frente nesta fundamentação teórica. Outro ponto a ser considerado foi a regulamentação da Profissão de Educação Física em 1998 com a criação do Conselho Federal de Educação Física e dos conselhos regionais, impactando significativamente a dinâmica da profissão no país, redimensionando as relações profissionais por meio de normas regulamentadoras e diretrizes (DA SILVA, 2009).

### **3.3 Os documentos referenciais da Educação Brasileira e a Educação Física**

O PCN da Educação Física referencia oficialmente a nível nacional o

---

<sup>3</sup> **GAP** – Termo da Língua Inglesa, cuja tradução significa: brecha, fenda, lacuna, algo que falta.

rompimento da perspectiva esportivista na escola. Em decorrência disto, a mudança no eixo de apreciação da EFE que anteriormente fora anunciada de forma mais prescritiva, agora começa a chegar às escolas com mais força. Sob a concepção de cultura corporal há um alargamento da visão desportiva para uma gama muito maior de atividades da cultura corporal como: “[...] jogo, esporte, dança, ginástica e luta, que para além dos benefícios fisiológicos e psicológicos são instrumentos de comunicação, expressão, lazer e cultura” (BRASIL, 1997, p.23).

Essa mudança possibilitou contemplar todas as dimensões envolvidas nas práticas corporais, para além do movimento motor, abriu-se perspectiva para uma apreciação crítica das práticas, analisando, avaliando, recriando e ressignificando as vivências corporais. Essas mudanças de concepções ampliaram a função da EFE no exercício da cidadania, seja pela prática voltada ao lazer, seja como um maior conhecimento sobre o seu corpo e hábitos saudáveis. Buscando tangenciar o objeto deste estudo, no que se refere ao jogo, o PCN de Educação Física o insere dentro de um dos três blocos de conteúdos que compõem a disciplina (BRASIL, 1998).

Portanto, entende-se a Educação Física como uma área de conhecimento da cultura corporal de movimento e a Educação Física escolar como uma disciplina que introduz e integra o aluno na cultura corporal de movimento, formando o cidadão que vai produzi-la, reproduzi-la e transformá-la, instrumentalizando-o para usufruir dos jogos, dos esportes, das danças, das lutas e das ginásticas em benefício do exercício crítico da cidadania e da melhoria da qualidade de vida (BRASIL, 1998 p. 29).

O PCN também cita a EFE como uma disciplina que atua na resolução de problemas, pois as práticas corporais disponíveis se apresentam ao mesmo tempo como um problema e solução. Uma vez que os conhecimentos intrínsecos de cada modalidade exigem prática e um esforço adaptativo na solução dos desafios e os “[...] procedimentos técnicos de coordenação de gestos, de adaptação de movimentos a determinadas regras e ritmos, e de uso do espaço e dos objetos constituem-se em problemas a serem resolvidos pelos alunos” (BRASIL, 1998, p. 50). Assim aprendem a lidar com sentimentos e emoções, superam limites, solucionam problemas de ordem estratégica e tática, se comunicam, negociam, aprendem valores e desenvolvem a linguagem.

O documento também cita o processo de automatismo no controle e ajustes dos movimentos. A evolução dos padrões de movimentos, são aspectos favoráveis

à aprendizagem da cultura corporal do movimento, embora seja dinâmica e não meta final da EFE têm relação intrínseca com a disciplina e contribui para a ampliação do repertório motor do aluno, expandindo a sua consciência corporal. Também reitera a importância da atenção nos complexos ajustes neuromusculares acionados mediante aos movimentos automatizados e sua relação com a proficiência da execução dos movimentos (BRASIL, 1998).

Seguindo para a BNCC já contextualizada de forma mais global dentro da fundamentação matemática, nos ateremos aqui em abordar as suas fundamentações direcionadas ao componente curricular da EF. No referido documento a EF está inserida na Área de Linguagens e utiliza-se da tematização das práticas corporais e suas diversas variações de manifestações, codificações e significações para abordar o “fenômeno cultural” de modo dinâmico, pluridimensional e diversificado (BRASIL, 2018).

Associando os três elementos fundamentais comuns às práticas corporais, o movimento corporal, a organização interna e o produto cultural nas mais variadas vertentes que compõem a EF: lazer, entretenimento, cuidado com o corpo e saúde. Quando articulados nas aulas de EFE, respeitam singularidades e objetivam alcançar o desenvolvimento de competências específicas e globais contidas na BNCC (BRASIL, 2018).

O documento propõe seis Unidades temáticas a serem abordadas no Ensino Fundamental que não objetivam a universalização, mas se apresentam como uma forma de categorizar as mais variadas manifestações culturais que compõem a contemporaneidade (BRASIL, 2018). Dentre elas, iremos explorar a Unidade Jogos e Brincadeiras pela sua correlação com o cubo mágico, foco deste estudo.

A unidade temática Brincadeiras e jogos explora aquelas atividades voluntárias exercidas dentro de determinados limites de tempo e espaço, caracterizadas pela criação e alteração de regras, pela obediência de cada participante ao que foi combinado coletivamente, bem como pela apreciação do ato de brincar em si. Essas práticas não possuem um conjunto estável de regras e, portanto, ainda que possam ser reconhecidos jogos similares em diferentes épocas e partes do mundo, esses são recriados, constantemente, pelos diversos grupos culturais. Mesmo assim, é possível reconhecer que um conjunto grande dessas brincadeiras e jogos é difundido por meio de redes de sociabilidade informais, o que permite denominá-los populares (BRASIL, 2018, p. 214).

Vale a pena ressaltar que, embora esteja intrínseca a ludicidade em todas as unidades temáticas da EF na BNCC, é por meio das vivências das manifestações culturais que os estudantes se apropriam de lógicas próprias do componente curricular como: regras, organização, táticas, sistemas de funcionamento, códigos, rituais, entre outros. Assim, atribuem significados a elas, seja pelo intermédio das vivências, seja pelo seu convívio com a comunidade escolar. No entanto, enquanto proposta de ensino, as habilidades privilegiam oito dimensões do conhecimento: experimentação, uso e apropriação, fruição, reflexão sobre a ação, construção de valores, análise, compreensão e protagonismo comunitário (BRASIL, 2018).

Dentre as competências específicas da EF na BNCC entendemos que várias delas estão alinhadas com o ensino da montagem do cubo mágico nas aulas de EF. O quadro 3 elenca essas competências.

**Quadro 3** - Competências da Educação Física relacionadas ao Cubo de Rubik

<p><b>2.</b> Planejar e empregar estratégias para resolver desafios e aumentar as possibilidades de aprendizagem das práticas corporais, além de se envolver no processo de ampliação do acervo cultural nesse campo.</p>
<p><b>6.</b> Interpretar e recriar os valores, os sentidos e os significados atribuídos às diferentes práticas corporais, bem como aos sujeitos que delas participam.</p>
<p><b>7.</b> Reconhecer as práticas corporais como elementos constitutivos da identidade cultural dos povos e grupos.</p>
<p><b>8.</b> Usufruir das práticas corporais de forma autônoma para potencializar o envolvimento em contextos de lazer, ampliar as redes de sociabilidade e a promoção da saúde.</p>
<p><b>9.</b> Reconhecer o acesso às práticas corporais como direito do cidadão, propondo e produzindo alternativas para sua realização no contexto comunitário.</p>
<p><b>10.</b> Experimentar, desfrutar, apreciar e criar diferentes brincadeiras, jogos, danças, ginásticas, esportes, lutas e práticas corporais de aventura, valorizando o trabalho coletivo e o protagonismo.</p>

Fonte: Extraído da Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018, p. 223).

Ao analisarmos especificamente a Unidade Temática Jogos e Brincadeiras que abrange o 5º ano do Ensino Fundamental I, série/ano que embasa o protótipo

deste estudo, é apresentado, como um dos Objetos de Conhecimento, os jogos populares do mundo. O ensino do cubo de Rubik cabe dentro desta unidade que reconhece a possibilidade de experimentação e fruição destes jogos, valorizando a sua importância como patrimônio cultural. Ao analisarmos as habilidades contidas na unidade, podemos observar que das quatro habilidades elencadas, três delas podem ser desenvolvidas com o uso do quebra-cabeça tridimensional utilizado neste estudo.

O quadro 4 elenca as habilidades que podem ser desenvolvidas com o uso do cubo mágico nas aulas de EF durante o desenvolvimento da Unidade Brincadeiras e Jogos.

**Quadro 4** - Habilidades da Educação Física relacionadas ao Cubo de Rubik

(EF35EF01) Experimentar e fruir brincadeiras e jogos populares do Brasil e do mundo, incluindo aqueles de matriz indígena e africana, e recriá-los, valorizando a importância desse patrimônio histórico cultural.
(EF35EF03) Descrever, por meio de múltiplas linguagens (corporal, oral, escrita, audiovisual), as brincadeiras e os jogos populares do Brasil e de matriz indígena e africana, explicando suas características e a importância desse patrimônio histórico cultural na preservação das diferentes culturas.
(EF35EF04) Recriar, individual e coletivamente, e experimentar, na escola e fora dela, brincadeiras e jogos populares do Brasil e do mundo, incluindo aqueles de matriz indígena e africana, e demais práticas corporais tematizadas na escola, adequando-as aos espaços públicos disponíveis.

Fonte: Extraído da Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018, p. 229).

Diante do que foi exposto sobre os documentos referenciais educacionais federais, podemos afirmar que o cubo mágico como objeto do conhecimento nas aulas de educação física para os 5º anos do Ensino Fundamental, mostra-se como um jogo factível de desenvolver competências e habilidades almejadas pela BNCC.

### 3.4 O Currículo Paulista

O Currículo Paulista é o referencial utilizado pelo município no qual este estudo foi realizado, e seguindo diretrizes da BNCC, organiza as aprendizagens da

EF pautado nas mesmas Unidades Temáticas e nas oito dimensões do conhecimento e também reafirma as dez competências específicas da EF na BNCC. Vale salientar que ele é alicerçado na perspectiva cultural alinhando-se com a proposta desta dissertação.

Nessa perspectiva, portanto, o currículo deve refletir o contexto sócio histórico: a instabilidade da dinâmica social contemporânea imprime a necessidade de rever, ressignificar e atualizar a visão de cidadão que se pretende formar, bem como os conhecimentos, métodos e o tipo de organização escolar que correspondem a essa formação (SÃO PAULO, 2019, p. 249).

Dentre algumas mudanças do CP de EF para a BNCC no Ensino Fundamental I, está a inserção dos jogos e brincadeiras de matrizes indígenas e africanas dentro da Unidade Temática Brincadeiras e Jogos, e não apenas como objeto de conhecimento. Essa alteração tem como objetivo discutir e valorizar diferentes culturas que foram silenciadas historicamente nas construções curriculares. Também foram inseridos novos objetos do conhecimento baseados no relatório do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD). Nesse sentido, passou a integrar o CP de EF as práticas corporais adaptadas, permitindo a vivência de todos os alunos em atividades até então específicas de alunos com deficiências, viabilizando aos alunos a experimentação e fruição, permitindo assim, que todos possam vivenciar e refletir sobre os desafios cotidianos deste grupo de pessoas (SÃO PAULO, 2019).

Outros dois pontos que merecem destaque são a inserção dos jogos de tabuleiro, que ocorreu em atenção à consulta pública dos encontros regionais. E vale salientar que vários destes jogos são práticas que fomentam e se relacionam com jogos de raciocínio similares ao cubo mágico. O segundo ponto foi a inclusão da Unidade Temática: Corpo, Movimento e Saúde, “[...] que trata das sensações, alterações e benefícios que ocorrem quando se vivencia alguma prática corporal” (SÃO PAULO, 2019, p. 263). Ideia que está contemplada de forma generalizada na BNCC.

Na Unidade Temática Brincadeiras e Jogos dos 5<sup>o</sup> anos, utiliza-se como esfera social os “jogos e brincadeiras do mundo” e são apresentadas três habilidades, dentre elas, duas podem ser desenvolvidas por intermédio da utilização

de quebra-cabeças tridimensionais nas aulas de EFE. O quadro 5 mostra as habilidades do CP de EF relacionadas ao ensino do cubo mágico na escola.

**Quadro 5** - Habilidades do Currículo Paulista de Educação Física relacionadas ao Cubo de Rubik.

(EF05EF01) Experimentar e fruir brincadeiras e jogos do mundo, valorizando a importância desse patrimônio histórico cultural.
(EF05EF04) Experimentar e Recriar individual e coletivamente, na escola e fora dela, brincadeiras e jogos do mundo.

Fonte: Extraído do Currículo Paulista (SÃO PAULO, 2019, p. 273).

Em consonância com a BNCC o CP dá suporte para o uso do cubo mágico como objeto de conhecimento a ser utilizado nas aulas de EFE dos 5º anos do Ensino Fundamental I, seja para o desenvolvimento de habilidades almeçadas na unidade, seja para explorar as oito dimensões do conhecimento e competências específicas da EFE no CP.

### 3.5 Comportamento Motor

A área do comportamento motor estuda o movimento humano desde a sua produção, passando pelo seu controle e o processo de sua aprendizagem considerando suas alterações ao longo da vida. Trata-se de uma extensa área que é dividida em vários subsistemas que se entrelaçam de forma dinâmica, mas nem sempre lineares. Assim, o comportamento motor apoia-se em três grandes pilares: controle motor, desenvolvimento motor e a aprendizagem motora (MANOEL, 1999).

A subárea controle motor estuda os mecanismos responsáveis pela produção e organização dos movimentos pelo sistema nervoso central e como ele delega a níveis mais baixos da organização neuronal o controle do movimento e do desempenho de habilidades coordenadas (PELLEGRINI, 2001). Já o desenvolvimento motor é considerado o processo de transformação do movimento humano ao longo do ciclo de vida que pode ser analisado mediante modelos teóricos (FAGUNDES, 2019). A clássica obra “Compreendendo o desenvolvimento motor: bebês, crianças, adolescentes e adultos” de Gallahue e Ozmun (2001), apresenta um modelo dividido em fases e subdividido em estágios, que vai de

movimentos reflexos e involuntários até os movimentos especializados, sendo que a fase de especialização dos movimentos acontece por meio do refinamento das habilidades motoras durante a sua práxis de vida.

Referenciado no modelo de Gallahue e Ozmun (2001) o manejo do cubo mágico trata-se de uma habilidade manipulativa que envolve velocidade e destreza manual, na faixa etária que abrange o estudo os alunos encontram-se em transição da fase motora fundamental para a fase motora especializada. Os autores reiteram que quanto maior for a base da fase motora fundamental, refletir-se-á em uma melhor fase especializada. Também vale a pena salientar que o desenvolvimento motor não está somente relacionado a maturação da idade, mas com o acesso a estímulos durante toda a vida, e que as atividades motoras comumente permeiam situações cognitivas e socioafetivas durante a sua prática. Portanto, a bagagem motora tem influência nas inter-relações do dia a dia, nas atividades recreativas ou desportivas.

O terceiro pilar, a aprendizagem motora, consiste na prática de atividades de forma organizadas, podendo ser pelo intermédio da repetição de uma ou mais ações motoras, objetivando aumentar a sua capacidade de desempenhá-la em situações futuras. Sendo assim, alunos ou atletas terão maior probabilidade de um melhor desempenho quando professores e treinadores programam e estabelecem as condições de prática. As teorias de aprendizagem de habilidades dão ênfase às vantagens de aprendizagem decorrentes da variabilidade de prática, no que se refere à variedade de movimento e das características do contexto em que a prática se desenvolve (MAGILL, 2000).

Nesse sentido, embora as habilidades motoras não sejam o objetivo final das aulas de EFE, ela tem um papel importante no desenvolvimento dos alunos, pois é inerente a todas as unidades temáticas que compõem o componente curricular da EF na BNCC e no CP. Ela atua como elemento mediador no desenvolvimento de habilidades socioemocionais, na formação da personalidade e intermediando o desenvolvimento das oito dimensões do conhecimento da BNCC. Durante as práticas corporais as crianças expressam “[...] sentimento, emoções, pensamentos, ampliando o uso significativo de gestos e posturas corporais, descobrindo os próprios limites utilizando a linguagem corporal” (MARQUES et al., 2013).

Atualmente no município onde foi realizado o estudo, há aulas de EFE desde o ensino infantil, nesse sentido, muitas vezes a escola é o primeiro contato da criança com exercícios organizados. Portanto, o ambiente escolar tem grande parcela no desenvolvimento motor dos alunos. Essa importância é reafirmada por diversos autores, seja como suporte no desempenho acadêmico de outras disciplinas, seja nas experiências motoras e sociais (TAVARES; CARDOSO, 2016; BATISTELLA *apud* CATUNDA; SARTORI; LAURINDO, 2014; SARAIVA; RODRIGUES, 2011;2009).

Nesse sentido, alicerçado na fundamentação teórica desta dissertação, entendemos que a vivência da aprendizagem da montagem do cubo mágico nas aulas de EF, favorece o desenvolvimento da coordenação motora fina, destreza manual, agilidade, velocidade, habilidade óculo manual, tempo de reação, lateralidade, noção de lado oposto, percepção sobre a tridimensionalidade. O desenvolvimento destas habilidades media as inter-relações sociais entre os educandos e comunidade escolar, fomentam o desenvolvimento cognitivo e o desenvolvimento de habilidades lógico-matemáticas.

## **CAPÍTULO 4: A INTERDISCIPLINARIDADE**

### **4.1 Conceitos, obstáculos e possibilidades**

A professora Ivani Fazenda é uma referência internacional no campo de estudo da interdisciplinaridade na educação. Em sua importante obra intitulada: “Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro: efetividade ou ideologia”, a autora nos traz uma visão geral sobre as possibilidades de concretização da interdisciplinaridade no ensino. Para isso pontua que a “integração” ocorre na organização dos objetos de conhecimento dos diferentes componentes curriculares que serão desenvolvidos. Que esta ação deve ocorrer em coparticipação dos docentes possibilitando a “interação”, estes fatores, são pré-requisitos para o desenvolvimento de um trabalho “interdisciplinar” (FAZENDA, 2011).

Embora exista uma diversidade de concepções que podem ser atribuídas à terminologia "interdisciplinaridade" descrita por diferentes autores, neste estudo, utilizaremos o entendimento realizado pela professora Ivani “[...] para que haja interdisciplinaridade deve haver uma ‘sintonia’ e uma adesão recíproca, uma mudança de atitude diante de um fato a ser conhecido [...]” (FAZENDA, 2011 p.87).

Em nível de interdisciplinaridade, ter-se-ia uma relação de reciprocidade, de mutualidade, ou melhor dizendo, um regime de copropriedade que iria possibilitar o diálogo entre os interessados. Neste sentido, pode dizer-se que a interdisciplinaridade depende basicamente de uma atitude. Nela a colaboração entre as diversas disciplinas conduz a uma “interação”, a uma intersubjetividade como única possibilidade de efetivação de um trabalho interdisciplinar (FAZENDA, 2011, p.70).

Na obra a autora também delinea diversos obstáculos que dificultam as ações interdisciplinares, entre eles: epistemológicos e instrucionais, psicossociológicos e culturais, metodológicos, materiais e referentes à formação. No entanto, reafirma, que estes, não são impeditivos para que a realização de ações interdisciplinares seja efetivada (FAZENDA, 2011).

Outro ponto importante destacado por Fazenda (op. cit.) em sua análise dos documentos oficiais de ensino e guias curriculares da década de 70 e 80, tange na estruturação, pois, como os componentes curriculares são organizados de forma individualizada, embora tais documentos e guias apresentem citações sobre aspectos de “integração” dos objetos do conhecimento, o termo “interdisciplinaridade” quase não é citado. Ou seja, os componentes curriculares,

são vistos pelas propostas como um fim em si mesmo. Em decorrência disto, fica ao encargo do aluno sob a supervisão do professor, a tarefa de integrar diferentes objetos de conhecimentos, experiências e habilidades veiculadas pela escola.

Em nossas análises dos documentos educacionais utilizados como fundamentação deste estudo, os Parâmetros Curriculares Nacionais em seu texto introdutório apresentam apenas uma menção sobre a interdisciplinaridade, reiterando que esta é contemplada em apenas algumas propostas curriculares de nível municipal. No entanto, o PCN reafirma que a “integração” das diferentes áreas do conhecimento pode ser problematizada por intermédio dos temas transversais, abordando questões sobre ética, saúde, meio ambiente, orientação sexual e pluralidade cultural (BRASIL, 1997). Já o PCN de matemática do ensino fundamental I, também apresenta somente uma citação que tange a possibilidade do uso da matemática de forma interdisciplinar com questões relacionadas aos temas transversais como o meio ambiente. Afirmando que é exequível o seu uso na quantificação de aspectos relacionados aos mais diversos problemas ambientais como: monitoramento da poluição, desmatamento, uso de recursos naturais, etc (BRASIL, 1997).

No mesmo sentido, para o campo da EF somente o PCN de educação física dos terceiros e quartos ciclos somam mais uma referência à interdisciplinaridade na parte das orientações didáticas, em que o documento elenca possibilidades de diferentes formas de registro das atividades corporais, como produto do aprendizado das suas experiências da disciplina na escola. Desta forma, integrando a educação física com outros componentes da área de linguagens como a língua portuguesa e artes (BRASIL, 1998). Não muito diferente dos PCN's, a BNCC, o documento educacional federal mais recente, embora tenha 600 laudas, cita a interdisciplinaridade em 3 momentos já na sua parte introdutória no momento que destaca o compromisso do documento na “[...] formação e o desenvolvimento humano global, em suas dimensões intelectual, física, afetiva, social, ética, moral e simbólica” (BRASIL, 2018, p.16). E que os currículos estruturados a partir da BNCC têm a possibilidade de adequar proposições peculiares a cada localidade do Brasil continental, sob a autonomia dos sistemas e/ou redes de ensino, ficando ao encargo destes, a organização das ações de interdisciplinaridade (BRASIL, 2018).

A segunda citação está inserida na Etapa do Ensino Fundamental parte da Matemática, Unidade Temática Números, reafirmando que a referida unidade favorece ações interdisciplinares, pois, relaciona-se “[...] às dimensões culturais, sociais, políticas e psicológicas, além da econômica, sobre as questões do consumo, trabalho e dinheiro” (BRASIL, 2018, p. 244). Salienta para as possibilidades de aproximação com o componente curricular da História e a relação do dinheiro da sociedade em diferentes momentos históricos. Também faz outros desdobramentos como: a aplicação de conceitos de matemática financeira, no intuito de promover o desenvolvimento de competências pessoais. A terceira citação tange ações de interdisciplinaridade entre a Língua Inglesa e a materna, no qual não nos desdobraremos, por não tecer relações com o objeto deste estudo.

Em nosso último documento analisado, o CP conta com nove citações que mencionam a interdisciplinaridade em suas 526 páginas, que elencaremos no Quadro 6 em seguida.

**Quadro 6 - Citações sobre a interdisciplinaridade contidas no Currículo Paulista.**

CAMPO	DESCRIÇÃO
1. Introdução	Reafirma os PCN's e o uso dos temas transversais.
2. Artes	Objetivando de integrar as diferentes linguagens artísticas contida no componente curricular de Artes.
3. Língua Inglesa	Interseccionando o Inglês com a língua materna por meio da exploração da diversidade de gêneros textuais.
4. Matemática	Na exploração de problemas complexos, que possibilitem investigação, a capacidade de argumentação, destarte, recorrendo aos conhecimentos matemáticos para atuar no mundo, fomentando o seu desenvolvimento.
5. Matemática	Para os anos finais, no uso da Unidade Temática: Probabilidade, buscando transpô-la no cotidiano, visando à formação ética do estudante.
6. Geografia	Afirma que, para que as ações interdisciplinares se concretizem é imprescindível que o professor

	busque aprimoramento constante da sua formação, de forma a consolidar a autonomia docente.
7. Geografia	Na exploração de trabalhos de campo e a relação destes com os outros componentes curriculares.
8. Geografia	Cabe ao professor recorrer aos diferentes materiais didáticos e recursos pedagógicos, ampliando possibilidades de acordo com as especificidades do componente curricular, integrando habilidades de outras áreas, articulando com as competências gerais da BNCC.
9. Ensino Religioso	Potencializando este segmento de ensino como um mediador entre as diversas culturas e tradições religiosas, no intuito de superar preconceitos, contribuindo para uma cultura de paz e respeito entre todos.

Fonte: Elaborado pelo autor baseado no Currículo Paulista (2019).

Embora o CP fomente ações de interdisciplinaridade e apresente maior número de citações em comparação aos documentos federais como na citação em seguida:

O trabalho interdisciplinar pode criar nos estudantes a motivação para aprender algo a partir de questões e problemas complexos, o que propicia que realizem conexões entre as áreas do conhecimento e seus respectivos componentes curriculares, bem como demonstrem criatividade, ampliem a atenção a problemas do entorno e outros, despertando a atenção e levando a uma maior compreensão dos objetos de conhecimento. Isso tudo propicia o desenvolvimento da Competência 2, possibilitando o espírito de investigação e a capacidade de produzir argumentos convincentes, recorrendo aos conhecimentos matemáticos para compreender e atuar no mundo (SÃO PAULO, 2019, p.314).

Baseado em minha vivência docente de vinte anos na escola pública, posso afirmar que a temática da interdisciplinaridade permeia a escola de alguma forma, ora ganha força nos cursos de formação continuada e direcionamentos institucionais, ora acaba ficando de certa forma esquecida. Vale a pena salientar que os documentos oficiais federais e mesmo o CP apresentam poucos elementos que instrumentem os professores para a concretização de ações interdisciplinares. Ou seja, parece que a falta de elementos para o desenvolvimento de atividades interdisciplinares achados de Fazenda (2011) nos documentos educacionais das décadas de 70 e 80 permanecem na atual BNCC e no CP.

A carência de suporte para a concretização de ações de interdisciplinaridade, terceirizando toda a responsabilidade para os docentes como preconizado no CP de Geografia, reforça a ideia posta pela professora Ivani, pois, a legislação apresenta idealizações utópicas quanto às expectativas curriculares, quanto às expectativas de trabalho dos professores, quanto à proposta de integração para a interdisciplinaridade (FAZENDA; 2011).

Para a superação destes obstáculos, a autora (op. cit.) salienta que é necessário que as instituições abandonem seus hábitos cristalizados, criem condições entre as diferentes disciplinas. Uma possibilidade seria abordar questões relacionadas aos problemas da sociedade e que, respeitando as peculiaridades de cada componente curricular, a interdisciplinaridade será possível. É indispensável também aos docentes e à comunidade escolar humildade, abertura, curiosidade e a intencionalidade de uma busca comum com regras mínimas a todos componentes, de forma que instrumentem metodologicamente a equipe de trabalho. Todo esse panorama tem intrínseca relação com a formação de professores e uma mudança no paradigma da relação entre quem ensina e quem aprende (FAZENDA, 2011).

A conclusão a que chegaram a esse respeito é a de que: “a prática da interdisciplinaridade exige uma nova articulação de espaço e tempo que favoreça os encontros e trabalhos em pequenos grupos, assim como os contatos individuais entre professores e estudantes” (FAZENDA, 2011, p.95).

#### **4.2 Interdisciplinaridade: Matemática e Educação Física**

A literatura já apresenta estudos que abordam a Matemática e a Educação Física de forma interdisciplinar, um levantamento realizado no Google Acadêmico por Bravalheri (2021), resultou em 120 publicações, no entanto, menos de 5% relatavam experiências práticas. Seu estudo também propôs ações de interdisciplinaridade entre os dois componentes curriculares por meio do estudo de medidas antropométricas, Índice de Massa Corpórea (IMC); também correlacionou a unidade esportes com a Geometria, mas vale reforçar que essas ações ocorreram no ensino médio. Também intermediados pelo IMC foi realizado um estudo na Educação de Jovens e Adultos (EJA) no Ensino Fundamental II, abordando diversos elementos que envolvem a temática como: a obesidade, alimentação saudável, os cálculos que geram o IMC, as unidades de medidas utilizadas, etc (MIRANDA; FARIA; GAZIRE, 2012).

Em sua dissertação de mestrado Fuzaro (2020) elaborou um guia de atividades alicerçado na Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) que intersecciona a Matemática e a EF para um período de aproximadamente dois meses de aula, direcionados à alunos dos 8º anos do Ensino Fundamental I. Ao longo do projeto o guia aborda uma série de atividades que podem ser desenvolvidas, um exemplo, são brincadeiras que envolvem as quatro operações com atividades de fundamentos do basquetebol. Outro estudo, de Pereira (2012), contou com duas atividades interdisciplinares agregando diversas unidades temáticas de ambos os componentes curriculares que contemplavam atividades para duas aulas. O capítulo escrito por Condessa (2015) traz diversos elementos que podem ser trabalhados de forma interdisciplinar a Matemática e a Educação Física, correlacionando tanto os espaços de prática e os materiais didáticos da educação física com a geometria; as características de seus praticantes com as unidades de medida, entre outros.

Diante do exposto, podemos afirmar que a literatura, seja por meio de documentos oficiais, seja por meio da produção acadêmica, prevê ações interdisciplinares. As possibilidades de trabalhos interseccionando a Matemática e a EF podem tornar factíveis a transferência de conhecimentos abstratos, para os alunos, em conhecimentos concretos, vivenciados corporalmente por intermédio de atividades manipulativas e jogos (BORTOLUZZI et al., 2019; GRANDO, 2015). No entanto, como descrito por Fazenda (2011) e citado na BNCC, a concretização do trabalho interdisciplinar ainda depende exclusivamente da ação docente. Ou seja, ainda carecemos de fomento institucional, integração de propostas curriculares, processos formativos de professores e tempo para preparação e alinhamento das ações didáticas. O que a literatura demonstrou em nossas buscas foi, em maior parte, apontamentos teóricos e poucas ações concretas que normalmente estão correlacionadas a projetos de pesquisa.

## **CAPÍTULO 5: MATERIAIS E MÉTODOS**

### **5.1 Delineamento geral do protótipo**

Diante da ausência de literatura sobre o uso de quebra-cabeças tridimensionais como atividade didática nas aulas de matemática no Ensino Fundamental I, falta de estudos que relacionem o cubo mágico como jogo na EF, somado às limitações dos estudos que tangem a interdisciplinaridade entre os dois componentes curriculares, este foi um estudo ora exploratório, pois buscou observar e compreender o uso dos quebra-cabeças tridimensionais a partir da vivência e experiências dos sujeitos participantes da pesquisa, ampliando o nosso conhecimento sobre o comportamento humano no contexto social onde ocorreu (GIL, 2017; PIOVENSAN; TEMPORINI, 1995). Ora teve caráter descritivo que utilizou de uma abordagem quali-quantitativa que buscou descrever características do grupo de pessoas estudadas, por meio da análise dos dados coletados, estabelecendo relações entre as variáveis com o fenômeno e o processo, verificando assim, seus desdobramentos (GIL, 2017; RAUPP; BEUREN, 2006). Estes resultados também foram examinados e submetidos à reflexão crítica pautados na Perspectiva Histórico-Cultural (LANGEMEYER, 2015).

[...] uma vez que cada ciência tem seu objeto de estudo específico, logo, para o estudo de qualquer um, é necessário um método específico. O método é um caminho, um procedimento. Por ser um procedimento, conseqüentemente, depende do objetivo para o qual a ciência orienta-se num determinado campo. Se cada ciência tem suas atribuições e objetivos específicos, então, é claro que elabora também seus métodos de estudos específicos, seus caminhos de investigação. Assim, pode-se dizer que, da mesma forma que não existe ciência sem seu objeto, também não existe ciência sem seu método (VIGOTSKI, 2018, P.37).

Embora a perspectiva histórico cultural esteja totalmente alinhada ao objeto de estudo desta dissertação, é necessário considerar as suas limitações, pois, Vigotski detalha pouco em sua obra a sua metodologia de investigação, normalmente seus textos são focados na exposição dos seus resultados (VIGOTSKI, 2018). Por conseguinte, considerando o tempo histórico cultural do autor e os avanços no conhecimento científico até o presente momento, utilizaremos concomitantemente, para a análise das evidências coletadas neste estudo, a metodologia de Análise de Conteúdo (AC) proposta pela autora Laurence Bardin em 1977 e o Software IRAMUTEQ (SI) que realizou o tratamento estatístico das entrevistas dos discentes (CAMARGO; JUSTO, 2021; SALVIATI, 2017). Logo,

buscamos diante desta somatória dar maior robustez nas análises das evidências encontradas neste protótipo.

A coleta de dados ocorreu por intermédio dos seguintes instrumentos de pesquisa: (i) aplicação de questionários de entrevistas semiestruturadas aos alunos e docentes participantes da pesquisa; (ii) observações da dinâmica das oficinas de montagem anotadas em diário de campo; (iii) interlocução com os professores que atuaram na aplicação das atividades acadêmicas; (iv) ensino da montagem do brinquedo. Referenciamos nossas entrevistas semiestruturadas e o diário de campo em Andrade (2017), pois, como a autora realizou sua tese de doutoramento em estudo com jogos matemáticos sob a perspectiva histórico cultural, encontramos elementos que nos deram suporte para a adaptação desses anexos, pois apresentavam algumas similaridades a esta proposta de estudo.

O local da pesquisa foi uma escola pública municipal de período de tempo integral localizada na cidade de Araras interior do Estado de São Paulo. Para a condução do trabalho, primeiramente, no início de março foi realizado um encontro com os professores convidados a participarem do estudo em horário de trabalho pedagógico coletivo (HTPC), que teve como objetivo fazer os alinhamentos iniciais do protótipo. Neste encontro definiu-se: o início das oficinas de montagem para segunda semana de março, também foi realizado um “*brainstorm*” das possíveis ações didáticas que poderiam ser executadas interdisciplinarmente no protótipo; e combinados mais três momentos de conversas e alinhamentos, sempre para o primeiro HTPC dos meses de abril, maio e junho. Por fim, também foi definido o tempo de duração do protótipo para até o final do primeiro semestre na primeira semana de julho, assim como as aplicações das entrevistas semiestruturadas.

O objetivo dos três encontros supracitados era estudar possibilidades da realização de ações didáticas de interdisciplinaridade entre os professores polivalentes que ministram a disciplina de Matemática e o docente de Educação Física. Para isso foi necessário verificar as habilidades lógico matemáticas e cognitivas motoras das atividades acadêmicas que estavam previstas para ambas as disciplinas a serem desenvolvidas no período, e também a discussão sobre a necessidade de preparação de atividades específicas. Vale salientar, que as atividades correlacionadas ao brinquedo foram aplicadas como atividades pedagógicas regulares, de forma a integrar os conteúdos previstos para o período

em que foi realizado o estudo, sempre respeitando as propostas educacionais institucionais vigentes.

De acordo com as diretrizes da perspectiva histórico-cultural, neste estudo intervencionista os alunos não compuseram uma amostra de estudo. Foram convidados a fazerem parte do estudo, que foi considerado um protótipo<sup>4</sup>, algo novo, que permitiu ajustes durante seu andamento, adequando e corrigindo rotas, conforme percebido pelos participantes durante as vivências das atividades realizadas (LANGEMEYER, 2015).

Anteriormente ao início das oficinas houve uma enquete em duas salas de aula dos 5º anos do Ensino Fundamental I da unidade escolar, obtendo o número de 53 alunos interessados em aprender a montagem do cubo mágico. Destes, 27 eram alunos do 5ºA e 26 eram alunos do 5ºB. Para a realização das oficinas foram adquiridos 18 brinquedos, no entanto, com o andamento do protótipo os responsáveis pelos alunos também foram adquirindo mais exemplares, na medida em que, todos tiveram acesso ao cubo, seja emprestado pelo pesquisador, seja seu próprio brinquedo.

Para o aprendizado da montagem, buscou-se agrupar educandos, trabalhando em duplas ou grupos produtivos, viabilizando assim ajuda mútua durante o processo de aprendizagem dos passos do método de montagem por camadas. Parte das oficinas de montagem ocorreu duas vezes por semana: às segundas e quintas sempre após os intervalos do almoço, com duração média de 30 a 45 minutos, autorizados pela direção escolar e em consonância com as professoras das salas, de forma que não interferisse nas demais ações didáticas regulares dos alunos. Nesse período foram realizadas 31 oficinas nos horários de almoço que foram complementadas com mais 4 aulas regulares de Educação Física totalizando 35 oficinas no período de 15 de março até o final de junho.

Os alunos foram orientados em grupos ou individualmente dependendo do

---

<sup>4</sup> A pesquisa histórico-cultural alicerçada na psicologia tem como um dos seus fundamentos o processo de intervenção, com isso, para realizar uma pesquisa sobre “as funções mentais superiores” se faz necessário criá-las. Nesse sentido, as pessoas envolvidas no estudo não são consideradas uma amostra, mas sim um protótipo. Um dos diferenciais ao uso do termo “protótipo” é que diferente de uma “amostra”, traz a ideia de algo novo, algo que permite a realização de ajustes, mediações e reflexões durante a realização do estudo, uma vez que não é uma amostra pronta e imutável, mas um “protótipo”, que enquanto objeto de estudo, pode ser influenciado e modulado por aspectos histórico-culturais. Destarte, para Vigotski o método é ao mesmo tempo pré-requisito e produto, ferramenta e resultado do estudo. Diante disto, optou-se nesse estudo, a utilização do termo protótipo quando nos referirmos ao grupo de estudo desta pesquisa. (LANGEMEYER, 2015).

passo, necessidade ou dificuldade. Também foram orientados a tirarem dúvidas com outros educandos da unidade escolar que com o decorrer do protótipo iam dominando a montagem, mas que, essas ocasiões, ocorressem em momentos como nos intervalos ou mediante autorização dos professores. Para o estudo em casa, foi sugerido inicialmente utilizarem como suporte de aprendizagem os tutoriais já existentes na internet, no entanto, ao decorrer do protótipo como os alunos aparentemente tinham dificuldades em aprender por meio dos vídeos disponíveis, o pesquisador optou em preparar vídeos com maiores detalhamentos e subdivisões do método de camadas dos já disponibilizados na rede. Para isso, criamos um canal próprio no *YouTube* Professor Barai<sup>5</sup>, de acesso livre, no qual qualquer pessoa com acesso à internet pode entrar no canal e aprender a sequência de montagem.

Conforme preconiza a teoria da atividade, a construção de um protótipo conta com a participação de todos os personagens envolvidos. Nesse sentido, parte dessa metodologia foi fluida, adaptando-se às necessidades de seus participantes, de modo que o trabalho teórico foi integrado ao empírico-prático. Desta forma, o método deste estudo foi, concomitantemente, pré-requisito e produto das ações vivenciadas pelos seus atores, tendo um caráter intersubjetivo, rejeitando a objetificação comumente inerente à pesquisa (LANGEMEYER, 2015).

Por meio da manifestação de interesse em aprender a montagem do brinquedo e autorização dos seus responsáveis foram incluídos os alunos matriculados nos quintos anos da escola de 2 salas em que os professores aceitaram participar do estudo. A faixa etária dos educandos foi entre 9 e 11 anos considerando a série/ano que cursavam, e teve abrangência de todos alunos interessados da sala. Não foi previsto nenhum critério de exclusão neste projeto de pesquisa.

Vale salientar que o estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa, parecer número 5.524.268. E todos os responsáveis dos participantes foram esclarecidos sobre o objetivo deste estudo e aqueles que concordaram com a participação do seu filho assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Os educandos participantes também assinaram o Termo de Assentimento de Menor (TAM), também foi adquirido o Direito de Imagem (DI) de seis alunos

---

<sup>5</sup> [https://www.youtube.com/channel/UCV6SUFGeo0RBU\\_O8j-0sacg/videos?view=0&sort=p](https://www.youtube.com/channel/UCV6SUFGeo0RBU_O8j-0sacg/videos?view=0&sort=p)

participantes do protótipo. No entanto, os alunos que não tiveram interesse em participar, ou optaram por deixar a pesquisa, foram orientados que poderiam desistir da oficina a qualquer momento, sem que ocorresse nenhum tipo de prejuízo a si, no caso de desistência. Em ambas as situações, estariam automaticamente excluídos do grupo que compõe o protótipo deste estudo.

Previu-se que alguns desconfortos poderiam surgir durante o estudo. São eles os seguintes: (a) constrangimento ao responder, uma vez que o participante da pesquisa poderia não se sentir à vontade para expor suas vivências sobre o tema pesquisado; (b) desgaste no raciocínio ao preencher o instrumento de pesquisa, o que pode exigir gasto de tempo no entendimento das questões e para responder; (c) desconfiança do participante da pesquisa durante a resposta do questionário, devido ao surgimento de possíveis questionamentos sobre o objetivo e seriedade da pesquisa, conforme a leitura e compreensão do instrumento de pesquisa; (d) possível desgaste mental e físico ao manipular o brinquedo objetivando resolvê-lo, bem como frustrações em caso de insucesso e abandono do processo de aprendizagem da montagem do quebra-cabeça.

Porém, vale salientar, que a perspectiva histórico-cultural mantém o diálogo horizontal constante entre todos os envolvidos nas ações educativas, visando sempre realizar alinhamentos e ajustes durante o andamento do processo educativo que envolve esta pesquisa. Os alunos que participaram do estudo tiveram assegurados os conteúdos de aprendizagens previstos para o ano/série que cursam, utilizando de algumas estratégias de ensino-aprendizagem que visaram potencializar a aprendizagem dos educandos, tornando-a mais concreta, prazerosa, significativa e vinculada com o mundo lúdico que envolve a criança.

Por fim, acreditamos que a integração de um brinquedo no ambiente de aprendizagem fomentou o interesse dos alunos pelas habilidades lógico-matemáticas e cognitivo-motoras relacionadas ao quebra-cabeça. Abrindo assim, perspectivas para pensarmos na inserção de outros objetos do mundo da criança, que possam ser explorados como recurso didático na escola.

## **5.2 Metodologia de Análise dos Dados**

Para a análise dos dados das entrevistas foi escolhido o método de Análise de Conteúdo proposto por Bardin (1977). Ele consiste em um conjunto de técnicas

de análise das comunicações realizadas, que por meio de procedimentos sistematizados, possibilitam a inferência de conhecimentos relativos à produção e recepção das mensagens que são sustentados por uma estrutura técnica de validação. Essa técnica também deu suporte para conhecer e medir as percepções contidas nos questionários respondidos pelos sujeitos da pesquisa, identificando os temas supracitados, para a formação de núcleos de sentido, possibilitando assim a sua categorização para análise.

Dentre as técnicas disponíveis, utilizamos neste estudo, a técnica denominada de Análise Temática ou Categorical, que teve como objetivo transformar dados brutos em categorias, decorrente da identificação de núcleos de sentidos contidos no texto. As categorizações possibilitam mensurar as atitudes, percepções e opiniões dos sujeitos, facilitando a compreensão e, conseqüentemente, a discussão da comunicação que esteve sob análise (BARDIN, 1977).

Todas as técnicas da AC seguem uma estrutura de análise que é dividida em fases que não são necessariamente lineares ou obrigatórias. Na parte inicial foi realizada a “pré-análise” que é o início da sistematização dos dados brutos denominado pela autora de “corpus”, ela ocorreu após a transcrição das entrevistas e organização dos dados. E, juntamente com a realização da “leitura flutuante” do material, definiu-se a parte do “corpus” que foi analisada. Ao fim desta etapa já foi possível levantar as hipóteses iniciais, bem como, algumas interpretações e inferências (SALVATIERRA, 2021; MENDES; MISKULIN, 2017; BARDIN, 1977).

O corpus deste estudo foram os questionários de entrevistas aos alunos e docentes envolvidos no protótipo. Durante a apreciação dos dados, seja na fase de pré-análise, seja na exploração do material, foram considerados diversas regras preconizadas pela a AC como: exaustividade, pertinência, representatividade e homogeneidade, e, também, definida a referência ao corpus. Para diferenciarmos as salas, referenciarmos os alunos e as professoras foram utilizadas as letras (X e Y). Já em substituição aos nomes dos alunos foram atribuídos números aleatoriamente somados à letra da sala em que o aluno estava inserido (SALVATIERRA, 2021; BARDIN, 1977).

A segunda fase consistiu na exploração propriamente dita do material coletado, num processo denominado codificação. Neste momento foram realizadas

inferências e interpretações do material, identificando as unidades de registro (UR) e unidades de contexto (UC), que balizaram as categorias da terceira etapa da AC. Durante a fase de categorização foram seguidas as diversas regras que a direcionam como: exclusão mútua, homogeneidade, pertinência, exaustividade, objetividade e fidelidade. Destarte, as categorias tiveram como função agrupar as unidades de registro e unidades de contexto pelas suas semelhanças de forma que fosse possível generalizar seus elementos internos, possibilitando as inferências dos resultados do protótipo que ocorreu na quarta fase (MENDES; MISKULIN, 2017; BARDIN, 1977).

Deste modo, a quarta fase é o processo de análise em si, realizando concomitantemente, o tratamento dos dados (quinta fase), perpassando por aspectos que possam estar implícitos nas mensagens transcritas e buscando apreender as ideias transmitidas por elas. Para isso, é utilizada uma “Grelha de análise de conteúdos” que abrangem: categorias (temas principais), subcategorias (desdobramentos das análises) e os indicadores unidades de registro e unidades de contexto (principais ideias dos entrevistados). Finalizada a “Grelha de análise de conteúdos” foi possível realizar discussões e considerações diante da sistematização dos dados da pesquisa (SALVATIERRA, 2021; BARDIN, 1977). O quadro 7 mostra uma síntese da realização das etapas da AC realizada nos “corpus” textuais de matemática e EF.

**Quadro 7** - Síntese das etapas de análise realizada nos corpus textuais de matemática e EF.

<b>Estrutura de análise</b>	
<b>Fases</b>	<b>Etapas</b>
<b>Pré-análise e Corpus</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Respostas das entrevistas já transcritas;</li> <li>-Leitura flutuante;</li> <li>-Seleção do corpus de análise;</li> <li>-Considerar os fatores: exaustividade (inclusão e exclusão de dados), pertinência, representatividade (quantidade) e homogeneidade (entrevistas semiestruturada), bem como a referenciação (codificação dos sujeitos), são impreteríveis durante a organização do corpus, direcionando-o para alcançarmos o objetivo de responder a questão de pesquisa;</li> </ul>

	-Hipóteses iniciais e início das interpretações (organização, agrupamentos e categorizações).
<b>Codificação e Categorização</b>	-Exploração do material realizando as inferências, transformando dados brutos em dados representativos; -Identificação das unidades de registro e unidades de contexto; -Agrupamentos das unidades de registro e contexto, por generalização dos elementos, formando as categorias; -Considerar fatores: exclusão mútua, homogeneidade, pertinência, exaustividade (todas UR e UC tem que ser categorizadas), objetividade e fidelidade (clareza das classificações); -Possibilitam realizar inferências dos resultados do protótipo.
<b>Tratamento dos Dados e Análise</b>	-Realizar a enumeração dos resultados; -Estruturação da grelha de análise; -Realizar as inferências sobre os resultados obtidos; -Discutir as evidências encontradas nos resultados buscando responder a questão de pesquisa.

Fonte: Elaborado pelo autor.

O “corpus” de matemática propiciou a criação de quatro categorias. A primeira, “Desenvolvimento do raciocínio”, incluiu respostas que estavam direcionadas ao exercitar a mente, ao ato de pensar e se concentrar e, também, ao uso da memória. A segunda, “Conhecimento sobre a Geometria”, agrupou diversos elementos que constituem objetos de conhecimento como: a forma geométrica, arestas, vértices, faces, entre outros. Já a terceira categoria, “Conhecimentos algébrico-numéricos”, reuniu respostas como expressões sobre o cálculo e contagem. Por último, a categoria “Competências não desenvolvidas” contém os relatos dos alunos que ainda não reconheceram a relação do brinquedo com a matemática.

Mediante ao “corpus” da Educação Física também foram criadas quatro categorias para análise. A primeira, denominada “Aprendizagem e desenvolvimento”, agrupou as respostas que desenvolveram a temática referente ao aprendizado e ao seu desenvolvimento decorrente da aprendizagem. A segunda, “Jogos de raciocínio”, incluiu as respostas que trataram do reconhecimento dos

educandos que o brinquedo relaciona-se com o objeto do conhecimento dos jogos de raciocínio descrito no CP. Outra categoria foi a de “Habilidades motoras”. Esta reuniu respostas que destacavam os aspectos motores relacionados à montagem do brinquedo. A última categoria foi a “Ludicidade” que agregou respostas relacionadas à predileção e relação com o ato de brincar. O quadro 8 mostra uma síntese das categorias criadas para análise dos “corpus” textuais: matemática e EF.

**Quadro 8** - Síntese da organização do corpus de análise da Matemática e da EF.

	<b>Categorias</b>	<b>Características</b>
<b>Matemática</b>	Desenvolvimento do raciocínio	Respostas que estavam direcionadas ao exercitar a mente, ao ato de pensar e se concentrar e, também, ao uso da memória.
	Conhecimento sobre a Geometria	Agrupou diversos elementos que constituem o objeto de conhecimento como: a forma geométrica, arestas, vértices, faces, entre outros.
	Conhecimentos algébrico-numéricos	Reuniu respostas com expressões sobre o cálculo e contagem.
	Competências não desenvolvidas	Contém os relatos dos alunos que ainda não reconheceram a relação do brinquedo com a matemática.
	<b>Categorias</b>	<b>Características</b>
<b>Educação Física</b>	Aprendizagem e desenvolvimento	Agruparam respostas que desenvolveram a temática referente ao aprendizado e ao seu desenvolvimento decorrente da aprendizagem.
	Jogos de raciocínio	Incluiu respostas que trataram do reconhecimento dos educandos que o brinquedo relaciona-se com o objeto do conhecimento dos jogos de raciocínio descrito no CP.
	Habilidades motoras	Reuniu respostas que destacavam aspectos motores relacionados à montagem do brinquedo.
	Ludicidade	Agregou respostas relacionadas à predileção e relação com o ato de brincar.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Também foi usado como suporte para o tratamento dos dados coletados dos

questionários dos alunos o software livre IRAMUTEQ desenvolvido por Pierre Ratinaud que realiza análises lexicográficas e multidimensionais em textos e questionários. Nesse sentido, utilizamos a ferramenta de Análise de Similitude (AS) que produz gráficos a partir da biblioteca *Igraph* da linguagem de programação R, agrupando as palavras mediante similaridades, desagrupando pelas diferenças, realizando conexões, verificando as suas ocorrências e contextos de forma sintética (CAMARGO; JUSTO, 2021; SALVADOR, 2021; SALVIATI, 2017; RATINAUD; MARCHAND, 2012).

Essa é uma análise baseada na teoria dos grafos que identifica a coocorrência das formas lexicais entre as palavras, observa a semelhança entre elementos, verificando suas conexões e especificidades entre as variáveis, traçando vértices nas relações entre os elementos. E aplicando a técnica de árvore máxima realiza uma representação gráfica, auxiliando na identificação da estrutura do conteúdo do corpus textual que passou pelo tratamento estatístico. Para isso, seleciona as palavras de diferentes formas lexicais criando as comunidades. A(s) palavra(s) mais relevante(s) ficam mais centralizadas, em seu entorno, por intermédio das ligações dos halos, é evidenciado as relações mais significativas. Vale salientar que, quanto maior for a espessura dos halos, maior é a força de conexão entre as palavras. É desta forma que a AS busca dar suporte na realização de inferências sobre os discursos dos participantes do estudo (SALVIATI, 2017; RATINAUD; MARCHAND, 2012).

Outro recurso utilizado do IRAMUTEQ foi a Nuvem de Palavras (NP) que mostra as palavras agrupadas e organizadas em conjunto numa estrutura gráfica que se assemelha a uma nuvem. Quanto maior a frequência absoluta de determinado elemento, maior será o tamanho da palavra e sua centralidade na nuvem, indicando, além de sua maior frequência no corpus textual, a sua importância. Trata-se de uma análise lexical simples que permite uma rápida visualização do conteúdo analisado, identificação das palavras-chave do corpus textual, indicando ao pesquisador quais formas ele precisa explorar com maior refinamento nos segmentos de texto do corpus textual que passaram pelo tratamento estatístico (CAMARGO; JUSTO, 2021; SALVADOR, 2021; SALVIATI, 2017).

Deste modo, inserimos os dados dos questionários que abordaram as questões relacionadas à Matemática e à Educação Física. Por se tratar de respostas curtas até três linhas, as análises realizadas foram sobre toda a resposta que cada aluno produziu. Desta forma, as respostas não foram segmentadas, como preconizado nas diretrizes iniciais de utilização do software IRAMUTEQ. Dentre os critérios de uso do software é necessário realizar uma transcrição com limpeza do texto para seu uso, fator que abrange o cumprimento de uma série de quesitos: retirada de vícios de linguagem, uso de próclise, atenção ao uso de símbolos (alguns não são possíveis), correção ortográfica, inserção de linhas de comando, etc (SALVADOR, 2021; SALVIATI, 2017).

Outro ponto a citar é que os textos inseridos para o tratamento estatístico sejam homogêneos e monotemáticos. Portanto, as temáticas: matemática e educação física foram analisadas separadamente, formando dois “corpus” textuais distintos. Também, seguindo as diretrizes do manual do IRAMUTEQ, criamos algumas “expressões” que objetivavam serem compreendidas como uma única palavra: cubo mágico e educação física. Para isso, o software solicita que estas palavras sejam inseridas com o uso do “*underline*” entre elas, assim caracterizando-as como expressões (CAMARGO; JUSTO, 2021; SALVIATI, 2017).

Desse modo, este estudo buscou por intermédio da metodologia científica de AC, somada ao SI, dar suporte à investigação do uso dos quebra-cabeças tridimensionais como brinquedo e jogo mediador, bem como, possível propiciador de desenvolvimento das “funções mentais superiores”, tanto para a aprendizagem da matemática, como no desenvolvimento de habilidades cognitivo-motoras, num contexto de ensino e aprendizagem interdisciplinar, sob a perspectiva da teoria da atividade.

## **CAPÍTULO 6: RESULTADOS e DISCUSSÃO**

### **6.1 Apresentação dos dados**

A partir do que foi observado nas 16 semanas que fizeram parte deste protótipo – oficinas de montagem do cubo mágico, atividades em sala, entrevistas semiestruturadas (alunos e docentes) e conversas informais (alunos e docentes), (entre docentes) – definimos três seções representativas para responder o problema da presente pesquisa: como a partir da Teoria Histórico-Cultural se evidenciará e compreenderá as ações didáticas do ensino das habilidades lógico-matemáticas e cognitivas motoras com o suporte do uso dos quebra-cabeças tridimensionais nas salas dos 5º anos do Ensino Fundamental I.

Os métodos e técnicas de análise, como já apontado anteriormente, serão mistos, em que a análise qualitativa será realizada mediante a Análise de Conteúdo e a quantitativa por meio da Análise de Similitude e da Nuvem de palavras realizadas pelo SI. Desta forma, dissertaremos nas seções citadas sempre apoiados nas análises quali-quantitativas, admitindo que ambas se consolidem concomitantemente quando viável de forma a dar mais robustez à análise.

Na primeira seção, intitulada “Compreensões do cubo mágico para o ensino de matemática”, evidenciou-se como os alunos reconheceram, compreenderam e relacionaram o brinquedo ao componente curricular da matemática. De que modo desenvolveram os argumentos e os correlacionaram com diferentes conceitos do campo da matemática, mediados pelas situações-problema que o brinquedo proporciona durante o seu manejo, somado às atividades escolares. E como os docentes perceberam a inserção do cubo mágico como possível recurso didático no ensino de habilidades lógico-matemáticas, suas potencialidades, vantagens e desvantagens.

Na segunda seção, “Compreensões do cubo mágico para o ensino da Educação Física”, destacou-se o reconhecimento das práticas corporais como mediadoras do desenvolvimento e da aprendizagem. Sempre intermediadas pela ludicidade e o prazer do ato de brincar, fomentados pela superação dos desafios do passo a passo da montagem do cubo. Perpassou-se também pelo reconhecimento e fruição do cubo como um jogo de raciocínio que favorece o desenvolvimento de

habilidades cognitivas e motoras, aumentando as possibilidades de aprendizagem das práticas corporais e cognitivas. E como o docente percebeu o uso deste recurso, seja como objeto de conhecimento intrínseco da EF, seja como recurso didático de atuação interdisciplinar.

A terceira seção “Outras percepções do protótipo” teve enfoque qualitativo, buscando apresentar dentro da perspectiva histórico cultural considerações importantes que ocorreram durante as 16 semanas de execução do protótipo. Discorreremos sobre diversos elementos apreendidos baseados nas percepções do pesquisador e das pessoas que compuseram o estudo. Abordaremos elementos de anotações de diário de campo, conversas informais com os alunos e docentes e questões das entrevistas que não foram analisadas pelas seções 1 e 2.

Dentre os dados coletados, apresentamos no Quadro 9 a Análise Lexicográfica das respostas dos alunos sobre as questões referentes à Matemática e à Educação Física, que seguindo as diretrizes de uso do SI foram analisadas separadamente de forma monotemática (SALVADOR, 2021).

**Quadro 9** - Resultado da análise estatística textual simples dos corpus textuais.

	<b>Matemática</b>	<b>Educação Física</b>
<b>Número de textos</b>	47	39
<b>Número de palavras</b>	790	586
<b>Média de palavras</b>	17	15

Fonte: Elaborado pelo autor por intermédio do Software IRAMUTEQ (2022).

Estes dados iniciais nos mostram a quantidade de textos e o número de palavras analisadas que passaram pelo tratamento estatístico do IRAMUTEQ. Eles também serviram de base de dados para Análises de Similitude e Nuvem de Palavras que se apresentarão ao longo desta dissertação. É possível perceber diferenças na quantidade de textos analisados para as duas temáticas. Isso ocorreu devido a alguns alunos, embora orientados, não terem respondido algumas

questões da Entrevista Semiestruturada, ou fornecerem respostas que não foram passíveis de análise pelo software, como respostas limitadas a “sim” ou “não” em que o aluno não desenvolveu texto justificando a sua resposta.

## 6.2 Compreensões do cubo mágico para o ensino de matemática

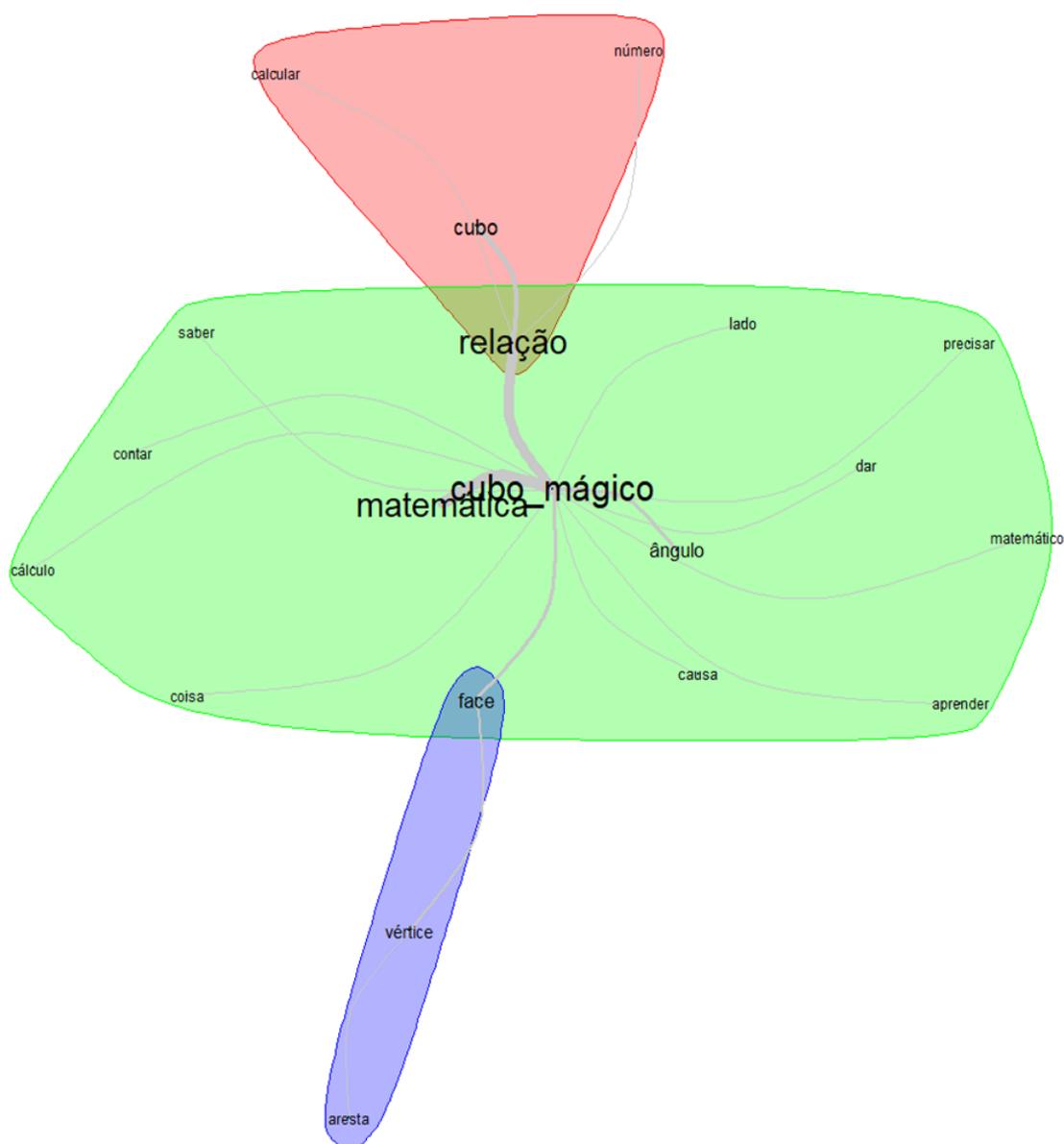
Na figura 4 demonstraremos a representação gráfica da Análise de Similitude feita pelo Software IRAMUTEQ das questões relacionadas à matemática. Esta análise demonstrará a árvore máxima calculada com suas ramificações denominadas de “halos”. De forma mais geral podemos observar três comunidades, uma central na cor verde, conta com os halos principais e uma maior diversidade de ramificações, ou seja, inferências realizadas pelos alunos na entrevista. E outras duas comunidades menores, uma na parte superior da figura na cor rosa e outra na parte inferior da figura na cor azul.

Destaca-se como formas lexicais principais das comunidades da figura 4 os termos matemática e cubo\_mágico na comunidade central da figura (cor verde) e a palavra relação interseccionando duas comunidades: a central (cor verde) e a superior (cor rosa). Também interseccionando a comunidade central na cor verde e a comunidade inferior da figura (cor azul) aparece a palavra face.

Vale a pena salientar que os termos matemática, cubo\_mágico e relação, foram adicionados no texto no processo de transcrição com limpeza, pois, segundo Salvador (2021) é necessário fazer uma retomada do questionamento realizado no início do texto que irá passar pelo tratamento estatístico do software IRAMUTEQ, desta forma, dando suporte ao *software* nas análises de semelhança entre elementos, possibilitando a verificação de conexões e especificidades entre as variáveis. Já a palavra face, trata-se de uma forma lexical identificada como destaque no corpus textual pelo SI, inserida como elemento principal na comunidade inferior da figura (cor azul) que tece relações com seus elementos internos vértice e aresta, mas que também apresenta uma forte ligação que pode ser observada pela espessura do ramo, com o elemento lexical da comunidade central (cor verde) cubo\_mágico. Essa evidência nos demonstra de forma gráfica as inferências realizadas pelos alunos sobre a relação do cubo mágico com elementos da unidade de Geometria supracitados: face, vértice e aresta. Os elementos lexicais

ângulo e lados localizados na comunidade central (cor verde) ramificados da palavra cubo\_mágico, juntamente com a centralidade da palavra cubo da comunidade superior em rosa e seu espesso ramo que o liga à palavra relação e, posteriormente, à palavra cubo\_mágico, também remetem às inferências que os alunos realizaram correlacionando o brinquedo com a Unidade Temática de Geometria.

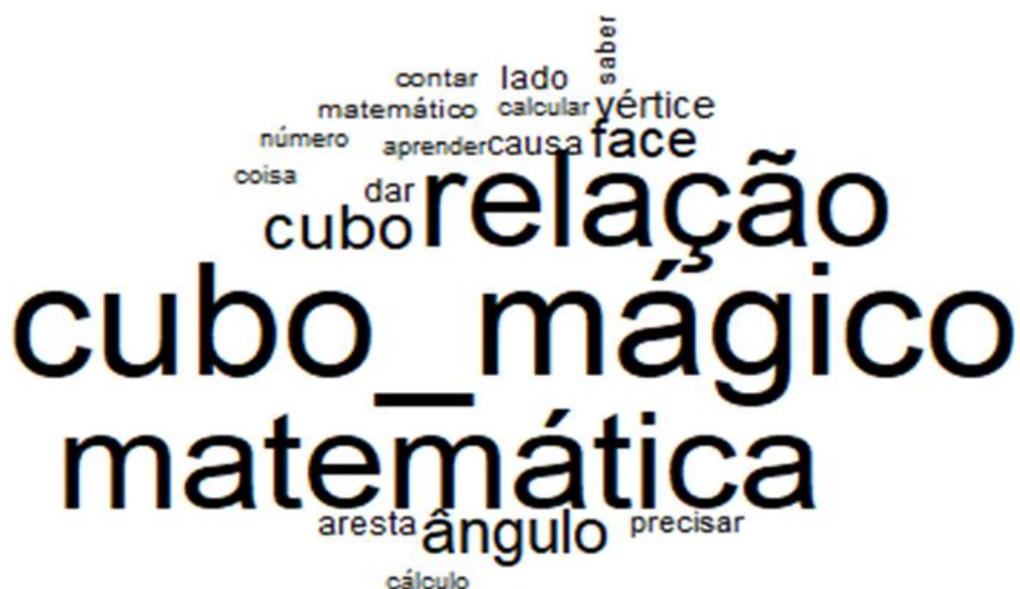
**Figura 4** - Árvore de similitude do corpus Matemática com comunidades e halo (Comunidade superior em formato triangular encontra-se na cor rosa. Comunidade central e maior que as outras encontra-se na cor verde. Comunidade inferior em formato de bastão encontra-se na cor azul).



Fonte: Elaborado pelo autor por intermédio do IRAMUTEQ (2022).

Na comunidade superior em rosa também há inferências ao cubo no sentido de correlacionar o brinquedo à necessidade de calcular as tomadas de decisões realizando precisamente o número de vezes adequado de cada movimento para conseguir ordenar o quebra-cabeça. Essa ideia é complementada por alguns elementos apresentados na comunidade localizada na parte central da figura em verde como: contar, cálculo, saber, aprender. Dando seguimento nas análises realizadas pelo SI observamos que alguns elementos já supracitados como: face, vértice, aresta, ângulo e cubo também tiveram destaque na figura 5 que mostra a nuvem de palavras do corpus matemática.

**Figura 5** - Nuvem de palavras do corpus Matemática



Fonte: Elaborado pelo autor por intermédio do IRAMUTEQ (2022).

Na nuvem de palavras apresentada na figura 5 podemos observar o uso de “*underline*” na palavra cubo\_mágico que teve a função de torná-la uma expressão que fosse analisada como um único termo pelo software. As três maiores palavras foram utilizadas com o objetivo de retomar a pergunta que passou pelo tratamento estatístico (SALVADOR, 2021). Ao redor podemos observar as inferências realizadas pelos alunos, que ao se tratar do mesmo corpus de análise, se assemelham aos resultados da Análise de Similitude. Buscando aprofundar a discussão das compreensões que abrangem a matemática, apresentaremos a grelha de análise elaborada de acordo com as diretrizes da Análise de Conteúdo proposta por Bardin (1977).

O quadro 10 mostra a Grelha de Análise de Conteúdo das respostas dos alunos sobre a correlação da matemática com o cubo mágico.

**Quadro 10** – Grelha de Análise de Conteúdo do corpus Matemática

Atitude	Temas	Categorias Habilidades e conceitos	nº de citações	Unidade de Registro	Unidade de contexto
Positiva	2. Desenvolver o raciocínio lógico, a capacidade de produzir argumentos, recorrendo aos conhecimentos matemáticos para compreender e atuar no mundo.	<b>DESENVOLVIMENTO DO RACIOCÍNIO</b>	5	Exercitar a mente	(X8) Porque usa bastante a cabeça. (X23) Porque ao mesmo tempo em que vai brincando vai trabalhando a cabeça [...]. (X26) [...] ajuda a memória e várias outras coisas. (X12) Porque ajuda no pensar e ouvir e precisa concentrar-se. (Y12) Porque exercita o cérebro [...].
			3	Inteligência	(X20) Talvez porque diz que o cubo deixe a gente inteligente. (X24) Porque você tem que prestar atenção e ter inteligência [...]. (Y23) Porque ele desenvolve a inteligência [...].
	3. Compreender as relações entre conceitos e procedimentos dos diferentes campos da Matemática e de outras áreas do conhecimento, sentindo segurança quanto à própria capacidade de construir e aplicar esses conhecimentos.  E  6. Enfrentar situações-problema em múltiplos contextos, incluindo situações imaginadas, expressar suas respostas sintetizando conclusões, utilizando diferentes tipos registros descrevendo algoritmos,	<b>CONHECIMENTO SOBRE GEOMETRIA</b>  <b>Geometria</b> (H16, H17) BNCC e CP  <b>Ideias fundamentais:</b> Equivalência Representação	13	Forma geométrica	(X4,) Porque é uma forma geométrica. (X17,X18) Sim tem os lados, as peças, o tamanho e a largura. (X24) [...] porque na matemática fala sobre cubos. (Y3, Y4, Y5, Y13, Y14, Y17, Y18, Y19, Y20, Y22, Y25) Porque é um cubo [...].
			17	Faces, arestas, vértices e ângulos	(Y1, Y12, Y16, Y19) [...] porque tem ângulos, faces, vértices e arestas. (Y2) Porque têm ângulos, faces, vértices, arestas e o cubo tem um ângulo de 90 graus [...]. (Y3, Y4, Y23) [...] por causa dos lados, ângulos, faces e vértices. (Y7, Y11) [...] por causa dos ângulos. (Y8) Porque ele tem lados matemáticos de 3x3x3. (Y13)[...] pela sua forma e faces. (Y15) Por causa dos lados. (Y14, Y17, Y25) [...] por causa dos ângulos e faces. (Y21) [...] porque tem ângulos de noventa graus. (Y24) [...] porque tem faces e ângulos.

	fluxogramas e dados.	<p><b>CONHECIMENTOS NUMÉRICO-ALGÉBRICOS</b></p> <p><b>Álgebra</b> (H11) BNCC e CP</p> <p><b>Números</b> (H07, H09) BNCC e CP</p> <p><b>Ideias fundamentais:</b> Equivalência Ordem Proporcionalidade Aproximação Interdependência Representação</p>	13	Calcular	<p>(X5,X16,X22)Porque tem que fazer cálculos para montar. (X2, X6) Porque tem estratégias matemáticas para montar [...]. (X10,Y9) Porque cada movimento tem um número de vezes que você vai fazer. (X15) Porque você tem que calcular para ver se vai dar certo e porque com o cubo você se abstrai. (X21) Porque tem que fazer cálculo para montar. (X23) [...] porque você tem que calcular o cubo e pensar. (X26) Porque tem cálculos [...]. (X27) Pelo estilo 3x3x3 dá pra fazer contas. (Y2, Y5) Porque da pra fazer multiplicação no cubo [...]. (Y3) [...] dá pra contar os lados, ângulos e faces. (Y5) [...] porque da pra contar ângulos, faces, vértices e arestas. (X9,Y22) [...] porque cada lado em 3x3x3 e pode-se multiplicar. (Y24) Por no cubo da pra contar as faces [...].</p>
<b>Negativa</b>	<p>3. Compreender as relações entre conceitos e procedimentos dos diferentes campos da Matemática e de outras áreas do conhecimento, sentindo segurança quanto à própria capacidade de construir e aplicar esses conhecimentos.</p> <p><b>E</b></p> <p>6. Enfrentar situações-problema em múltiplos contextos, incluindo situações imaginadas, expressar suas respostas sintetizando conclusões, utilizando diferentes tipos registros descrevendo algoritmos, fluxogramas e dados.</p>	<p><b>COMPETÊNCIAS NÃO DESENVOLVIDAS</b></p> <p><b>Álgebra</b> (H11) BNCC e CP</p> <p><b>Números</b> (H07, H09) BNCC e CP</p> <p><b>Ideias fundamentais:</b> Equivalência Ordem Proporcionalidade Interdependência Representação</p>	3	Decorar algoritmos e Combinação de cores	<p>(X3) Porque os passos não são matemáticos. (X19) Porque no cubo mágico você só tem que decorar os algoritmos. (X17) Não porque é só uma combinação de cores.</p>
			4	Não sabe	<p>(X7) Para mim não tem nada haver. (X14, Y19) Não sei. (Y10) Não tem.</p>

Os 47 alunos que responderam a Entrevista Estruturada fizeram 67 diferentes inferências sobre a temática cubo mágico-matemática, dentre elas, somente 7 alunos não inferiram relações do brinquedo com a matemática. Em análise, percebemos que quatro deles não conseguiram justificar suas respostas, os outros três alunos não conseguiram inferir que a aprendizagem do brinquedo perpassa a ação de memorizar passos e sequências de movimentos, estes, também não conseguiram relacionar o brinquedo com a unidade temática da geometria realizada por parte significativa dos alunos. Portanto, foram categorizados como alunos que não conseguiram ainda desenvolver parte das habilidades desejadas para esse protótipo.

Isso nos leva a supor, que estes alunos, não vincularam ainda a ideia que se pode desenvolver habilidades acadêmicas intermediadas pela ludicidade, ou seja, ainda percebem o ato de brincar como uma atividade meramente de divertimento. Dentre eles, apenas o aluno (X17) sabe montar o brinquedo completamente, no entanto, o aluno também não conseguiu realizar as inferências desejadas, reafirmando se tratar “somente a uma combinação de cores”.

Na categoria de Raciocínio Lógico os alunos fizeram diversas inferências, percepções de suas compreensões que tangem a ideia de desenvolvimento do raciocínio lógico como: pensar, se concentrar, estímulo à memória, exercitar o cérebro, trabalhar a cabeça, tais considerações foram atribuídas à unidade de registro “exercitar a mente”. Outros pontos supracitados foram à ideia do manejo do brinquedo ser um mediador para o desenvolvimento da inteligência, viés normalmente veiculado por meio do senso comum, mas também retrata a percepção de quem teve o contato com as oficinas de montagem do brinquedo e percebeu que ele exige: estudo, esforço, concentração, perspicácia, resiliência para superar desafios, fatores estes, que auxiliam a ampliação do acervo intelectual do aluno.

Esses dados nos levam a supor que ações interdisciplinares de mediação da aprendizagem com o cubo mágico auxiliam no desenvolvimento da Competência 2 de matemática da BNCC e CP que reitera “Desenvolver o raciocínio lógico, o espírito de investigação e a capacidade de produzir argumentos convincentes recorrendo aos conhecimentos matemáticos para compreender e atuar no mundo”

(BRASIL, 2018; SÃO PAULO, 2019).

Outras inferências realizadas pelos alunos neste protótipo foram as relações com a Unidade Temática de Geometria, aqui evidenciou-se primeiramente a relação do brinquedo com a geometria espacial e sua forma tridimensional. Vale a pena citar, que durante as oficinas foram aparecendo, paulatinamente, outras versões de quebra-cabeças tridimensionais na escola trazidas pelos próprios alunos. Dentre elas, podemos citar o dodecaedro e o tetraedro, elementos que ajudaram os alunos a realizar as correlações sobre as diferentes formas da geometria espacial, temática que também foi trabalhada em sala. Outros pontos muito citados foram as faces, arestas, vértices e ângulos, elementos também evidenciados na comunidade azul da Análise de Similitude na Nuvem de Palavras.

Esse ponto merece destaque, pois, as docentes que atuam na sala, relataram que o contato e o manejo do brinquedo facilitaram a compreensão de elementos como: faces, arestas, vértices e ângulos. Que em turmas de anos anteriores havia uma maior dificuldade na compreensão de conceitos que tornam-se mais abstratos quando apenas trabalhados no papel. Outro ponto salientado foi uma maior facilidade também na compreensão da planificação dos sólidos geométricos. Estes são fatores que estimulam o desenvolvimento das “ideias fundamentais” propostas no CP de equivalência e representação. Os resultados aqui supracitados alinham-se ao estímulo do desenvolvimento das Competências 3 e 6 de matemática da BNCC e CP, ampliando a compreensão dos alunos entre conceitos matemáticos mediante ao enfrentamento de situação-problema da montagem do brinquedo, apropriando e aplicando conhecimentos (BRASIL, 2018; SÃO PAULO, 2019).

Outra categoria elencada foi de “conhecimentos numérico-algébricos”. Aqui foram evidenciadas as mais variadas proposições que se relacionam à ideia de calcular, seja cálculos numéricos simples como “[...] dá pra contar ângulos, faces, arestas e vértices” citado pelo aluno (Y3). Ou com inferências relacionadas à fase de montagem da primeira camada que envolve análise “[...] porque você tem que calcular o cubo e pensar” descrito pelo aluno (X15); neste caso, podemos inferir que alguns alunos observaram, analisaram e avaliaram o cubo mágico intermediado por procedimentos de cálculo mental que foram sendo apropriados a partir da resolução dos problemas de jogo.

Também observamos a correlação com os algoritmos de montagem a partir da segunda camada “porque tem estratégias matemática para montar [...]” observados pelos alunos (X2 e X6). Aqui o pensamento algébrico foi sendo apropriado por alguns sujeitos, a partir da exploração e generalização dos algoritmos do brinquedo e suas propriedades aritméticas. Vale salientar que a montagem de quebra-cabeças tridimensionais tem um componente algébrico implícito que não necessariamente apresenta-se como um conteúdo formal, mas que, dentro das percepções inerentes dos alunos inseridos no protótipo, eles conseguiram evidenciar como podem ser observadas na Grelha de análise das respostas de matemática já apresentadas no Quadro 10. Acreditamos também que as apropriações destes elementos poderão contribuir de forma positiva no futuro do aluno.

Estas proposições também ficaram evidenciadas na comunidade rosa da Análise de Similitude e na parte superior da Nuvem de Palavras, apresentando elementos que alinham-se à habilidade EF05MA11 do CP, pois, o aluno consegue resolver situações-problema envolvendo as ideias fundamentais de: equivalência, ordem, proporcionalidade, aproximação, interdependência e representação. Também fomentam o desenvolvimento das Competências 3 e 6 da matemática na BNCC e CP, compreendendo as relações e conceitos de diferentes campos da matemática, aplicando-as na resolução de situações problemas expressando suas respostas e sintetizando conclusões (BRASIL, 2018; SÃO PAULO, 2019).

### **6.3 Compreensões do cubo mágico para o ensino da Educação Física**

Na Análise de Similitude da figura 6 demonstraremos a representação gráfica das questões relacionadas à Educação Física, ou seja, a árvore máxima com suas ramificações que foram divididas em duas comunidades. A comunidade na parte inferior da figura em cor rosa apresenta número maior de formas lexicais que a comunidade da parte superior da figura na cor azul. Todas as principais formas lexicais apresentadas, sejam da comunidade inferior (cor rosa) com as palavras cubo\_mágico, educação\_física e legal, seja o elemento jogo destacado da comunidade superior, foram inseridas como retomada do questionamento realizado conforme já justificado anteriormente nesta dissertação.

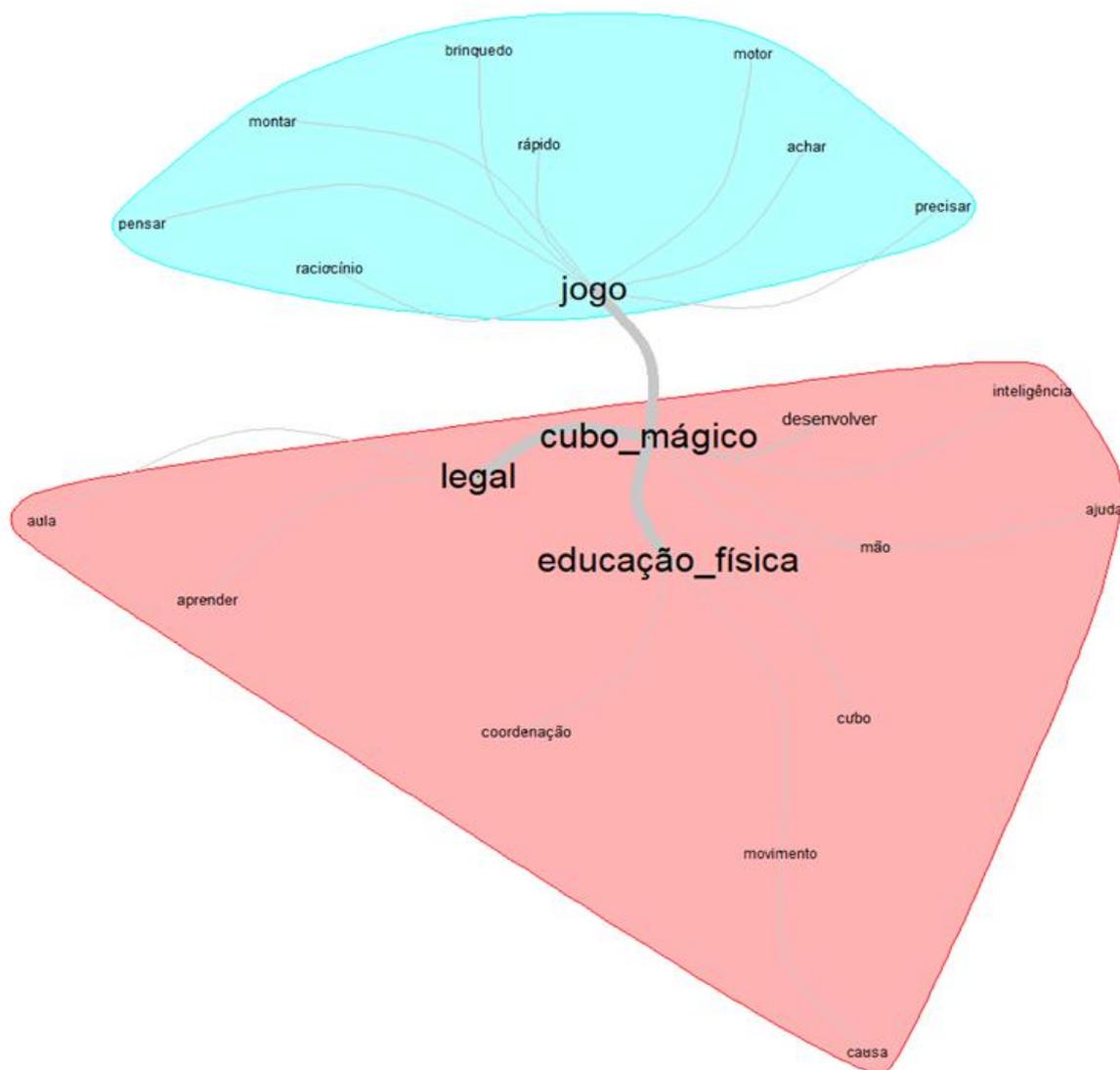
Destacam-se na comunidade localizada na parte superior da figura em azul como elemento principal a palavra jogo e as inferências realizadas como: brinquedo, montar, precisar, pensar, raciocínio, motor, rápido e achar. Dentre estas proposições, percebemos uma gama de relações que os alunos teceram na compreensão do jogo. Para complementar essa ideia, observamos que a forma lexical central da comunidade azul, a palavra jogo, está ligada por meio de um espesso ramo com o elemento lexical cubo\_mágico da comunidade inferior cor rosa.

Desta forma, podemos inferir a percepção dos alunos no reconhecimento do brinquedo cubo mágico como um jogo de raciocínio que envolve aspectos cognitivos-motores. Percebendo, também, este brinquedo como um objeto do conhecimento intrínseco à educação física, evidenciado por outro espesso ramo que liga os elementos lexicais cubo\_ mágico, educação\_física na comunidade rosa e sua interligação com o elemento jogo da comunidade azul. Aqui vale salientar que estes fatores também são preconizados no CP sobre os jogos de raciocínio.

É importante destacar que, tais evidências supracitadas não foram baseadas somente na apreciação da análise da representação gráfica da AS, uma vez que, como já supracitado, as palavras educação\_física, cubo\_mágico e jogo foram retomadas na transcrição do corpus da EF que passou pelo tratamento estatístico do SI e, de certa forma, também modularam a árvore da AS. Baseamos tais afirmações após a reanálise dos segmentos de textos pelo pesquisador, fomentada pela apreciação da representação gráfica da AS gerada pelo software.

Tais evidências, também foram observadas na grelha de AC, inseridas na apreciação das categorias elencadas: aprendizagem e desenvolvimento, jogos de raciocínio, habilidades motoras e ludicidade, que veremos mais adiante nesta discussão dos resultados das compreensões do protótipo sobre as relações da EF e o cubo mágico. Em seguida apresentamos a Árvore máxima de Similitude do corpus textual de Educação Física que passou pelo tratamento estatístico do software IRAMUTEQ.

**Figura 6** - Árvore de similitude do corpus Educação Física (A comunidade superior encontra-se na cor azul e a comunidade inferior encontra-se na cor rosa).



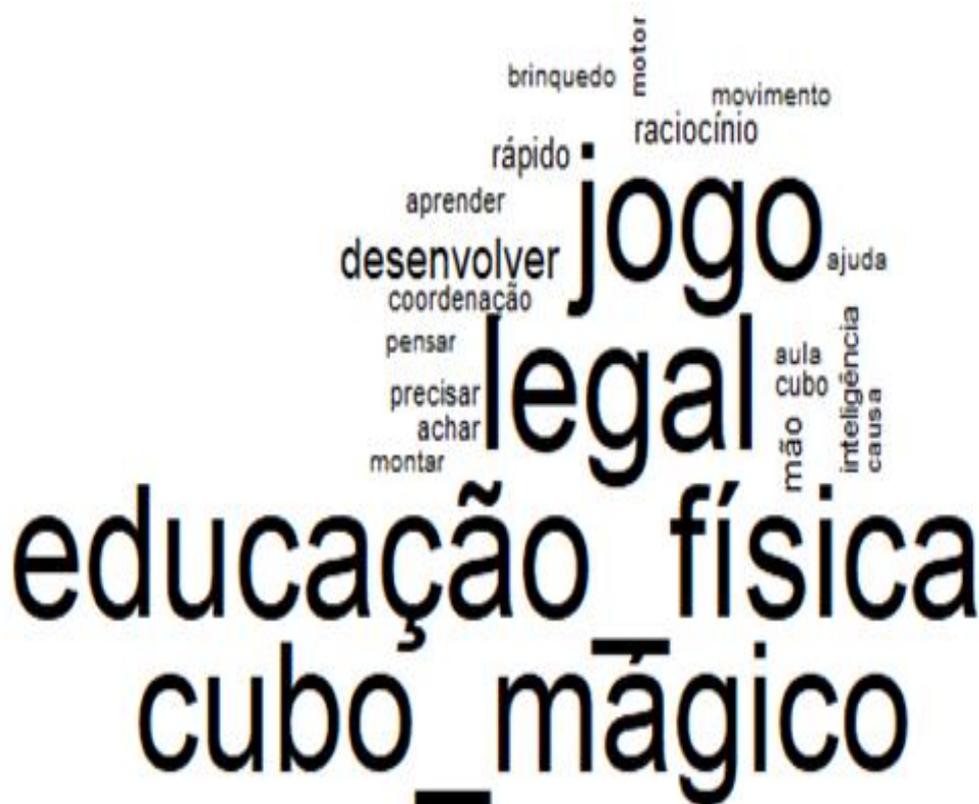
Fonte: Elaborado pelo autor por intermédio do IRAMUTEQ (2022).

A comunidade localizada na parte inferior da figura em rosa é mais ampla e agrupou três elementos lexicais principais: legal, cubo mágico e educação física. Os ramos derivados da palavra legal foram aula e aprender, o da educação física foram cubo, coordenação e movimento, e o do cubo mágico foram desenvolver, mão e inteligência. Aqui, novamente observamos pelo conjunto das proposições as compreensões dos alunos acerca do brinquedo cubo mágico como jogo e suas potencialidades de desenvolvimento cognitivo-motoras. Aprofundaremos essa discussão juntamente com a análise de conteúdo realizado sobre esta temática a *posteriori*.

Na nuvem de palavras também podemos observar as expressões: educação\_física e cubo\_mágico. Em seguida, mostram-se em destaque as palavras

jogo e legal. Vale salientar, baseado em experiência empírica, que as crianças gostam das aulas de educação física no Ensino Fundamental I. A relação da criança com o lúdico já foi descrita nesta dissertação em citação a Vigotski (1989; 2007) e a Huizinga (1971), reafirmando, que esse fator potencializa as relações de ensino-aprendizagem. As demais palavras contidas na NP corroboram com os dados já apresentados na Análise de similitude e também serão revisitadas após a apresentação da figura 7 que contém a nuvem de palavras e o quadro 11 que mostra a grelha de análise da educação física.

**Figura 7** - Nuvem de palavras do corpus Educação Física



Fonte: Elaborado pelo autor por intermédio do IRAMUTEQ (2022).

Apresentaremos em seguida no Quadro 11 a Grelha de análise das respostas dos alunos sobre a correlação da Educação Física com o cubo mágico. Buscaremos aprofundar a discussão integrando as análises quali-quantitativa, apoiado na metodologia de AC realizada a partir do corpus da educação física para discutirmos elementos já elencados quantitativamente.

Quadro 11 - Grelha de Análise de Conteúdo do corpus Educação Física

Temas	Categorias Habilidades e dimensões	nº de citações	Unidade de Registro	Unidade de contexto
<p>9. Reconhecer o acesso às práticas corporais como direito do cidadão, propondo e produzindo alternativas para sua realização no contexto comunitário.</p> <p>E</p> <p>8. Usufruir das práticas corporais de forma autônoma para potencializar o envolvimento em contextos de lazer, ampliar as redes de sociabilidade e a promoção da saúde.</p>	<p><b>APRENDIZAGEM E DESENVOLVIMENTO</b></p> <p><b>Jogos e brincadeiras</b> (H1,H3) BNCC (H1)CP</p> <p><b>Dimensões do conhecimento</b> Experimentação Uso e apropriação Fruição Reflexão sobre a ação Análise Compreensão construção de valores</p>	<p>4</p> <p>8</p>	<p>Aprendizado</p> <p>Cognição</p>	<p>(X3) Porque aprende a montar o cubo. (X18) Porque eu ganho mais aprendizado e me ajuda na matemática. (X23) Porque além de se divertir você aprende a ter mais concentração e memória. (Y4) A gente aprende muito com o cubo.</p> <p>(X5) Porque é um brinquedo para desenvolver o cérebro. (X10) é um jogo para [...] desenvolver a inteligência e persistência. (X12) Porque você se concentra mais. (X15) Usa o cérebro para montar o cubo. (X21) Eu acho que na educação física podemos usar o cubo para a inteligência. (Y12) Porque testa a inteligência. (Y22) Porque ele exercita a mente [...]. (Y24) Porque precisa de inteligência.</p>
<p>2. Planejar e empregar estratégias para resolver desafios e aumentar as possibilidades de aprendizagem das práticas corporais, além de se envolver no processo de ampliação do acervo cultural nesse campo.</p> <p>E</p> <p>6. Interpretar e recriar os valores, os sentidos e os significados atribuídos às diferentes práticas corporais, bem como aos sujeitos que delas participam.</p>	<p><b>JOGOS DE RACIOCÍNIO</b></p> <p><b>Jogos e brincadeiras</b> (H1,H3,H4) BNCC (H1,H4)CP</p> <p><b>DIMENSÕES DO CONHECIMENTO</b> Experimentação Uso e apropriação Fruição Reflexão sobre a ação Análise Compreensão construção de valores</p>	7	Raciocínio	<p>(X17) Porque precisamos de raciocínio em outras coisas. (X20) [...] você consegue pensar mais rápido. (X26) Porque vários jogos precisam de precisão de raciocínio e coordenação. (Y2) Ajuda a pensar mais e raciocinar. (Y5) Porque você coloca a cabeça para pensar. (Y13) Ele faz você raciocinar e ficar mais rápido. (Y26) Porque é um jogo de raciocínio.</p>
<p>2 Planejar e empregar estratégias para resolver desafios e aumentar as possibilidades de aprendizagem das práticas corporais, além de se envolver no processo de ampliação do acervo cultural nesse campo.</p> <p>E</p> <p>O processo de automatismos no controle e ajustes dos movimentos como</p>	<p><b>HABILIDADES MOTORAS</b></p> <p><b>Jogos e brincadeiras</b> (H1,H3,H4) BNCC (H1,H4)CP</p> <p><b>DIMENSÕES DO CONHECIMENTO</b> Experimentação Uso e apropriação Fruição Reflexão sobre a ação Análise Compreensão construção de valores</p>	12	Coordenação Motora	<p>(X6) Ajuda a coordenação motora. (X10) É um jogo para desenvolver a coordenação motora, inteligência e persistência. (X20) Pois deixa você mais rápido habilidoso e você consegue pensar mais rápido. (X26) Porque vários jogos precisam de precisão de raciocínio e coordenação. (X27) Porque você utiliza as mãos o mais rápido possível. (Y1, Y3, Y11) Por causa dos movimentos. (Y10) Para as mãos ficarem rápidas. (Y13) Ele faz [...] ficar mais rápido. (Y20) Porque na educação física precisamos de coordenação motora e raciocínio.</p>

aspectos favoráveis à aprendizagem da cultura corporal do movimento (PCN).				(Y22) Porque precisa montar rápido.
10. Experimentar, desfrutar, apreciar e criar diferentes brincadeiras, [...], valorizando o trabalho coletivo e o protagonismo.  E  6. Interpretar e recriar os valores, os sentidos e os significados atribuídos às diferentes práticas corporais, bem como aos sujeitos que delas participam.	<b>LUDICIDADE</b>  <b>Jogos e brincadeiras</b> (H1,H3,H4) BNCC (H1,H4)CP  <b>DIMENSÕES DO CONHECIMENTO</b> Experimentação Uso e apropriação Fruição Reflexão sobre a ação Análise Compreensão construção de valores	10	Diversão	(X4, Y19) Porque é bem legal. (X11) Porque eu acho legal. (X19, Y14) Eu acho muito legal. (X22) Porque é legal ter competição. (X24) Porque é uma matéria legal de aprender. (Y8) Porque tem desafio. (Y23) Porque é um brinquedo legal. (X7) Porque par mim não é tão legal assim. (Negativa)
		4	Brinquedo	(X5) Porque é um brinquedo para desenvolver o cérebro. (Y17, Y18) Porque é brinquedo. (Y25) Porque é brincadeira.

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Os 39 alunos que responderam as questões da educação física na Entrevista Estruturada realizaram 45 diferentes inferências correlacionando o cubo mágico e a educação física. A primeira categoria, “aprendizagem e desenvolvimento”, agrupou respostas que dividiram-se em duas unidades de registro, na primeira, “aprendizado”, os alunos trouxeram elementos que tangem a relação do aprendizado e a ideia de interdisciplinaridade: “porque eu ganho mais aprendizado e me ajuda na matemática” citado pelo aluno (X18); “porque além de se divertir você aprende a ter mais concentração e memória” inferido pelo aluno (X23).

Na segunda unidade de registro, “cognição”, as inferências foram direcionadas às percepções do brinquedo como um mediador do desenvolvimento cognitivo: “porque é um brinquedo para desenvolver o cérebro” relato do aluno (X5). Essas contribuições dos alunos nos possibilitam conjecturar que o brinquedo contribuiu para o desenvolvimento das competências 8 e 9 da Educação Física da BNCC e CP, que reafirmam o reconhecimento e usufruto das práticas corporais com autonomia e como direito do aluno, potencializando o seu envolvimento nos contextos de lazer. Também fomentam diversos elementos das dimensões do conhecimento como: experimentação, uso e apropriação, fruição, reflexão sobre a ação, análise, compreensão de construção de valores (BRASIL, 2018; SÃO PAULO, 2019).

Na segunda categoria, “jogos de raciocínio”, parte dos alunos compreendeu a

relação do cubo mágico como uma brincadeira que estimula o desenvolvimento do raciocínio. Observamos esses elementos em respostas como: “porque vários jogos precisam de precisão de raciocínio e coordenação” e “[...] você consegue pensar mais rápido” citado respectivamente pelos alunos (X26, X20). Estes elementos também foram evidenciados na representação gráfica da análise de similitude e da nuvem de palavras. Vale a pena salientar que a unidade jogos e brincadeiras é uma temática muito explorada nas aulas de educação física no Ensino Fundamental I. Nesse sentido, esse estudo buscou a utilização do cubo mágico como um recurso didático mediador de ensino que possibilite ações de interdisciplinaridade na escola.

O jogo, como citado por Vigotski (1989), desperta o interesse, atuando como uma lente de aumento, integrando valores e potencializando o desenvolvimento das funções psicológicas superiores. Entendemos que esse brinquedo auxilia também no desenvolvimento das competências 2 e 6 da EF na BNCC e CP, propondo desafios, aumentando as possibilidades de práticas corporais, recriando valores e culminando em uma ampliação do acervo cognitivo-motor do aluno (BRASIL, 2018; SÃO PAULO, 2019).

Na terceira categoria, “habilidades motoras”, vários alunos relataram a relação do brinquedo com o desenvolvimento da coordenação motora das mãos e também relações cognitivo-motoras que observamos em citações como: “porque você utiliza as mãos o mais rápido possível” e, “pois deixa você mais rápido habilidoso e você consegue pensar mais rápido” citações dos alunos (X27, X20). Estes elementos também estiveram presentes em diversas ramificações da AS, correlacionando o desenvolvimento do acervo motor como consequência do manejo do brinquedo.

Enquanto docente do componente curricular de EF compreendo que, embora as propostas curriculares de educação física da atualidade não tragam mais um maior enfoque ao desenvolvimento motor, devido a ruptura com o modelo tecnicista da educação física das décadas de 70 e 80, a BNCC preconiza o -movimento corporal- como um elemento fundamental, permeando todos os objetos de conhecimento da educação física, que tem o corpo como base de sua práxis.

Portanto, apesar da coordenação motora não ser o único foco da EFE, uma

maior “base motora fundamental” culminará em uma maior “fase motora especializada” e, conseqüentemente em uma maior consciência corporal (GALLAHUE; OZMUN, 2001; BRASIL, 2018; BRASIL, 1997). Aqui também vale a pena salientar que não são comuns as atividades da cultura corporal de movimento vivenciadas no ambiente escolar que desenvolvam a coordenação motora fina de forma ambidestra. No entanto, evidenciamos esse desenvolvimento em diversos alunos deste protótipo, como pode ser visualizado nos vídeos do Quadro 12. Nesse sentido, quanto maior o repertório motor de uma pessoa, maior serão as suas possibilidades de usufruir dos elementos que compõem a cultura corporal de movimento.

Na última categoria de análise, “ludicidade”, apreendemos a relação da diversão ao ato do brincar, da brincadeira, como um elemento comumente presente na Unidade Temática de Jogos e brincadeiras. Observamos também em destaque na nuvem de palavras, a palavra “legal”, assim a diversão fomenta o desenvolvimento de parte da competência 10 da EF na BNCC e CP, viabilizando a experimentação e apreciação das brincadeiras, valorizando a sua importância como patrimônio histórico-cultural da humanidade (BRASIL, 2018). Conforme Vigotski (1989), a brincadeira é mediadora das relações sociais, corrobora na apropriação da cultura, ou seja, é pela ação imaginativa do lúdico que a criança se apropria de novos significados estruturando o desenvolvimento.

Como houve somente uma menção com caráter negativo feita pelo aluno (X7) “porque para mim não é tão legal assim” optamos por não criarmos uma coluna denominada atitude na grelha de análise da EF. No entanto, ela ficou inserida na categoria ludicidade na unidade de registro diversão com uma sinalização (negativa). Finalizamos essa etapa do trabalho com algumas demonstrações de montagem dos quebra-cabeças tridimensionais realizadas pelos alunos, que podem ser apreciadas por meio dos “links” contidos no Quadro 12. Consideramos que os vídeos possibilitam a visualização concreta de algumas habilidades supracitadas ao longo da discussão desta dissertação. Salientamos, também, que o desdobramento das montagens de outros modelos de quebra-cabeças tridimensionais realizadas pelos alunos, será discutido logo adiante, no item 6.4 que observará as percepções mais qualitativas deste protótipo.

**Quadro 12** - Vídeos de montagens dos quebra-cabeças tridimensionais vivenciados durante a execução do protótipo

<b>Cubo 2x2x2</b>	<a href="https://drive.google.com/file/d/1e-iBPUhKIaRBRym3AbG4f5K58StFqd55/view?usp=sharing">https://drive.google.com/file/d/1e-iBPUhKIaRBRym3AbG4f5K58StFqd55/view?usp=sharing</a>
<b>Cubo 3x3x3</b>	<a href="https://drive.google.com/file/d/1dpe-xoXcqsYaGXoQ5LP00C9XOtx32oR0/view?usp=sharing">https://drive.google.com/file/d/1dpe-xoXcqsYaGXoQ5LP00C9XOtx32oR0/view?usp=sharing</a>
<b>Recriando possibilidades no cubo 3x3x3</b>	<a href="https://drive.google.com/file/d/1dxK2c2CxIndec2kevCPutdmh-f7ZaZhC/view?usp=sharing">https://drive.google.com/file/d/1dxK2c2CxIndec2kevCPutdmh-f7ZaZhC/view?usp=sharing</a>
<b>Cubo Skewb</b>	<a href="https://drive.google.com/file/d/1dn5719EvCuVDByPSjPJYNWcngvstxU42/view?usp=sharing">https://drive.google.com/file/d/1dn5719EvCuVDByPSjPJYNWcngvstxU42/view?usp=sharing</a>
<b>Pirâmide 3x3x3 (Pyraminx)</b>	<a href="https://drive.google.com/file/d/1dl3sF1OJM3iEXVTTrTZmcJ_w6YHwxA0Y0/view?usp=sharing">https://drive.google.com/file/d/1dl3sF1OJM3iEXVTTrTZmcJ_w6YHwxA0Y0/view?usp=sharing</a>
<b>Última camada do dodecaedro 3x3x3 (Megaminx)</b>	<a href="https://drive.google.com/file/d/1djV1OWQ5SfWcz3CpElgKe8aerGJZuFy/view?usp=sharing">https://drive.google.com/file/d/1djV1OWQ5SfWcz3CpElgKe8aerGJZuFy/view?usp=sharing</a>
<b>Última camada do <i>Mirror Blocks</i> 3x3x3 (Cubo espelhado)</b>	<a href="https://drive.google.com/file/d/1s51zD5wQa0z7qE_ww0nobSOksqu7OZpl/view?usp=sharing">https://drive.google.com/file/d/1s51zD5wQa0z7qE_ww0nobSOksqu7OZpl/view?usp=sharing</a>

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

#### 6.4 Outras percepções do protótipo

Nesta seção descreveremos diversas apreensões com enfoque qualitativo alicerçado na Perspectiva Histórico-Cultural, fatos que consideramos importantes e fizeram parte do dia a dia da realização da prática deste protótipo. Elencaremos anotações de diário de bordo e também traremos alguns elementos das entrevistas semiestruturadas que não foram apresentados nas análises anteriores. Estas percepções somam-se à minha experiência enquanto docente da rede pública a mais de 17 anos, da rede privada há três anos e a experiência de mais de 27 anos de escola das duas docentes que também participaram do protótipo, bem como, as conversas informais de todos participantes e da comunidade escolar. Uma vez que, as ações cotidianas do protótipo, reverberam em outros profissionais que convivem e compõem o grupo de pessoas que formam a escola.

É importante salientar que o protótipo enquanto projeto de pesquisa desta dissertação é produto histórico-cultural, portanto, seguiu seus ritos, com sua intencionalidade, seus prazos, objetivos acadêmicos, entre outros. Nesse sentido, como já supracitado na metodologia, teve uma duração de 16 semanas, finalizando, concomitantemente, com o término do primeiro semestre letivo. No entanto, as oficinas e as conversas informais entre os docentes envolvidos no intuito de continuidade do trabalho escolar, foram retomadas no início do segundo semestre em agosto, e seguiram enquanto ação didática até o final do mês de outubro. Quando como ponto culminante das ações realizadas durante o ano, realizamos um campeonato de montagem do cubo 3x3x3 para os alunos.

Outra consideração importante que observamos foi que o uso do brinquedo como recurso didático encaminhou-se como agente mediador de cultura e reverberou para toda a escola. Pois, os alunos enquanto seres históricos culturais interagem entre si no cotidiano escolar nas mais variadas formas: mediante a relação entre irmãos que cursam outros anos na escola, por meio das mais diversas relações de amizade, pelo intermédio dos educandos que vem para escola com as vans escolares que fazem o transporte de alunos de séries/anos distintos. Essas interconexões fizeram com que educandos de todas as salas aparecessem com quebra-cabeças tridimensionais na escola, tornando o brinquedo um mediador cultural da comunidade escolar. E nos leva a supor possibilidades da exploração deste recurso para todos os anos do Ensino Fundamental I.

Pois, alguns educandos dos 3º e 4º anos, aprenderam a montagem do brinquedo subsidiados pelo intermédio de outros alunos ou dos tutoriais preparados pelo pesquisador no canal do *Youtube* Professor Barai. Ou seja, o brinquedo como mediador cultural, intermediado pelos seus signos intrínsecos, somados ao estímulo das funções psicológicas superiores inerentes ao seu manejo, mostrou que pode ser um recurso didático mediador no Ensino Fundamental I.

Um desdobramento também não previsto inicialmente neste protótipo foi seu alargamento para outros modelos de quebra-cabeças tridimensionais como já visualizamos no Quadro 12. Que parte dos educandos diretamente e indiretamente inseridos no estudo também aprenderam a montar, esse aspecto demanda algumas observações, primeiro é como nós seres humanos nos apropriamos dos produtos

histórico-culturais nos quais temos acesso. Segundo, somando o potencial do signo atribuído pela criança ao brinquedo e a possibilidade de seu uso nas ações educativas, podemos por intermédio da intencionalidade docente fomentar, tanto a apropriação da cultura, como o ensino de conhecimentos sistematizados que deem suporte para o desenvolvimento de conceitos científicos pelo aluno.

Terceiro, acreditamos que o aprendizado do cubo 3x3x3 nos integrantes do protótipo atuou na zona de desenvolvimento eminente. Essa afirmação é baseada na necessidade de suporte de mediação individualizada pela maioria dos alunos que aprenderam a montagem do brinquedo. Inferimos também que após a apropriação do aprendizado deste modelo, por meio das generalizações decorrentes dos variados embaralhamentos, há um avanço na zona de desenvolvimento do aluno.

Tal afirmação é referenciada naqueles alunos que aprenderam a montagem de outros modelos de quebra-cabeças tridimensionais. Pois, distintamente do modelo 3x3x3, o aprendizado de outros modelos majoritariamente se deu somente pelo intermédio de tutoriais disponíveis no *YouTube*, reduzindo a mediação docente a poucas dúvidas. Este fator nos leva a supor que estes alunos tiveram um salto da zona de desenvolvimento possível para a zona de desenvolvimento atual, no que tange a autonomia do aprendizado da montagem de distintos quebra-cabeças tridimensionais. Uma vez que, houve um amadurecimento na capacidade de aprender as montagens praticamente sem a mediação instrucional individualizada (PRESTES, 2010; VIGOTSKI, 1989;1991).

Embora nem todos os alunos tenham concluído o aprendizado da montagem do cubo durante a realização deste protótipo, todos tiveram contato cotidiano com o brinquedo e tentaram montá-lo, seja por meio da sistemática da montagem ensinada, seja por tentativa e erro. Esse fato nos leva a conjecturar que os alunos apreciavam, nestes momentos, o brinquedo cubo mágico como um jogo de quebra-cabeça. Portanto, consideramos que o brinquedo teve função de jogo para todos os alunos participantes do estudo. Baseado em Vigotski (1989) e Huizinga (1971) entendemos que o jogo como um precursor da cultura permitiu a transcendência do biológico, atribuiu significados, dando suporte à apropriação da cultura veiculada pela escola, motivando e integrando situações que levaram à reflexão, promovendo

o desenvolvimento do aluno, possibilitando a sua apropriação do mundo, correlacionando conceitos e integrando saberes que são patrimônios culturais da humanidade.

Ainda que o cubo mágico tenha sido utilizado como um signo mediador de ensino, por meio da intencionalidade docente já supracitada ao longo desta dissertação, vale salientar que os significados atribuídos pelos educandos variaram, como identificados nas grelhas de análise apresentadas. Esse fator tem relação com as diferentes bagagens histórico-culturais que carrega cada aluno ao longo da sua trajetória de vida. E, desta forma, desdobrou-se em uma gama variada de inferências diante das atividades acadêmicas realizadas por este protótipo.

Após termos apresentado algumas percepções mais globais do protótipo e elementos não previstos inicialmente, mas que foram salientados na metodologia que poderiam ser modulados diante de uma pesquisa alicerçada na perspectiva histórico cultural, vamos descrever alguns pontos do cotidiano das oficinas de montagem e sua modulação no decorrer das 16 semanas do estudo destacando três momentos principais.

Conforme delineado na metodologia, as oficinas ocorreram sistematicamente nos horários pós-almoço dos educandos, adentrando parte do seu tempo de descanso. Ou seja, iniciávamos por volta das 12h05 e finalizávamos em torno das 12h50 toda segunda e quinta. Nesse período, normalmente é previsto que os alunos almochem das 11h55 até 12h30, posteriormente, há um momento para descanso e higiene que ocorre aproximadamente das 12h30 até 13h. Toda segunda e quinta, paulatinamente, conforme iam terminando as refeições, os alunos iam se agrupando no pátio da escola para as instruções da montagem.

Nas duas primeiras semanas, primeiro momento que queremos destacar, disponibilizamos 10 unidades do brinquedo, no qual os alunos trabalhavam em duplas produtivas dividindo o brinquedo. No entanto, fomentados pela curiosidade de aprender a montagem, o número de alunos interessados era maior que a disponibilidade de cubos, portanto, era necessário um escalonamento para realizar as oficinas, uma vez que uma pessoa não seria suficiente para ensinar todos os interessados ao mesmo tempo. No entanto, entendemos que um escalonamento

antes da conclusão do aprendizado atrapalharia o desenvolvimento do raciocínio necessário para aprender a montagem do brinquedo e seria inviável.

Ciente do desafio de atender um grupo grande de alunos, a partir da terceira semana aumentamos para 18 unidades do brinquedo, que também já se somavam a outros brinquedos adquiridos pelos discentes adequando a demanda de brinquedos necessários. Mas, com o aumento do número de alunos a ensinar de forma concomitante, surge o segundo momento que queremos destacar, ou seja, nesse período ainda inicial das oficinas, em que somente o professor pesquisador docente em EF sabia a montagem completa do brinquedo, ocorreu novamente a necessidade de ajuste do protótipo, pois, não foi possível atender todos os alunos.

Mesmo buscando agrupar os alunos para as instruções de acordo com o passo da montagem que eles se encontravam, vale destacar que, no início da aprendizagem, o brinquedo é um tanto complexo, demora certo tempo para acostumar e decifrar um embaralhamento tridimensional. Para lidar com isso, é preciso realizar uma série de inferências baseadas em referências e memorizações. Em decorrência disto, as explicações também demandam tempo significativo e na maioria das vezes intervenção individual. E a soma destes fatores, fez com que o pesquisador não conseguisse atender todos os alunos no tempo reservado para a realização das oficinas.

Em consequência disso, nesse momento, ocorreu certo desinteresse por parte dos educandos pela dificuldade de superar as etapas iniciais da montagem do quebra-cabeça. Então, alguns alunos começaram a tentar utilizar de estratégias próprias ou até mesmo burlar a montagem do brinquedo, fazendo a rotação individual das peças de quinas, ou até mesmo tirando e recolocando as outras peças do brinquedo. Vale destacar que essas manobras, na maioria das vezes, tornam impossível montar a última camada do brinquedo, deixando-o sem solução por meio de algoritmos de montagem.

A partir disso, destacamos o terceiro momento das oficinas que foi restringir o número de alunos participantes a dez educandos na quinta semana, até que estes completassem o aprendizado da montagem e pudessem atuar como mediadores de aprendizagem, auxiliando o professor pesquisador nas oficinas. Nesse período,

foram selecionados os alunos que estavam mais adiantados na montagem e, conseqüentemente, concluíram mais rapidamente o aprendizado do quebra-cabeça.

Podemos perceber neste momento do protótipo, que a ação mediadora de aprendizagem não necessariamente precisa ser realizada somente pelo professor, pois, após parte dos alunos concluírem a aprendizagem da montagem do brinquedo, estes, também, auxiliaram os demais alunos mediando o ensino do passo a passo da montagem do cubo mágico. A partir do momento em que os educandos passaram da zona de desenvolvimento possível para a zona de desenvolvimento atual, se apropriando de toda a sistemática da montagem, também puderam mediar ações de ensino aos seus pares, que ainda estavam na zona de desenvolvimento possível dos conceitos da montagem do brinquedo.

Então, a partir da sétima semana o projeto volta a atender um número maior de alunos fomentando as interações, grupos produtivos, trabalhos em parceria. E a partir deste momento manteve-se esta dinâmica até o final da décima sexta semana. O Quadro 13 busca retratar em algumas fotografias as interações supracitadas durante as oficinas de aprendizado da montagem do cubo mágico realizadas na escola.

**Quadro 13** – Imagens das oficinas de montagem do cubo mágico.





Fonte: Acervo do autor (2022).

Outro ponto importante a citar é que embora este estudo tenha intencionalidade de uma ação docente interdisciplinar em matemática e educação física, a maior parte das oficinas não ocorreu nos horários de aulas regulares de EF. Uma vez que apoiado no estudo piloto de Barai (2020) já havia percebido o difícil desafio de ensinar coletivamente a montagem do cubo 3x3x3 para alunos dos quintos anos do Ensino Fundamental I.

Talvez uma alternativa para atuação dentro das aulas de educação física seja utilizar o cubo concomitantemente, com outros jogos de raciocínio que os alunos já dominem, por exemplo: damas, trilha, xadrez, desde que tenham sido trabalhados progressivamente. E, a partir desta dinâmica, começar o ensino da montagem do cubo para um grupo menor de alunos, até que estes possam ser mediadores do

ensino, auxiliando o professor. Nós utilizamos neste estudo quatro aulas regulares de educação física como parte das ações didáticas deste protótipo. Momento em que já havia alunos capacitados a mediarem juntamente com o professor a montagem do brinquedo aos demais alunos. Portanto, estas aulas atuaram em complementaridade das oficinas realizadas nos horários de almoço.

Durante a execução do protótipo, percebemos para que seja factível o uso do cubo mágico 3x3x3 nos quintos anos, as ações de mediação do ensino para a maioria dos alunos, precisam agregar algumas divisões das etapas do ensino da montagem preconizadas por Cinoto (2013) e Cerpe (2014). De forma geral, os tutoriais disponíveis na internet, deixam diversos detalhamentos implícitos para que o aprendiz perceba no decorrer do processo manipulativo do brinquedo. Portanto, ao percebermos na dinâmica das oficinas as dificuldades que surgiam, procuramos realizar em nosso tutorial disponibilizado na plataforma do *YouTube* no canal do Professor Barai, algumas subdivisões e esclarecimentos que facilitem a compreensão e apropriação da montagem do quebra-cabeça.

Os alunos que concluíam o aprendizado do cubo mágico 3x3x3 foram estimulados a melhorarem o tempo de montagem por intermédio de novos algoritmos ensinados pelo professor e por meio da realização de algumas fórmulas de modo ambidestro. Também foram incentivados a buscarem novos quebra-cabeças para aprender a montar. Nessa dinâmica, vários alunos retornavam à escola apresentando novos algoritmos aprendidos por meio de tutoriais da internet com o objetivo de otimizar o tempo de montagem do cubo 3x3x3. Outros aprenderam a montar vários brinquedos como já apreciado no Quadro 12.

Pudemos observar nas oficinas de montagem com frequência, elementos que nos levam a supor o fomento da Competência 8 da BNCC e CP de matemática, pois, houve interações cooperativas entres os alunos, trabalhando coletivamente, auxiliando os colegas na busca pelas soluções do quebra-cabeça. Deste modo, aprendendo os passos da montagem do brinquedo de forma colaborativa, tais evidências buscamos registrar e apresentar no Quadro 13 (BRASIL, 2018; SÃO PAULO, 2019).

A literatura apresenta grande número de evidências que corroboram com o

uso dos mais diversos jogos de raciocínio como recurso didático no ensino (BORGES, 2018; GASPARELLO, 2018; MOREIRA, 2018; PARRA, 2018; SENEM, 2017; GOMES, 2017; ANDRADE, 2017; RONCOLLI, 2016; GRIMM, 2016; SILVA, 2015; SILVA JÚNIOR, 2012; MATTOS, 2009; GRANDO, 2000). No entanto, sobre o uso do cubo mágico no Ensino Fundamental I, diante de nossas buscas, parece não haver literatura, nem para o ensino de matemática, nem para o uso de jogos e brincadeiras na Educação Física. Lembramos também que não encontramos o uso de outros quebra-cabeças tridimensionais na literatura como recurso didático. E que ações de interdisciplinaridade em Matemática e Educação Física ainda são limitadas (BRAVALHERI, 2021).

É importante destacar que, da forma como está posto institucionalmente o sistema educacional brasileiro, é um desafio concretizar a interdisciplinaridade pelos poucos momentos que existem para realizar estudo, planejamento, alinhamentos das ações didáticas e preparação em conjunto das atividades acadêmicas que serão desenvolvidas (FAZENDA, 2011). Este estudo teve como objetivo realizar ao menos 4 encontros de alinhamentos para discussão de possibilidades de ações interdisciplinares mediadas pelo cubo mágico como recurso didático. No entanto, na prática conseguimos realizar apenas dois: o alinhamento inicial como preconizado na metodologia e um segundo encontro que ocorreu também em dia de HTPC, momento que discutimos a possibilidade da exploração dos elementos que relacionam o brinquedo com a Geometria.

Embora as professoras pedagogas que compuseram esse protótipo tenham vasta vivência escolar, no ano de realização do protótipo o município passou por troca do livro didático, isso reverberou em novas dinâmicas de ensino que estão ainda em fase de adaptação e transição. Tais alterações direcionaram os momentos formativos dos docentes objetivando a apropriação do novo material a ser utilizado, desta forma, inviabilizando os outros dois encontros planejados.

Vale observar que muitas reformas educacionais e projetos pedagógicos ainda são predominados por aspectos: ideológicos, políticos, financeiros e determinadamente influenciados pelas forças que detém o controle social, causando um desencontro entre as propostas e suas reais aplicações, pois, normalmente são alicerçadas em estudos que apreciam a escola de fora para dentro. Estes fatores

somados à desconsideração das práticas vigentes e tradições da cultura escolar, normalmente fazem que muitas ações se percam em um ritualismo burocrático que culminam em sua descontinuidade e/ou fracasso (VIÑAO FRAGO, 2006; JULIA, 2001).

Durante a fundamentação e realização deste estudo, podemos perceber que mesmo as recentes propostas curriculares BNCC e CP tendo objetivos comuns no desenvolvimento de algumas competências consideradas gerais, as unidades temáticas e os objetos de conhecimentos preconizados não estão necessariamente alinhados de forma a facilitar o trabalho interdisciplinar. Este é outro fator complicador quando a intenção é buscar trabalhar um conjunto de distintos componentes curriculares. Fazenda (2011) já alertara esta problemática em documentos educacionais anteriores em seu livro fruto de sua dissertação de mestrado.

A professora da sala X relatou em sua entrevista que teve disciplina em sua graduação que abordava a temática dos jogos, que em formação continuada também participou de cursos sobre jogos. Inclusive, a Secretaria Municipal de Educação está oferecendo tanto a formação, como os jogos do “*Mind Lab*”, fato que ocorre concomitantemente, à execução do estudo desta dissertação na escola. A mesma professora reconhece os jogos como uma ferramenta que diversifica as estratégias de ensino e afirma que “fica mais fácil o aluno visualizar e entender determinados conteúdos depois que você jogou algum jogo que contemple a temática de estudo” (Professora da sala X). Quando questionada sobre as dificuldades de trabalhar com jogos, relatou que um dos obstáculos é o número de alunos por sala e a falta de jogos na escola. Mas salienta que já fez o uso de jogos como: dominó, uno, damas e trilha em outros momentos.

Já a professora da sala Y disse em entrevista que a temática dos jogos teve pouco espaço durante a sua formação docente, mas percebeu que nos últimos dez anos o uso deles vem ganhando algum espaço como estratégia de ensino em cursos de formações continuadas. Quando foi perguntado sobre o uso de jogos como estratégia para o ensino da matemática afirmou: “julgo necessário, pois transforma muitas situações teóricas em práticas, facilitando o entendimento dos alunos” (Professora da sala Y). Como a docente atua em período integral na escola

em que leciona, tem maiores possibilidades de utilizar jogos como estratégia em decorrência de um maior tempo disponível, mas que ainda faltam disponibilidade e variedade destes na escola, ou seja, este um fator limitante para uma maior exploração dos jogos como recurso didático.

As argumentações das docentes corroboram com os achados de Elorza (2013). Tais apontamentos reforçam fragilidade em alguns cursos de Graduação de professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental. Que somadas às dificuldades enfrentadas no cotidiano escolar como falta de tempo para estudo, discussão e reflexão sobre possibilidades de formas de trabalho diferenciadas; faltas de espaço e materiais adequados e falta de flexibilidade no horário das aulas, desfavorecem a busca de novas formas de atuação docente e a superação da incompletude da formação inicial. Nesse sentido, este estudo buscou por intermédio da perspectiva histórico-cultural pesquisar a temática desta dissertação dentro da realidade do cotidiano escolar buscando aprender e gerar aprendizado na execução deste projeto de pesquisa.

E mesmo diante destes desafios supracitados, mediante a conversa realizada com as docentes no primeiro encontro, conseguimos elencar diversos conteúdos e conceitos que poderiam ser desenvolvidos buscando usar o cubo mágico como recurso didático no ensino como: formas dos sólidos geométricos, face, vértice, aresta, área, perímetro, sentido horário e anti-horário, aspectos relacionados à direção e localização, noções de lados opostos, percepção da tridimensionalidade, rotação e translação, frações e planificação dos sólidos.

Dentre estes, foram explorados -mediados pela conversa do segundo encontro de forma interdisciplinar- a unidade temática de Geometria, objetos do conhecimento, conceitos e elementos que estavam na rota prevista de ensino seguindo as diretrizes educacionais do município durante o período da realização do protótipo. Para isso, utilizaram da familiaridade com o brinquedo que circulava cotidianamente nas mãos dos alunos exemplificando os conteúdos e conceitos.

De acordo com o relato das docentes e segundo suas percepções, a apropriação, dos alunos, dos conceitos de face, vértice, aresta e planificação dos sólidos, parece ter sido facilitada com o uso do brinquedo. O contato diário dos

alunos com o cubo mágico, parece também ter viabilizado uma melhor percepção do conceito de planificação dos sólidos. Essas afirmações baseiam-se empiricamente em experiência pregressa de ambas as docentes, por terem mais de 5 anos de ensino nos quintos anos do Ensino Fundamental I.

A não realização dos dois últimos encontros impossibilitou a preparação conjunta de atividades de intervenção escrita pelos docentes inseridos no protótipo. De acordo com Grandó (2015), problematizar especificamente as situações do jogo por intermédio de registro escrito propicia uma análise mais específica, abordando diferentes aspectos que não são comumente inferidos pelo simples manejo do brinquedo.

No entanto, esse fator não impediu as ações de interdisciplinaridade, pois, as docentes buscaram explorar na unidade de Geometria do livro didático as possibilidades de correlacionar o brinquedo com os conteúdos e conceitos intermediadas pela sua práxis docente. Foram trabalhados de forma geral na unidade: as figuras geométricas (polígonos, quadriláteros, triângulos, sólidos); conceitos de: ângulos, vértices, arestas e planificação dos sólidos. Supomos que o processo de intervenção pedagógica interdisciplinar potencializou a apropriação e sistematização dos conceitos já supracitados, pois, mediado pelo objeto concreto, foi possível observar as regularidades, constatar hipóteses e aplicar tais ideias em outras situações. E embora não tenhamos conseguido realizar duas das reuniões planejadas, vale a pena salientar que o contato diário de trabalho entre os docentes mediou ajustes gerais no andamento do protótipo e propiciou a realização de alinhamentos referente às práticas educacionais interdisciplinares de Geometria.

Outro ponto a citar foi que nas entrevistas dos docentes e discentes foi perguntado se o brinquedo em algum momento atrapalhou as atividades escolares, embora 62% dos alunos tenham relatado que sim, aqui cabe uma ressalva que “algum momento” não trata-se de todo momento, mas nos chama a atenção sobre a inserção de um brinquedo como recurso didático. Basicamente os relatos dos alunos afirmaram que alguns colegas de sala pegavam o brinquedo durante as aulas para ficar tentando montar.

Em conversa posterior com as docentes envolvidas no protótipo e outros

docentes na unidade, chegou-se a um consenso que qualquer objeto pode ser um distrativo para a criança na escola, os próprios materiais didáticos se tornam brinquedos quando mediados pela ação lúdica. Portanto, é necessário que a ação docente por intermédio do contrato didático como sinalizado por Linardi (1998) direcione o uso do brinquedo, no sentido de que ele auxilie na instrução intencional de conceitos e conteúdos almejados, e que dentro de uma ação colaborativa o aluno possa correlacionar e se apropriar dos conceitos desejados na intervenção didática, fazendo o seu uso nos momentos adequados.

Finalizo esta seção lembrando que este estudo foi realizado posteriormente aos dois anos mais difíceis da pandemia de Covid-19, momento da volta regular das aulas presenciais. De forma caótica a pandemia promoveu a ruptura das fronteiras escolares erguidas há dois séculos. No entanto, passado seu pior momento, também podemos romper com alguns discursos atraentes e inovadores que vinham sendo difundidos recentemente como: se as aprendizagens acontecessem “naturalmente”; que a escola física poderia ser substituída pelas novas tecnologias e que a inteligência artificial fosse substituir o professor. Em contrapartida a essas “ilusões”, destacamos que a educação implica intencionalidade. Nesse sentido, se faz necessário a valorização do professor, acesso a um espaço de estudo, e que este, propicie o encontro (NÓVOA; ALVIM, 2021).

Pois, comumente muito se critica em todos os âmbitos da sociedade as mazelas da escola pública. No entanto, o período de escolas fechadas na pandemia demonstrou o quanto a escola pública é uma instituição fundamental e impreterível na sociedade contemporânea brasileira. Se por alguns vieses neoliberais ela realiza a função de creche e classificação como citado por Perez Gomes (2001); sem ela a sociedade não muda, como afirmado por Paulo Freire (2000). Portanto, entendo que muitas críticas direcionadas à escola pública, seriam dissolvidas se a sociedade enquanto comunidade participasse, vivenciasse, e conseqüentemente, percebesse a importância da função da escola para a transformação de uma sociedade tão desigual como a brasileira.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Delineamos aqui os encaminhamentos finais deste protótipo Histórico-Cultural intervencionista, que buscou compreender ações de interdisciplinaridade entre a matemática e a educação física mediadas pelo uso do cubo-mágico nos quintos anos do Ensino Fundamental I (LANGEMEYER, 2015). Procuramos explicitar a importância do rigor do fazer científico, não separando-o da práxis docente.

Consideramos que os processos de apropriação, tanto da cultura, como do conhecimento científico, percorrem o tempo culminando em produtos histórico-sociais e culturais (VIGOTSKI, 1989; PINCH; BIJKER, 1984). Compreendemos que o aproveitamento das potencialidades de tais produtos produzidos entre pesquisa acadêmica e escola possam contribuir para o desenvolvimento da educação e que outras parcerias entre universidade e escola devam estimular novas pesquisas.

Não temos como objetivo a generalização das evidências encontradas neste protótipo, pois retratam as compreensões e percepções dos sujeitos que o vivenciaram, devendo ser consideradas todas as peculiaridades intrínsecas da cultura escolar daqueles que fizeram parte deste estudo (VIÑAO FRAGO, 2006). Apesar disso, os resultados apresentados nos levam a supor que os diversos elementos quali-quantitativos, que dentro das limitações de um estudo exploratório-descritivo, evidenciaram que há factibilidade trabalhar o cubo mágico de forma interdisciplinar: matemática e educação física nos quintos anos do Ensino Fundamental I.

Pois, é possível estimular a apropriação de diversas competências, habilidades lógico-matemáticas e habilidades cognitivo-motoras, envolvendo as dimensões do conhecimento e as ideias fundamentais, culminando no desenvolvimento das funções psicológicas superiores como: imaginação, memória voluntária, percepção, pensamento abstrato, atenção, raciocínio dedutivo e capacidade de planejamento. Nesse sentido, acreditamos que as situações concretas de vida, intermediadas pela relação dialética professor/aluno sejam base para a ampliação da compreensão dos signos presentes na sociedade. Destarte, deem suporte para a sistematização do conhecimento e, conseqüentemente, a apropriação histórico-cultural de conceitos sociais e científicos, ampliando, assim, a

capacidade de atuação do sujeito na sociedade.

Por fim, enquanto pesquisador e professor da Educação Básica espero que este trabalho contribua não somente com a comunidade acadêmica, mas que também alcance as salas de aula. Pois, somente quando estreitarmos a distância que há entre a pesquisa acadêmica e o docente atuante na escola, subsidiando os professores com exemplos de práticas exitosas baseadas em evidências científicas é que conseguiremos cada vez mais potencializar as ações de ensino-aprendizagem, culminando em uma educação transformadora. Vale salientar que há uma gama imensa de quebra-cabeças tridimensionais que podem ser explorados em novos estudos e /ou como recursos didáticos que fomentem o desenvolvimento dos alunos.

Finalizo citando Paulo Freire (1992, p. s./n.) “É preciso ter esperança, mas ter esperança do verbo esperançar; [...] Esperançar é se levantar, esperançar é ir atrás, esperançar é construir, esperançar é não desistir! [...] Por isso, movo-me na esperança enquanto luto e, se luto com esperança, posso esperar” (FREIRE, 1987, p.52-53).

## REFERÊNCIAS

ANÁLISE DE CONTEÚDO DE BARDIN - Etapas da Análise de Conteúdo 01 - Parte 10. Produção de Biosapientia. Realização de Lidianne Salvatierra Paz Trigueiro. 2021. (38 min.), son., color. Disponível em: <[https://www.youtube.com/watch?v=qqU0\\_Uw3BVo&list=PL7G8PH1FlinvF2N\\_d8LT4V4QGg7uG7bFY&index=12](https://www.youtube.com/watch?v=qqU0_Uw3BVo&list=PL7G8PH1FlinvF2N_d8LT4V4QGg7uG7bFY&index=12)>. Acesso em: 10 jun. 2022.

ANÁLISE DE CONTEÚDO DE BARDIN - Etapas da Análise de Conteúdo 02 - Parte 11. Produção de Biosapientia. Realização de Lidianne Salvatierra Paz Trigueiro. 2021. (39 min.), son., color. Disponível em: <[https://www.youtube.com/watch?v=NhyuPGrRGsg&list=PL7G8PH1FlinvF2N\\_d8LT4V4QGg7uG7bFY&index=12](https://www.youtube.com/watch?v=NhyuPGrRGsg&list=PL7G8PH1FlinvF2N_d8LT4V4QGg7uG7bFY&index=12)>. Acesso em: 10 jun. 2022.

ANDRADE, K. L. A. D. B. (2017). **Jogos no ensino de matemática: uma análise na perspectiva da mediação**. 2017. Tese (Doutorado) - Centro de Educação, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.

ARAUJO, E. S. Matemática e Infância no “Referencial Curricular Nacional para a Educação Infantil”: um olhar a partir da teoria histórico-cultural. **Zetetiké: Revista de Educação Matemática**, Campinas, v. 18, n. 33, jan-jun. 2010.

BARAI, A.; CARVALHO NETO, J. T.; GARRIDO, D.; ITYANAGUI, G.; NAVI, M. Astronomia nos anos iniciais do Ensino Fundamental: uma parceria entre universidade e escola. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 33, n. 3, p. 1009-1025, dez. 2016.

BARAI, A.; **Cubo de Rubik no Ensino fundamental I: Relato de experiência**. Trilhas Pedagógicas, v. 10, n.12, p.224-238, ago. 2020.

BARBOSA, C. M. **Matemática com Tecnologias: Cubo de Rubik e Robótica**. 2019. 96 f. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Unidade Acadêmica Especial de Matemática e Tecnologia, Universidade Federal de Goiás, Catalão, 2019.

BARBOSA, F. V. **O cubo mágico de Rubik: teoria, prática e arte**. 2018. 62 f. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2018.

BARDIN, L. **Análise do conteúdo**. Lisboa. Edições 70. 2009.

BETTI, M. Ponto de Vista: a educação física não é mais aquela. **Revista Motriz**, v.1, n.1, p.81-83, jun, 1995.

BEHR, M. J.; LESH, R.; POST, T. R.; SILVER, E. A. Rational-Number Concepts. In: LESH, R.; LANDAU, M. (ed). **Acquisition of Mathematics Concepts and Processes**. New York: Academic Press, 1983.

BERTINI, L. F. de; CERICATO, I. L. O jogo nas aulas de matemática dos anos iniciais: por quê? Para quê? Como? **Olh@res**, Guarulhos, v. 5, n. 2, nov. 2017.

BORGES, C. N. **A história da Matemática e ludicidade como proposta didática para o ensino da Matemática**. 2018. Dissertação (Mestrado) - Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede, Universidade Federal do Tocantins, Arraias.

BORTOLUZZI, M. B. et al. Interdisciplinaridade entre Educação Física e Matemática: quando os opostos se atraem. Consultado em [https://www.researchgate.net/publication/329153565\\_INTERDISCIPLINARIDA\\_DE\\_ENTRE\\_EDUCACAO\\_FISICA\\_E\\_MATEMATICA\\_QUANDO\\_OS\\_OPOSTOS\\_SE\\_ATRAEM](https://www.researchgate.net/publication/329153565_INTERDISCIPLINARIDA_DE_ENTRE_EDUCACAO_FISICA_E_MATEMATICA_QUANDO_OS_OPOSTOS_SE_ATRAEM), 2019.

BRASIL. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN). **Lei Federal n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Brasília: DF, 1996.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: introdução aos parâmetros curriculares nacionais**, Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1997. 126p.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: matemática**, Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1997.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: Educação Física**, Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1997. 96p.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: Educação Física: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental** Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1998. 114p.

\_\_\_\_\_. Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Escolar Indígena. In: Brasil. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica. Ministério da Educação**. Secretaria de Educação Básica. Diretoria de Currículos e Educação Integral. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013. p. 374-415.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Educação é a Base. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2018. p. 213-224.

BRAVALHERI, R. S. de. A interdisciplinaridade entre Matemática e Educação Física no Ensino Médio: possibilidades. **Temas em Educação Física Escolar**. Rio de Janeiro, v.6, n.1, p. 15-38, jan/jun, 2021.

CAMARGO, B. V.; JUSTO, A. M. **Tutorial para uso do software Iramuteq: Interface do R pour les analyses Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires**. 2021. Disponível em: <[http://www.iramuteq.org/documentation/fichiers/Tutorial%20IRaMuTeQ%20em%20portugues\\_22.11.2021.pdf](http://www.iramuteq.org/documentation/fichiers/Tutorial%20IRaMuTeQ%20em%20portugues_22.11.2021.pdf)>. Acesso em: 12 jun. 2022.

CARVALHO, R. G. G. Cultura global e contextos locais: a escola como instituição possuidora de cultura própria. **Revista Iberoamericana de Educación**, v. 39, n. 2, p. 1-9, 2006.

CATUNDA, R.; SARTORI, S. K.; LAURINDO, E. **Recomendações para a educação física escolar**. 1. ed. Rio de Janeiro, RJ. Confef. 2014.

CERPE, R. **Movimentos Básicos**. 2015. Disponível em: <http://www.cubovelocidade.com.br/tutoriais/cubo-magico-basico-movimentos.html>. Acesso em: 15 jun. 2019.

CERPE, R. **O Segredo do Cubo Mágico em 8 passos**: método básico. Santa Bárbara d'Oeste: CYMK Quality Gráfica e Editora, 2014.

CINOTO, R. W. **Resolva o Cubo Mágico**: os 7 passos do método de camadas. São Paulo: Ixtlan, 2013.

COLETIVO DE AUTORES. **Metodologia do ensino da Educação Física**. São Paulo: Cortez, 1992.

CONDESSA, I, C. A matemática, a educação física e o jogo: Discursos e práticas para o ensino na educação básica. In: GARRÃO, A. P.; DIAS, M. R.; TEIXEIRA, R.C. (Org.). **Investigar em Educação Matemática: Diálogos e conjunções numa perspectiva interdisciplinar**, Ponta Delgada: Nova Gráfica, 2015. Cap. 9, p. 151-164.

CORRÊA, R. C. P.; BATISTA, V. C. Cubo Mágico: uma estratégia pedagógica utilizada nas aulas de matemática. In: MOSTRA NACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA INTERDISCIPLINAR – VI MICTI, **Anais [...]**, 2013, Camboriú: Instituto Federal Catarinense, Camboriú, 2013.

D'Ambrosio, U. **Da realidade à ação: reflexões sobre educação e Matemática**. São Paulo: SUMMUS/UNICAMP, 1986, p.36.

DA SILVA, H. L. F. Planejamento escolar e legitimidade da Educação Física após a regulamentação da profissão: profissional-indivíduo ou professor da categoria?. **Revista mackenzie de educação física e esporte**, v. 3, n. 3, 2009.

DOMENICI, S.; RECCO, C. H. Cubo de Rubik na Aprendizagem da Matemática. **Revista de Educação Matemática**, v. 11, n. 13, p. 63-77, 2008.

ELORZA, N. S. L. **O uso de jogos no ensino e aprendizagem de Matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental: levantamento de Teses e Dissertações**. 2013. 343 f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Presidente Prudente.

ELSHOUT, J. J.; VIENMAN, M. V. J. Relation between intellectual ability and working method as predictors of learning. **The Journal of Educational Research**, v. 85, n. 3, p. 134-143, 1992.

FAGUNDES, A. L. R. **A importância da Educação Física Escolar para o desenvolvimento motor.** 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Educação Física) – Centro Universitário UNIFACVEST, Lages, 2019.

FAZENDA, I. C. A. **Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro.** 6ª edição. São Paulo: Edições Loyola, 2011.

FAZENDA, I. A. Desafios e perspectivas do trabalho interdisciplinar no Ensino Fundamental: contribuições das pesquisas sobre interdisciplinaridade no Brasil: o reconhecimento de um percurso. **Interdisciplinaridade.** n.1, p.10-23, 2011b.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido.** 17ª edição. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

\_\_\_\_\_. **Pedagogia da Esperança: Um reencontro com a Pedagogia do Oprimido,** 4ª edição. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1992.

\_\_\_\_\_. **Pedagogia da indignação:** cartas pedagógicas e outros escritos. Apresentação de Ana Maria Araújo Freire. Carta-prefácio de Balduino A. Andreola. São Paulo: Editora UNESP, 2000.

\_\_\_\_\_. **Pedagogia da Autonomia.** 25. ed. Rio de Janeiro: Ed. Paz e Terra, 2002.

FUZARO, C. T. **Ensino e Aprendizagem interdisciplinar por meio da ABP: uma proposta relacionando Educação Física e Matemática.** 2020. 171 f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Projetos Educacionais de Ciências, Universidade de São Paulo, Lorena.

GALLAHUE, D. L; OZMUN, J. C. **Compreendendo o desenvolvimento motor: bebês, crianças, adolescentes e adultos.** 1. ed. São Paulo: Phorte, 2001.

GASPARELLO, A. G. **O jogo matemático na sala de aula: um olhar a partir da teoria histórico-cultural.** 2018. Dissertação (Mestrado) - Setor de Exatas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

GERMANO, Olga Guimarães. Sabor e Saber: Matemática é vida. In: **Salto para o Futuro: Ensino Fundamental/** Secretaria de Educação a Distância. Brasília: Ministério da Educação, SEED, 1999. p. 211.

GIARDINETTO, J. R. B. **O fenômeno da supervalorização do saber cotidiano em algumas pesquisas da educação matemática.** 1997. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

GIL, C. A. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa,** 6ª edição. São Paulo, Atlas, 2017.

GOMES, A. K. M. **Jogos no ensino de matemática: um estudo de teses e dissertações com a perspectiva histórico-cultural.** 2017. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação Profissional em Educação, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

- GRANDO, R. C. **O jogo suas possibilidades metodológicas no processo ensino-aprendizagem da matemática.** 1995. 175 f. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- GRANDO, R. C. **O conhecimento matemático e o uso de jogos na sala de aula.** 2000. 224 f. Tese (Doutorado). Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- GRANDO, R. C. Recursos Didáticos na Educação Matemática: jogos e materiais manipulativos. **Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica.** v. 5, n. 02, 2015.
- GRIMM, L. G. H. M. **Cubo Mágico: Propriedades e Resoluções envolvendo Álgebra e Teoria de Grupos.** 2016. 81 f. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- HUIZINGA, J. **Homo Ludens. O jogo como elemento da cultura.** Trad. João Paulo Monteiro. São Paulo: Perspectiva, 1971.
- JOGO. In: MICHAELIS, Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa. Cajamar: Editora Melhoramentos. 2022. Disponível em: <<https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/jogo>>. Acesso em: 30/04/2022.
- JULIA, D. A cultura escolar como objeto histórico. Tradução: Gizele de Souza. **Revista Brasileira de História da Educação,** São Paulo, n. 1, p. 9-44, 2001.
- JUSTO, S. M. O corpo para o capital: revisitando a história da Educação Física no Brasil. **Dialogia,** n. 14, p. 77-88, 2011.
- KORF, R. **Finding Optimal Solutions to Rubik's Cube Using Pattern Databases.** 1997. Disponível em: <http://www.cs.princeton.edu/courses/archive/fall06/cos402/papers/korfrubik.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2019.
- LANGEMEYER, I. Identidade, Comunidade e Representação. In: SOMEKH, C. L.; LEWIN, C. (Org.). **Teoria e Métodos de Pesquisa Social.** Rio de Janeiro: Vozes, 2015. Cap. 5 p. 243-252.
- LEONTIEV, A. N. **Aprendizagem e desenvolvimento intelectual na idade escolar.** In: VYGOTSKY L.S., LURIA, A.R. LEONTIEV, A. N. Linguagem, desenvolvimento aprendizagem. São Paulo: Ícone, 2014.
- LINARDI, P.R. **Quatro jogos para números inteiros: uma análise.** 1998. 232 f. Dissertação (Mestrado). Pós - Graduação em Educação Matemática - Área de concentração em Ensino e Aprendizagem da Matemática e seus Fundamentos Filosóficos – Científicos. Universidade Estadual Paulista. Rio Claro.

LOCH, M. R. Atividade Física e Saúde nos Programas de Pós-Graduação no Brasil: breve análise a partir de tomas Kuhn. **Rev Bras Ativ Fis e Saúde**, Pelotas-RS, v.17, n.1, p.46-51, fev, 2012.

LORO, A. P.; PIMENTEL, G. G. A. de. A crise da educação física nos anos 1980 e os manifestos da sociologia pública. **Revista Recorde**, Rio de Janeiro, v.9, n.2, p.1-15, jul/dez, 2016.

MAGILL, R. A. **Aprendizagem Motora: conceitos e aplicações**. 5º ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher LTDA, 2000, pp. 243-257.

MANOEL, E. J. de. **A dinâmica do estudo do comportamento motor**. Revista Paulista de Educação Física, v. 13, p. 52-61, 1999.

MARQUES, T. S.; VILELA, J. G. R.; FIGUEIREDO, B. M. DE.; FIGUEIREDO, A. P. Desenvolvimento motor: padrões motores fundamentais de movimento em crianças de 4 e 5 anos de idade. **EFDeportes.com - Revista Digital**. Buenos Aires, año 18, n. 186, nov, 2013.

MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY. **The Mathematics of the Rubik's Cube**. 2009. Disponível em: <http://web.mit.edu/sp.268/www/rubik.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2019.

MATTOS, R. A. L. **Jogo e Matemática: Uma relação possível**. 2009. Dissertação (Mestrado) – Programa de Mestrado em Educação, Universidade Federal da Bahia, Salvador.

MENDES, R. M.; MISKULIN, R. G. S. A análise de conteúdo como uma metodologia. **Cadernos de Pesquisa**, v. 47, p.1044-1066, 2017.

MEDINA, J. P. S. **A educação física cuida do corpo e... "mente": bases para a renovação e transformação da educação física**. Campinas: Papyrus, 4. Ed. 1985. 96p.

MENDES, I. A. **Números: o simbólico e o racional da história**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006.

MEZZARROBA, C.; BASSANI, J. J. Reflexões sobre a Educação Física a partir dos conceitos de "campo" em Pierre Bourdieu e de "paradigma" em Thomas Kuhn. **Revista Tempos e Espaços em Educação**, v.8, n.15, p.207-222, 2015.

MIRANDA, P, R, de; FARIA, R. C. de; GAZIRE, E. S. Interdisciplinaridade no ensino de Matemática e Educação Física no PROEJA. **Zetetiké**, v.20, n.38, jul/dez, 2012.

MOL, R. S. **Introdução à história da matemática**. Belo Horizonte: CAEDUFMG, 2013.

MOREIRA, M. F. de. **Contribuições dos jogos para o processo de ensino-aprendizagem em matemática na educação básica**. 2018. Dissertação

(Mestrado) - Programa de Mestrado profissional em Ensino de Ciências, Universidade Estadual de Goiás, Anápolis.

MOURA, M. O. Matemática na infância. In: MIGUEIS, M. R.; AZEVEDO, M. G. (Org.). **Educação Matemática na infância: abordagens e desafios**. Vila Nova de Gaia: Gailivro, 2007. p. 39-64.

NEPEM. Números racionais: aspectos conceituais, o papel da linguagem e dos materiais manipulativos. **Horizontes**, Bragança Paulista, v. 22, n. 1, p. 53-64, jan/jun, 2004.

NÓVOA, A; ALVIM, Y. C. Os Professores Depois Da Pandemia. **Educ. Soc.**, Campinas, v. 42, e249236, p.1-16, abr, 2021.

OLIVEIRA, J. M.; PARREIRA, G. G.; SILVA, L. D. da. O uso do cubo mágico como recurso pedagógico para o desenvolvimento do raciocínio lógico-matemático. In: ENCONTRO GOIANO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA – VI EnGEM, 2017, Urutaí. **Anais [...]**. Goiás: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, 2017.

OLIVEIRA, M. C. M. D. F. **Contribuições da teoria histórico-cultural para o ensino de matemática nos anos iniciais**. 2017. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Docência para a Educação Básica, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru.

OLIVEIRA, M. K. de. **Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento: um processo sócio-histórico**. São Paulo: Scipione, 1997.

PARRA, N. Y. C. **Atención, memoria y rendimiento escolar. Entrenamiento com el cubo de Rubik**. 2018. 77 f. Dissertação (Mestrado Neuropsicologia e Educação) – Universidad Internacional de La Ríogía, Bogotá, 2018.

PARTE 1: Minicurso “Análise textual com auxílio do software IRAMUTEQ: noções básicas”. Produção de Grupo de Pesquisa Kaizen - Esufrn. Realização de Pétala Tuani Candido de Oliveira Salvador. 2021. (125 min.), son., color. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=VD5BC8lJrOk>>. Acesso em: 05 jul. 2022.

PARTE 2: Minicurso “Análise textual com auxílio do software IRAMUTEQ: noções básicas”. Produção de Grupo de Pesquisa Kaizen - Esufrn. Realização de Pétala Tuani Candido de Oliveira Salvador. 2021. (155 min.), son., color. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=7RHD7YwYTaQ>>. Acesso em: 06 jul. 2022.

PELLEGRINI, A. M. Percepção-Ação e controle motor no estudo do comportamento motor, **Revista Motriz**, vol.7, n.1 (supl), p. 49-56, 2001.

PEREIRA. C. A. L. Educação Física e Matemática: uma proposta de interdisciplinaridade. **REI - Revista de Educação do IDEAU**. v.7, n.15, jan/jun, 2012.

PÉREZ GÓMEZ, A. I. **A cultura escolar na sociedade neoliberal**. Tradução de Ernani Rosa. Porto Alegre: Artes Médicas, 2001.

PINCH, T. J.; BIJKER, W. E. The social construction of facts and artefacts: Or how the sociology of science and the sociology of technology might benefit each other. **Social studies of science**, v. 14, n. 3, p. 399-441, 1984.

PIOVESAN, A.; TEMPORINI, E. R. Pesquisa exploratória: procedimento metodológico para o estudo de fatores humanos no campo da saúde pública. **Revista de saúde pública**, v. 29, p. 318-325, 1995.

PRESTES, Z. R. **Quando não é a mesma coisa: análise de traduções de Lev Semionovitch Vigotski no Brasil: repercussões no campo educacional**. 2010. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade de Brasília, Brasília.

PRESTES, Z. **Quando não é quase a mesma coisa: traduções de Lev Semionovitch Vigotski no Brasil**. Autores Associados, 2012.

PRESTES, Z.; TUNES, E. A trajetória de obras de Vigotski: um longo percurso até os originais. **Estudos de psicologia (Campinas)**, v. 29, n. 3, p. 327-340, 2012.

QUADROS, J. R. T. de.; QUADROS, L. C. T. de.; O Cubo de Rubik como ferramenta de suporte no aprendizado de programação. In: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, 2015, Resende. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: Associação Educacional Dom Bosco, Resende, 2015.

RAUPP, F. M.; BEUREN, I. M. Metodologia da pesquisa aplicável às Ciências Sociais. In: BEUREN, I. M. (Ed.). **Como Elaborar Trabalhos Monográficos em Contabilidade: Teoria e Prática**. São Paulo: Atlas, 2006. Cap. 3, p. 76-97.

RATINAUD, P.; MARCHAND, P. Application de la méthode ALCESTE à de «gros» corpus et stabilité des «mondes lexicaux»: analyse du «CableGate» avec IraMuTeQ. **Actes des 11eme Journées internationales d'Analyse statistique des Données Textuelles**, Liège, 2012. p.835-844.

REGO, Teresa Cristina. **Vygotsky: uma perspectiva histórico-Cultural da Educação**. Petrópolis, RJ: Vozes, 1994.

ROCHA, F. B. M. **Ensinando geometria espacial para alunas surdas de uma escola pública de Belo Horizonte (MG): um estudo fundamentado na perspectiva histórico cultural**. 2014. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto.

RODRIGUES, R. N. **Relação com o saber: um estudo sobre o sentido da matemática em uma escola pública**. 2001. Dissertação (Mestrado) – Programa de Mestrado em Educação Matemática, Pontifícia Universidade Católica, São Paulo.

RODRIGUES, V. C. S. da.; SILVA, B. F. Trabalhando alguns conceitos de álgebra com o cubo mágico. In: CONGRESO IBEROAMERICANO DE EDUCACIÓN MATEMÁTICA, 2013, Montevideo. **Anais [...]**. Montevideo: La Sociedad de Educación Uruguay, 2013.

RONCOLLI, G. A. **Cubo mágico: uma ferramenta pedagógica nas aulas de matemática**. 2016. 45 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Matemática) - Universidade Federal de São João del-Rei, São João del-Rei, 2016.

ROSA, S.; LETA, J. Tendências atuais da pesquisa brasileira em Educação Física Parte 2: a heterogeneidade epistemológica nos programas de pós-graduação. **Rev. bras. Educ. Fís. Esporte**, São Paulo, v.25, n.1, p.7-18, jan/mar, 2011.

SAVIANI, D. **Pedagogia histórico-crítica: primeiras aproximações**. 8ª ed. Campinas-SP: Autores Associados, 2003.

SALVIATI, M. E. **Manual do Aplicativo Iramuteq: versão 0.7 Alpha 2 e R Versão 3.2.3, compilação, organização e notas**. 2017. Disponível em: <<http://www.iramuteq.org/documentation/fichiers/manual-do-aplicativo-iramuteq-par-maria-elisabeth-salviati>>. Acesso em: 12 jun. 2022.

SANTOS, J. A. dos.; CABRAL, L. H. M.; CÂNDIDO, F. P. História da Educação Física Escolar no Brasil: conflitos e a necessidade histórica da disciplina educação física na escola pública contemporânea. In: Congresso Norte Paranaense de Educação Física Escolar e Congresso Nacional de Formação de Professores de Educação Física, 9, 4, 2019, Londrina. **Anais...** Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2019.

SÃO PAULO. Secretaria da Educação do Estado de São Paulo. União dos Dirigentes Municipais de Educação do Estado de São Paulo. **Currículo Paulista**. São Paulo: SEE-SP/UNDIME-SP, 2019.

SARAIVA, J. P.; RODRIGUES, L. P. Desenvolvimento motor e sucesso acadêmico. Que relação em crianças e jovens?. **Revista Portuguesa de Educação**, v. 24, n. 1, p. 193-211, 2011.

SARAIVA, J. P.; RODRIGUES, L. P. Relações entre actividade física, aptidão física, morfológica, coordenativa e realização académica. uma perspectiva holística do desenvolvimento motor. **Estudos em Desenvolvimento Motor II**, p. 125-138, 2009.

SEMEM, D. **O cubo mágico e o aprendizado da física**. 2017. 65 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, 2017.

SFORNI, M. S. F. **Aprendizagem e Desenvolvimento: o papel da mediação**. Net, Paraná, jul. 2009. Secretaria de Estado da Educação. Disponível em: <[http://www.gestaoescolar.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/sem\\_pedagogica/jul\\_2009/aprendizagem\\_desenvolviemnto\\_sforni.pdf](http://www.gestaoescolar.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/sem_pedagogica/jul_2009/aprendizagem_desenvolviemnto_sforni.pdf)>. Acesso em: 02 abr.2022.

SILVA, G. M. O. de.; CAMINHA, I. O. de. Epistemologia e Educação Física Escolar: O Jogo Como Conhecimento. **Revista Contexto & Educação**, v.1, n.96, p.207-222 mai/ago, 2015.

SILVA, G. R. da. **Ensino de Termodinâmica através do Cubo De Rubik**: um guia para professores de Física. 2015. Disponível em: [https://mnpf.catalao.ufg.br/up/607/o/Produto\\_Giovani.pdf](https://mnpf.catalao.ufg.br/up/607/o/Produto_Giovani.pdf). Acesso em: 15 jun. 2019.

SILVA JÚNIOR, E. N. **Os benefícios do cubo mágico nas aulas de matemática no ensino médio**. 2012. Disponível em: <https://monografias.brasilecola.uol.com.br/matematica/os-beneficios-cubo-magico-nas-aulas-matematica-no-ensino-medio.htm>. Acesso em: 15 jun. 2019.

SILVA, J. V. N. do. **Uma Proposta de Aprendizagem usando o cubo mágico em Malta-PB**. 2015. 71 f. Dissertação (Mestrado em Matemática) –Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2015.

SMOLE, K. S.; PESSOA, N.; DINIZ, M. I.; ISHIHARA, C. **Jogos de Matemática: de 1º e 3º ano**. Porto Alegre: Artmed, 2008. (Cadernos do Mathema – Ensino Médio).

SOARES, E. R. Educação Física no Brasil: da origem até os dias atuais. **Lecturas: Educación física y deportes**, n. 169, p. 1-5, 2012.

TAVARES, A. A.; CARDOSO, A. A. Inter-relações entre o desempenho no processo de aprendizagem escolar e o desenvolvimento das capacidades motoras: revisão da literatura. **Revista de Terapia Ocupacional da Universidade de São Paulo**, v. 27, n. 1, p. 88-93, 2016.

VASQUES, A. A. de; LIMA, I. M. de; SANTOS, V. S. dos. O cubo mágico como estratégia mediadora do processo de ensino e aprendizagem da matemática. **Revista Madre Ciência – Educação**, v. 1, n. 1, p. 1-11, 2016.

VELOZO, E. L. Educação física, ciência e cultura. **Rev. Bras. Cienc. Esporte**, Campinas, v.31, n.3, p.79-93, mai, 2010.

VIEIRA, J. P. G.; SOUZA, A. P.; MORENO, A. L. Aprendendo com o Cubo Mágico. **Proceeding Series of the Brazilian Society of Applied and Computational Mathematics**, v. 5, n. 1, p. 1-2, 2017.

VIÑAO FRAGO, A. **Sistemas educativos, culturas escolares y reformas. Continuidades y câmbios**. 2ª Edição. Madrid: Ediciones Morata, 2006.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e linguagem**. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1989.

\_\_\_\_\_. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. Texto proveniente de: Seção Braille da Biblioteca Pública do Paraná. 4ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

\_\_\_\_\_. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

\_\_\_\_\_. **Psicologia Pedagógica**. Trad. de Paulo Bezerra. São Paulo: Martins Fontes, 2001a.

\_\_\_\_\_. **7 aulas de L.S. Vigotski sobre os fundamentos da pedagogia.** Tradução: Zoia Prestes e Elizabeth Tunes. 1ª edição. Rio de Janeiro: E-papers, 2018.

VIGOTSKII, L. S.; LURIA, A. R.; LEONTIEV, A.N. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem.** 11. ed. São Paulo: Ícone Editora, 2010.

XAVIER, S. A.; MARRA, S. B. F.; PIAU, E. T. Educação física escolar: história, prática pedagógica e relações sociais. In: Encontro de Pesquisa em Educação e Congresso Internacional de Trabalho Docente e Processos Educativos, 5, 2009, Uberaba. **Anais...** Uberaba: Universidade de Uberaba, 2011.

**APÊNDICE A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido direcionado aos responsáveis dos alunos**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**

CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS (CCA) - CAMPUS ARARAS

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA, MATEMÁTICA E EDUCAÇÃO  
(DCNME)

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E  
MATEMÁTICA (PPGE<sub>d</sub>CM)

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

**(Resolução CNS 510/2016)**

**QUEBRA-CABEÇA TRIDIMENSIONAL NO ENSINO FUNDAMENTAL I:  
POSSIBILIDADES DE UTILIZAÇÃO INTERDISCIPLINAR MATEMÁTICA E EDUCAÇÃO  
FÍSICA EM UMA PERSPECTIVA HISTÓRICO-CULTURAL**

Eu, Alexandre Barai, estudante do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da Universidade Federal de São Carlos – UFSCar o (a) convido o menor sob sua responsabilidade nomeado \_\_\_\_\_, mediante a sua autorização para participar da pesquisa “Quebra-cabeça tridimensional no Ensino Fundamental I: possibilidades de utilização interdisciplinar Matemática e Educação Física em uma perspectiva histórico-cultural”, orientado pelo Prof. Dr. João Teles de Carvalho Neto do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, da Universidade Federal de São Carlos (PPGE<sub>d</sub>CM/UFSCar).

Na busca por práticas que possibilitem potencializar a aprendizagem dos alunos no ensino de Matemática e da Educação Física do Ensino Fundamental I. A literatura recente apresenta diversos estudos com a inserção do cubo mágico como recurso pedagógico que de suporte no ensino dos mais diversos conteúdos pedagógicos. Parece haver certo consenso entre grande parte das dissertações e artigos, de que a inserção do brinquedo pode fortalecer práticas educacionais servindo de material de apoio no desenvolvimento de competências e habilidades. A proposta desse estudo além de ensinar a montagem do cubo mágico, explorar os mais diversos conteúdos escolares da Matemática e da Educação Física que poderão se apoiar de forma concreta no brinquedo mediando às ações educacionais sob uma perspectiva histórico-cultural.

Nesse sentido, o menor sob sua responsabilidade foi convidado (a) a participar desta pesquisa por ser aluno na escola EMEF Adriano Ademir Lombi, local aonde será realizado o estudo. Na realização do estudo o educando poderá aprender a montagem do brinquedo e participará das aulas e atividades escolares regularmente. Responderá uma entrevista e um questionário de como está sendo sua aprendizagem com o uso do cubo como suporte didático, e também dará depoimentos verbais de como está sendo estudar desta forma. As perguntas serão sempre direcionadas ao âmbito das aprendizagens e vivências do aluno na escola,

não abordando à intimidade dos participantes. Vale salientar, que não é obrigatória a compra do cubo para participar do estudo.

A participação do aluno nessa pesquisa auxiliará na obtenção de dados que poderão ser utilizados para fins científicos, proporcionando maiores informações e discussões que poderão trazer benefícios para a área da Educação e ensino de Matemática e da Educação Física, para a apropriação de novos conhecimentos e para a identificação de novas alternativas e possibilidades para o trabalho de professores que atuam no Ensino Fundamental I.

A participação é voluntária e não haverá compensação em dinheiro pela participação no estudo. A qualquer momento o (a) senhor (a) responsável bem como o aluno participante pode desistir de participar e retirar o consentimento. A recusa ou desistência não lhes trarão nenhum prejuízo, seja nas relações com professor pesquisador, seja na escola ou a Universidade Federal de São Carlos. Todas as informações obtidas por meio da pesquisa serão confidenciais e também garantido o sigilo sobre a participação em todas as etapas do estudo. Caso haja menção a nomes, a eles serão atribuídas letras, com garantia de anonimato nos resultados e publicações, impossibilitando a identificação.

Prevê-se que alguns desconfortos aos alunos participantes que poderão surgir durante o estudo, são eles os seguintes: (a) constrangimento ao responder questionamentos e o questionário de entrevista, uma vez que o participante da pesquisa poderá não se sentir à vontade para expor suas vivências sobre o tema pesquisado; (b) desgaste no raciocínio ao preencher o instrumento de pesquisa, o que pode exigir gasto de tempo no entendimento das questões e para responder; (c) desconfiança do participante da pesquisa durante a resposta do questionário, devido ao surgimento de possíveis questionamentos sobre o objetivo e seriedade da pesquisa, conforme a leitura e compreensão do instrumento de pesquisa.

Os procedimentos para minimização dos riscos serão: a possibilidade de desistir da participação da pesquisa a qualquer momento, elaboração de perguntas de fácil compreensão, como forma de impedir o gasto de tempo no entendimento das questões e de formulação das respostas pelos participantes. Além disso, também a garantia de esclarecimento sobre objetivos e benefícios da pesquisa a quaisquer interessados, como forma de evitar possíveis desconfianças sobre a finalidade e seriedade da pesquisa. Será garantido também total sigilo sobre as respostas individuais dadas pelo participante, como forma de garantir a segurança dos dados e mantimento do caráter sério da presente pesquisa.

Solicito a autorização do responsável para gravação em áudio das entrevistas e dos encontros do grupo. As gravações realizadas durante a entrevista semiestruturada serão transcritas pelos pesquisadores, garantindo que se mantenha o mais fidedigno possível. Depois de transcrita será apresentada aos participantes para validação das informações. A transcrição das gravações feitas nos encontros dos grupos será realizada na íntegra pelos pesquisadores. Tais trechos transcritos serão comparados com as gravações para verificar a concordância, garantindo fidelidade à gravação.

Você responsável receberá uma via deste termo, rubricada em todas as páginas por você e pelo pesquisador, onde consta o telefone e o endereço do

pesquisador principal. Você poderá tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação agora ou a qualquer momento.

Este projeto de pesquisa foi **aprovado pelo parecer nº 5.524.268** por um Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) que é um órgão que protege o bem-estar dos participantes de pesquisas. O CEP é responsável pela avaliação e acompanhamento dos aspectos éticos de todas as pesquisas envolvendo seres humanos, visando garantir a dignidade, os direitos, a segurança e o bem-estar dos participantes de pesquisas. Caso você tenha dúvidas e/ou perguntas sobre seus direitos como participante deste estudo, entre em contato com o **Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP)** da UFSCar que está vinculado à Pró-Reitoria de Pesquisa da universidade, localizado no prédio da reitoria (área sul do campus São Carlos). Endereço: Rodovia Washington Luís km 235 - CEP: 13.565-905 - São Carlos-SP. Telefone: (16) 3351-9685. E-mail: cephumanos@ufscar.br. Horário de atendimento: das 08:30 às 11:30.

O CEP está vinculado à **Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP)** do Conselho Nacional de Saúde (CNS), e o seu funcionamento e atuação são regidos pelas normativas do CNS/Conep. A CONEP tem a função de implementar as normas e diretrizes regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos, aprovadas pelo CNS, também atuando conjuntamente com uma rede de Comitês de Ética em Pesquisa (CEP) organizados nas instituições onde as pesquisas se realizam. Endereço: SRTV 701, Via W 5 Norte, lote D - Edifício PO 700, 3º andar - Asa Norte - CEP: 70719-040 - Brasília-DF. Telefone: (61) 3315-5877 E-mail: conep@saude.gov.br.

---

Alexandre Barai

Pesquisador principal

Universidade Federal de São Carlos

Departamento de Ciências da Natureza, Matemática e Educação (DCNME).

Rodovia Anhanguera, km 174 - SP-330

CEP 13600-970 - Araras - São Paulo – Brasil.

Telefone: (19) 3543-2600 ou 3543-2601

alexandrebarai@gmail.com

**Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios da participação do menor sob minha responsabilidade na pesquisa e concordo com a participação dele na pesquisa.**

Araras, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2022.

---

Nome do Pesquisador

---

Nome do Responsável

**APÊNDICE B - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para os  
Professores**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**

CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS (CCA) - CAMPUS ARARAS

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA, MATEMÁTICA E EDUCAÇÃO  
(DCNME)

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E  
MATEMÁTICA (PPGE<sub>d</sub>CM)

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA OS**

**PROFESSORES**

**(Resolução CNS 510/2016)**

**QUEBRA-CABEÇA TRIDIMENSIONAL NO ENSINO FUNDAMENTAL I:  
POSSIBILIDADES DE UTILIZAÇÃO INTERDISCIPLINAR MATEMÁTICA E EDUCAÇÃO  
FÍSICA EM UMA PERSPECTIVA HISTÓRICO-CULTURAL**

Eu, Alexandre Barai, estudante do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da Universidade Federal de São Carlos – UFSCar o (a) convido a participar da pesquisa “Quebra-cabeça tridimensional no Ensino Fundamental I: possibilidades de utilização interdisciplinar Matemática e Educação Física em uma perspectiva histórico-cultural”, orientado pelo Prof. Dr. João Teles de Carvalho Neto do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, da Universidade Federal de São Carlos (PPGE<sub>d</sub>CM/UFSCar).

Na busca por práticas que possibilitem potencializar a aprendizagem dos alunos no ensino de Matemática e da Educação Física do Ensino Fundamental I. A literatura recente apresenta diversos estudos com a inserção do cubo mágico como recurso pedagógico que de suporte no ensino dos mais diversos conteúdos didáticos. Parece haver certo consenso entre grande parte das dissertações e artigos, de que a inserção do brinquedo pode fortalecer práticas educacionais servindo de material de apoio no desenvolvimento de competências e habilidades. A proposta desse estudo além de ensinar a montagem do cubo mágico, explorar as mais diversas habilidades lógico-matemáticas e cognitivo-motoras que poderão se apoiar de forma concreta no brinquedo mediando às ações educacionais sob uma perspectiva histórico-cultural.

Nesse sentido, você foi convidado (a) a participar desta pesquisa por ser docente na escola EMEF Adriano Ademir Lombi, local aonde será realizado o estudo. Na realização do estudo você juntamente o professor pesquisador irá buscar possibilidades de utilização do brinquedo como objeto mediador de aprendizagem das habilidades lógico-matemáticas e cognitivo-motoras que serão trabalhadas regularmente na série/ano que você leciona. Também responderá uma entrevista e um questionário de como está sendo a aprendizagem da matemática dos alunos com o uso do cubo como suporte didático. Poderá dar depoimentos

verbais de como está sendo a aplicação das atividades aos educandos. As perguntas realizadas a você serão sempre direcionadas ao âmbito das aprendizagens e vivências do aluno na escola, não abordando a intimidade dos participantes da pesquisa. Vale salientar, que não é obrigatória a compra de nenhum material para participar do estudo.

A sua participação nessa pesquisa auxiliará na obtenção de dados que poderão ser utilizados para fins científicos, proporcionando maiores informações e discussões que poderão trazer benefícios para a área da Educação no ensino de Matemática e da Educação Física, seja para a apropriação de novos conhecimentos, seja para a identificação de novas alternativas e possibilidades para o trabalho de professores que atuam no Ensino Fundamental I.

A sua participação é voluntária e não haverá compensação em dinheiro pela sua participação. A qualquer momento o (a) senhor (a) pode desistir de participar e retirar seu consentimento. Sua recusa ou desistência não lhe trará nenhum prejuízo profissional, seja em sua relação ao professor pesquisador, seja a escola ou a Universidade Federal de São Carlos. Todas as informações obtidas por meio da pesquisa serão confidenciais também é garantido o sigilo sobre sua participação em todas as etapas do estudo. Caso haja menção a nomes, a eles serão atribuídas letras aleatórias, com garantia de anonimato nos resultados e publicações, impossibilitando sua identificação.

Prevê-se que alguns desconfortos poderão surgir durante o estudo, são eles os seguintes: (a) constrangimento ao responder questionamentos durante a pesquisa e a entrevista, uma vez que o participante da pesquisa poderá não se sentir à vontade para expor suas vivências sobre o tema pesquisado; (b) desgaste no raciocínio ao preencher o instrumento de pesquisa semiestruturada, o que pode exigir gasto de tempo no entendimento das questões e para responder; (c) desconfiança do participante da pesquisa durante a resposta do questionário, devido ao surgimento de possíveis questionamentos sobre o objetivo e seriedade da pesquisa, conforme a leitura e compreensão do instrumento de pesquisa.

Os procedimentos para minimização dos riscos serão: a possibilidade de desistir da participação da pesquisa a qualquer momento, elaboração de perguntas de fácil compreensão, como forma de impedir o gasto de tempo no entendimento das questões e de formulação das respostas pelos participantes. Além disso, também a garantia de esclarecimento sobre objetivos e benefícios da pesquisa a quaisquer interessados, como forma de evitar possíveis desconfianças sobre a finalidade e seriedade da pesquisa. Será garantido também total sigilo sobre as respostas individuais dadas pelo participante, como forma de garantir a segurança dos dados e mantimento do caráter sério da presente pesquisa.

Solicito sua autorização para gravação em áudio das entrevistas e dos encontros do grupo. As gravações realizadas durante a entrevista semiestruturada serão transcritas pelos pesquisadores. Depois de transcrita será apresentada aos participantes para validação das informações. As transcrições das gravações feitas nos encontros dos grupos serão realizadas na íntegra pelos pesquisadores, podendo ser auxiliados por softwares especializados em transcrição de áudio que receberão as gravações. Essas transcrições serão comparadas para verificar a concordância entre elas, garantindo a fidelidade dos relatos coletados.

Você receberá uma via deste termo, rubricada em todas as páginas pelo pesquisador, onde consta o telefone e o endereço do pesquisador principal. Você poderá tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação agora ou a qualquer momento.

Este projeto de pesquisa foi **aprovado sob o parecer nº 5.524.268** por um Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) que é um órgão que protege o bem-estar dos participantes de pesquisas. O CEP é responsável pela avaliação e acompanhamento dos aspectos éticos de todas as pesquisas envolvendo seres humanos, visando garantir a dignidade, os direitos, a segurança e o bem-estar dos participantes de pesquisas. Caso você tenha dúvidas e/ou perguntas sobre seus direitos como participante deste estudo, entre em contato com o **Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP)** da UFSCar que está vinculado à Pró-Reitoria de Pesquisa da universidade, localizado no prédio da reitoria (área sul do campus São Carlos). Endereço: Rodovia Washington Luís km 235 - CEP: 13.565-905 - São Carlos-SP. Telefone: (16) 3351-9685. E-mail: cephumanos@ufscar.br. Horário de atendimento: das 08:30 às 11:30.

O CEP está vinculado à **Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP)** do Conselho Nacional de Saúde (CNS), e o seu funcionamento e atuação são regidos pelas normativas do CNS/Conep. A CONEP tem a função de implementar as normas e diretrizes regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos, aprovadas pelo CNS, também atuando conjuntamente com uma rede de Comitês de Ética em Pesquisa (CEP) organizados nas instituições onde as pesquisas se realizam. Endereço: SRTV 701, Via W 5 Norte, lote D - Edifício PO 700, 3º andar - Asa Norte - CEP: 70719-040 - Brasília-DF. Telefone: (61) 3315-5877 E-mail: conep@saude.gov.br.

---

Alexandre Barai  
Pesquisador principal  
Universidade Federal de São Carlos  
Departamento de Ciências da Natureza, Matemática e Educação (DCNME).  
Rodovia Anhanguera, km 174 - SP-330  
CEP 13600-970 - Araras - São Paulo – Brasil.  
Telefone: (19) 3543-2600 ou 3543-2601  
alexandrebarai@gmail.com

**Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar.**

Araras, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2022.

---

Nome do Pesquisador

---

Nome do docente participante

**APÊNDICE C - Termo de Assentimento do menor**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS (CCA) - CAMPUS ARARAS  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA, MATEMÁTICA E EDUCAÇÃO  
(DCNME)  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E  
MATEMÁTICA (PPGE<sub>d</sub>CM)

**Termo de Assentimento do menor**

Você está convidado para participar da pesquisa: “Quebra-cabeça Tridimensional no Ensino Fundamental I: possibilidades de utilização interdisciplinar Matemática e Educação Física em uma perspectiva histórico-cultural”, que seus responsáveis permitiram que você participe.

Essa pesquisa tem como objetivo de usar quebra-cabeças tridimensionais (o cubo mágico) na realização de parte das suas atividades escolares, buscando facilitar o aprendizado de diversos conteúdos escolares que você aprenderá esse ano.

As crianças que irão participar dessa pesquisa têm de 9 a 12 anos de idade. Você não precisa participar da pesquisa se não quiser, e também não terá nenhum problema se começar e em seguida quiser desistir.

A pesquisa será feita na Escola Municipal EMEF Prof. Adriano Ademir Lombi, onde as crianças realizarão suas atividades escolares normalmente e em algumas situações vamos utilizar o cubo mágico para nós auxiliar nas atividades da escola. Aqueles que quiserem poderão aprender a montar o cubo mágico por meio de aulas instrucionais da montagem do brinquedo. Também não é preciso comprar ou ter um cubo mágico para participar do estudo. Nós vamos emprestar um para você.

Caso você queira desistir de aprender a montar o cubo, não terá nenhum problema. Mas quem aprender a montar o brinquedo poderá desenvolver várias habilidades como: melhora na concentração, agilidade, capacidade de observação, memória, determinação, visão espacial e resiliência para superar desafios.

Você pode correr alguns riscos e desconfortos durante o estudo: (a) ficar inibido ou constrangido em responder algumas questões sobre suas vivências, (b) desgaste no raciocínio ao preencher o questionário da pesquisa, (c) desconfiança da pesquisa durante a tarefa de resposta do questionário (d) possível desgaste mental ao brincar com o cubo mágico e não conseguir resolvê-lo e também poderá se frustrar em caso de não conseguir solucionar o quebra-cabeça.

No entanto, vamos utilizar algumas medidas para a minimização destes riscos como: a possibilidade de desistir da participação da pesquisa a qualquer momento, elaboração das perguntas do questionário serão de fácil compreensão, para que você consiga responder o questionário de forma tranquila, você também poderá tirar as dúvidas sobre as questões durante a realização da atividade com o professor pesquisador. Serão esclarecidos os objetivos da pesquisa sempre que surgirem dúvidas. E garantido total sigilo sobre as respostas individuais dadas por você participante, como forma de manter do caráter sério da presente pesquisa e a segurança dos dados do estudo. Nas oficinas serão ensinados os passos da montagem do cubo de forma que você aprenda a montagem do brinquedo por

etapas, e assim conseguir solucionar o quebra-cabeça. Também será oferecido sugestões de canais na internet com tutoriais que explicam a montagem do cubo mágico dando suporte extra para o aprendizado da montagem.

As conversas e nossas experiências sobre as atividades que nós vamos compartilhar durante o estudo será utilizada sempre sem citar os nomes. Isto quer dizer que ninguém ficará sabendo quem fez as contribuições, quando publicarmos os resultados. Ou seja, essas informações são sigilosas e não falaremos a outras pessoas, nem daremos a estranhos os seus dados.

Os resultados da pesquisa vão ser publicados, mas sem identificar as crianças que participaram da pesquisa. Quando terminarmos a pesquisa haverá a explicação dos benefícios que o estudo trouxe para você e para escola.

Se você tiver alguma dúvida, você pode perguntar ao seu professor e pesquisador Alexandre Barai que participa com você deste estudo.

Eu \_\_\_\_\_ aceito participar da pesquisa: “Quebra-cabeça Tridimensional no Ensino Fundamental I: possibilidades de utilização interdisciplinar Matemática e Educação Física em uma perspectiva histórico-cultural”. Que tem o objetivo utilizar o brinquedo -cubo mágico- como um recurso de aprendizagem nas aulas, bem como aprender a sua montagem. Observando se a sua utilização ajudará a melhorar a aprendizagem de conteúdos lógico-matemáticos e cognitivos-motores que estarei estudando neste ano na escola. Entendi as situações de risco e desconforto que pode me acontecer, mas que algumas coisas boas que podem acontecer. Entendi que posso dizer “sim” e participar, mas que, a qualquer momento, posso dizer “não” e desistir que ninguém vai ficar furioso. O pesquisador professor Alexandre tirará minhas dúvidas e já conversou com os meus responsáveis. Recebi uma cópia deste termo de assentimento e li e concordo em participar da pesquisa.

Araras, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2022.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do menor

\_\_\_\_\_  
Assinatura do pesquisador

**APÊNDICE D – Termo de Direito de Imagem****UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE IMAGEM E SOM**

Eu, \_\_\_\_\_,  
portador da Cédula de identidade RG nº \_\_\_\_\_, inscrito no  
CPF nº \_\_\_\_\_, residente à Av./Rua

\_\_\_\_\_, nº \_\_\_\_\_, município de Araras-SP.

AUTORIZO o uso da imagem e som do menor sob a minha responsabilidade  
\_\_\_\_\_ em todo e qualquer

material entre imagens de vídeo, fotos e documentos, sem finalidade comercial para ser utilizada no projeto de pesquisa intitulado: “QUEBRA-CABEÇA TRIDIMENSIONAL NO ENSINO FUNDAMENTAL I: POSSIBILIDADES DE UTILIZAÇÃO INTERDISCIPLINAR MATEMÁTICA E EDUCAÇÃO FÍSICA EM UMA PERSPECTIVA HISTÓRICO-CULTURAL”. A presente autorização é concedida a título gratuito, abrangendo o uso da imagem acima mencionada em todo território nacional e exterior, das seguintes formas: (I) home page; (II) mídia eletrônica (vídeo-tapes, televisão, cinema, redes sociais, entre outros).

Fica ainda **autorizada**, de livre e espontânea vontade, para os mesmos fins, a cessão de direitos da veiculação das imagens não recebendo para tanto qualquer tipo de remuneração.

Por esta ser a expressão da minha vontade declaro que autorizo o uso acima descrito sem que nada haja a ser reclamado a título de direitos conexos à imagem do menor sob minha responsabilidade.

Araras, dia \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2022.

\_\_\_\_\_  
(Assinatura do responsável)

\_\_\_\_\_  
(Assinatura do menor)

**ANEXO A - Questionário de entrevista direcionada aos discentes****Questionário:**

Nome: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_ Data: \_\_/\_\_/\_\_\_\_

1. Antes do professor trazer o cubo mágico à escola, você já o conhecia?

 sim  não

2. Antes das aulas, já havia conseguido montar pelo menos uma face de mesma cor?

 sim  não  nunca tentei montar antes de aprender.

3. Quantos dias demorou para aprender?

\_\_\_\_\_

4. Achou difícil aprender a montar o cubo mágico? Justifique?

 sim  não\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

5. Já marcou seu tempo de montagem? Qual foi o tempo mínimo?

\_\_\_\_\_

6. Acredita que é necessário inteligência ou existem truques para montar? Explique?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

7. Você acha que o cubo mágico tem relação com a disciplina de matemática? Por quê?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

8. Será que dá pra aprender habilidades úteis para matemática utilizando o cubo mágico como material auxiliar nas aulas? Explique?

 sim  não\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

9. Você acha o cubo mágico um brinquedo legal para ser utilizado como jogo de raciocínio e coordenação motora nas aulas de educação física? Por quê?

---

---

---

10. Quem te ensinou a montar o cubo mágico?

Professor                       aprendi na internet                       aprendi com os amigos

11. Sabe montar mais algum quebra-cabeça além do cubo 3x3x3? Quais?

não sei                       pirâmide                       cubo 2x2x2                       cubo 4x4x4

outro \_\_\_\_\_

12. Você acha que o cubo mágico atrapalhou a aula da professora da classe em algum momento? Explique?

---

---

---

---

(Adaptado de SILVA, 2015).

## Anexo B – Roteiro para Diário de Campo

### Roteiro para diário de campo:

Professora:

#### Registro das atividades

1. Atividade(s), dia da realização;
2. Objetivos a serem alcançados;
3. Quais estratégias de ensino e aprendizagem foram adotadas nas aulas em que o brinquedo foi usado pelos professores e/ou alunos.
  - a) Exposição/Apresentação;
  - b) Demonstração;
  - c) Resolução de atividades/exercícios/problemas;
  - d) Trabalho individual;
  - f) Outras estratégias.
4. Resultados alcançados;
5. Dificuldades apresentadas durante o desenvolvimento das atividades;
6. Participação dos alunos na ação;
7. Observações – registrar outros aspectos que considera importante.

(Adaptado de ANDRADE, 2017).

## **Anexo C - Roteiro de entrevista aplicada às professoras do Ensino Fundamental**

### **Roteiro da entrevista**

Entrevistada:

Data:

Duração da Entrevista:

### **A FORMAÇÃO**

1. Qual é a sua formação?
2. Há quanto tempo atua como docente, em quais níveis de ensino e em quais séries? Em quais segmentos da educação já atuou?
3. Durante sua formação (no magistério e/ou universitária), qual o espaço que o jogo ocupou nas disciplinas teóricas e práticas?
4. Em sua avaliação, os jogos foram valorizados durante sua formação da graduação? Justifique.
5. Você fez cursos de formação continuada. Nesses cursos fez-se menção ao uso de jogos ou outros recursos? (Explorar a questão buscando saber se isto ocorreu como complemento ou se era parte efetiva do conteúdo apresentado).

### **OS JOGOS**

6. Você julga relevante o uso de jogos nas aulas de Matemática? Justifique.
7. Em suas aulas, você faz uso de jogos? Quais e com quais objetivos?  
1- Nunca; 2- Poucas vezes; 3- Às vezes; 4- Muitas vezes; 5- Sempre.
8. Em sua opinião, quais são os maiores obstáculos ou empecilhos ao uso de jogos nas aulas?

### **A MATEMÁTICA**

9. Os procedimentos pedagógicos de uma aula de matemática devem diferenciar-se dos procedimentos de outras aulas? Justifique.
10. Você considera que lecionar Matemática é fácil ou difícil? Justifique.

## LIVRO DIDÁTICO

11. Qual o livro didático que a escola adotou? Qual foi o motivo da escolha desse livro?

13. Você prepara suas aulas utilizando:

- a) Apenas o livro didático ( )
- b) Outros livros didáticos ( )
- c) Livros paradidáticos ( )
- d) Livros de história da matemática ( )
- e) Outros recursos ( )

14. Dê sua opinião sobre a forma como os jogos são trabalhados no livro didático adotado.

## ENSINO COM MEDIAÇÃO DO CUBO MÁGICO

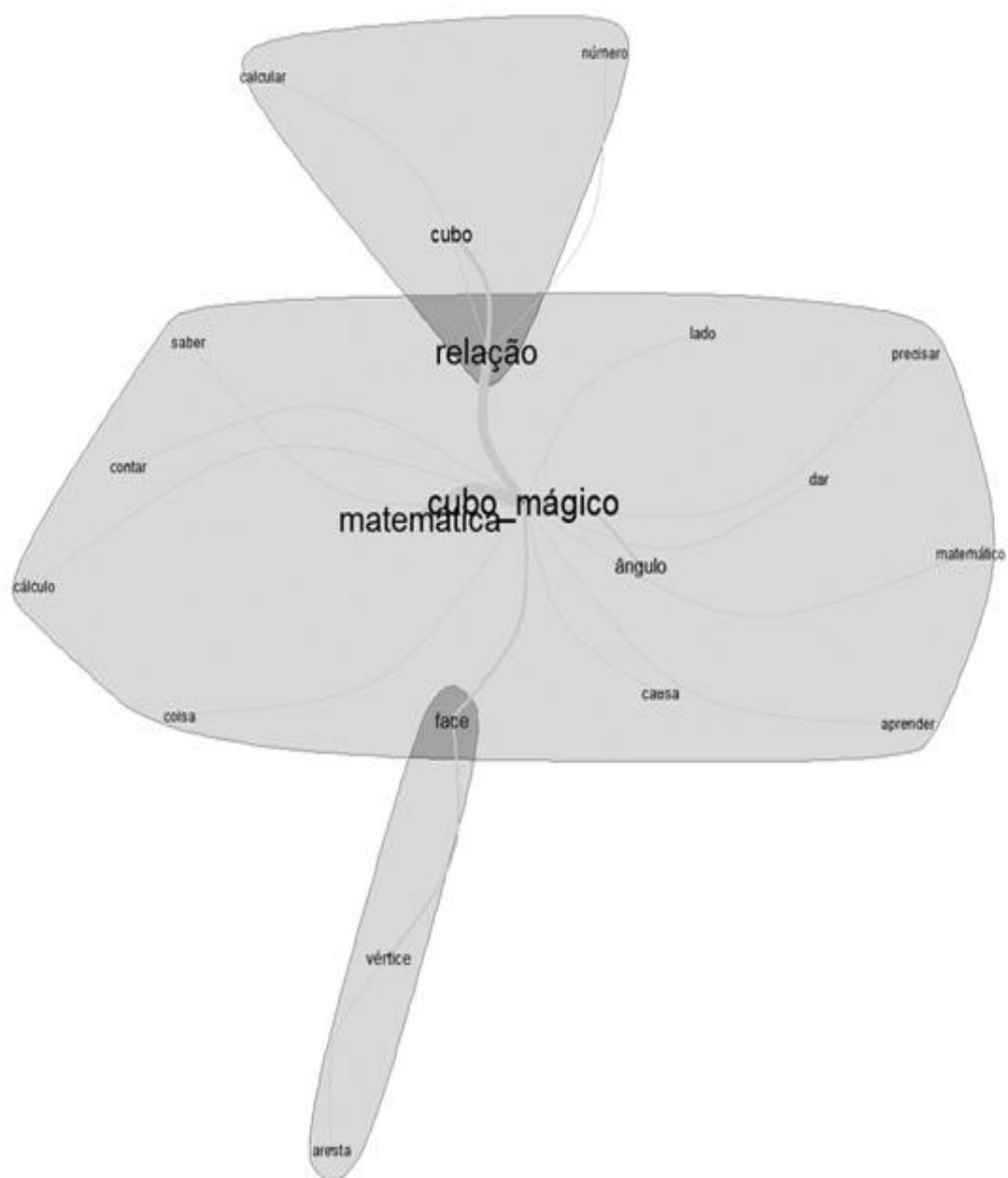
15. Assinale a sua percepção acerca do nível de impacto do uso educativo do cubo mágico na escola em relação a cada um dos itens a seguir apresentados, considerando a seguinte escala:

CT- Concordo totalmente; C- Concordo; D- Discordo; DT- Discordo totalmente.

- a) A utilização do cubo mágico torna o comportamento dos alunos mais "perturbador".
- b) Facilitou a transmissão de conceitos.
- c) A utilização do cubo mágico motiva os alunos.
- d) A intersecção do cubo mágico na aula de Matemática contribuiu para o sucesso escolar dos alunos.

(Adaptado de ANDRADE, 2017).

**Anexo D: Figura da Árvore de similitude do corpus Matemática com comunidades e halo em escala cinza**



**Anexo E - Figura da Árvore de similitude do corpus Educação Física com comunidades e halo em escala cinza**

