

**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
ÁREA DO CONHECIMENTO DAS HUMANIDADES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
CURSO DE DOUTORADO**

GRAZIELA ROSSETTO GIRON

**MOVIMENTOS DE ENSINAR E APRENDER MATEMÁTICA
EM CONVIVÊNCIA**

CAXIAS DO SUL

2019

GRAZIELA ROSSETTO GIRON

**MOVIMENTOS DE ENSINAR E APRENDER MATEMÁTICA
EM CONVIVÊNCIA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade de Caxias do Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutora em Educação.

Orientadora: Profa. Dra. Eliana Maria do Sacramento Soares.

CAXIAS DO SUL

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Universidade de Caxias do Sul
Sistema de Bibliotecas UCS - Processamento Técnico

G527m Giron, Graziela Rossetto

Movimentos de ensinar e aprender matemática em convivência /
Graziela Rossetto Giron. – 2019.

176 f. : il. ; 30 cm

Tese (Doutorado) - Universidade de Caxias do Sul, Programa de Pós-
Graduação em Educação, 2019.

Orientação: Eliana Maria do Sacramento Soares.

1. Matemática - Estudo e ensino. 2. Educação. 3. Autopoiese. 4.
Aprendizagem. I. Soares, Eliana Maria do Sacramento, orient. II. Título.

CDU 2. ed.: 51:37

Catalogação na fonte elaborada pela(o) bibliotecária(o)
Ana Guimarães Pereira - CRB 10/1460

***“MOVIMENTOS DE ENSINAR E APRENDER MATEMÁTICA
EM CONVIVÊNCIA”***

Graziela Rossetto Giron

Tese de Doutorado submetida à Banca Examinadora designada pela Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade de Caxias do Sul, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Doutora em Educação. Linha de Pesquisa: Educação, Linguagem e Tecnologia.

Caxias do Sul, 24 de junho de 2019.

Banca Examinadora:

Dra. Eliana Maria do Sacramento Soares (presidente – UCS)

Dra. Carla Beatris Valentini (UCS)

Dra. Jane Rech (UCS)

Dra. Débora Pereira Laurino (FURG)

Dra. Nize Maria Campos Pellanda (UNISC)

AGRADECIMENTOS

À Divindade que habita em mim e que me torna “uno” com tudo e com todos no universo.

À minha querida mãe (Teresa) e ao meu pai (Albano – *in memoriam*), ao meu amado marido (Felipe), aos queridos filhos (Jerônimo e Heloisa), à minha nora (Jordana), à minha irmã (Marciela), à minha sogra (Loraine) e demais familiares, eterna gratidão pela amorosidade, pelo incentivo, pela colaboração e pela parceria em mais essa “transformação em convivência”.

Aos professores do curso de Doutorado em Educação da Universidade de Caxias do Sul e de outras instituições superiores de ensino, por me “presentearem” com momentos de convivência e de conversação que tiveram a força/potencial para desencadear, em mim, processos autopoieticos que modificaram meu “olhar” a respeito da educação.

À minha querida amiga e orientadora Eliana Maria do Sacramento Soares que, além de compartilhar comigo seus saberes e “sentires”, soube me encantar com seu “historial de vida” e me perturbar a ponto de eu aceitar me transformar estruturalmente, complexificando a minha forma de ver o mundo e de entender os processos de ensinar e aprender.

Às professoras Carla Beatris Valentini, Jane Rech, Débora Pereira Laurino e Nize Maria Campos Pellanda, pelos acoplamentos e movimentos de coordenações de ações recursivas que me propiciaram inúmeras transformações/aprendizagens.

Aos amigos e colegas de curso, pessoas que a vida se encarregou de deixar mais perto e que se fizeram “parceiras” pela escuta atenta e pelo conviver em legitimidade.

À equipe diretiva, à coordenação, aos professores, aos funcionários e aos pais da escola onde foi realizada esta pesquisa, pelo acolhimento e pelo incentivo recebido durante toda essa “caminhada”.

Aos meus queridos alunos, estudantes-pesquisadores, por terem aceitado o convite de sermos “parceiros de aprendizagem”, criando, junto comigo, esta experiência de convivência.

A todos aqueles que aqui não foram citados e que, de alguma forma, se fizeram presentes nesta vivência pedagógica, muito obrigada!

“[...] em meus processos, vivo quebrando paradigmas, mas a “quebradeira” já não é necessária depois de experienciar a possibilidade de viver sem padrão, sem modelo a ser seguido, sem referências. [Para isso] é preciso ir além das ferramentas, das práticas, das palavras, dos conceitos, do conhecimento; chegar nas crenças, na crença raiz, testemunhar sua liberação e observar a mudança na emoção, na possibilidade de agir de outro modo. É um processo possível quando estamos dispostos a reconhecer que arriscar é inerente à vida; precisamos ganhar gosto pelo risco, pelo inédito que a presença nos apresenta. O fluxo da vida não é controlável, não dá garantia; não se entra no fluxo da vida através do planejamento, do controle do conhecimento, nem controlando o controle. É necessário entregar-se, estar preparado para essa entrega, onde a criação se apresenta, onde nos criamos em relação.”

Ana Thomaz

RESUMO

Esta Tese, vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade de Caxias do Sul, emergiu de uma experiência que teve como foco cartografar o fluir de uma professora (que também foi a pesquisadora) e seus alunos convivendo sob o enfoque teórico da Biologia do Conhecer. Esse movimento cartográfico revelou dinâmicas pedagógicas, pistas, possibilidades, entendidas como processualidades, com potencial de desencadear convivências que favoreceram a construção dos conceitos matemáticos (mais especificamente os relacionados à geometria). A opção de utilizar a Biologia do Conhecer como referencial teórico deve-se, principalmente, ao fato de acreditarmos que a mesma oferece instrumentos conceituais que podem auxiliar a repensar e propor alternativas de renovação para os processos de ensinar e aprender matemática, baseados na transformação dos sujeitos envolvidos. A escolha da Cartografia como método teve como propósito perceber, de forma mais ampla, a experiência de convivência que se desenvolveu num Nicho de Aprendizagem Matemática, buscando, assim, clarificar a dinamicidade do percurso e contemplando diferentes aspectos. O foco do estudo dessa pesquisa constituiu-se no mapeamento e na compreensão das transformações/aprendizagens que ocorreram no cotidiano de uma turma de oito (08) alunos do 8º ano do Ensino Fundamental convivendo, semanalmente, com a professora de matemática numa escola municipal de Caxias do Sul/RS, durante os meses de agosto a novembro de 2017. Essa convivência foi permeada por dinâmicas pedagógicas que emergiram da exploração do Minecraft, um software educativo que propicia o desenvolvimento da autonomia, da criticidade, da criatividade e das percepções matemáticas espaciais. O cartografar dessa experiência de convivência possibilitou evidenciar vários elementos que podem se constituir em processualidades para enriquecer a aprendizagem dos conceitos matemáticos, entre eles: a importância dos processos de ensinar e aprender matemática estarem apoiados em dinâmicas que favoreçam a cocriação pedagógica, a conversação (conversar com emoção), o conviver (estar junto com legitimidade), a escuta atenta (abrir-se para ouvir sem julgamentos ou pré-conceitos), o acoplamento, bem como o “respeito e aceitação do outro como legítimo outro”. Também foi possível evidenciar a importância do(a) professor(a) e alunos se perceberem como “parceiros de aprendizagem”, isto é, pessoas compartilhando saberes, experimentando diferentes formas de ser, de viver, de ensinar e de aprender, transformando e sendo transformados, por meio da convivência. Trata-se da emergência de uma outra maneira de enxergar e de entender os processos de ensinar e aprender: a Pedagogia do Conviver. Essa proposição educativa intenciona romper com os moldes convencionais de ensino, pois parte da ideia de que não existe nada *a priori* que precise ser feito para que ocorra a aprendizagem; ao invés disso, pressupõe o acolhimento e a valorização de tudo o que emerge da convivência, visando a desencadear dinâmicas pedagógicas que poderão levar a complexificação do pensamento matemático.

Palavras-chave: Educação Matemática. Biologia do Conhecer. Autopoiese. Nicho de Aprendizagem Matemática. Pedagogia do Conviver.

ABSTRACT

This Thesis, linked to the Graduate Program in Education of the University of Caxias do Sul, emerged from an experiment that focused on mapping the flow of a teacher (who was also the researcher) and her students living under the theoretical approach of Biology of Knowing. This cartographic movement revealed pedagogical dynamics, clues, possibilities, understood as processualities, with the potential to trigger coexistences that favor the construction of mathematical concepts (more specifically those related to geometry). The option of using the Biology of Knowing as a theoretical reference is mainly due to the fact that we believe that it offers conceptual tools that can help to rethink and propose alternatives of renewal for the processes of teaching and learning mathematics, based on the transformation of subjects involved. The purpose of Cartography as a method was to understand, in a broader way, the experience of coexistence that developed in a Niche of Mathematical Learning, in order to clarify the dynamics of the course and contemplating different aspects. The focus of this study was the mapping and understanding of the transformations / learning that occurred in the daily life of a group of eight (08) students of the 8th year of Elementary School, living weekly with the mathematics teacher in a municipal school of Caxias do Sul / RS, during the months of August to November 2017. This coexistence was permeated by pedagogical dynamics that emerged from the exploration of Minecraft, an educational software that fosters the development of autonomy, criticality, creativity and spatial mathematical perceptions. The cartography of this experience of coexistence made it possible to highlight several elements that can be constituted in processualities to enrich the learning of mathematical concepts, among them: the importance of the processes of teaching and learning mathematics to be supported by dynamics that favor pedagogical co-creation, the conversation (talk with emotion), con-living (being along with legitimacy), listening attentively (open to listen without judgments or preconceptions), coupling, as well as "respect and acceptance of the other as legitimate other." It was also possible to highlight the importance of the teacher and students perceiving themselves as "learning partners", that is, people sharing knowledge, experiencing different ways of being, living, teaching and learning, transforming and being transformed, through coexistence. It is the emergence of another way of seeing and understanding the processes of teaching and learning: the Pedagogy of *Conviver*. This educational proposition intends to break with conventional teaching molds, since it starts from the idea that there is nothing a priori that needs to be done in order for learning to occur; rather, it presupposes the acceptance and appreciation of everything that emerges from the coexistence, aiming at unleashing pedagogical dynamics that may lead to the complexity of mathematical thinking.

Keywords: Mathematics Education. Biology of Knowing. Autopoiesis. Niche of Mathematical Learning. Pedagogy of *Conviver*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Desenho da aluna J.....	66
Figura 2 – Desenho da aluna M.....	66
Figura 3 – Desenho da aluna F.....	66
Figura 4 – Alunos explorando o Tangram.....	80
Figura 5 – Alunos montando e desenhando quadrados com as peças do Tangram.....	80
Figura 6 – Desenho dos quadrados utilizando diferentes peças do Tangram.....	80
Figura 7 – Alunos explorando os poliedros de acrílico.....	85
Figura 8 – Alunos construindo um tetraedro com canudinhos plásticos.....	85
Figura 9 – Alunos construindo um cubo com varetas de madeira.....	85
Figura 10 – Ilustração da casa no Minecraft (dupla M e Le).....	119
Figura 11 – Ilustração da casa no Minecraft (dupla F e J).....	119
Figura 12 – Ilustração da casa no Minecraft (dupla N e La).....	119
Figura 13 – Arroz sob o efeito de palavras e emoções positivas e negativas.....	141
Figura 14 – Mapa cartográfico da experiência de convivência vivida nesse Nicho de Aprendizagem Matemática.....	149

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 – Considerações dos alunos acerca da exploração do Minecraft.....	56
Quadro 02 – Conversação sobre os conceitos matemáticos que afloraram da exploração do Minecraft.....	61
Quadro 03 – Conversação com a aluna F sobre os conceitos matemáticos que emergiram do seu desenho.....	67
Quadro 04 – Considerações dos alunos acerca da exploração do Tangram	81
Quadro 05 – Considerações dos alunos a respeito da confecção dos sólidos geométricos.....	86
Quadro 06 – Conversação acerca da confecção de poliedros.....	88
Quadro 07 – Conversação sobre o cálculo do perímetro dos sólidos geométricos.....	92
Quadro 08 – Conversação sobre o cálculo da área do cubo.....	94
Quadro 09 – Conversação sobre o cálculo da área do tetraedro.....	97
Quadro 10 – Considerações dos alunos acerca dos cálculos de área e perímetro.....	100
Quadro 11 – Conversação para decidir os “rumos” da experiência de convivência	102
Quadro 12 – Conversação com a dupla M e Le a respeito da construção da planta baixa da casa e sua confecção no Minecraft.....	105
Quadro 13 – Conversação com a dupla La e N acerca da construção da planta baixa da casa e sua confecção no Minecraft.....	107
Quadro 14 – Conversação com a dupla F e J sobre o cálculo do perímetro.....	109
Quadro 15 – Conversação com a dupla I e D acerca da construção da maquete da casa.....	110
Quadro 16 – Conversação sobre os cálculos de área da planta baixa.....	112
Quadro 17 – Depoimento dos alunos a respeito das transformações/aprendizagens desencadeadas por meio da confecção da planta baixa e dos cálculos de área e perímetro..	115
Quadro 18 – Depoimento dos alunos sobre a experiência de confeccionar uma casa no Minecraft a partir da planta baixa.....	116
Quadro 19 – Conversação acerca da construção da maquete da casa.....	121
Quadro 20 – Considerações dos alunos do 6º ao 9º ano sobre a experiência meditativa.....	139
Quadro 21 – Manifestações de carinho dos alunos do 6º ao 9º ano.....	147
Quadro 22 – Depoimento dos alunos acerca da experiência vivida nesse Nicho de Aprendizagem Matemática.....	150

LISTA DE SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
FATECIE	Faculdade de Tecnologia e Ciências do Norte do Paraná
FURG	Universidade Federal do Rio Grande
INEPE	Instituto Nacional de Ensino, Pós-graduação e Extensão
LIE	Laboratório de Informática Educativa
MEs	Movimentos Essenciais
NEE	Necessidades Educacionais Especiais
SMED	Secretaria Municipal de Caxias do Sul
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
UCS	Universidade de Caxias do Sul
UNISINOS	Universidade do Vale do Rio dos Sinos
UNIVATES	Universidade do Vale do Taquari

PERCURSO DA CONVERSAÇÃO

1 TRAMAS DO CARTOGRAFAR	10
2 CARTOGRAFANDO MOVIMENTOS E CONVERSÇÕES DO MEU CONSTITUIR-SE COMO PESQUISADORA	18
3 CONTEXTUALIZANDO ESSA EXPERIÊNCIA DE CONVIVÊNCIA	24
3.1 MOVIMENTOS TEÓRICOS SOBRE A BIOLOGIA DO CONHECER	28
4 CONTEXTUALIZANDO O NICHOS DE APRENDIZAGEM MATEMÁTICA QUE EMERGIU DESSA EXPERIÊNCIA DE CONVIVÊNCIA	33
4.1 MOVIMENTOS TEÓRICOS SOBRE A CARTOGRAFIA	33
4.2 MOVIMENTOS DA TESSITURA METODOLÓGICA RELACIONADOS A ESSE NICHOS DE APRENDIZAGEM MATEMÁTICA.....	37
4.3 MOVIMENTOS QUE DESENCADARAM O SURGIMENTO DESSE NICHOS DE APRENDIZAGEM MATEMÁTICA	42
5 CARTOGRAFANDO CONVERSÇÕES E MOVIMENTOS DE ENSINAR E APRENDER MATEMÁTICA POR MEIO DO MINECRAFT	47
5.1 MOVIMENTOS TEÓRICOS SOBRE A NATUREZA DO CONHECIMENTO MATEMÁTICO	49
5.2 MOVIMENTOS INICIAIS DE EXPLORAÇÃO DO MINECRAFT	51
5.3 MOVIMENTOS DE TRANSFORMAÇÃO/APRENDIZAGEM DESENCADADOS PELA EXPLORAÇÃO DO MINECRAFT	60
5.4 MOVIMENTOS DE CONSTRUÇÃO DOS CONCEITOS MATEMÁTICOS POR MEIO DA EXPLORAÇÃO DO MINECRAFT.....	65
6 SEGUINDO NO MOVIMENTO DO CARTOGRAFAR.....	77
6.1 MOVIMENTOS DE EXPLORAÇÃO DO TANGRAM.....	77
6.1.1 Conhecer a origem do Tangram	77
6.1.2 Ampliar o pensamento geométrico por meio do Tangram.....	78
6.1.3 Explorar o Tangram de forma livre e orientada.....	79
6.1.4 Construir e desenhar quadrados usando 2, 3, 4, 5 e 7 peças do Tangram.....	79
6.2 MOVIMENTOS ACERCA DA APRENDIZAGEM DOS CONCEITOS GEOMÉTRICOS.....	83
6.3 MOVIMENTOS DE CONSTRUÇÃO E EXPLORAÇÃO DOS SÓLIDOS GEOMÉTRICOS.....	85
6.4 MOVIMENTOS RELACIONADOS AOS CÁLCULOS DE ÁREA E PERÍMETRO DOS SÓLIDOS GEOMÉTRICOS.....	92

6.5 MOVIMENTOS DE CONFECÇÃO DA PLANTA BAIXA DE UMA CASA.....	101
6.6 MOVIMENTOS RELACIONADOS AO PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DE UMA CASA NO MINECRAFT.....	116
6.6.1 Movimentos associados à divulgação desse Nicho de Aprendizagem Matemática para a comunidade escolar	118
6.7 MOVIMENTOS DE CONSTRUÇÃO DA MAQUETE DA CASA	119
7 CARTOGRAFANDO AS TRANSFORMAÇÕES DESENCADEADAS A PARTIR DESSE NICHOS DE APRENDIZAGEM MATEMÁTICA	127
8 CARTOGRAFANDO MOVIMENTOS “PARA ALÉM” DESTA TESE	137
9 CARTOGRAFANDO PROCESSUALIDADES QUE EMERGIRAM DESSE NICHOS DE APRENDIZAGEM MATEMÁTICA.....	149
REFERÊNCIAS	161
ANEXO A – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO/ESTUDANTES	170
ANEXO B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO/PAIS E OU RESPONSÁVEIS PELO ESTUDANTE	172
ANEXO C – MATERIAL DIDÁTICO UTILIZADO NA CONSTRUÇÃO DO CUBO E DO TETRAEDRO.....	174

1 TRAMAS DO CARTOGRAFAR ¹

O caminho percorrido durante esta pesquisa será apresentado como um grande cartografar, uma vez que, ao anunciarmos “mapas como um exercício que capta intensidades” (GORCZEVSKI; GOIS, 2014, p. 121), ampliam-se as possibilidades de percepção sobre o fenômeno vivido. Melhor dizendo, por meio desse movimento cartográfico, buscamos “mapear” os eventos, as vivências e os movimentos relacionados à aprendizagem dos conceitos matemáticos que emergiram da convivência² entre mim, a professora/pesquisadora³ e oito (08) alunos ou estudantes-pesquisadores⁴ que frequentavam, em 2017, o 8º ano do Ensino Fundamental, numa escola municipal de Caxias do Sul/RS.

Foram inúmeras as transformações/aprendizagens⁵ que afloraram dessa experiência que escolhemos denominar *Movimentos de Ensinar e Aprender Matemática em Convivência*. O termo “movimentos” simboliza os processos vividos/percebidos antes, durante e depois dessa investigação; sinaliza os fenômenos que emergiram em diferentes momentos do conviver e que desencadearam inúmeras possibilidades de transformação/aprendizagem no grupo. Por se tratar de “movimentos”, conjecturamos que continuarão se reverberando no fluir do viver de cada um dos envolvidos neste estudo, mesmo após o término desta pesquisa.

A ideia de acoplamento, de conviver em legitimidade, com acolhimento e respeito às diferentes formas de ver/entender a matemática, permeou todo o percurso investigativo, uma vez que eu e meus alunos nos colocamos abertos e receptivos para acolher diferentes experiências de cocriação, objetivando, assim, compreender os conceitos matemáticos que emergiam da convivência. Ou seja, não se tratou, apenas, de estarmos juntos fisicamente, mas

¹ No intuito de dar um sentido de coautoria a essa narrativa, em alguns momentos, esse tópico será escrito na primeira pessoa plural, visando a explicitar decisões que emergiram da convivência e das conversações entre mim e a minha orientadora.

² Convivência, na perspectiva da Biologia do Conhecer, é estar junto com outro em legitimidade, sem julgamento, compartilhando experiências de vida com “respeito e aceitação do outro como legítimo outro” (MATURANA, 2002).

³ Como “observador implicado” (MATURANA, 2001) que sou, nesta pesquisa, vou viver a experiência de ser, ao mesmo tempo, professora e pesquisadora, visando a ser coerente com o método investigativo e o arcabouço teórico escolhido.

⁴ Optamos por nomear os alunos que fizeram parte dessa pesquisa também de *estudantes-pesquisadores* por entendermos que a ação de cartografar se refere a um processo que engloba todos os envolvidos no cenário investigativo e não apenas o(a) pesquisador(a) referência da pesquisa e, assim, valorizar o “viés do experienciar a si e ao mundo, simultaneamente” (GORCZEVSKI; GOIS, 2014, p. 121).

⁵ Tendo como inspiração os pressupostos teóricos da Biologia do Conhecer, optamos por estabelecer uma relação de similaridade entre os conceitos de *transformação* e *aprendizagem*, pois, a partir dessa Teoria, quando um indivíduo modifica sua estrutura, ou seja, se transforma (através de um processo autopoietico), ele se complexifica, ampliando a consciência sobre si mesmo e/ou sobre o mundo, desencadeando, assim, a aprendizagem.

de compartilharmos o mesmo espaço ou “domínio de ação” (MATURANA, 2001a), num conviver impregnado de “respeito e aceitação do outro como legítimo outro” (MATURANA, 2002).

Para sermos coerentes com a abordagem teórica escolhida, a *Biologia do Conhecer*⁶, e com o intuito de não perder a riqueza dessa experiência, optamos em cartografar as situações vividas ao longo deste processo investigativo por meio de um texto narrativo, construído a “várias mãos”, considerando: as minhas percepções enquanto professora/pesquisadora acerca da experiência vivida, aliadas às preciosas colaborações feitas pela minha orientadora, colegas e professores do curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade de Caxias do Sul (UCS); as contribuições trazidas por parceiros de grupos de pesquisa⁷ que escolhemos conversar, pelos estudantes-pesquisadores e outros tantos “companheiros de viagem” (SHINYASHIKI, 1992) que possibilitaram a cocriação do texto que ora se apresenta.

Nossa opção em utilizar a *Biologia do Conhecer* como referencial teórico deve-se, principalmente, ao fato de acreditarmos que essa teoria oferece conceitos que podem auxiliar a repensar e propor alternativas de renovação para os processos de ensinar e aprender matemática. Esclarecemos que não estamos fazendo um estudo sobre a teoria desenvolvida por Humberto Maturana e Francisco Varela, mas tomando alguns dos conceitos fundantes⁸ desse arcabouço teórico, com o intuito de ressignificar a aprendizagem matemática. Para isso, nos entregamos aos eventos que foram se sucedendo ao longo dessa experiência de convivência, fazendo-nos valer da teoria apenas quando precisávamos entender melhor o fenômeno manifestado.

Numa “tentativa de fazer sentido da vida como vivida” (CLANDININ; CONNELLY, 2015, p. 116) escolhemos utilizar uma escrita narrativa para contar o que foi se sucedendo nesta pesquisa, uma vez que oportuniza perceber a complexidade das experiências vividas, referendando os conflitos, as alegrias, as surpresas e os dilemas inerentes. Ao fazermos essa

⁶ A *Biologia do Conhecer* é uma teoria biológica para os seres vivos, desenvolvida, inicialmente, em laboratórios de pesquisa por Humberto Maturana e Francisco Varela. Prioritariamente, propõe-se a investigar a atividade cognitiva do ser humano, por meio de suas raízes biológicas e historicamente situadas num ambiente de interações sociais dinâmicas (MATURANA; VARELA, 1997). Outras informações sobre essa teoria serão explicitadas no decorrer da Tese.

⁷ Entre eles, podemos citar o grupo de estudos promovidos pela profa. Dra. Débora Pereira Laurino, da Universidade Federal do Rio Grande (FURG) sobre cartografia, e o grupo organizado pela profa. Dra. Eliana Maria do Sacramento Soares, que reflete sobre a teoria da *Biologia do Conhecer* e da Complexidade.

⁸ Para explicitar as ideias norteadoras da *Biologia do Conhecer* foram levados em conta os livros no qual tomamos contato, não sendo, necessariamente, aqueles nos quais esses conceitos aparecem pela primeira vez na história desta teoria.

opção, endossamos o que é dito por Passos e Kastrup (2013), quando mencionam que uma narrativa constitui-se numa maneira interessante e inventiva de contemplar tanto os aspectos objetivos quanto subjetivos de uma investigação.

Essa narrativa foi organizada a partir das anotações oriundas: do “Diário de Bordo” (elaborado por mim, durante a experiência de convivência); das falas⁹ (minha e dos alunos) “colhidas” por meio de gravações de áudio/vídeo feitas pelos diferentes integrantes do grupo; dos registros (pictóricos e textuais) realizados pelos estudantes-pesquisadores acerca das transformações/aprendizagens percebidas em si próprios ao longo desta experiência de convivência; e das ideias que emergiram dos momentos de orientação. Tudo isso foi incrementado pelas conversações estabelecidas com diferentes autores e teóricos que discorrem sobre o tema em estudo, a partir do sucedido.

Com o intuito de dar fluência à leitura desta Tese, mesmo sabendo que, por vezes, esse recurso restringe e limita o fenômeno vivido, que é sistêmico, organizamos uma grande narrativa entremeada de pequenos marcadores ao longo do texto, dos títulos e dos subtítulos, que aspiram sinalizar alguns eventos significativos ocorridos durante essa experiência de convivência. Intencionamos, por meio desta narrativa, fazer uma breve explanação de como fui me constituindo como professora¹⁰ e pesquisadora ao longo de minha existência profissional e pessoal; explicitar de que forma emergiu o processo de escolha do tema¹¹ e do referencial teórico e metodológico desta pesquisa; discorrer sobre quais transformações/aprendizagens aconteceram em mim e nos meus alunos por conta dessa experiência de convivência; bem como sinalizar que processualidades¹² se manifestaram através dessa investigação, com relação aos processos de ensinar e aprender matemática em convivência.

⁹ Algumas falas que emergiram dessa experiência de convivência foram reorganizadas de forma a facilitar o entendimento do que estava sendo dito pelos sujeitos da pesquisa, porém não foi alterada a essência da conversação.

¹⁰ Os termos *professor(a)* e *educador(a)*, apesar de possuírem significado semântico diferenciado, serão utilizados nesta Tese com o mesmo sentido, uma vez que intencionamos falar do profissional que atua na área da educação.

¹¹ Por ter aprendido a ver, entender e viver no mundo a partir de premissas básicas que eram definidas *a priori*, me senti tentada, num primeiro momento, a definir, antecipadamente, o tema a ser desenvolvido com os alunos. Porém, “perturbada” pelas reflexões oriundas da minha orientadora e do grupo de estudos promovido pela profa. Dra. Débora Pereira Laurino (FURG), como também procurando ser coerente com os pressupostos teóricos da Biologia do Conhecer, optei em deixar que o tema de investigação fosse definido no fluir de conversações ocorridas no conviver com os meus alunos.

¹² Esse conceito ancora-se na ideia de fluxo, de movimentos, de pistas, de possibilidades que poderão aflorar da relação dinâmica que emerge do fenômeno educativo. No caso dessa pesquisa, diz respeito às atividades que tem potencial para desencadear a aprendizagem matemática em convivência.

Sabemos que cada momento vivido é um instante único, impossível de ser reproduzido na sua totalidade. Por isso, o que está sendo retratado neste texto não contempla, na plenitude, os fenômenos, as situações e/ou contextos que foram vivenciados. Reflete, apenas, o que foi possível apreender desses instantes. Melhor seria se houvesse a possibilidade de expressarmos o que aconteceu através de uma linguagem mais abrangente do que a escrita, pois traduzir em palavras o vivido, às vezes, acaba restringindo a “potência da experiência” (SADE; FERRAZ; ROCHA, 2013).

Também inferimos que, se os “atores” envolvidos nesta pesquisa, assim como o contexto histórico, cultural e social, fossem outros, essa experiência de convivência seria relatada/sentida e, até vivenciada, de outra maneira, com outro olhar, desde outra estrutura ou dinâmica interna. Segundo Maturana (2001a, p. 197), “[...] a estrutura de cada ser vivo é, em cada instante, o resultado do caminho das mudanças estruturais que seguiu a partir de sua estrutura inicial como consequência de suas interações no meio em que lhe coube viver”. Contudo, movidos pela contingência dos fatos e pela temporalidade que todos nós estamos submetidos, foi esse o relato que conseguimos frutificar.

Uma das questões mais inusitadas que esse processo de escrita desencadeou em mim, e que merece destaque, foi perceber, de forma mais evidente, aquilo que Maturana e Dávila (2015) defendem que seja “transformar-se em convivência”. Em outras palavras, enquanto vivia e, posteriormente, narrava a experiência de convivência, atuando como um “observador observando” (MATURANA, 2001a) e deixando emergir as percepções/concepções do fenômeno vivido, também fui, paulatinamente, dando-me conta do que significa “estar junto com o outro”, convivendo em legitimidade, acolhendo e respeitando as diferentes formas de ser e de pensar.

Na perspectiva da Biologia do Conhecer, as pessoas veem e explicam o mundo de formas peculiares e isso não as torna superiores umas das outras. O que dá relevância a uma dada explicação é o critério de validação que o “observador”¹³ adota, sendo que as “proposições explicativas” (MATURANA et al, 2009) são tentativas de mostrar como se manifesta a experiência que se quer referendar. O(a) professor(a) e o aluno, por vezes, têm modos diferentes de ver e de entender o mundo, e nenhum é melhor ou pior que o outro, apenas diferente. Por isso, reconhecer e respeitar a multiplicidade de pontos de vista são ações que enriquecem os processos educativos.

¹³ Para Maturana (2001 a), o *observador* é um indivíduo que consegue discriminar ou especificar algo como uma unidade diferente de si mesmo.

As explicações não são necessárias para nosso viver, porém, se as aceitamos, não são supérfluas porque, ao fazer isso, adotamos o explicado como fundamento do que fazemos, trocando nossos sentires íntimos e, com isso, se transformam no viver que vivemos (MATURANA; DÁVILA, 2015, p. 520, tradução minha).

Nessa visão, os elementos que os seres humanos usam para validar suas ideias não existem independentes do seu agir, querer, pensar e estar no mundo. Isso Maturana (2001) chama de *caminho da objetividade*, que pode ser representado de duas formas: *objetividade-sem-parênteses* ou *objetividade-entre-parênteses*. Tratam-se de trajetórias diferenciadas que repercutem na forma como os indivíduos vão se integrar com o conhecimento, se relacionar consigo mesmo e com o outro, e/ou expressar seus “sentires mais íntimos”.

Sendo cada domínio de explicações definido pelo critério de validação usado pelo observador para aceitar uma reformulação dada da práxis do viver como uma explicação dela, há tantos domínios de explicações como critérios de aceitação para explicações que um observador pode usar em seu escutar. Ao mesmo tempo, e como resultado disso, cada domínio de explicações constitui um domínio de ações (e de afirmações como ações num domínio de descrições) que um observador considera em suas reflexões como ações legítimas para um domínio particular da práxis do viver porque elas estão respaldadas pelas explicações que ele ou ela aceita neste domínio (MATURANA et al, 2009, p. 123).

Melhor dizendo, a realidade é sempre um argumento explicativo, só que na *objetividade-sem-parênteses* “há uma realidade independente do observador, à qual o observador tem um acesso privilegiado que lhe serve para elaborar sua explicação e configura afirmações cognitivas como petições de obediência” (MATURANA, 2001, p. 35). Nessa modalidade de relação humana, aquele que tem uma forma diferente de pensar está errado e tende a ser excluído do grupo, não tendo “vez e voz” para se expressar.

Já, na *objetividade-entre-parênteses*, há tantas realidades quantos domínios explicativos, todos legítimos e, por isso, não há necessidade de julgar, rotular, excluir, discriminar ou subjugar aquele que pensa diferente. Mesmo que a pessoa não concorde com o que o outro diz ou pensa, é possível uma conversa respeitosa, pois, a partir desse encontro, poderá se desenvolver “uma nova crença, um novo pressuposto epistemológico para seu viver, para uma nova forma de ver e agir no mundo, baseado em sua única convicção possível: a da inexistência da ‘realidade’ e da ‘verdade’” (VASCONCELLOS, 2005, p. 04).

Tendo como base as ideias de Maturana et al (2009) sobre explicações científicas, pensamos em ir além de “interpretar os dados”, acolhendo as diferentes percepções/visões de mundo que emergiram do grupo, sintonizando-nos e integrando-nos com o fenômeno vivenciado, a fim de dar sentido à experiência vivida. Foi esse o caminho da tessitura que

escolhemos seguir nesta narrativa, ou seja, cartografar o fenômeno vivido integrando a realidade e a subjetividade dos sujeitos que estiveram envolvidos nesta experiência, visando desvelar “novos universos” nos quais poderíamos habitar, a partir de referências advindas da convivência.

Numa tentativa de enriquecer o relato dessa experiência de convivência, procuramos explicitar os “dizeres”, sentimentos e subjetividades que emergiram durante a pesquisa, entremeados pelos fatos historiográficos e teóricos, as “linhas duras”. Consoante Barros e Kastrup (2015, p. 70), “[...] essas anotações colaboram na produção de dados de uma pesquisa e têm a função de transformar observações e frases captadas na experiência de campo em conhecimento e modos de fazer”. Inferimos que o entrelaçamento da escrita pautada nessas duas vertentes¹⁴ de expressão (objetiva e subjetiva) intencionou dar uma ideia de movimento ao texto, possibilitando ao leitor(a) uma compreensão mais ampla do que foi se sucedendo durante o processo investigativo. Optamos por nomear essa narrativa de *Cartografando Movimentos e Conversações*, numa tentativa de dar fluidez ao vivido, percebido e/ou sentido, pois

[...] como seres humanos existimos no contínuo fluxo de entrelaçamento recursivo de nosso linguagear e nosso emocionar. Neste entrelaçamento, nosso emocionar opera como “pano de fundo” relacional em que surgem nossas coordenações de fazeres em uma dinâmica gerada, instante a instante, sentires íntimos em um fluir de mudanças moduladas recursivamente por nosso viver relacional (MATURANA; DÁVILA, 2015, p. 66, tradução minha).

O texto contempla uma escrita recursiva¹⁵, com movimentos distintos, porém complementares. Ao fazer isso, intencionamos manter todos os elementos que, em geral, constituem uma proposta de pesquisa, só que num formato mais fluído, narrado, permeado pela nossa subjetividade e considerando nosso processo de constituição como investigadoras. A adoção do texto narrativo como forma de registro das experiências vividas também se justifica porque entendemos que conversar é a própria teoria da Biologia do Conhecer operando, na medida em que reverencia a escuta atenta, o acolhimento e a troca de ideias com “respeito e aceitação do outro como legítimo outro em convivência” (MATURANA, 2002).

¹⁴ Essa proposta de escrita teve como inspiração o trabalho desenvolvido por alguns pesquisadores vinculados ao grupo de estudos “Currículo: Espaço em Movimento”, orientado pela profª. Dra. Angélica Vier Munhoz – Universidade do Vale do Taquari (UNIVATES).

¹⁵ Segundo Maturana (2002), a narrativa recursiva é uma forma de linguagem que permite reconhecer o “outro como legítimo outro na convivência”, e não uma simples repetição de palavras organizadas numa dinâmica linear, que nem sempre favorece a construção de um discurso pautado numa interação reflexiva.

A cartografia foi tomada como elemento desencadeador e norteador dessa narrativa, pois inferimos que as “pistas” e os movimentos indicativos no processo cartográfico estão intimamente relacionados às operações internas desencadeadas em cada um dos sujeitos envolvidos nesta pesquisa. Esse método se propõe a acompanhar processos mais do que descrever o “estado das coisas”, investigar a produção de subjetividades e dinâmicas que emergiram durante a realização desta pesquisa, assim como “mapear o coletivo de forças que está na gênese das formas dos fenômenos” (PASSOS; KASTRUP, 2013, p. 392).

Além disso, escolhemos a cartografia como método porque constitui-se numa modalidade de pesquisa que oferece tantos modos específicos de investigar/conhecer, como formas de descrever e estudar determinado fenômeno e, por isso, não tem como ser generalizada. É um método, um processo investigativo que revela indicadores de referência do fenômeno que está sendo cartografado, podendo ser reconstruído e/ou reinventado a cada momento, não ficando refém de procedimentos investigativos já conhecidos. Também, depreendemos que a cartografia favorece a conversação¹⁶, ampliando, assim, a possibilidade de interação, visualização e percepção do caminho percorrido.

O domínio de ação¹⁷ em que se desenvolveu essa pesquisa foi um cenário educativo que escolhemos denominar *Nicho de Aprendizagem Matemática*: um espaço de acoplamento¹⁸ que emergiu da experiência de convivência entre mim, a professora de Matemática e Ciências, e meus alunos. Ou seja, durante os meses de setembro a dezembro de 2017, após liberação da pesquisa pelo Comitê de Ética¹⁹, vivenciamos uma experiência de convivência que possibilitou a exploração e a construção de diferentes conceitos matemáticos, a partir da exploração do Minecraft, um software educativo que foi escolhido de forma coletiva, visando a cocriar experiências relacionadas aos processos de ensinar e aprender matemática.

¹⁶ O termo *conversação* é utilizado por Maturana e Varela (1997) para simbolizar o fluir da linguagem com emoção. Logo, não se trata de uma simples conversa que ocorre entre duas ou mais pessoas; está diretamente ligada às relações humanas, que, por sua vez, estão intrinsecamente vinculadas às emoções.

¹⁷ De acordo com Maturana (2001, p. 128), *domínio de ação* é tudo o que os seres vivos fazem em “qualquer domínio operacional que geramos em nosso discurso, por mais abstrato que ele possa parecer. Assim, pensar é agir no domínio do pensar, andar é agir no domínio do andar, refletir é agir no domínio do refletir, falar é agir no domínio do falar.”

¹⁸ Para Maturana e Varela (1997), *acoplamento* é o mecanismo que está subjacente à transformação do ser e, portanto, desencadeador da aprendizagem.

¹⁹ A fim de dar legitimidade ao processo investigativo, antes de iniciar a pesquisa propriamente dita, o projeto desencadeador dessa investigação foi encaminhado para aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), um colegiado interdisciplinar e independente que existe nas instituições que realizam pesquisas envolvendo seres humanos no Brasil, criado para contribuir com o desenvolvimento da pesquisa dentro dos padrões éticos (Resolução CNS 196/96). Os alunos e seus pais/responsáveis, após terem sido esclarecidos sobre a proposta investigativa, assinaram Termos de Consentimento (em anexo) concordando em participar dessa investigação.

Estes são alguns dos “movimentos” cartografados durante esta pesquisa e que pretendemos narrar nesta Tese. Não temos a pretensão de desconstituir o que já foi ou ainda está sendo feito nas escolas com relação à educação matemática; também não pretendemos indicar o “melhor caminho” a ser seguido, pois como Antônio Machado (2013) escreve no poema *Caminhante* “[...] não há caminho, o caminho se faz ao caminhar.” No fundo, o que almejamos é convidar o(a) leitor(a) a se movimentar conosco por essa experiência de convivência e descobrir que existem outras maneiras de ver/perceber e entender os processos de ensinar e aprender matemática.

2 CARTOGRAFANDO MOVIMENTOS E CONVERSÇÕES DO MEU CONSTITUIR-SE COMO PESQUISADORA ²⁰

Uma história de vida é como uma colcha de retalhos: separadas, as partes não têm muita importância, porém, quando as juntamos, percebemos, com maior clareza, o quanto o todo é significativo, e como esse todo tem relação com as partes e vice-versa. É assim que gostaria de simbolizar como fui me constituindo como ser humano e professora: uma junção de experiências profissionais e pessoais que influenciaram, profundamente, a minha maneira de ver e entender a educação, como também a minha forma de ser e estar no mundo.

A exemplo de Silva e Rios (2018, p. 58), também acredito que:

O conhecimento de si revela a essência da vida, que antes de ser pensada, precisa ser vivida. [...] só podemos compreender a vida se a vivermos intensamente, no movimento da cotidianidade, temporalidade e espontaneidade. É nesse tripé que a ideia de trajetória se fundamenta, visto que se constitui por uma essência de movimentos que a vida nos proporciona e que vão sendo compreendidos na medida em que vamos produzindo sentidos para cada movimento vivido.

Contudo, para que pudesse refletir e ampliar a percepção sobre os “movimentos” ocorridos ao longo de minha vida, primeiramente, foi necessário desvestir-me dos medos, das angústias, dos pré-conceitos e dos julgamentos que “depositei e deixei os outros depositarem” em mim; que estivesse disposta a olhar-me por inteira, contemplando as diferentes dimensões do meu ser; e, finalmente, “aberta” para receber o novo e o inusitado, sem expectativas, apenas me dispondo a ver e entender o mundo sob outra perspectiva. Segundo Maturana e Dávila (2015, p. 518, tradução minha), “refletir é um ato na emoção em que soltamos nossas certezas sobre nossos sentires e saberes, e nos perguntamos se em verdade sabemos o que dizemos que sabemos”.

Durante a minha vida, tive a oportunidade de experienciar muitas situações, algumas agradáveis e outras nem tanto, mas todas significativas e necessárias para o meu crescimento pessoal, espiritual, emocional, cognitivo e profissional. Aliás, não acredito que um aspecto esteja desvinculado do outro, pois entendo o ser humano como um todo, um mosaico, constituído de diferentes dimensões que se inter-relacionam e se complementam. São algumas

²⁰ Neste tópico, manifesto a história da minha “deriva estrutural” (MATURANA, 2001a), ou seja, a trajetória de mudanças que aconteceram e que ainda acontecem no meu ser, na medida em que me permito viver experiências *no* e *com* o meio. Visando a expressar maior autoria à narrativa, escrevo esse tópico na primeira pessoa do singular (quando menciono situações/ideias que dizem respeito a mim) e na primeira pessoa do plural (quando explico pensamentos/ideias oriundas da conversação entre mim e minha orientadora).

dessas experiências de vida, profissionais e pessoais, que pretendo explicitar neste tópico, revelando no que acredito, como fui e estou me constituindo como pessoa, o que tenho defendido como professora e quais contribuições pretendo deixar através desta pesquisa.

Iniciei minha vida acadêmica aos 17 anos, quando comecei a frequentar o curso de Biologia, na Universidade de Caxias do Sul, transferindo-me, logo depois, para o curso de Licenciatura em Ciências por questões de cunho familiar. A opção por essa área do conhecimento deve-se ao fato de sempre ter gostado de estar em contato com a natureza, o que me levou a querer conhecê-la melhor. Após concluir a faculdade, resolvi aceitar o desafio de atuar como professora, ministrando aulas de Ciências e Matemática para alunos do 6º ao 9º ano do Ensino Fundamental, nas redes particular e pública de ensino, em Campo Grande/MS. Uma experiência nova, num lugar com uma cultura diferente daquela que conhecia, possibilitou-me vivenciar múltiplas experiências, tanto pessoais quanto profissionais, que me deixaram muito insegura, sem chão, e isso me levou a abandonar, temporariamente, o magistério.

Alguns anos depois, mais precisamente no ano de 1993, já de volta a Caxias do Sul e mais consciente do que almejava profissionalmente, me propus a implementar uma “escola da natureza” que denominei *Fazendinha*. Esse projeto educativo tinha como principal objetivo auxiliar a desenvolver a consciência ecológica em crianças e adolescentes que frequentavam escolas de Educação Infantil e de Ensino Fundamental, em Caxias do Sul e região Nordeste do Rio Grande do Sul.

Essa experiência me fez entender a beleza e a importância do ato de educar. Ajudou-me a ver sentido nos processos de ensinar e aprender. Pude perceber, entre outras coisas, que o conhecimento emerge com mais facilidade se for possível integrar o todo/parte, o sujeito/objeto, a objetividade/subjetividade. Compreendi que a aprendizagem é um fenômeno mais complexo do que a simples transmissão do saber, pois implica numa “transformação em convivência” (MATURANA; DÁVILA, 2015).

No ano de 1995, concomitantemente ao projeto da *Fazendinha*, assumi a função de professora da Rede Municipal de Ensino de Caxias do Sul, nos anos finais do Ensino Fundamental, na área de Ciências e Matemática, atividade que exerço até hoje. À medida que vivia a experiência da docência, também fui ampliando minhas percepções sobre o que é ser professor(a), tendo como inspiração o amor pelos alunos e pela educação, bem como os conhecimentos construídos na universidade, nos momentos de formação continuada e de troca de experiências com meus colegas docentes.

Considero relevante gostar do que se faz e ter consciência do porquê se está realizando algo, pois saber o que nos mobiliza, por que fazemos o que fazemos e onde almejamos chegar com isso minimiza ações impensadas e incoerentes. Em se tratando da educação, penso que ter essa consciência é fundamental, uma vez que a razão de ser da educação não é apenas “capacitar” os seres humanos a viverem e/ou se adequarem à sociedade. Vai além disso: ela tem a missão de desencadear perturbações que podem levar a tomada de consciência; de transformar, abrir as “fronteiras da mente e do coração”, com vistas a, tanto professor(a) quanto alunos, conceberem a si mesmos e o seu mundo, partilhando, solidariamente, essa experiência (GIRON, 2007).

Atribuir à educação uma finalidade utilitária, destinando-a apenas à “formatação e à adaptação” das pessoas à sociedade é algo muito cruel. “Ainda que represente uma escolha de saberes, de sentidos, de significados, de sensibilidades e de sociabilidades, entre outras, a educação não pode preestabelecer de maneira restrita modelos de pessoas” (BRANDÃO, 2003, p. 21). Nesse sentido, acreditar no valor inerente ao ser humano e na possibilidade de viver e conviver em acoplamento, em legitimidade com o outro, faz diferença na relação que se estabelece entre professor(a) e aluno(a), como também na criação das dinâmicas pedagógicas a serem desenvolvidas em sala de aula.

No ano de 1998, fui convidada para trabalhar na Secretaria Municipal de Educação (SMED) de Caxias do Sul. Foi uma grande honra, mas também uma enorme responsabilidade/desafio estar ajudando a pensar e a implementar políticas educacionais para esse município. Entendo que, quanto maior é a função que ocupamos, maior é o compromisso que assumimos em defender propostas responsáveis e voltadas ao coletivo. Assim como Maturana (2002, p. 84), também acredito que

[...] a tarefa democrática é gerar um conversar no qual o limite da aceitação seja tão amplo que nos envolva a todos num projeto comum, como um desejo básico de convivência que é nosso âmbito de liberdade e nossa referência para nosso agir com responsabilidade social.

O período em que atuei na SMED, como assessora e coordenadora pedagógica, foi um momento muito “rico” para minha constituição, tanto pessoal quanto profissional. A partir dessa experiência de vida, pude perceber o quanto o(a) professor(a) é um agente político, uma vez que, através de sua postura e ação pedagógica, pode contribuir, entre outras coisas, para a construção de uma sociedade mais ou menos cooperativa. Ou seja, na medida em que o(a) professor(a) considera o aluno um coparticipante e cocriador dos processos de ensinar e aprender; desenvolve um planejamento pedagógico que privilegia a construção coletiva do

conhecimento; favorece espaços de conversação, permeados por uma escuta atenta e acolhedora; respeita e aceita diferentes formas de ser/estar/pensar o mundo, também está contribuindo para que a sala de aula seja um espaço para ensinar e aprender a ser solidário, cooperativo e comprometido com a justiça social.

Parafraseando Freire (1987, p. 87): “Educação não transforma o mundo. Educação muda pessoas. Pessoas transformam o mundo”. Como professora, é nisso que acredito e que tenho me empenhado em fazer, pois entendo que a vida é a expressão da interconectividade existente entre tudo e todos. Tendo como inspiração as palavras de Maturana (2002, p. 30), almejo contribuir com uma educação em que os alunos “se aceitam e se respeitam, aceitando e respeitando os outros num espaço de convivência em que os outros os aceitam e respeitam a partir do aceitar-se e respeitar-se a si mesmos”.

Voltando a falar sobre minha “caminhada” acadêmica, no ano de 2002, senti vontade de buscar uma maior qualificação profissional. Então, ingressei na faculdade de Pedagogia – Séries Iniciais e Ensino Médio, na Universidade de Caxias do Sul, almejando compreender melhor a natureza, a finalidade e os processos inerentes à prática educativa. De 2004 a 2005, também fiz a especialização *Formação para a Educação à Distância*, promovida pela Universidade de Caxias do Sul, em que apresentei como Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) um estudo sobre a “Dimensão Afetiva na Educação à Distância”. Nesse momento, já despontava o desejo de pesquisar sobre as diferentes dimensões do aprender.

Como resultado desse estudo, constatei, entre outras coisas, que, na relação educativa, faz diferença professor(a) e aluno se enxergarem como “parceiros de aprendizagem”, isto é, seres humanos plenos de potencialidades a serem desenvolvidas na convivência. Também concluí que a aprendizagem se dá em diferentes tempos, espaços e maneiras. Por isso, é importante que o(a) professor(a) esteja aberto para desenvolver/criar, junto com o aluno, dinâmicas pedagógicas que respeitem as múltiplas formas de ser e aprender; que valorize os momentos de convivência e de conversação pautados no “respeito e aceitação do outro como legítimo outro” (MATURANA, 2002).

No ano de 2006, iniciei o Mestrado em Educação, na Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS). Optei pela linha de pesquisa “Educação, História e Políticas”, pois esse assunto tinha a ver com a minha trajetória profissional como coordenadora e assessora pedagógica da SMED. Minha dissertação objetivou compreender quais foram as ações, os avanços e os limites da política educacional implementada pelo governo da Administração Popular (1997-2004), no município de Caxias do Sul, com relação à formação continuada de professores. Entre outras coisas, esse estudo ampliou a minha percepção de mundo no sentido

de viabilizar um maior discernimento quanto aos assuntos relacionados à educação e à política. Permitiu-me compreender a importância do papel social do(a) professor(a) e como realizá-lo de forma a contribuir para a construção de um mundo cooperativo e criativo. Ampliou meus horizontes cognitivos no tocante às políticas educacionais, bem como sobre suas implicações no contexto local, nacional e mundial. Auxiliou a desenvolver, em mim, uma postura crítica e investigativa diante do mundo, visando a tornar-me mais consciente, responsável e comprometida com a educação.

Após ter concluído o Mestrado, e por ainda estar sedenta em compreender as nuances que permeiam os processos educativos, resolvi fazer a especialização *Neuropsicopedagogia Clínica e Institucional*, organizada pela Faculdade de Tecnologia e Ciências do Norte do Paraná (FATECIE) em conjunto com o Instituto Nacional de Ensino, Pós-graduação e Extensão (INEPE). No princípio, o meu objetivo com esse estudo era compreender a importância e o funcionamento do cérebro humano na realização dos processos neurocognitivos, visando a qualificar minha prática pedagógica. Contudo, essa pós-graduação, aliada a um “olhar” mais atento e reflexivo sobre o trabalho que desenvolvo na escola com crianças/adolescentes com Necessidades Educacionais Especiais (NEE), me fez perceber muito mais do que isso.

Permitiu-me descobrir que aprender é uma experiência pessoal e imprevisível, permeada de nuances que nem sempre são possíveis de serem controladas e/ou mensuradas; possibilitou-me entender que, mesmo considerados “iguais”, somos seres humanos únicos e diferentes uns dos outros, pois pensamos, sentimos e agimos a partir de características biológicas e de contextos sociais específicos. Com isso, não quero dizer que a genética define como o ser humano irá ser ou aprender; muito pelo contrário, acredito que seja apenas um ponto de partida em que determinadas características poderão ser modificadas, ou não, a partir das relações estabelecidas entre o ser vivo e seu *nicho-ecológico*.

Para Maturana e Dávila (2015), nicho-ecológico é aquilo que existe no entorno dos seres vivos, algo que é apreendido para a realização das necessidades do seu viver. Porém, nem tudo o que está no meio externo faz parte do nicho-ecológico de determinado organismo, apenas aquilo que chama sua atenção, que o “perturba” e faz sentido para ele. Logo, o nicho-ecológico não preexiste ao ser que o habita, ele vai emergindo ou sendo construído pelo próprio organismo, num processo de vir-a-ser.

Todas essas oportunidades de estudo mexeram com a minha forma de ver/entender e me relacionar com o mundo e com a educação, pois, através delas, pude reconhecer que a vida é um “presente” muito valioso e que, apesar de nem todos termos as mesmas condições

físicas, cognitivas, econômicas e sociais, somos dignos de respeito e aceitação. Também percebo que essas pesquisas e vivências que experimentei ao longo da minha existência provocaram transformações em minha estrutura, na minha dinâmica de vida, levando-me a desenvolver atitudes mais tolerantes e compreensivas com relação aos meus alunos e às pessoas com quem convivo, ao mesmo tempo em que me permitiram acolher diferentes formas de ser/estar no mundo.

Outro fato importante que ocorreu em minha vida pessoal e profissional foi que, no ano de 2008, comecei a atuar como professora do Ensino Superior, no curso de Pedagogia. Esse era um desejo que já acalentava há bastante tempo, pois considero de grande relevância auxiliar “futuros professores” a compreenderem que seu fazer docente

[...] se constitui no fluir de suas operações, enquanto experiência de suas práticas docentes, ‘no seu viver docente’, de forma recursiva, no qual sua estrutura é constantemente transformada, de modo congruente com suas interações, consigo e com seu entorno. Sendo assim, o ambiente de atuação docente e a dinâmica pedagógica formam uma circunstância para se viver no fazer e, mais que isso, para se refletir sobre o fazer: dessa maneira, em interações recorrentes, os professores, em seu entorno, constituem-se, no sentido de se construírem enquanto vivem suas experiências (SACRAMENTO SOARES, 2018, p. 61).

Pautada na crença de que ser professor(a) constitui-se numa oportunidade de “transformação em convivência” (MATURANA; DÁVILA, 2015), e tendo como prerrogativa as experiências vividas em minha existência, principalmente àquelas relacionadas à formação profissional (continuada e acadêmica), ao exercício docente no Ensino Fundamental (lecionando Matemática e Ciências) e no Ensino Superior (ministrando aulas para o curso de Pedagogia), somado ao desejo de continuar me transformando, ingressei no Doutorado. O impulso, agora, veio no desafio de contribuir com a ressignificação dos processos de ensinar e aprender matemática.

É no sentido de lançar “outros olhares” para a educação matemática, visando a ampliar as possibilidades de desenvolver o raciocínio matemático; perceber a matemática como um conhecimento que é fruto da necessidade de resolver problemas oriundos do cotidiano em diferentes contextos históricos; desmistificá-la como a mais complexa das ciências, dando, assim, sentido e significado ao seu estudo; como também de convidar os professores a refletirem sobre a aprendizagem matemática na perspectiva da Biologia do Conhecer que me propus a vivenciar a experiência de convivência ora cartografada.

3 CONTEXTUALIZANDO ESSA EXPERIÊNCIA DE CONVIVÊNCIA ²¹

O que é ensinar? Desencadear mudanças estruturais, desencadear perturbações. E como fizemos isso? Em coordenações de coordenações de ações. Ou seja, vivendo juntos [...] ensinamo-nos mutuamente, [...] e nos transformamos, em congruência. De maneiras diferentes, porque, claro, temos vidas diferentes, temos diferentes espaços de perguntas, temos experiências distintas, mas nos transformamos juntos [...]. E quem é o professor? Alguém que se aceita como guia na criação desse espaço de convivência. No momento em que eu digo a vocês: “Perguntem” e aceito que vocês me guiem com suas perguntas, eu estou aceitando vocês como professores, no sentido de que vocês me estão mostrando espaços de reflexão onde eu devo ir (MATURANA, 1990).

Tendo como inspiração a fala acima, proferida por Humberto Maturana na aula de encerramento do curso de *Biologia Del Conocer*, na Universidade do Chile, em 1990, aliado ao desejo de compreendermos quais processualidades relacionadas ao ensinar e aprender matemática poderiam emergir da convivência²² entre mim e oito (08) alunos que frequentavam, no ano de 2017, o 8º ano do Ensino Fundamental, numa escola municipal de Caxias do Sul em que sou professora, organizamos um espaço de convivência que escolhemos denominar *Nicho de Aprendizagem Matemática*. Esse cenário educativo estava ancorado em alguns conceitos²³ da Biologia do Conhecer, como: autopoiese, acoplamento, domínio de ação, emergência, complexificação, convivência, conversação, transformação, coordenações de coordenações de ações e recursividade, tendo como principal objetivo desencadear dinâmicas de cocriação de atividades que pudessem favorecer a aprendizagem matemática.

A escolha do tema desta pesquisa não aconteceu de forma espontânea. Ele foi aflorando aos poucos, do redimensionamento de diferentes ideias que foram sendo revisitadas e ampliadas durante a própria investigação, e em decorrência dos vários “olhares” e reflexões oriundas das conversações com a minha orientadora, com os colegas/professores do curso de Doutorado em Educação da Universidade de Caxias do Sul e do grupo de estudo promovido pela profa. Dra. Débora Pereira Laurino, da Universidade Federal do Rio Grande (FURG).

²¹ Esse tópico possui trechos escritos na primeira pessoa do singular (quando são abordadas situações/ideias que dizem respeito a minha pessoa) e na primeira pessoa do plural (quando são explicitadas ideias e decisões oriundas da conversação e da convivência entre mim e minha orientadora).

²² Gostaríamos de ressaltar que nesta de experiência de convivência não houve intervenções/mediações previamente definidas por mim, como ocorre nos processos educativos convencionais. Elas foram emergindo no contexto do conviver, isto é, nasciam do diálogo e do processo vivido em interação com os alunos, objetivando favorecer a aprendizagem matemática.

²³ Esses conceitos estão presentes em, praticamente, toda a literatura que discorre sobre a Biologia do Conhecer. Entretanto, nesta Tese, os pressupostos que dão sustentação a essa teoria foram embasados nas seguintes referências: Maturana e Varela (1997, 2001); Maturana (1990, 1991, 1993, 2001, 2001a, 2002, 2013); Maturana e Rezepka (2000); Maturana et al (2009); Maturana e Dávila (2015).

Logo, a pergunta de pesquisa, que funcionou como fio condutor desse estudo, foi se transformando ao longo do processo investigativo, intencionando qualificar o entendimento sobre o fenômeno vivido.

O aporte teórico e o apoio recebido da minha orientadora, bem como sua escuta e olhar atento, além da parceria mútua que eu e ela estabelecemos em todos os momentos desta “caminhada investigativa”, nos trouxeram serenidade e possibilitaram que nos sentíssemos acolhidas/respeitadas em nossas peculiaridades. A confiança que eu depus em suas contribuições e que ela colocou em meu processo de criação, dando-me total liberdade para estudar algo que fosse fruto de um desejo real e verdadeiro do meu ser, nos fez entender o que, realmente, significa “transformar-se em convivência” (MATURANA; DÁVILA, 2015).

Com o intuito de aprofundar os pressupostos epistemológicos norteadores da Biologia do Conhecer, em janeiro de 2017, fui a Santiago, no Chile, participar de um curso oferecido pela Escola Matríztica²⁴, intitulado *El árbol del vivir: introducción a las conversaciones colaborativas*²⁵, ministrado por Humberto Maturana e Ximena Dávila. Durante essa formação, foi possível perceber o quanto os facilitadores eram coerentes com a teoria que estavam explanando, utilizando-a durante todos os momentos da condução dos encontros, como: na organização do ambiente (os participantes estavam alocados em mesas redondas que favoreciam a interação e a troca de ideias); na realização de dinâmicas, no início e no final dos encontros, que favoreciam o movimento do corpo, o relaxamento da mente e a integração do grupo (meditações, danças e atividades recreativas); na possibilidade que os participantes tinham de expressar sua opinião e/ou questionar os facilitadores, a qualquer momento, reforçando a abordagem sistêmica do ser e o fenômeno como ponto de partida para o processo do conhecer.

Posso dizer que esse foi um dos momentos de transformação mais intensos que já vivi, pois possibilitou-me encontrar sentido para várias questões que afligiam o meu ser, como também provocou inúmeras indagações sobre o que é ser professor(a). Com o intuito de me

²⁴ Esse termo diz respeito a um espaço maternal, o matríztico, como existia nas culturas de Creta, Europa Central, Ásia e Américas, que veneravam a “deusa mãe” como doadora de vida. “Nessas culturas se vivia em coerência com o mundo natural, na espontaneidade do respeito mútuo e de colaboração, modo de viver e conviver que hoje ansiamos pela classe de seres vivos que somos como seres amorosos” (MATURANA; DÁVILA, 2015, p. 22, tradução minha).

²⁵ O enfoque desse curso era explicar os pressupostos teóricos da Biologia-cultural, uma teoria que amplia a visão da Biologia do Conhecer, ao destacar o aspecto cultural de suas ideias. Entretanto, ao considerar que o objetivo desta pesquisa consiste no estabelecimento de relações entre os processos de ensinar e aprender matemática e os conceitos da Biologia do Conhecer, deixaremos para outro momento o aprofundamento do estudo relacionado à Biologia-cultural.

transformar em convivência, coloquei-me aberta para viver o novo, sem expectativas a serem atingidas; disponibilizei-me a fazer uma autorreflexão, isto é, repensar “verdades” (tanto educacionais quanto pessoais) que mantive ao longo da minha vida, e que me oportunizaram ser o que sou hoje; me permiti vivenciar, com legitimidade, tudo o que era dito, abrindo, assim, as diferentes dimensões do meu ser para uma nova experiência de vida.

Naquele momento, e ao longo dessa pesquisa, percebi que, para compreender a essência do que diz a Biologia do Conhecer é importante vivê-la, se deixando “tocar” pelos conceitos que estão explícitos e implícitos na teoria; implica em aceitar o convite para fazer uma transformação de vida, ou seja, olhar o mundo, a si mesmo e as pessoas com “outros olhos”, com um olhar sistêmico. Ao mencionar uma das mais célebres frases de Maturana e Varela (1997), “Viver é conhecer. Conhecer é viver”, reforço que, de certa forma, é isso o que vem ocorrendo comigo desde o momento em que optei por estudar/vivenciar a Biologia do Conhecer. Em outras palavras, o meu ser se transformou, pois

[...] em qualquer modo de viver, o conhecer ocorre no presente acoplamento estrutural de um organismo com a circunstância em que vive como resultado de sua deriva epigênica na conservação de seu viver na unidade ecológica organismo-nicho que integra (MATURANA; DÁVILA, 2015, p. 299, tradução minha).

A busca por ambientes educativos coerentes com as necessidades de uma sociedade globalizada e tecnológica, permeada por incertezas, irregularidades e multiplicidade de formas de ser e viver no mundo, tem me desafiado a querer conhecer/vivenciar diferentes maneiras de entender/perceber o fenômeno educativo. Sempre defendi uma educação que colabore para a construção de uma “nova consciência planetária”²⁶ (MORIN; CIURANA e MOTTA, 2003); que favoreça não só o desenvolvimento da inteligência humana, mas, também, que desenvolva hábitos, valores e atitudes que incentivem a conversação, o acolhimento, a abertura ao novo e ao inusitado, bem como “o respeito e aceitação do outro como legítimo outro em convivência” (MATURANA, 2002). Por isso, decidi vivenciar uma pesquisa que oportunizasse repensar os processos de ensinar e aprender matemática, ancorada numa visão sistêmica²⁷ de mundo.

²⁶ Mesmo que esses autores apresentem a ideia de “consciência planetária” ancorada num contexto que defende uma série de instruções a respeito dos processos educativos, também chamam atenção para uma nova proposta de visão de mundo, permeada pela complexidade existente no universo, uma concepção importante de ser considerada quando pensamos em dinâmicas educativas voltadas para um mundo em constante evolução.

²⁷ O pensamento sistêmico sustenta que “todos os sistemas são organismos vivos, naturais, abertos, revelações desdobradas de totalidades que implicam interações e interdependências de suas partes e estruturas específicas, possuindo uma natureza intrinsecamente dinâmica” (MORAES, 1997, p. 74).

O pensamento cartesiano, que simboliza uma visão mais objetiva/racional do universo “é caracterizado pela predominância de uma excessiva racionalidade em detrimento de outras dimensões do ser humano” (MORAES, 2003, p. 23). Esse olhar foi importante para o avanço científico e tecnológico da humanidade, no entanto acabou fortalecendo um sistema educacional cujas práticas não estão focadas na curiosidade, no desejo em aprender, na autonomia, no questionamento, na investigação, na conversação e na liberdade de expressão, mas, sim, na automatização e na fragmentação de ideias.

A opção por tomar a Biologia do Conhecer como referencial teórico, deve-se ao fato de que essa teoria considera que o conhecimento aflora da relação dinâmica estabelecida entre o ser vivo e seu nicho-ecológico (MATURANA; DAVILA, 2015), através de um movimento contínuo de mudanças estruturais que poderão ser desencadeadas, ou não, como resultado da convivência. Logo, ela transpõe a ideia de que a aprendizagem é algo que acontece só porque o(a) professor(a) transmitiu/explicou determinado conteúdo ou realizou certa atividade, propondo o rompimento da visão tradicional e “assistencialista” do ensino, em que, para aprender, alguém precisa ensinar. Dito de outra forma, esse arcabouço teórico propõe uma ruptura paradigmática e epistemológica com relação às práticas pedagógicas convencionais, enfatizando que:

[...] o modo tradicional de abordar o ato cognitivo tem a ver com a indicação de algo externo. Esse modo tradicional tem que ser totalmente questionado: é preciso procurar um espaço explicativo distinto, porque esse modo tradicional não se pode sustentar. E não pode se sustentar, simplesmente porque não funciona (MATURANA, 2001, p. 24).

Diante disso, inferimos que a Biologia do Conhecer é uma teoria que fornece alternativas metodológicas para criação de espaços de convivência onde a aprendizagem surja como consequência do conviver, a partir de movimentos autopoiéticos, em ambientes em que tanto o(a) professor(a) quanto os alunos possam agir e se perceber como “parceiros de aprendizagem”²⁸. Ou seja, o ensinar e o aprender, relacionado ao conhecer, vão acontecendo numa emergência, vão surgindo do processo, da dinâmica vivida, podendo desencadear modificações estruturais nos organismos, através do acoplamento e da convivência, por meio

²⁸ Dizemos que professor(a) e alunos são “parceiros de aprendizagem” quando estão em acoplamento, convivendo em legitimidade, por meio de movimentos de coordenações de ações recursivas, permeados pelo “respeito e aceitação do outro como legítimo outro em convivência” (MATURANA, 2002).

um processo de complexificação²⁹ que sempre acontece em congruência com o meio (nicho-ecológico).

O tópico a seguir se propõe a explicitar em quais preceitos teóricos se ancora a teoria da Biologia do Conhecer, visando a favorecer uma compreensão mais ampliada acerca da influência desta Teoria na educação.

3.1 MOVIMENTOS TEÓRICOS SOBRE A BIOLOGIA DO CONHECER

A Biologia do Conhecer é uma teoria alicerçada nas ideias da complexidade³⁰, desenvolvida por Humberto Maturana³¹ e Francisco Varela³², que tem como pressuposto básico o conhecer como um fenômeno biológico que emerge junto com a ação. Trata-se do “giro ontológico da modernidade” (PELLANDA, 2009), ou seja, do surgimento de uma nova tendência histórica e cultural que propõe uma forma ampliada de ver/perceber o mundo.

Nessa abordagem da realidade, não se trabalha com a hipótese de um mundo objetivo lá fora a ser captado e representado pelo sujeito, mas esse mundo depende de sua participação dinâmica nele em termos de auto-organização, autoexperimentação e ação (PELLANDA, 2009, p. 30).

O arcabouço teórico da Biologia do Conhecer está fortemente ancorado nas tendências científicas da *Segunda Cibernética*, cuja proposta preconiza que os sistemas são fechados para a informação e abertos para os fluxos de energia (PELLANDA, 2009). A Cibernética³³

²⁹ *Complexificação* é um termo utilizado por Maturana et al (2009), ao se referir às coordenações de coordenações de ações recursivas. É o “observador observando a si mesmo”, refletindo e tomando consciência sobre o seu atuar e, ao fazer isso, vai desenvolvendo movimentos recursivos que estão relacionados à transformação do seu agir.

³⁰ Não pretendemos, nesta Tese, ampliar os estudos relativos à complexidade. No entanto, para uma melhor compreensão sobre esse assunto, sugerimos a leitura do livro: “Viver/conhecer na perspectiva da complexidade: experiências de pesquisa” (PELLANDA; BOETTCHER; PINTO, 2017), onde as autoras refletem sobre diferentes temas relacionados à complexidade.

³¹ Humberto Maturana Romesin nasceu em Santiago do Chile, em 1928. Estudou Medicina no Chile e Biologia na Inglaterra e Estados Unidos, doutorando-se em Biologia na Universidade de Harvard. Seu interesse de estudo se orienta para a compreensão do ser vivo e do funcionamento do sistema nervoso, como também para a extensão desse entendimento ao âmbito social humano (teoria da Biologia-cultural).

³² Francisco Varela era chileno, biólogo e PhD por Harvard. Estudou Biologia na Universidade do Chile, sendo Maturana o seu mestre e parceiro nos estudos relacionados às bases biológicas do conhecimento. Em seus últimos anos de vida, ocupou-se da investigação sobre os fundamentos biológicos da consciência. Faleceu no ano 2000, aos 54 anos de idade.

³³ A Cibernética é uma ciência que estuda as comunicações e o sistema de funcionamento dos organismos vivos e máquinas em geral; pauta-se no princípio retroativo (não só a causa age sobre o efeito, mas o efeito retroage de maneira informacional sobre a causa, permitindo a autonomia organizacional do sistema), objetivando romper com o fenômeno de causalidade linear.

expandiu-se, principalmente, pelos estudos do cientista austríaco-americano Heinz von Foerster (1911-2002), relacionados à *Biocibernética* ou *Cibernética de Segunda Ordem*, a qual atestou que a observação do cientista está diretamente relacionada às condições de sua própria estrutura.

Dessa forma, Foerster ajudou a conceber os fundamentos lógico-biológicos de uma Teoria do Observador, tornando inevitável o reconhecimento da construção intersubjetiva³⁴ da realidade (VASCONCELLOS, 2005). Conceitos como pensamento não-linear e em rede, recursividade, trabalho interno do sistema e princípio de auto-organização estão embasados na Segunda Cibernética e são bastante significativos para a constituição dos pressupostos que dão sustentação à teoria da Biologia do Conhecer, assim como as ideias de probabilidade e irreversibilidade propostas por Ilya Prigogine.

Prigogine (2002) sustenta que o mundo surge da combinação entre “ordem e desordem”, e que os sistemas (conjunto de elementos interdependentes que interagem com objetivos comuns formando o todo), quando perturbados, tendem a se modificar, alterando, de forma inesperada e imprecisa, o comportamento dos seus integrantes. Por esse ângulo, o universo passa a ser visto como um sistema vivo e ativo, em que diferentes organizações (social, política, familiar, escolar), sem ordem de prioridade ou importância, se encontram em constante sincronia e interdependência. “Os sistemas vivos, como complexos organizacionais abertos, refletem sua interação com o meio ambiente, com o qual as estruturas dissipativas estão trocando constantemente energia, mantendo assim um fluxo dinâmico e infundável.” (MORAES, 1997, p. 65).

Logo, situações que afloram a partir do “efetivo atuar no sistema” (PELLANDA, 2009, p. 24) não estão, necessariamente, presentes em momentos anteriores; elas emergem *do* e *no* sistema. De acordo com Pellanda e Gustsack (2015, p. 230), “emergência é uma palavra-chave do pensamento complexo porque as coisas não estão prontas num universo em construção e o ruído/perturbações obrigam os organismos a se auto-organizarem a partir do ruído.” Ou seja, as mudanças que acontecem no ser vivo dependem da auto-organização do próprio ser, uma vez que aquilo que vem do exterior não determina o que acontece no seu interior, apenas o perturba, “disparando processos que são autônomos e homeostáticos, ou seja, autorreguladores” (PELLANDA, 2009, p. 25).

³⁴ De acordo com Vasconcellos (2005, p. 03), a construção intersubjetiva considera a “inexistência da realidade independente do observador e a inevitável impossibilidade – devido à forma como somos biologicamente constituídos – de fazermos afirmações objetivas sobre o mundo e sobre o observador como parte desse mundo.”

O conceito de *auto-organização*³⁵, proposto por Ilya Prigogine, é bastante significativo para a Biologia do Conhecer. Segundo Maturana e Varela (1997), a capacidade de auto-organização constitui-se numa característica fundamental de um sistema vivo, pois é o que o permite produzir seus próprios componentes, a partir das relações que estabelece consigo mesmo e com o meio em que está inserido; é a condição que lhe possibilita a autoprodução e a adaptação³⁶ às condições em que se encontra.

Consoante Moraes (2001), o conceito de auto-organização possui um caráter aberto, isto é, desenvolve-se num processo de sucessão ecológica em que uma etapa prepara a seguinte, conferindo-lhe, assim, um caráter recursivo; implica em autonomia, que é uma característica importante dos sistemas vivos, pois é gerada por tudo aquilo que a organização internaliza ou armazena em sua estrutura; como também resulta da emergência espontânea de novas estruturas e condutas que surgem em contextos não estáveis.

Contudo, a auto-organização se mantém somente enquanto o ser vivo está estruturalmente acoplado ao meio, pois tanto o organismo quanto o seu entorno vão mudando juntos, em congruência, de modo que não é aleatório o fato de um sistema ter determinada configuração. Maturana (2001, p. 81) denomina esse fenômeno de *deriva estrutural* e o define como uma “história de mudança estrutural de um organismo em interações com o meio”. Em outras palavras, “organismo e meio vão sempre juntos. O que se produz aqui é uma história de mudança estrutural do organismo e uma história de mudança estrutural do meio, que são congruentes” (Ibidem, p. 80).

Diante do exposto, inferimos que a vida não tem sentido fora de si mesma e que as mudanças estruturais que acontecem nos seres vivos não são determinadas pelas ocorrências do meio, mas são circunstanciais a elas. Ou seja, o entorno pode suscitar modificações elementares nos seres vivos, assim como os seres vivos podem desencadear alterações no meio, pois “[...] a vida é uma deriva de mudança estrutural contingente com nossas interações. E, como resultado disso, a cada instante nos encontramos em correspondência com o meio” (MATURANA, 2001, p. 81).

³⁵ Prigogine (2002) diz que a *auto-organização* consiste num processo de desenvolvimento em que um ser vivo depende de um sistema que constrói e reconstrói a sua autonomia, na medida em que este interage com o meio em busca de energia; reforça que essa auto-organização somente ocorre mediante perturbações/desafios que estimulam esse ser vivo a reagir ao ambiente e vice-versa. Logo, o princípio da auto-organização traz a noção de não-linearidade e a presença do aleatório ao viver, rompendo com determinismo genômico, ou seja, com a ideia de que tudo que ocorre nos organismos vivos é decorrência da organização genética.

³⁶ Nesse contexto, a palavra *adaptação* refere-se a “uma adaptação ativa, dinâmica e criativa como condição para que os sistemas vivos continuem evoluindo” (MORAES, 2003, p. 28); reflete um movimento criativo de acoplamento dinâmico em que organismo e meio mudam de forma congruente, a partir da convivência.

Logo, não é o fluir da matéria ou energia, nem um componente particular com propriedades especiais que faz e/ou define o ser vivo. Ele existe na dinâmica de uma “rede de transformações e de produções moleculares” (MATURANA; VARELA, 1997), de tal maneira que todas as moléculas, produzidas e transformadas no operar dessa rede, fazem parte dela. Assim, não é pertinente dizer que um ser vivo é um conjunto de moléculas, mas fruto de uma dinâmica molecular; um processo que acontece como unidade separada e singular, resultante *do* e *no* suceder, em um conjunto de interações e relações que o especificam e o configuram como uma rede fechada de trocas e sínteses moleculares, produzindo as mesmas classes de moléculas que o constituem (MATURANA; VARELA, 1997).

Ainda de acordo com Maturana e Varela (1997), o ser vivo gera essa “rede” que o concebeu/transformou por meio de um processo denominado *autopoiese*, uma “palavra que procede de dois vocábulos gregos: *auto* – por si – e *poieses* – produção, simbolizando a ideia de autoprodução dos seres vivos” (PELLANDA, 2009, p. 23). O processo autopoietico explicita os limites e a extensão desta “rede”, de maneira que fica dinamicamente fechada em si mesma, formando um ser molecular separado e que surge independentemente do meio que o constituiu. Esse fluxo de moléculas, ao incorporar-se na dinâmica da “rede”, passa a ser integrante dela; porém, ao não participar mais dessa dinâmica, também deixa de ser componente, passando a fazer parte do meio em que o ser vivo está inserido.

O conceito de autopoiese ocupa um lugar privilegiado na teoria da Biologia do Conhecer, sendo, por vezes, utilizado como seu sinônimo. Pressupõe que os organismos vivos são sistemas fechados para a informação, devido à própria anatomia do cérebro, mas também abertos, por estabelecerem uma relação direta com o meio (através dos músculos e órgãos sensoriais). Desse modo, autonomia e dependência deixam de ser consideradas ideias opostas, pois, nesse contexto, uma complementa a outra. “Uma constrói a outra e por ela é construída, numa dinâmica circular [...]. Não há hierarquia nem separação, mas sim cooperatividade na circularidade” (MATURANA; VARELA, 2001, p. 14).

Para a Biologia do Conhecer, não existe um mundo externo independente da ação do sujeito; ele emerge com o seu agir. É a “estrutura do ser vivo, entendido como um sistema formado por componentes, que determina seu espaço de existência, um espaço no qual ele opera em rede, enquanto unidade composta [...]” (SACRAMENTO SOARES; RECH, 2009, p. 148). Em outras palavras, os seres vivos estão organizados de tal maneira que o reflexo de suas relações com o meio onde vivem produz, repetidamente, os mesmos componentes que os mantêm vivos.

Nessa perspectiva, o conceito de *nicho-ecológico* tem grande importância, uma vez que é o espaço onde o ser vivo se realiza como entidade autopoietica; é a zona relacional entre o organismo e o meio, local onde ocorrem as trocas energéticas, materiais e informacionais, nos mais diferentes níveis. Isso esclarece porque qualquer sistema vivo somente pode ser compreendido na sua relação com o meio, o que é, também, parte dele próprio, já que constitui o seu entorno, as circunstâncias que o envolvem e os fluxos que o nutrem.

É a partir desses e de outros conceitos que dão sustentação à teoria da Biologia do Conhecer, bem como do cartografar dessa experiência de convivência, que propomos a *Pedagogia do Conviver*, uma concepção de educação ancorada em processos de transformação do sujeito, por meio da convivência, da conversação e do acoplamento com legitimidade. É uma proposta educativa pautada no respeito e na aceitação mútua, na atuação focada no cooperar e no compartilhar com recursividade, num movimento que ultrapassa o controle e o julgamento, e que potencializa a inteireza do ser, o autoconhecimento, a complexificação e a autoprodução.

Nos tópicos subsequentes serão narradas as vivências e as experiências que nos possibilitaram inferir os pressupostos norteadores da Pedagogia do Conviver.

4 CONTEXTUALIZANDO O NICHU DE APRENDIZAGEM MATEMÁTICA QUE EMERGIU DESSA EXPERIÊNCIA DE CONVIVÊNCIA³⁷

O foco do estudo que eu e meus alunos nos propomos vivenciar, a partir dessa experiência de convivência, foi o mapeamento e a compreensão do que poderia acontecer num *Nicho de Aprendizagem Matemática*, entendido, aqui, como um espaço dinâmico que vai se modificando no fluir dos movimentos de acoplamento, de recursividade, de convivência, de emergência, de transformação e de coordenações de coordenações de ações³⁸, permeado pelas experiências de aprendizagem matemática que emergiram da exploração do Minecraft.

O conceito de *Nicho* foi utilizado tendo com inspiração as ideias apresentadas por Maturana e Dávila (2015), que olham para o sujeito imerso em seu contexto; argumentam que todo ser vivo está inserido num nicho-ecológico que vai emergindo em congruência com o organismo que o habita, num processo de vir-a-ser. No caso desta pesquisa, nicho é esse sistema formado por mim e pelos meus alunos, em interação com os conhecimentos matemáticos, com o Minecraft, com os sentimentos, os questionamentos, as dúvidas, as curiosidades, as ansiedades, os desejos, os saberes, as expectativas e as dinâmicas pedagógicas que afloraram da convivência.

Considerando a dinamicidade do fenômeno estudado, escolhemos utilizar como método a *cartografia*, uma vez que a mesma é coerente com os movimentos que vão surgindo no processo. Além disso, está intimamente ligada às concepções expressas, tanto no problema de pesquisa quanto no referencial teórico desta Tese, permitindo que “a atividade de ensinar seja vista por outros ângulos [...]” (BARROS; BARROS, 2013, p. 386).

No intuito de favorecer uma melhor compreensão sobre os pressupostos teóricos que dão sustentação a esse método, optamos por apresentar o tópico a seguir.

4.1 MOVIMENTOS TEÓRICOS SOBRE A CARTOGRAFIA

³⁷ Para dar um sentido de coautoria na redação dessa experiência de convivência, em alguns momentos, esse tópico será escrito na primeira pessoa plural, visando a explicitar decisões tomadas em momentos de conversação e convivência entre mim e os estudantes-pesquisadores, com contribuições da minha orientadora.

³⁸ Consiste num movimento recursivo que ocorre *no* e *com* o ser vivo, em congruência com o meio, de onde emergem novos elementos a cada ação realizada.

A cartografia tem como finalidade “desenvolver práticas de acompanhamento de processos inventivos e de produção de subjetividades” (BARROS; KASTRUP, 2015, p. 56), ao contrário do que pressupõe as experiências investigativas convencionais. Melhor dizendo, a pesquisa cartográfica não visa a isolar o objeto de suas articulações históricas, nem de suas múltiplas conexões com o mundo, pois parte da ideia de que sempre existe uma trajetória de vida em curso quando se inicia uma investigação. Devido a isso, Barros e Kastrup (2015) especificam que cartografar é acompanhar processos, entendido aqui como um conjunto de movimentos contínuos e interconectados que vão delineando a pesquisa no decorrer do seu percurso.

A cartografia é considerada um método de pesquisa-intervenção, uma vez que é através da vivência que os fenômenos emergem. A ação investigativa não ocorre apenas como uma “representação” da realidade, como um objeto estático a ser interpretado e que oferece “verdades ocultas” esperando para serem desveladas; constitui-se, outrossim, como uma possibilidade criativa de mostrar elementos a serem experimentados, criados, recriados e redimensionados durante toda a pesquisa.

A cartografia como estratégia metodológica insurge justamente da necessidade de métodos que não apresentem somente os resultados finais da pesquisa, desconsiderando os processos pelos quais a mesma passou até chegar à sua instância final, mas que acompanhem seu percurso construtivo sempre em movimento e o percebam como algo incompleto, transitório e que multiplica as possibilidades ao invés de restringi-las (OLIVEIRA; MOSSI, 2014, p. 191).

Elegemos a cartografia como método de investigação desta Tese também para ser coerente com a concepção de Nicho de Aprendizagem construída com base na ideia de convivência (professada pela teoria da Biologia do Conhecer), onde cartografar um fenômeno permite que a metodologia vá surgindo e se transformando no processo de pesquisa, articulada às ideias/concepções do(a) próprio(a) pesquisador(a). No caso desta experiência de convivência, a cartografia foi sendo entrelaçada/tecida a partir da minha percepção e dos alunos, acerca do fenômeno (con)vivido.

Corroborando, Costa (2014, p. 67) explicita que a cartografia é uma prática de pesquisa que “está ligada a um exercício ativo de operação sobre o mundo, não somente de verificação, levantamento ou interpretação de dados”. Logo, não há como dizer que se “constrói dados” na cartografia, pois eles surgem do encontro, emergem no decorrer da

própria pesquisa, a partir de seus “entrecampos”³⁹. Ao cartografar, o(a) pesquisador(a) está vivenciando e experimentando, a todo o momento, situações e singularidades implicadas no próprio movimento da pesquisa. Essa peculiaridade faz com que a cartografia seja vista como “uma prática investigativa que, ao invés de buscar um resultado ou conclusão, procura acompanhar o processo” (COSTA, 2014, p. 70), deixando vir à tona os sentimentos, pensamentos e outras situações inusitadas que fazem parte do contexto investigativo.

Segundo Barros e Barros (2013, p. 388), “interpretar” os fatos na perspectiva cartográfica é “sustentar um *ethos* analítico específico, permitindo que a pesquisa se volte para si mesma e se interrogue acerca da implicação e da participação, levando à problematização e ao reposicionamento do lugar dos participantes”. Ou seja, a “interpretação dos dados” não é um momento que acontece apenas no final do percurso investigativo como pressupõe as pesquisas convencionais. Ela acompanha todo o processo investigativo, permitindo que a compreensão inicial dos fenômenos estudados passe por transformações no decorrer da própria pesquisa.

Nesse sentido, cartografar é uma experiência de singularidade, uma possibilidade de olhar para o fenômeno com cuidado e respeito, mas, também, com uma postura crítica e poética; é um processo de subjetivação, um modo de existência de certa realidade, referenciada pelos envolvidos no processo, no momento vivido, em um certo aqui e agora. Cartografar é mapear, fazer mapas “sem uso da borracha”, pois não tem como apagar ou passar a limpo o fenômeno vivido. Consiste em simbolizar processos de subjetivação em que nos permitimos inventar/cocriar com a vida, deixando emergir um pouco de nós mesmos, ao expressarmos certas trajetórias.

O método cartográfico tem como base conceitual, prioritariamente, a filosofia de Gilles Deleuze e Félix Guattari, explicitada no livro *Mil Platôs* (DELEUZE; GUATTARI, 1995). Esses autores indicam que a cartografia consiste numa dinâmica que busca acompanhar processos, investigar movimentos e mapear percursos, de forma a compor uma rede ou rizoma⁴⁰. Apresenta-se como uma alternativa aos constantes movimentos de

³⁹ De acordo com Maraschin e Farias (2014, p. 61), *entrecampo* é um espaço “entre” que pode ser “tanto aquilo que em uma ‘pesquisa intervenção’ é experimentado como coletivo sem perder sua singularidade; pode ser um espaço ‘entre’ - vazio que não consegue ser nomeado, mas que vai sendo transformado, incorporado ao longo do processo de diferentes maneiras; pode, ainda, ser um objeto, uma pergunta que retoma ou é continuamente refeita, agenciando distintas configurações ao pesquisar e ao intervir”.

⁴⁰ Deleuze e Guattari (1995) estabelecem como conceito norteador da cartografia o *rizoma*, caracterizado como uma rede de conexões em que todos os pontos se conectam entre si, sem começo ou fim, numa relação multidirecional.

transformação que vivemos na atualidade, em que os aspectos como subjetividade, incerteza, imprecisão e descontinuidade ganham força.

Nessa multiplicidade, realizar uma pesquisa e enfrentar seu caos não significa pensar historicamente no sentido de narrar os acontecimentos ou de adotar um método tal qual definido pelas ciências naturais para se chegar a um fim concreto ou a uma verdade absoluta, mas é pensar geograficamente, ou seja, o método de pesquisa como uma paisagem que muda a cada momento e de forma alguma é estático (AGUIAR, 2010, p. 02).

Em outras palavras, a cartografia se insere num contexto diferente de ver, entender, perceber e pesquisar o mundo; emerge das singularidades de cada fenômeno, assim como da subjetividade do(a) pesquisador(a). Consiste numa “experiência para vivenciar e habitar um território em comum” (MARASCHIN; FARIAS, 2014, p. 65) e isso implica em “entrar no domínio de ação e se deixar levar”. Constitui-se numa forma de pesquisa que oferece tantos modos específicos de investigar/conhecer, como dinâmicas para estudar e compreender determinado contexto; é um método que possibilita ser reconstruído, fabricado e/ou reinventado a cada pesquisa, não ficando refém de procedimentos investigativos já conhecidos.

A cartografia também permite ao pesquisador(a) experienciar o domínio de ação (território que está sendo investigado) e ir sendo tocado/modificado por ele; ou seja, reconhece a subjetividade do cartógrafo como forma de ampliar o entendimento sobre o fenômeno e o desenvolvimento da pesquisa. “O que se visa não é falar da experiência, mas falar de dentro dela. Em outras palavras, deixar falar a experiência que nos atravessa.” (PASSOS; KASTRUP, 2013, p. 402). Esse método integra o cartógrafo no processo, no sentido dele estar implicado, diferentemente dos caminhos da investigação convencional, em que o(a) pesquisador(a) estabelece uma relação de verticalização com a pesquisa, se colocando “fora” do seu domínio de ação.

Consoante Barros e Kastrup (2015), para desenvolver uma pesquisa cartográfica é importante que o(a) pesquisador(a) esteja aberto e disponível para vivenciar diferentes experiências, sem expectativas e preferências, apenas entregue ao que surge. Complementam dizendo que “essa atitude, que nem sempre é fácil no início, só pode ser produzida através da prática continuada do método da cartografia e não pode ser aprendida nos livros” (Ibidem, p. 58). Nesse sentido, foi relevante que eu, na qualidade de pesquisadora, também fizesse parte do contexto da pesquisa (no caso, como professora), acompanhando o processo e integrando o

“domínio de ação a ser desvelado”, ao mesmo tempo em que permitia me abrir para uma dimensão coletiva de construção do conhecimento.

Por meio do cartografar desta experiência de convivência, intencionamos explicitar a “rede de forças” com a qual o fenômeno estudado encontrava-se conectado, visando a dar conta de suas processualidades e desmistificando fórmulas investigativas prontas e pré-determinadas. A compreensão de um “dado cartográfico” ultrapassa a mera “coleta e interpretação dos fatos”, procedimento utilizado nos métodos convencionais de investigação. “Ao promover intervenção, o processo de pesquisa faz emergir realidades que não estavam ‘dadas’, à espera de uma observação” (BARROS; BARROS, 2013, p. 374), revelando uma simbiose entre a objetividade e a subjetividade do fenômeno investigado.

A possibilidade de estar interagindo com meus alunos, como professora e pesquisadora, influenciou, diretamente, no desenvolvimento desta pesquisa, uma vez que, na cartografia, o(a) próprio(a) pesquisador(a) “interfere” no fenômeno investigado e é “afetado” (SPINOZA, 2009) por ele. Ou seja: as forças que constituem a relação investigador-domínio de ação estão intrinsecamente relacionadas, num movimento de cocriação. Conforme salienta Maraschin e Farias (2014, p. 66), “tanto o pesquisador quanto sua proposta produzem efeitos nos sujeitos que denominamos participantes da pesquisa, assim como as suas formas de acolhimento repercutem sobre a pesquisa, modificando-a”.

Sendo assim, inferimos que cartografar é uma forma de investigar em que o(a) pesquisador(a) atua em acoplamento com o fenômeno que está sendo cartografado, na medida em que se coloca em movimento e aceita fazer parte da história; se permite acolher as “forças do devir” (vir-a-ser), transformando/redimensionando o trajeto vivido ao viver o fenômeno. Melhor dizendo, na cartografia, tanto o “observador quanto o fenômeno observado”, não se sustentam isoladamente; o fenômeno só se manifesta na coexistência, na coparticipação, pois ambos estão imbricados. São “parte da experiência a ser pesquisada, que comporta tanto subjetividade quanto objetividade, sem separação nem primazia entre esses aspectos da experiência” (BARROS; BARROS, 2013, p. 380).

4.2 MOVIMENTOS DA TESSITURA METODOLÓGICA RELACIONADOS A ESSE NICHU DE APRENDIZAGEM MATEMÁTICA

No método cartográfico, o processo de cartografar não começa quando o(a) pesquisador(a) “vai a campo obter os dados de pesquisa”, como preconizam as pesquisas convencionais, pois não reconhece que existam informações *a priori*. Inicia-se desde a

escolha do tema a ser estudado, do local e dos sujeitos que irão participar da experiência investigativa, da criação dos espaços que propiciam a convivência do grupo (territórios), das intenções que norteiam o(a) pesquisador(a) e que se manifestam ao longo da pesquisa. No caso dessa experiência de convivência, o cartografar foi surgindo em consonância com o que emergia *do e no* grupo, na medida em que eu e meus alunos íamos tomando contato com os fenômenos a serem cartografados, no fluir da convivência.

O território⁴¹ de pesquisa, isto é, os diferentes domínios de ação no qual se desenvolveu esse cartografar, teve como cenário o espaço da sala de aula e toda a experiência vivida entre mim e meus alunos. Mobilizados pelo desejo de aprender matemática juntos, nos permitimos vivenciar uma experiência de convivência que se estendeu de setembro a dezembro de 2017, em algumas aulas de matemática⁴² nas quais sou a docente. Durante esse período, cartografamos o fluir do nosso convívio, com especial destaque para os processos de ensinar e aprender matemática que emergiram das atividades⁴³ cocriadas no grupo.

Dessa forma, inferimos que a convivência foi a mola propulsora que viabilizou o desenrolar dessa experiência, pois foi dela que emergiram as decisões sobre os caminhos a percorrer. Melhor dizendo, ao conviver, eu e meus alunos aceitamos compartilhar ideias, emoções e percepções sobre os conceitos matemáticos, além de cocriar dinâmicas pedagógicas que desencadearam o comprometimento, a responsabilização e a coautoria com relação aos processos de ensinar e aprender matemática.

Isso foi sendo percebido durante o percurso, ficando mais evidente na última semana de aula, quando perguntei aos estudantes-pesquisadores se gostariam de dar continuidade a nossa experiência de convivência ou ver um filme que seria apresentado na aula de Arte. De imediato, um dos alunos⁴⁴ se manifestou dizendo: “Gente, agora que viemos até aqui, vamos concluir esse trabalho, que é nosso” (Le). Inspirado nessa fala, o grupo optou em prosseguir realizando as atividades relacionadas a essa pesquisa ao invés de assistir ao filme. Diante disso, inferimos que, quando professor(a) e alunos se veem como “parceiros de

⁴¹ Para ser coerente com o método cartográfico, utilizaremos a palavra “território” para significar o que em geral é denominado como *corpus* de pesquisa.

⁴² No início, pretendíamos utilizar apenas uma hora-aula por semana para realização da pesquisa. Porém, devido aos processos de cocriação que emergiram no grupo e do interesse dos alunos em dar continuidade a essas atividades, foram destinadas de 2 a 3 horas-aula por semana.

⁴³ É possível que as atividades pedagógicas concebidas nesse Nicho de Aprendizagem Matemática não tenham sido as mais oportunas para enriquecer os temas em estudo. No entanto, por terem emergido da convivência, foram acolhidas e desenvolvidas, visando a atender os interesses e as necessidades do grupo.

⁴⁴ Os estudantes-pesquisadores serão identificados em suas falas, pela letra inicial do seu nome; quando houver dois nomes iniciando com a mesma letra, utilizaremos a vogal imediatamente posterior relativa ao seu nome.

aprendizagem”, ou seja, estão acoplados, convivendo em legitimidade, cocriando e compartilhando “sentires e saberes”, os processos de ensinar e aprender assumem outro sentido: de coresponsabilização, de cooperação e de cocriação pedagógica.

Numa relação de cumplicidade e parceria pedagógica não existe competição, disputa ou julgamento, pois cada um ocupa seu lugar sustentando movimentos de transformação e de emergência de novos saberes. Quando professor(a) e alunos constroem uma relação pautada na cooperação, no “respeito e aceitação do outro como legítimo outro em convivência” (MATURANA, 2002), sentem-se mais livres e confiantes para ser quem são, falar o que pensam e agir com espontaneidade. As ideias tendem a fluir melhor porque o ambiente fica mais tranquilo, harmonioso e acolhedor, contribuindo para que a aprendizagem ocorra mais facilmente.

A aceitação do outro como um legítimo outro não é um sentimento, é um modo de atuar. Se atuo de modo que um observador possa dizer que o aceito, a aceitação se dá; mas se não o faço, a aceitação não se dá (MATURANA, 2002, p. 66).

Com o propósito de cartografar os movimentos e as conversações ocorridas nesse Nicho de Aprendizagem Matemática, optamos em dar especial atenção àquilo que Kastrup (2007) chama de “funcionamento e atenção no trabalho do cartógrafo”. São elencados pela autora quatro movimentos da atenção cartográfica: *rastreio*, *toque*, *pouso* e *reconhecimento atento*; “pistas” que ajudam o cartógrafo a compreender qual poderia ser a sua ação frente ao contexto pesquisado. De forma sucinta, destacamos as seguintes considerações sobre cada um dos movimentos cartográficos.

O *rastreio* constitui-se numa varredura inicial realizada no domínio de ação, no qual é possível fazer investigações para a sondagem do cenário onde se realiza a pesquisa; manifesta-se por uma atenção “aberta” e sem foco, visando a acompanhar os movimentos contínuos da experiência vivida. “Como uma antena parabólica, a atenção do cartógrafo realiza uma exploração assistemática do terreno, com movimentos mais ou menos aleatórios de passe e repasse, sem grande preocupação com possíveis redundâncias” (KASTRUP, 2007, p. 19). O movimento de *rastreio* ocorreu em diferentes momentos desta pesquisa, entre eles: quando elegemos o tema de pesquisa; nas oportunidades em que observava os estudantes-pesquisadores explorando o Minecraft, confeccionando a planta baixa da casa ⁴⁵ (tanto no

⁴⁵ Essa foi uma das atividades que emergiu da convivência, e que será melhor descrita no decorrer da narrativa. Planta Baixa é o nome que se atribui ao desenho arquitetônico de uma construção, a partir de um corte horizontal imaginário à altura de 1,50 m do piso. É um esquema que pode revelar os espaços de uso existentes

papel quadriculado quanto no Minecraft), construindo a maquete da casa, realizando os cálculos necessários para definição da área e do perímetro da casa, além de outras situações em que interagi com os alunos, visando a compreender quais fenômenos matemáticos se manifestavam por meio da convivência.

O movimento de *toque* evidencia-se por uma atenção particular do(a) pesquisador(a) a um determinado evento, redirecionando as observações da investigação. “O toque é sentido como uma rápida sensação, um pequeno vislumbre, que aciona em primeira mão o processo de seleção” (KASTRUP, 2007, p. 19). No contexto investigativo que ora se apresenta, essa “pista” manifestou-se em diferentes momentos, entre eles: quando observava os alunos explorando, livremente, o Minecraft (percebi que as noções básicas de geometria do grupo eram insipientes e precisavam ser ampliadas); enquanto confeccionavam os sólidos geométricos e a planta baixa da casa (observei que tinham dificuldade em realizar cálculos de área, perímetro e proporcionalidade).

O *pouso* consiste num momento de parada e de aproximação ao território de investigação, marcando que há um fenômeno a ser delimitado. “O gesto de pouso indica que a percepção, seja ela visual, auditiva ou outra, realiza uma parada e o campo se fecha, numa espécie de *zoom*. Um novo território se forma, o campo de observação se reconfigura” (KASTRUP, 2007, p. 19). No caso dessa pesquisa, os movimentos de *pouso* se fizeram presentes quando emergiram do grupo vivências que possibilitaram: ampliar as noções de geometria (exploração do Tangram e construção de sólidos geométricos); resolução dos cálculos de área, perímetro e proporcionalidade (relacionados aos sólidos geométricos, a planta baixa e a maquete da casa); como também nos momentos de conversação, quando eu e os alunos nos reuníamos para conversar, visando a clarificar e ampliar as compreensões acerca dos conceitos matemáticos que emergiam das atividades cocriadas pelo grupo.

O *reconhecimento atento* é a retomada do processo que acontece em diferentes momentos da pesquisa, de onde poderão surgir situações de avanço e/ou recuo das dinâmicas vividas. Nesse movimento, “a atitude investigativa do cartógrafo seria mais adequadamente formulada como um ‘vamos ver o que está acontecendo’, pois o que está em jogo é acompanhar um processo, e não representar um objeto” (KASTRUP, 2007, p. 20). Nessa experiência de convivência, o *reconhecimento atento* materializou-se nos momentos em que eu e a minha orientadora, ou eu e os estudantes-pesquisadores parávamos para conversar e

(salas, dormitórios, banheiros, etc.), bem como seus acessos e circulação (portas, janelas e corredores), como se estivéssemos olhando de cima, sem a cobertura (laje ou telhado). Disponível em: <<https://www.aarquitectura.com.br/blog/projetos-de-arquitetura/planta-baixa-o-que-e/>>. Acesso em: 21 dez. 2018.

repensar sobre quais ações poderiam ser realizadas e/ou modificadas diante das peculiaridades da convivência. Também quando os alunos sinalizavam, por meio de suas autonarrativas⁴⁶, o que estavam compreendendo das atividades vivenciadas, o que precisava ser redimensionado e o que sugeriam que fosse feito no percurso da convivência. Consoante Pellanda e Pinto (2015, p. 267), dessa forma, “os membros do grupo vão pensando sobre si mesmos, se auto-organizando através das narrativas em exercícios metacognitivos, nos quais podem refletir sobre seus próprios processos, apropriando-se deles autopoieticamente.”

Esses momentos de reconhecimento atento constituíram-se numa oportunidade singular de nos conectarmos em prol de um objetivo comum, melhorar a comunicação do grupo e transformar as ideias coletivas em coordenações de coordenações de ações com potencial para desencadear a aprendizagem. Nessas ocasiões tivemos a oportunidade de falar, escutar, interagir, refletir e decidir, juntos, o que e como faríamos para aprender matemática; expressar como estávamos nos sentindo ao vivenciarmos as dinâmicas pedagógicas cocriadas pelo grupo; compartilhar as facilidades/dificuldades que estávamos encontrando na realização das tarefas; bem como socializar o que estávamos aprendendo a partir do que emergia do nosso “historial”⁴⁷ de convivência.

Com o intuito de facilitar o cartografar da experiência de convivência ocorrida nesse Nicho de Aprendizagem Matemática, foram utilizados diferentes recursos, entre eles: gravações em áudio e vídeo feitas por mim e pelos alunos; conversas no grupo do *whatsapp*, visando a propiciar um fluir de conversações contínuo; autonarrativas dos alunos sobre o que estavam apreendendo na convivência; narrativas feitas por mim, num “Diário de Bordo”, objetivando explicitar minhas percepções a respeito das experiências vivenciadas. As produções e os registros fotográficos oriundos das atividades realizadas pelos estudantes-pesquisadores, bem como suas autonarrativas, foram anexados em *portfólios* (pastas individuais), numa tentativa de facilitar a compreensão de como foi se sucedendo o processo de transformação/aprendizagem de cada aluno durante essa experiência de convivência, sendo retratadas ao longo desta narrativa.

⁴⁶ As autonarrativas constituem-se em recursos metodológicos de uma epistemologia complexa, que possibilita a inclusão do “observador” na realidade observada. São instrumentos de auto-organização que ajuda os “sujeitos narradores de si” a se organizar, construindo novos sentidos para a sua vida (PELLANDA; PINTO, 2015).

⁴⁷ Maturana (2001a) utiliza o termo *historial* para simbolizar o fluir das coordenações de coordenações de ações e dos movimentos recursivos que se manifestam no conviver.

4.3 MOVIMENTOS QUE DESENCADARAM O SURGIMENTO DESSE NICHOS DE APRENDIZAGEM MATEMÁTICA

Os primeiros movimentos dessa experiência de convivência iniciaram-se no mês de maio de 2017, bem antes do início da investigação propriamente dita, quando, numa aula de matemática, realizei com os alunos do 8º ano uma entrevista cartográfica, a fim de saber se eles gostariam de participar de uma pesquisa que eu estava desenvolvendo para o curso de Doutorado em Educação, na Universidade de Caxias do Sul. Foi um momento de conversação descontraído e desprezioso, em que os alunos puderam externar quais assuntos despertavam sua curiosidade e desejo em aprender.

No método cartográfico, a entrevista tem como objetivo ampliar a visão sobre determinado fenômeno que ocorre dentro de um contexto, ou seja, entender quais processos, movimentos, rupturas, discursos, silêncios, expressões, etc., se manifestam em convivência; não é algo premeditado, que se estabelece *a priori*, pois emerge no decorrer da conversação. Pode ser definida mais como uma experiência compartilhada entre os sujeitos envolvidos na pesquisa, do que como um procedimento utilizado para a criação de “dados e informações” sobre determinado fato e/ou situação.

Com o intuito de deixar fluir o que emergia do grupo, e considerando que as minhas palavras poderiam contribuir para o “direcionamento” da conversação, procurei abster-me de falar, fazendo ponderações, apenas, quando intuía ser relevante provocar os estudantes-pesquisadores a pensarem sobre o que gostariam de aprender. Tedesco, Sade e Caliman (2013, p. 309) contribuem dizendo que:

Numa entrevista cartográfica, a linguagem empregada nas intervenções do entrevistador deveria ser a mais vazia de conteúdo determinado possível, mas carregada de sentidos, de modo que o entrevistado se sinta convidado a seguir o fluxo de sentidos possíveis provocado pelo relance, abrindo-se para a experiência em curso.

Dispostos em círculo, os estudantes-pesquisadores foram convidados a falar seguindo uma dinâmica similar àquela utilizada nos Círculos de Construção de Paz⁴⁸. A conversação foi desencadeada pelo seguinte questionamento: “O que eu gostaria de aprender e por quê?”.

⁴⁸ Essa dinâmica consiste em dispor todos os participantes em círculo, objetivando conversar sobre determinado tema. Porém, para se manifestar, é preciso ter o “objeto da palavra” (algo que seja representativo para o grupo e que simbolize o direito que todos têm de se expressar). Durante a conversação, vão alternando-se os papéis de quem fala e de quem escuta até que todos possam manifestar-se sobre o assunto em pauta.

Num primeiro momento, fez-se um grande silêncio (acompanhado de olhares reflexivos) que durou o tempo dos alunos familiarizarem-se com a proposta. Como a entrevista cartográfica constitui-se num “processo de coemergência” (TEDESCO; SADE; CALIMAN, 2013, p. 303), entremeadado por diferentes linguagens e signos (ritmo da fala, entonação, tropeços, silêncios, movimentos corporais, etc.) que acabam modulando a expressão do falar e do escutar, entendi o silêncio como uma maneira do grupo se expressar e fiquei aguardando o que viria, num estado de respeito e acolhimento.

Após alguns minutos, um dos alunos me perguntou se poderiam propor qualquer assunto ou deveria estar relacionado à matemática. Quando esclareci que poderia ser qualquer tema do interesse deles, pois iríamos tentar compreender o fenômeno matemático que se manifesta no viver cotidiano, os estudantes-pesquisadores começaram, timidamente, a mencionar alguns tópicos, fruto, possivelmente, da sua curiosidade. Todos puderam externar sua ideia, que foi acolhida e registrada no quadro, numa dinâmica que respeitava o direito que cada um tinha de falar e de ser ouvido.

De acordo com Tedesco, Sade e Caliman (2013, p. 316), um dos maiores desafios da entrevista cartográfica consiste em “acompanhar a experiência do dizer, considerando e alimentando a circularidade intensiva entre os planos do conteúdo e da expressão”, uma vez que a entrevista, como experiência compartilhada, tem a possibilidade de criar outros mundos, como também, de revelar novas formas de ser e viver; implica em estar em acoplamento com o outro, em legitimidade, deixando-se “afetar e ser afetado” (SPINOZA, 2009).

Os tópicos nomeados pelo grupo foram bem diversificados: preconceito x diversidade; funcionamento de uma arma de fogo; tecnologia (programação de um jogo, de um celular ou de um computador; ação dos *hackers*); reprodução dos seres vivos; aprendizagem humana. Após a visualização dos temas sugeridos, os alunos foram incentivados a buscar um assunto de estudo em comum. A partir de um acordo coletivo, em que cada estudante-pesquisador teve a oportunidade de se manifestar escolhendo um dos tópicos referendados pelo grupo, ficou definido, por votação da maioria, que investigaríamos: “Como é possível criar jogadas dentro de um jogo?”.

Com a finalidade de ampliar a compreensão acerca do que os alunos estavam querendo dizer com “criar jogadas dentro de um jogo”, solicitei que explanassem melhor essa ideia. Disseram, então, que gostariam de “jogar jogos de computador” que permitissem pensar, interagir com o jogo, propor “jogadas criativas” e não só repetir procedimentos

mecânicos⁴⁹, sugerindo o Scratch e o Minecraft como possibilidades. Posteriormente, desencadeamos uma conversa o para saber qual deles seria escolhido pelo grupo, pois não haveria tempo hábil para a explora o de ambos. A maioria da turma optou pelo Minecraft (três alunos escolheram o Scratch e cinco o Minecraft), argumentando que ele permitia “jogadas” mais dinâmicas e criativas que o Scratch. Ao final da conversa o, cada aluno manifestou-se dizendo que aceitava, voluntariamente, participar da pesquisa, pois achavam que assim teriam a oportunidade de “aprender matemática de uma forma divertida” (F).

Foi nesse contexto que concebemos o *Nicho de Aprendizagem Matemática*, um cenário de convivência, de troca de saberes, ideias e percep oes acerca dos conceitos matemáticos, sustentado por movimentos de coordena o de coordena o de a oes e por dinâmicas recursivas que possibilitaram a cocria o de diferentes atividades desencadeadoras da aprendizagem matemática. Esse espaço educativo constituiu-se numa oportunidade de transforma o estrutural, tanto minha quanto dos alunos, tendo como fio condutor o “respeito e aceita o do outro como legítimo outro em convivência” (MATURANA, 2002).

De acordo com Sacramento Soares, Valentini e Rech (2011, p. 40),

[...] um ambiente de aprendizagem pode ser entendido como um espaço social, constituindo-se de intera oes sociocognitivas sobre ou em torno de um objeto de conhecimento: um cenário em que as pessoas interagem, mediadas pela linguagem (comunica o) e pela interface gráfica, a partir de estratégias pedagógicas (metodologias/protocolos). Desse modo, os fluxos de comunica o suportam a linguagem em suas diferentes formas, as quais potencializam a constru o do conhecimento [...]. Ou seja, o fundamental não   o local em si, nem os recursos ou ferramentas utilizadas, mas o que ocorre nesse local e como isso   significado e ressignificado pelos interagentes.

Esse Nicho de Aprendizagem Matemática constituiu-se num ambiente de aprendizagem que favoreceu a cocria o de atividades pedagógicas com potencial de desencadear mudanças na forma de ver/entender os conceitos matemáticos, uma vez que elas emergiram do interesse/necessidade do grupo. Contudo, um dos desafios experimentados nesse cenário foi vincular a sequência de conteúdos programáticos explicitados nos Planos de Estudos⁵⁰ da escola com os assuntos/tópicos que foram emergindo da convivência, assim

⁴⁹ Segundo Tecchio (2017), existem alguns softwares educativos que conduzem o aluno a resolver mecanicamente tarefas sobre um tema específico. São os softwares de instru o ou de explora o autodirigida, usados para exercitar, revisar ou memorizar conteúdos, como: softwares tutoriais, de simula o e de exercita o, entre outros.

⁵⁰ O currículo da escola   definido pelos Referenciais Curriculares da Rede Municipal de Ensino de Caxias do Sul, sistematizado pela Secretaria Municipal da Educa o. Contempla planejamentos trimestrais para cada uma das disciplinas, visando a desenvolver no aluno habilidades, competências, forma o de conceitos, constitui o de valores e de atitudes.

como oportunizar, dentro da carga-horária estipulada⁵¹, que os alunos pudessem explorar/refletir sobre as atividades que estavam sendo vivenciadas, respeitando o seu tempo de aprendizagem e a sua estrutura (dinâmica de vida).

Essas peculiaridades nos levaram a considerar que nem sempre o “tempo de ensinar e aprender” da escola está em sincronia com o “tempo e o desejo de aprender” do aluno, o que, por vezes, pode limitar o seu interesse pelos estudos, bem como o desenvolvimento da sua criatividade, espírito crítico, reflexivo e investigativo. Almejando fazer aproximações entre os conteúdos explicitados nos referenciais curriculares do município e os assuntos que afluíam da convivência, fui reorganizando, a todo o momento, o planejamento e as dinâmicas pedagógicas que emergiam no grupo, visando a contemplar, não apenas os conteúdos, mas, principalmente, os conceitos norteadores que estavam implícitos nos diferentes tópicos de estudo, através de um movimento de coordenações de coordenações de ações recursivas.

De acordo com Pais (2008, p. 34):

O tempo de aprendizagem é aquele que está mais vinculado com as rupturas e os conflitos do conhecimento, exigindo uma permanente reorganização de informações, e que caracteriza toda a complexidade do ato de aprender [...]. Trata-se de um tempo que não é sequencial e nem pode ser linear, na medida em que é sempre necessário retomar antigas concepções para poder transformá-las.

À medida que nos “aventurávamos” a aprender matemática juntos, convivendo, conversando e cocriando atividades/vivências, várias transformações se manifestavam, tanto na dinâmica de estudo quanto na forma de agir, falar e pensar do grupo, o que levou a um redimensionamento nos processos de ensinar e aprender matemática. Nesse sentido, destacamos a importância do(a) professor(a) e do(a) aluno(a) estarem juntos, num movimento de coordenações de coordenações de ações recursivas que favoreçam o *acoplamento estrutural*⁵². O aluno se transforma no convívio com o(a) professor(a) e vice-versa, quando os dois aceitam o convite para coabitar num determinado espaço e tempo, num genuíno ato de conviver que poderá desencadear, em ambos, processos autopoieticos.

Uma das maiores transformações/aprendizagens que vivenciei por meio dessa experiência de convivência foi ter conseguido sair do papel de professora instrucionista (aquela que direciona as atividades, dá instruções e explicações sobre os conteúdos e

⁵¹ Nos anos finais do Ensino Fundamental, uma hora-aula tem duração de 50 minutos.

⁵² Parafrazeando Maturana e Dávila (2015, p. 503, tradução minha), “falamos de acoplamento estrutural quando nos referimos à relação de coerência operacional-relacional dinâmica com a circunstância em que se encontra um ser vivo enquanto realiza seu viver na unidade ecológica sensorial-operacional-relacional dinâmica do organismo-nicho que integra.”

exercícios), para assumir uma atitude de “parceira de aprendizagem”⁵³, aprendendo e ensinando matemática junto com os alunos. Reconheço que isso não foi uma tarefa fácil, pois em vários momentos dessa experiência de convivência tive a sensação de que a docência “escapava das minhas mãos”. Sentia-me insegura e com dificuldade de saber quando poderia/deveria agir de forma a auxiliar os alunos em suas descobertas.

Foi, então, que fiz a opção em me deixar levar pelo “fluxo pedagógico”, ou seja, assentir, confiar nas possibilidades/oportunidades de aprendizagem que emergiam da convivência. Quando me predispus a aprender a lidar com o “caos”, com a surpresa, com o inusitado, com as incertezas, com os “espaços em branco” que existem nos processos educativos, também afloraram novas perspectivas de ser/estar na educação, pautadas na ideia de complexidade existente nos sistemas naturais vivos e não-vivos, na indeterminação, na imprevisibilidade e na incontrolabilidade dos fenômenos.

Consoante Sacramento Soares (2018, p. 61):

Enfatizo a importância dos movimentos internos do sujeito, na busca de entender e identificar sua forma de ser: o que o motiva, o que o angustia, seus anseios, seus desafios, suas alegrias. Esses movimentos são desencadeados quando o sujeito se deixa afetar pelo desejo de conhecer suas emoções e sentimentos, num processo de auto-observação. Quando isso é colocado em movimento, o sujeito estabelece uma interação mútua e dinâmica com suas sensações e com o meio em que atua, resultando em coordenações de coordenações de ações, na forma dele operar recorrentemente, com o meio, no meio e consigo mesmo.

Ao me colocar no papel de um “observador observando” (MATURANA, 2001a), foi mais fácil refletir sobre o que me mobiliza na educação e quais são as minhas aspirações/motivações em ser professora; ao olhar recursivamente sobre minha prática pedagógica, num movimento de coordenações de coordenações de ações e em acoplamento com os alunos, também fui complexificando o meu ser e o meu fazer pedagógico, abrindo espaço para acolher outras formas de agir e de pensar sobre os processos de ensinar e aprender matemática.

No tópico a seguir, estaremos explicitando os movimentos e as transformações/aprendizagens que emergiram desse Nicho de Aprendizagem Matemática, relacionadas à exploração do Minecraft.

⁵³ A ideia de *parceria de aprendizagem*, aqui apresentada, está relacionada a estar junto, convivendo em legitimidade com os alunos, e ao estar em acoplamento, oportunizar a cocriação de dinâmicas pedagógicas que qualifiquem os processos de ensinar e aprender.

5 CARTOGRAFANDO CONVERSACÕES E MOVIMENTOS DE ENSINAR E APRENDER MATEMÁTICA POR MEIO DO MINECRAFT

O desejo de experimentarmos uma forma diferente de ensinar e aprender matemática fez com que eu e meus alunos nos dispuséssemos a vivenciar uma experiência educativa inusitada, com força para desencadear a aprendizagem dos conceitos matemáticos em convivência. Como já foi dito, esse cenário denominou-se *Nicho de Aprendizagem Matemática*, um espaço de relações e de vivências (domínio de ação) que promoveu a cocriação de dinâmicas que favoreceram a aprendizagem dos conceitos matemáticos, tendo como fenômeno desencadeador a exploração do Minecraft.

O Minecraft é um software do tipo micromundo⁵⁴ classificado como *sandbox* que, em português, significa “mundo aberto”. Segundo Murta, Valadares e Moraes Filho (2015), o Minecraft é um recurso digital que permite ao jogador movimentar-se livremente, transformando o ambiente de acordo com a sua vontade. Essa liberdade na construção do próprio espaço favorece o rompimento com a linearidade encontrada em outros dispositivos tecnológicos, além de fomentar a autonomia, a criticidade, a inventividade e o desenvolvimento de percepções matemáticas espaciais. Ainda de acordo com esses autores, o Minecraft funciona como

[...] um ambiente de extração de recursos e construção de ambientes. É possível arquitetar uma infinidade de construções, paisagens e cenários. O jogo não possibilita um vencedor, mas possibilidades de se superar por meio de processos imaginativos, inovadores, originais e singulares [...]. Como forma colaborativa, é possível empenhar-se na construção de grandes cidades, monumentos, etc., com vários outros jogadores, por meio da Internet. De forma cooperativa, cria-se uma comunidade que tem como objetivo, não a competição entre os participantes, mas o propósito de produção de um ambiente comum a todos (MURTA; VALADARES; MORAES FILHO, 2015, p. 05).

O desejo de utilizarmos o Minecraft como instigador desse Nicho de Aprendizagem Matemática emergiu de uma conversa entre mim e os estudantes-pesquisadores, quando, coletivamente, decidimos que queríamos aprender matemática com prazer, ou seja, fazendo algo que tivesse sentido para o grupo. Como esse software já era bastante utilizado pelos alunos e favorecia a realização de operações mentais que ajudavam a desenvolver o raciocínio

⁵⁴ De acordo com Bellemain (2002, p. 54), “[...] o termo micromundo foi inicialmente usado para definir um sistema que permite simular ou reproduzir um domínio do mundo real, e que tem como objetivo abordar e resolver uma classe de problemas.”

matemático, optamos em explorá-lo. Conforme Maturana e Rezepka (2000), o desejo de conhecer/entender o mundo se mostra como algo natural na criança/adolescente, quando o objeto de estudo está vinculado a alguma curiosidade e/ou necessidade sua.

Contudo, tivemos algumas dificuldades com relação ao acesso ao Minecraft, pois a internet da escola onde foi realizada a pesquisa não dispunha de muita velocidade de conexão, dificultando a sua exploração *online*. Sugerir, então, que trocássemos de software (Minecraft pelo Scraeth), já que este estava disponível nos computadores da escola; também lembrei aos estudantes-pesquisadores, que o Scraeth tinha sido cogitado por eles, em nossa conversação inicial, como uma proposta a ser explorada. Após alguns instantes de silêncio, uma das alunas mencionou: “Acho que ninguém daqui sabe jogar bem o Scraeth e talvez pudesse ser legal a gente aprender” (M). Vários alunos acenaram com a cabeça concordando com o que a colega havia dito. Porém, dois deles, que já sabiam explorar o Scraeth, se manifestaram dizendo que ele não tinha “graça”, porque não dispunha de tantos recursos como o Minecraft.

O silêncio se instaurou novamente na sala. Foi quando alguns dos estudantes-pesquisadores se manifestaram dizendo que, como não conheciam bem o Scraeth, teriam que procurar um tutorial na internet que explicasse como explorar esse software, e isso não seria “legal”, pois estariam copiando e/ou reproduzindo aquilo que outros fizeram, não considerando essa atitude interessante. Fiquei surpresa e, ao mesmo tempo, feliz com a posição desses alunos, pois demonstrou o quanto estavam interessados e comprometidos com a proposta de estudo.

Relembrei ao grupo que o objetivo principal da nossa experiência de convivência consistia em aprender matemática juntos e, por isso, o mais importante não era definir qual software seria utilizado, mas sim, como nos organizaríamos para desenvolver os conceitos matemáticos. Por fim, ficou acordado que iríamos explorar o Minecraft e que, cada um baixaria uma versão *offline* em seu celular ou notebook (conforme a preferência), uma vez que a escola não dispunha da infraestrutura necessária para que pudéssemos manuseá-lo nos computadores da instituição.

O fato de não ter tido a pretensão de impor ao grupo o que deveria ser feito, mas, simplesmente, ter me aberto para conversar e decidir, em parceria com os alunos, qual atitude iríamos tomar quanto à escolha do software a ser explorado, propiciou a manifestação de um clima amistoso e acolhedor em que todos puderam se reconhecer como sujeitos dos processos de ensinar e aprender, desencadeando, no grupo, movimentos de autoria e corresponsabilidade. De acordo com Maturana (1993, p. 32), educar “é configurar um espaço

de convivência desejável para o outro, de forma que eu e o outro possamos fluir no conviver de uma certa maneira particular”.

Admito que, em vários momentos, me percebi ansiosa por não ter o “controle” das decisões pedagógicas em minhas mãos. Sentia-me perdida e insegura diante do que poderia acontecer na sala de aula ou como iria lidar com as dúvidas ou indagações advindas dos alunos. Cheguei até a pedir ajuda para outras pessoas (professores especialistas em recursos tecnológicos) sobre como poderia ser desenvolvido o estudo e a exploração do Minecraft; porém, isso pouco ajudou, uma vez que o que eu e meus alunos estávamos nos propondo era aprender matemática por meio das atividades que emergiam da nossa convivência. Hoje, percebo com mais nitidez que o(a) professor(a) não tem e nunca terá o “controle” do que acontece numa sala de aula; o que ele dispõe são apenas “possibilidades de convivência” que poderão, ou não, se transformar em experiências de aprendizagem.

Lembro-me dos momentos de orientação, quando externava para minha orientadora a angústia que estava vivenciando, e ela, imbuída de sabedoria e paciência, dizia-me: “Deixa fluir, se entrega à experiência que ela vai te mostrar o que pode ser feito. Respira e se acalma, confia no processo”. Então, eu acolhia o que era dito por ela, respirava fundo e procurava me harmonizar. Ao fazer isso, percebia que algo se acalmava dentro de mim, pois estava abrindo espaço para que o novo pudesse surgir; quanto mais eu me permitia viver essa experiência na sua completude (ou seja, no fluir do processo, em coordenações de coordenações de ações, em acoplamento e legitimidade), também ia me transformando estruturalmente, o que tornava mais fácil o acolhimento dos “caminhos pedagógicos” que emergiam *no e do* grupo.

No próximo tópico, iremos narrar os “movimentos” relacionados à exploração do Minecraft e como, a partir disso, se deu a emergência dos conceitos matemáticos. Contudo, para auxiliar nessa compreensão, primeiramente, explicitaremos algumas ideias referentes à natureza do conhecimento matemático.

5.1 MOVIMENTOS TEÓRICOS SOBRE A NATUREZA DO CONHECIMENTO MATEMÁTICO ⁵⁵

Até cerca de 500 a.C., a Matemática tratava, especificamente, de números e formas, baseadas em ideias advindas de situações do cotidiano. No antigo Egito, Babilônia, Grécia e

⁵⁵ Apesar de abordarmos alguns aspectos relacionados à epistemologia da matemática e sua natureza, esses elementos não se constituem o tema central desta Tese, mas sim, as processualidades relacionadas aos processos de ensinar e aprender matemática.

China, dentre outros, surgiam os primeiros textos relacionados ao que hoje denominamos Aritmética e Geometria. Por volta de 300 a.C., Euclides de Alexandria cria o método denominado de *axiomatização*, marcando, por assim dizer, o início da formalização e do método dedutivo na Matemática, muito usado também em outras áreas do conhecimento. Esse foi um marco importante, impulsionando o desenvolvimento formal dessa área do conhecimento.

A evolução dos conceitos matemáticos possibilitou o surgimento da Álgebra, do Cálculo Diferencial e Integral entre outras teorias relevantes para evidenciar situações do cotidiano e auxiliar na ilustração de conceitos de outras áreas, principalmente da Física. Sendo assim, a Matemática contribui, com sua linguagem formal, no estudo dos movimentos dos planetas, da queda dos corpos, do funcionamento de máquinas, do fluxo dos líquidos, da expansão dos gases, dos campos eletromagnéticos, dentre vários outros fenômenos.

A força de sua forma lógico-dedutiva teve seu auge numa mobilização que aflorou na década de 1960/70 denominada *Matemática Moderna*, um movimento focado na formalidade e no rigor dos fundamentos da Teoria dos Conjuntos e da Álgebra, que enfatizava o desenvolvimento do pensamento lógico-dedutivo. O século XX foi um período marcado por uma ampliação dos conhecimentos matemáticos, fenômeno que possibilitou o surgimento de muitas outras categorias matemáticas, entre elas, a Topologia, a Teoria da Complexidade e a Teoria dos Sistemas Dinâmicos, viabilizando a expansão desse conhecimento.

Atualmente, a Matemática é conhecida como a *ciência dos padrões*⁵⁶, pois diferentes tipos de regularidades possibilitam o surgimento de inúmeras áreas da matemática. Por exemplo: a aritmética estuda o padrão dos números e de cálculo numérico; a geometria estuda os padrões das formas; a lógica estuda padrões de raciocínio; a topologia estuda padrões de posição e proximidade, entre outras. Logo, falar de matemática não é, necessariamente, se referir a cálculos, símbolos e teoremas, mas sobre ideias e conceitos que expressam um tipo de pensamento que está diretamente relacionado ao estabelecimento de relações e ao raciocínio lógico.

A Matemática tem, em seus elementos, a lógica, a intuição, a análise, a construção, a generalidade e a particularidade. Ainda que outros aspectos possam ser encontrados é, principalmente, a relação e a articulação entre esses componentes, o que constitui a vida, a utilidade e o valor da Matemática (COURANT; ROBBINS, 2000). A forma dedutiva e

⁵⁶ Os padrões matemáticos podem ser reais ou imaginários, visuais ou mentais, estáticos ou dinâmicos, qualitativos ou quantitativos, utilitários ou recreativos, surgindo do mundo real, do espaço, tempo ou das relações oriundas da mente humana (DEVLIN, 2004).

formalizada é um dos objetivos da Matemática, no entanto, a intuição e a construção lógica, isto é, a construção baseada em coerência de raciocínio e sem contradições, são elementos essenciais no processo de “produção matemática”, sendo, na maioria das vezes, suas forças diretivas.

De acordo com Gómez-Granell (2008), é pelo fato do conhecimento matemático comportar um amplo campo de relações, regularidades e coerências (os quais despertam a curiosidade e instigam a capacidade de generalizar, projetar, prever e abstrair), que a matemática torna-se profundamente dependente de uma linguagem específica, de caráter formal e com alto grau de generalização. Isso pode ser um dos motivos pelos quais as práticas para o ensino da matemática foquem, prioritariamente, na sua linguagem simbólica, diminuindo as chances do aluno entender os conceitos por trás dessa linguagem.

Outro aspecto relacionado aos processos de ensinar e aprender matemática é que as ideias matemáticas que os alunos já possuem, advindas de suas experiências cotidianas, nem sempre são consideradas como base para o entendimento da linguagem matemática apresentada na escola. Levando em conta essa situação, D’Ambrósio (2001) sugere a implementação da *Etnomatemática* em sala de aula, uma proposta para o ensino da matemática que leva em conta os aspectos socioculturais nos quais os alunos estão inseridos, tomando-os como base para desenvolver o raciocínio matemático. Também considera a utilização da *Modelagem Matemática* como uma dinâmica significativa para “transformar situações da realidade em problemas matemáticos cujas soluções devem ser interpretadas na linguagem usual” (BASSANEZI, 2004, p. 24).

5.2 MOVIMENTOS INICIAIS DE EXPLORAÇÃO DO MINECRAFT

Após a instalação do Minecraft nos equipamentos pessoais do grupo (celular e/ou notebook) iniciamos uma conversa, objetivando decidir como iríamos nos organizar para fazer uma apresentação que explicitasse quais elementos e/ou recursos estariam disponíveis no software (essa ideia emergiu de uma necessidade do grupo, pois nem todos sabiam explorá-lo com propriedade). Com entusiasmo e interesse, os estudantes-pesquisadores foram sinalizando várias maneiras de realizar essa tarefa.

Sugeriram que essa apresentação fosse feita em duplas, por afinidade, pois assim teriam maior facilidade em trocar ideias. Também elencaram que fosse dado um prazo de, no máximo, 10 minutos para cada grupo, o que permitiria que todos tivessem o mesmo tempo para se manifestar. Após socializarmos várias possibilidades de apresentação do software

(power point, cartaz, vídeo, etc.), acordamos que cada dupla teria a liberdade de abordar/enfocar o que considerasse relevante sobre a exploração do Minecraft (formas básicas ou mais complexas de jogar), desde que as colocações pudessem contribuir para a compreensão do assunto.

Todos os alunos se envolveram com a atividade, demonstrando empenho e dedicação. Não foi necessário insistir para que realizassem a tarefa ou prestassem atenção no que estavam fazendo. Voluntariamente, e bastante compenetrados, acordavam o que engendrar na apresentação, enquanto que eu circulava pela sala apenas observando suas interações (neste momento, abster-me de fazer comentários ou problematizações, pois queria deixar fluir os conhecimentos que emergiam de cada dupla).

Os alunos, praticamente, não solicitaram meu auxílio na realização desta atividade, demonstrando ter maestria na exploração desse recurso tecnológico. Surpreendi-me quando disseram que aprenderam a explorar o software sozinhos, “mexendo, errando e acertando, simples assim” (M). Admirada com esse comentário, resolvi questioná-los, a fim de entender melhor como isso teria acontecido; um dos alunos disse que “ia vendo o que dava certo ou não enquanto jogava” (Le) e que, quando precisava solucionar algum impasse, pedia ajuda para os colegas ou utilizava um dos tutoriais que estavam na internet. Outros disseram que aprender jogando era agradável e divertido, porque não eram punidos quando erravam; podiam refazer/recomeçar/modificar as tarefas a qualquer momento, sem maiores dificuldades, algo que “quase nunca” acontece no espaço da sala de aula.

Corroborando, Papert (2008) ressalta que o “erro”, muitas vezes, é considerado como algo ruim na escola, depreciativo e constrangedor, o que tem dificultado que o aluno manifeste, com tranquilidade, suas ideias ou pensamentos. No entanto, em se tratando da linguagem computacional, os erros são benéficos porque levam o estudante a querer investigar o que aconteceu em determinado procedimento, possibilitando, assim, redimensionar sua forma de agir e de pensar.

Foi um exercício interessante agir como um “observador observando” (MATURANA, 2001), sem julgar, controlar ou direcionar o que estava sendo feito pelos alunos; sem depositar expectativas sobre as ideias que afloravam do grupo, apenas estando “aberta” para criar o caminho pedagógico a ser desenvolvido em sala de aula, em convivência.

Tudo que se faz no conviver, no espaço de convivência, faz-se e reflete-se sobre o fazer. E o corpo se transforma, a corporalidade se transforma no fazer e no refletir sobre os afazeres, de uma maneira congruente com a circunstância na qual se passam esses afazeres a esse refletir. E, depois de um tempo, se é diferente do que se era. Mas não de qualquer maneira, e sim de uma maneira que tem a ver com uma

história de interações recorrentes na circunstância, e não há esforço, e não há trabalho (MATURANA, 1993, p. 32).

A experiência de explorar o Minecraft, visando a organizar um material explicativo sobre suas possibilidades de operacionalização, nos permitiu compreender que é possível aprender matemática na informalidade, com prazer, descontração e liberdade de pensar/agir. Quando professor(a) e alunos estão em acoplamento, querendo aprender juntos, envolvidos com um tema que desperte o desejo/interesse de ambos, num ambiente permeado pela conversação e convivência harmoniosa⁵⁷, é provável que a transformação/aprendizagem seja desencadeada como fruto desse conviver em legitimidade.

Contudo, acolher o aluno na sua individualidade, oportunizando situações em que o mesmo possa pensar/agir em congruência com o meio (nicho-ecológico), não é a mesma coisa que “deixar fazer o que quer e de qualquer jeito”. Nessa experiência compartilhada que vivenciamos, os combinados foram claros e de comum acordo, sendo alterados somente quando havia uma necessidade apontada *no* ou *pelo* grupo, mediante movimentos de acoplamento e conversação, o que Maturana e Dávila (2015, p. 65, tradução minha) denominam de *linguajear*.

O linguajear pode ser entendido como um movimento de coordenações de coordenações de ações recursivas, porque provoca mudanças corporais e emocionais naqueles que interagem durante uma conversa; consiste num entrelaçamento entre o “linguajar e o emocionar” (MATURANA, 2001a), pertencendo ao espaço relacional e não somente à fisiologia humana, uma vez que é um modo de coordenar ações e relações humanas. Em outras palavras, linguajear é dar fluência a uma dinâmica de conversações em que “soltamos” nossas certezas e crenças, suspendemos nossos valores e “abrimos o coração” para estar em acoplamento com o outro, permitindo o fluir da linguagem com emoção⁵⁸.

São nomeadas por Maturana (2002) de *conversações de colaboração* aqueles momentos de conversa permeados pela confiança e pelo respeito mútuo, que geram encontros harmônicos e trazem bem-estar aos participantes; e de *conversações de obediência* aquelas conversas guiadas por emoções de insegurança e de falta de respeito por si e pelo outro, gerando ressentimento e indiferença entre os envolvidos, uma vez que “obedecemos quando fazemos o que o outro nos exige, em circunstâncias nas quais não o queríamos fazer. Por isso,

⁵⁷ Ao nos referimos à convivência harmoniosa, temos como inspiração as ideias de Maturana (2002) que considera imprescindível, no conviver, o “respeito e aceitação do outro como legítimo outro”.

⁵⁸ Segundo Maturana (2002, p. 18), “emoções são disposições corporais dinâmicas que definem os diferentes domínios de ação em que nos movemos. Quando mudamos de emoção, mudamos de domínio de ação”.

o que obedece se nega ao obedecer, e nega ao que manda porque não aceita espontaneamente a validade do que este pede” (MATURANA, 2002, p. 96).

Ainda segundo Maturana (2002), as conversações reflexivas não fluem se estiverem pautadas num encontro linear (Ex: Oi! Oi! Tudo bem? Tudo bem.), pois esse tipo de diálogo minimiza dinâmicas de reflexão, reforçando pensamentos repetitivos e mecânicos; outrossim, consolidam-se mais facilmente, por meio de um encontro recursivo⁵⁹, um fenômeno cíclico que se constitui sobre as consequências do que vai sendo feito/dito na conversa. Considera que é por meio da conversação reflexiva que se instaura a possibilidade de mudança na conduta humana, pois o ato de conversar, por si só, já mobiliza o indivíduo para uma transformação/aprendizagem, na medida em que amplia sua consciência.

Em consonância com esse pensamento, procuramos fortalecer, em diferentes momentos de nossa experiência de convivência, conversações reflexivas e harmoniosas, que possibilitaram emergir, no grupo, o “respeito e aceitação do outro como legítimo outro” (MATURANA, 2002), ampliando, assim, a “parceria pedagógica”. Um desses momentos foi quando as duplas apresentaram o material confeccionado sobre como explorar o Minecraft. Todos os alunos tiveram uma atitude acolhedora, responsável e respeitosa frente às dúvidas e questionamentos feitos, colocando-se “abertos” e receptivos para ajudar o grupo a entender como o software se organiza.

Para auxiliar nesta compreensão, as duplas confeccionaram diferentes materiais pedagógicos (três vídeos e uma apresentação de power point), todos de fácil visualização, bem elaborados e com informações coerentes. Os colegas que assistiam as apresentações quase não questionavam, ao contrário de mim, que perguntei o tempo todo, objetivando explorar os conhecimentos construídos pelos alunos. O que mais chamou minha atenção é que, em momento algum, aqueles que apresentavam suas produções, mostraram-se impacientes ou ficaram incomodados em ter que elucidar os meus questionamentos, demonstrando respeito e acolhimento às dúvidas que afluíam.

Ao ter me colocado como uma “parceira de aprendizagem”, ou seja, alguém que estava receptiva para conversar, trocar saberes/percepções e aprender junto com eles, favoreceu o estabelecimento de “laços” de cumplicidade no grupo, e isso está em coerência com aquilo que Maturana (2001) conceitua que é o papel do professor: alguém que convida o

⁵⁹ Recursivo é diferente de repetitivo. Na repetição, uma operação é aplicada sempre sobre o mesmo elemento; na recursividade, um procedimento é aplicado sobre o resultado da operação anterior, estabelecendo-se uma relação de interdependência entre as partes que estão interagindo (MAGRO; PEREIRA, 2002).

outro para, em convivência e acoplamento, estar em legitimidade, num fluir de conversações em que o conhecer surge como resultado das coordenações de interações recorrentes.

A possibilidade de estar em acoplamento com os alunos foi uma experiência única, pois significou “aprender em parceria”, que é o conviver; possibilitou-me, também, refletir sobre a minha didática e postura como professora, levando-me a transformar a forma que tinha de ver e de entender as práticas educativas. Todavia, isso só foi possível porque me predispus a “soltar o controle e o domínio do exercício docente”; por ter me “aberto” para receber o novo e o inusitado com relação aos processos de ensinar e aprender; por ter reconhecido que “não há um saber maior ou menor, apenas saberes diferentes” (FREIRE, 1998), e que podem ser compartilhados através da convivência.

Por meio dessa experiência de aprender junto com os alunos, percebi a importância do(a) professor(a) e alunos(as) aceitarem-se na sua integralidade, respeitando a forma que cada um tem de ver, perceber e compreender o mundo. Não adianta ficar bravo, gritar ou brigar só porque o aluno não entende o que está sendo dito pelo(a) professor(a). Assim como não adianta o aluno culpar o(a) professor(a) porque não consegue aprender. A convivência, a conversação, o acoplamento e os movimentos de coordenações de ações recursivas possibilitam explorar diferentes formas de ensinar/aprender, abrindo espaço para que, tanto o(a) professor(a) quanto os alunos se sintam parte integrante e responsáveis pelos processos educativos.

De acordo com Maturana (2002), o conhecer é inseparável do processo de viver, não podendo ser considerado fora dessa condição; logo, a aprendizagem ocorre a todo o momento e de maneira mútua, “como uma transformação estrutural contingente com uma história no conviver [...]” (Ibidem, p. 32). Sendo assim, a experiência cognitiva pressupõe aquele que conhece, enraizado em sua estrutura biológica, contemplando as diferentes dimensões humanas (física, mental, emocional, espiritual, social), numa “solidão” que só é transcendida quando se junta com o outro para refletir.

Trata-se de um caminhar, de uma convivência, de um historial de transformações que se manifestam em decorrência das relações que o ser vivo estabelece em interação com o seu nicho-ecológico, ou seja, aquilo que existe no seu entorno, no seu domínio de ação, que é apreendido conforme seus interesses/necessidades. No caso dessa experiência de convivência, o nicho-ecológico foi aflorando no processo de convivência entre mim e meus alunos, mediante a exploração do Minecraft.

Ao aceitarmos que o domínio de ação (cenário que foi emergindo da convivência) nos mostrasse o que fazer e por onde seguir, igualmente, fomos nos responsabilizando pelo que ia

acontecendo nos processos de ensinar e aprender, assumindo, assim, uma “coautoria pedagógica”. Por meio dessa construção coletiva, surgiram diferentes dinâmicas que possibilitaram a ampliação dos nossos saberes acerca da matemática; também afloraram comportamentos, falas e sentimentos inusitados que deram “vez e voz” às dúvidas, às curiosidades e aos pensamentos dos alunos acerca do Minecraft.

Quadro 01 – Considerações dos alunos acerca da exploração do Minecraft

(continua)

Aluna J: Eu aprendi com o vídeo que dá para fazer casas mais elaboradas; que os zumbis e esqueletos possuem cavernas e que, você pode ir nelas, se encontrar alguma. Eu aprendi que dá para fazer plantações, que há outros tipos de criaturas no jogo e que dá para construir portais e ir para lugares diferentes. Também aprendi que dá para digitar códigos e mudar o modo do jogo.

Aluna F: Comenta-se, com frequência, a respeito do jogo Minecraft, um projeto que a professora Graziela criou com o 8º ano. Busca-se descobrir como jogá-lo e aprender meios matemáticos no jogo. Em consequência disso, nós, alunos do 8º ano, criamos um vídeo argumentando como aprender a jogar o Minecraft; construindo o vídeo, eu aprendi a fazer novas interações no jogo, como ter animais de criação, plantar alimentos, exemplo: cana-de-açúcar ou abóbora. Tem dois modos no jogo: o Criativo, onde o seu mundo já está com tudo que você precisa, e o de Sobrevivência, onde você precisa explorar o mundo para conseguir sobreviver e não ser morto por Zumbis, aranhas, esqueletos, ou cair na lava e afogar-se nos rios. Ao examinar alguns vídeos apresentados pela turma, posso citar alguns fatores que aprendi nos vídeos, como: ter portais para te levar para o inferno e para o universo; além disso, é possível modificar os mundos, se quisermos que venha com um baú que nele se encontram algumas ferramentas que ajudam no modo de sobrevivência, ou não; jogar com outras pessoas *online*. Em vista dos argumentos apresentados em sala de aula, posso concluir que consegui aprender novas interações no jogo, depois de muito tempo sem jogá-lo; além disso, podemos descobrir como a matemática está no Minecraft.

Aluna M: Eu adorei as apresentações, juro, se eu e meu colega não soubéssemos como jogar, aprenderíamos tudo com eles.

Aluno I: Eu aprendi que o Minecraft não é só um jogo de diversão, mas também ajuda a aprender Matemática, Ciências, Geografia e é muito legal; é possível jogar no modo Criativo, *Hardcore* e Sobrevivência; também está disponibilizado *online*. Aprendi, também,

(conclusão)

que você pode usar a sua imaginação e não pode plantar trigo, e que também existem os castigos.

Fonte: Autora (2017).

Por meio das declarações explicitadas no quadro 01 inferimos que várias descobertas foram feitas pelo grupo, reforçando a importância da aprendizagem em convivência. A organização de um material explicando quais são as possibilidades de exploração do Minecraft foi uma dinâmica pedagógica interessante, uma vez que possibilitou a cocriação de um fluxo de coordenações de coordenações de ações recursivas com potencial para gerar transformações/aprendizagens nos estudantes-pesquisadores.

Essa ação também auxiliou a ampliar os conhecimentos que os alunos tinham sobre o Minecraft, a partir da interação com o próprio software, propiciando o que Maraschin e Axt (2005) denominam de *acoplamento tecnológico*. Segundo essas autoras, quando a tecnologia é inserida no espaço educativo, se produzem conexões que instituem a recorrência de determinadas relações em detrimento de outras. Essa “recorrência produz uma correspondência mútua entre ações, sentidos, modos de raciocinar, compartilhamento de emoções dos que interagem nesse ambiente” (Ibidem, p. 44), potencializando os processos educativos.

Melhor dizendo, quando o aluno explora um software, no caso o Minecraft, ele pode criar sua própria experiência, o seu caminho de aprendizagem matemática, pois, ao ir explorando esse recurso tecnológico, também vai desencadeando, internamente, dinâmicas de representação, de generalização, de categorização, de interpretação, de comparação, de classificação e de organização que são aspectos relacionados ao conhecimento matemático e que o Minecraft propicia vivenciar. À medida que o aluno vive os desafios que o software oferece, ampliam-se as possibilidades de compreensão (não no aspecto formal, mas da experiência) dos conceitos matemáticos, podendo ser redimensionados no momento em que o(a) professor(a) relaciona a simbologia matemática com as ideias que surgem das situações vivenciadas.

A experiência de exploração do Minecraft nos mostra a importância do aluno vivenciar dinâmicas pedagógicas. Também nos possibilita evidenciar que, se o(a) professor(a) está em acoplamento com o aluno, ampliam-se as possibilidades de explorar/visualizar os elementos matemáticos que o software oferece. Foi isso o que aconteceu conosco nessa experiência de convivência. Fomos convivendo, explorando o Minecraft, tomando alguns dos

seus elementos que têm relação com o pensamento computacional (raciocínio lógico-dedutivo, organizado, generalizante e abstrato), e apreendendo os conceitos matemáticos que emergiam desta experiência, fenômeno que tem relação direta com o conceito de *transposição informática*⁶⁰.

Segundo Balacheff (2000, p. 394), transposição informática é um processo que integra a dimensão tecnológica nos processos educativos, propiciando “transformações nos objetos de ensino”. Defende que isso pode qualificar a aprendizagem matemática, na medida em que desafia o aluno a resolver situações-problema de uma maneira diferente daquela realizada no espaço trivial de sala de aula, ampliando conceitos, reflexões e conjecturas acerca do conteúdo que está sendo estudado. Contudo, alerta que os recursos tecnológicos só poderão se tornar um apoio para a aprendizagem matemática, quando utilizados como um instrumento de mediação pedagógica, pois, só assim, viabilizam que o aluno experimente algumas propriedades dos objetos matemáticos de maneira dinâmica.

Sacramento Soares, Nardini e Giron (2016) apresentam resultados de estudos que indicam que levar em conta a transposição informática para pensar as práticas pedagógicas no ensino da matemática pode ser a base para criar situações onde o aluno consiga avançar nas suas construções mentais, experimentando e visualizando os objetos geométricos por meio de representações e simulações advindas da computação. Em outras palavras, os recursos tecnológicos, considerados desde as ideias da transposição informática, podem colocar o aluno diante de situações-problema e desafios que o levem a reflexão e a imersão na natureza do pensamento matemático, percebendo-o além das técnicas e procedimentos usuais que, em geral, permeiam o cenário das práticas pedagógicas dessa área do conhecimento.

A inserção e a expansão dos recursos tecnológicos na sociedade atual têm possibilitado uma alteração na forma das pessoas pensarem, se comunicarem e até se relacionarem, constituindo-se, assim, em ferramentas com potencial de reconfigurar o pensamento humano (LÉVY, 1998). No espaço educativo, esse cenário promoveu uma reorganização nos processos de ensinar e aprender, encorajando algumas escolas a repensarem a metodologia de ensino, a organização curricular, o planejamento pedagógico e, até mesmo, a relação professor(a)/aluno.

⁶⁰ A Transposição Computacional ou Transposição Informática foi, inicialmente, tratada pelo estudioso francês em Educação Matemática Nicolas Balacheff, respaldado pelos estudos da Inteligência Artificial. É utilizada para caracterizar as modificações do “saber a ser ensinado”, considerando os requisitos básicos da representação simbólica da computação (FERNANDES, 2007).

Consoante Borba, Silva e Gadanidis (2016), as dimensões da inovação tecnológica permitem o surgimento de cenários alternativos para a educação matemática. A possibilidade da utilização no espaço escolar de diferentes softwares, entre eles: LOGO, GeoGebra, Cabri Géomètre, Scratch, Geometricks, Minecraft, “fizeram com que novos tipos de problemas ou atividades matemáticas pudessem ser exploradas e elaborados em diversos níveis de ensino” (Ibidem, p. 27), dando liberdade aos alunos para integrarem recursos que criem suas próprias trajetórias de aprendizado.

Ainda segundo esses autores, isso se deve ao fato de que as inovações tecnológicas permitem a constituição de novos espaços de investigação matemática, como a elaboração e a resolução de problemas diferenciados daqueles propostos em sala de aula, bem como o surgimento de novas possibilidades e/ou reorganização das dinâmicas de sala de aula, podendo trazer “originalidade ao *pensar-com-tecnologias*” (BORBA; SILVA; GADANIDIS, 2016, p. 37). Enfatizam que a construção do conhecimento matemático sofre inferências da tecnologia, pois entendem que ela nunca é neutra; ao contrário, é “protagonista da ecologia cognitiva” (Ibidem, p. 42), influenciando, diretamente, nos valores e na forma do ser humano viver e se relacionar consigo mesmo e com o mundo.

Conforme Maraschin e Axt (2005, p. 40), é possível que

[...] as tecnologias não sejam apenas meios para aprender, conhecer, mas sejam constitutivas dos próprios modos de conhecer, de aprender. Para isso, é necessário não tomá-las somente como princípios explicativos das possibilidades de significação, mas pensá-las como resultado do próprio mecanismo do viver e de produção de sentido.

Por esse ângulo, é importante considerar de que forma o recurso tecnológico perturba o aluno, no sentido de ter potencial para desencadear sua capacidade reflexiva e sua autonomia de pensamento. Segundo Abar (2011, p. 15), se as tecnologias forem utilizadas simplesmente para transmitir informações “elas estarão a serviço de uma função pedagógica tradicional sem possibilitar inovação ou mudanças por parte dos sujeitos envolvidos”. Ainda salienta que o foco de sua utilização não deveria ser, apenas, a possibilidade de realização de determinada tarefa, mas sim, o quanto o aluno consegue ressignificar a sua forma de pensar, criar e resolver problemas, a partir do recurso tecnológico.

Reforça que a escolha da tecnologia como aliada dos processos de ensinar e aprender matemática, não pode ser feita de forma ingênua ou movida a “modismos pedagógicos”; é importante que seja uma opção consciente, fruto de estudos e reflexões teóricas aprofundadas acerca do uso dos recursos tecnológicos e da natureza da matemática, visando a tornar-se um

mecanismo que possa vir a contribuir para a qualificação da aprendizagem matemática. Dessa forma, é possível que a transposição informática tenha potencial de mobilizar o aluno a compreender melhor os conteúdos matemáticos, oportunizando, também, sua participação na construção desses conceitos de maneira autônoma, crítica e reflexiva (SACRAMENTO SOARES; GIRON, 2018).

Consoante Abar (2011), diferentes percalços surgem quando pretendemos inserir a tecnologia no espaço educativo, como: a dificuldade que algumas escolas enfrentam em ter à sua disposição aparatos tecnológicos e de suporte adequados (equipamentos, profissionais capacitados, acesso à internet etc.); a resistência, de alguns professores, em desenvolver dinâmicas que impliquem no uso dos recursos tecnológicos em sala de aula, principalmente aqueles relacionados à internet, pois não acreditam que a tecnologia tenha potencial de ampliar o raciocínio do aluno; a dificuldade, que vários docentes apresentam, em saber como explorar os recursos tecnológicos de forma a qualificar os processos de ensinar e aprender; e, ainda, o receio que tem de implementar algo novo em sala de aula, ou seja, fazer mudanças na sua metodologia de ensino, preferindo não se arriscar e nem se expor diante dos alunos. Porém, o autor destaca que a não utilização das tecnologias digitais (internet, celular, tablets, etc.) em sala de aula, está criando um distanciamento entre o espaço escolar e a vida cotidiana do aluno.

Compreender como se daria a aprendizagem de crianças/adolescentes, caso o uso dos recursos tecnológicos fosse permitido, sem restrições, na escola é um tema que já está sendo estudado por alguns pesquisadores, entre eles Borba, Silva e Gadanidis (2016). Esses autores apontam que a realização de “trabalhos abertos seriam uma alternativa para tal cenário de educação, na medida em que, nessa perspectiva pedagógica, gerar o problema é mais importante que resolvê-lo” (Ibidem, p. 42). De certa forma, foi o que aconteceu no Nicho de Aprendizagem Matemática, quando eu e meus alunos nos propormos cocriar dinâmicas pedagógicas com potencial para favorecer a aprendizagem dos conceitos matemáticos, por meio da exploração do Minecraft.

5.3 MOVIMENTOS DE TRANSFORMAÇÃO/APRENDIZAGEM DESENCADEADOS PELA EXPLORAÇÃO DO MINECRAFT

Com o propósito de dar início às atividades relacionadas à experiência de ensinar/aprender matemática por meio do Minecraft, os alunos foram convidados a explorar esse software de forma livre, sem nenhuma uma orientação prévia. Nesse momento, os

elementos oportunizados pelo software eram selecionados e alocados pelos alunos de forma intuitiva; se ficasse bom, eles continuavam utilizando as mesmas dinâmicas, senão, mudavam a forma de agir, até chegar onde queriam.

Posteriormente, foram convidados a colocar um “olhar matemático” sobre o software, uma tarefa que não foi fácil de ser realizada por eles. Apenas quando eram questionados e/ou incentivados a pensar sobre o fenômeno matemático que estava envolvido na exploração do Minecraft é que se sentiam desafiados a refletir, matematicamente, sobre o que estavam fazendo. A conversação, a convivência, o acoplamento e as coordenações de coordenações de ações recursivas foram movimentos que auxiliaram a qualificar a percepção acerca dos conceitos matemáticos⁶¹ que emergiram da exploração do Minecraft.

Quadro 02 – Conversação sobre os conceitos matemáticos que afloraram da exploração do Minecraft

(continua)

Professora: Vejo que vocês têm facilidade em explorar o Minecraft, mas vocês estão conseguindo perceber que conceitos matemáticos estão por trás do que fazem?

Aluna La: Não muito; as jogadas são tão automáticas que tu nem fica pensando muito. Por exemplo, a quantidade de madeiras que eu vou pôr na minha casa, eu vou calculando na hora. Se dá certo, tudo bem, senão eu pego mais, ou menos, até ficar bom.

Professora: Ok, mas o foco do projeto não é apenas explorar o Minecraft, e sim perceber o que podemos aprender de matemática a partir dele, isto é, reconhecer quais são os conceitos matemáticos que emergem dele. Vocês estão conseguindo fazer isso?

Aluna N: Eu acho que estou. Por exemplo, quando tu vai criar uma casinha, tu tem que fazer a medição de uma área; tu tem que fazer um cálculo de tantos blocos, tantos de um lado, tantos de outro. Agora eu construo casinhas pensando no tamanho que eu vou fazer, com uma altura não muito grande nem muito pequena; eu fico pensando mais nos blocos que vou usar e que tenho que pegar.

Aluno Le: Para fazer o perímetro, eu fiz uma cerca; daí eu fui colocando de uma em uma até fechar o quadrado, então eu calculei o perímetro; também poderia calcular a área, que seria o

⁶¹ No decorrer da exploração do Minecraft, emergiram vários assuntos relacionados a diferentes conceitos matemáticos, entre eles: geometria, grandezas e medidas (comprimento, área e volume), representação numérica e algébrica, e proporcionalidade. Pela proximidade que a geometria tem com a grade curricular do 8º ano do Ensino Fundamental, referendada pela rede municipal de ensino de Caxias do Sul, priorizamos o estudo desse conceito e suas inter-relações com o Minecraft.

espaço que tem para colocar os bichinhos dentro.

Professora: Mas vocês estão conseguindo perceber qual pensamento matemático estão acessando ao fazer isso?

Aluna M: Depois que a senhora começou a chamar nossa atenção para isso, eu estou mudando a forma de olhar para o jogo. Olho de uma forma mais *nerd*, olho mais para aquilo que estou fazendo e não só para o jogo e, assim, não fica mais tão automático. Comecei a fazer cálculos de cabeça, comecei a não ter mais medo da matemática, de cálculos, e eu vejo as consequências disso também na vida real. Agora eu estou multiplicando as ovelhas, e isso é matemática.

Aluna F: Eu já jogava há muitos anos e nunca fiz contas de matemática; agora eu comecei a pensar na matemática. Por exemplo, que um cubo de madeira dá 4 tábuas e essas tábuas eu posso dividir em 2 e fazer vários pauzinhos de madeira.

Professora: Mas vocês registram o que estão pensando ou fazem somente cálculos mentais?

Aluno Le: Nós pensamos no quanto é. Que nem eu penso em como eu vou fazer a minha casa, quantos blocos eu vou precisar deste lado e quantos desse, e aí eu vou fazendo. Não fico escrevendo.

Aluna M: Agora eu tô calculando mais. No caso dessas madeirinhas, cada bloco de madeira me dá quatro tábuas e, para saber isso, precisa fazer um cálculo. Por exemplo, eu quero fazer uma casa, eu vou lá e pego só vinte madeiras, mas 4×20 dá só oitenta tábuas; então eu preciso pegar mais para fazer a minha casinha, e isso eu não fazia antes.

Professora: Saibam que, ao estabelecerem essas relações, vocês estão desenvolvendo o raciocínio matemático; porém, registrar o cálculo é uma maneira de sistematizar o que vocês estão pensando. É a representação das operações mentais que vocês estão exercitando ao explorar o Minecraft. Por isso, é muito importante registrar suas ideias, utilizando-se, para isso, da linguagem matemática, que são os números, as operações, as fórmulas, as expressões, etc.

Aluna M: Quando eu jogava Minecraft, antes de ter essas aulas aqui, eu jogava só por jogar. Depois disso eu comecei a ter mais noção de perímetro, de área, das quantidades, das formas; eu comecei a pensar mais em multiplicação, em coisas que antes eu não fazia no jogo, mas eu ainda não consigo representar o que estou vendo, é difícil. Não sei fazer da forma correta.

Professora: Não se preocupem com a “forma correta” de representar. Registrem o que vocês estão pensando e do jeito que vocês acham melhor, através de contas, desenho, esquema e

(conclusão)

até escrevendo. Depois nós conversaremos sobre a linguagem formal da matemática para simbolizar o que vocês estão percebendo ao explorar o Minecraft. O mais importante, agora, é simbolizar o que vocês estão pensando, porque isso possibilita que percebam como estão raciocinando, o que pode ser ampliado ou o que precisa ser redimensionado.

Fonte: Autora (2017).

A partir da conversação explicitada no quadro 02, inferimos que os momentos de acoplamento, convivência e conversação foram importantes de serem desencadeados no grupo, pois auxiliaram os estudantes-pesquisadores a estabelecerem relações entre os conhecimentos matemáticos que já faziam parte da sua realidade e outros saberes que emergiam da exploração do Minecraft. De acordo com Grandó e Marco (2007, p. 105), os processos de ensinar e aprender que “levam em consideração o contexto social em que o indivíduo está inserido, suas experiências anteriores e seus valores culturais, sociais e morais favorecem a aprendizagem matemática [...]”, pois dão sentido e contextualizam o que está sendo estudado. A convivência e as conversações também tiveram potencial para perturbar os alunos a ponto deles fazerem modificações em sua estrutura, como operações do aprender, contribuindo, assim, para o desenvolvimento do raciocínio matemático.

Segundo a Biologia do Conhecer, todo ser vivo possui uma estrutura biológica inicial que poderá mudar como resultado dos próprios processos internos, a partir de uma trajetória definida pelas interações com o meio e segundo uma “dinâmica histórica específica de vida” (MATURANA; REZEPKA, 2000). Logo, a possibilidade de os alunos aprenderem algo pode ser considerado um fenômeno subjetivo, porque está diretamente relacionado com a sua estrutura neurofisiológica, fenômeno que Maturana e Varela (2001) denominam de *clausura operacional*.

Isso quer dizer que “somos sistemas determinados em nossa estrutura. [...] somos sistemas tais que, quando algo externo incide sobre nós, o que acontece conosco depende de nós, de nossa estrutura nesse momento, e não de algo externo” (MATURANA, 2002, p. 27). Nesse sentido, o conhecer é um processo dinâmico e complexo que emerge como fruto de um modo de complexificação em que o próprio cérebro se enreda permitindo operações cognitivas cada vez maiores (PELLANDA, 2009).

A exploração conjunta do Minecraft possibilitou emergir, no grupo, conhecimentos matemáticos que, até então, não eram perceptíveis, mas que, através do acoplamento tecnológico e das coordenações de coordenações de ações recursivas (explorar o software,

refletir e conversar sobre o que estava sendo feito, e depois, voltar a explorar o Minecraft), foram sendo desencadeadas transformações estruturais nos alunos que favoreceram a aprendizagem matemática. Segundo Hultstrand (2015, p. 22, tradução minha), “o Minecraft pode ensinar tópicos fundamentais de matemática, integrar múltiplas áreas de conhecimento e, mais importante, prover um ambiente divertido e criativo para os estudantes buscarem aprender nele”. A fala de um dos alunos (Le), sobre as descobertas feitas a partir da exploração do Minecraft, corrobora com esse autor.

Fiz um sistema de energia utilizando uma alavanca; ela vai ativar essa energia, a redstone, e o comparador que seria para ativar essa energia, para conduzir ela. Essas são caixas de música que produzem um certo som; conforme tu vai clicando nelas vai produzindo um som. Tu pode escolher o tom do som e também se tu quiser mudar o som tu pode utilizar diferentes materiais, como a madeira, ela vai dar um som diferente; também utilizei pedra, cascalho e areia, só que o cascalho dá o mesmo som que a areia. Eu fui testando e descobri que esses materiais podem dar sons diferentes. Eu pego os materiais, boto dentro da minha caixa de música e vou comparando os sons que elas fazem. Posso ter tamanhos de buracos diferentes, maiores, mais fundos. Ao quebrar os blocos para baixo eu vou encontrando diferentes minerais, como a redstone, nossa energia, minério de ferro, ouro, carvão, lápis azul, diamante e esmeralda. Pegando carvão e graveto posso fazer uma tocha para iluminar a caverna e ver melhor quais minérios existem.

O depoimento acima nos indica que, à medida que o aluno explorava o Minecraft, também iam se manifestando diferentes possibilidades de interações entre os elementos do software, desencadeando várias compreensões acerca da matemática e de outras áreas do conhecimento. Ou seja, a exploração do Minecraft possibilitou a reflexão e a investigação de diferentes situações-problema, bem como a criação de novas conjecturas e descobertas acerca da matemática, através de movimentos de coordenações de coordenações de ações recursivas que acabaram influenciando nas condições de aprendizagem deste aluno.

Por esse ângulo, aprender não é algo pré-determinado ou previamente definido; emerge de um processo de acoplamento dinâmico entre o aluno e o seu nicho-ecológico (professor(a), colegas, recursos didáticos ou tecnológicos, etc.), que poderá desencadear transformações em sua estrutura, através de um processo de autoprodução (autopoiese), levando a aprendizagem. Segundo Maturana (2013, p. 01):

A aprendizagem é o próprio curso da mudança estrutural que o organismo vive [...], de acordo com as mudanças estruturais do meio, como resultado da seleção estrutural produzida entre ambos durante suas interações recorrentes, com conservação de suas respectivas identidades.

Reforçando o que foi dito anteriormente, o que vem do exterior, por si só, não determina a aprendizagem, mas pode provocar perturbações⁶² no aluno, que, por sua vez, podem disparar mecanismos neurofisiológicos internos, complexificando sua estrutura e desencadeando transformações/aprendizagens. Esse processo de estar em congruência com o meio é denominado por Maturana e Varela (1997) de *acoplamento estrutural*.

Assim sendo, à luz da Biologia do Conhecer, a aprendizagem acontece a partir do acoplamento “organismo-nicho” (MATURANA; DÁVILA, 2015), revelando-se na corporeidade do sujeito que aprende; é construída de maneira recursiva, mediante processos de autorreflexão e de auto-organização em que o ato de conhecer se configura, ao mesmo tempo, como “causa e causador” daquilo que produz (MORAES, 2007). Com relação à experiência de convivência vivida no Nicho de Aprendizagem Matemática, concluímos que ao explorarmos o Minecraft, tanto eu quanto os alunos nos transformamos/aprendemos, mediante um processo de cocriação pedagógica que emergiu da convivência, das conversações e do acoplamento estrutural e tecnológico.

5.4 MOVIMENTOS DE CONSTRUÇÃO DOS CONCEITOS MATEMÁTICOS POR MEIO DA EXPLORAÇÃO DO MINECRAFT

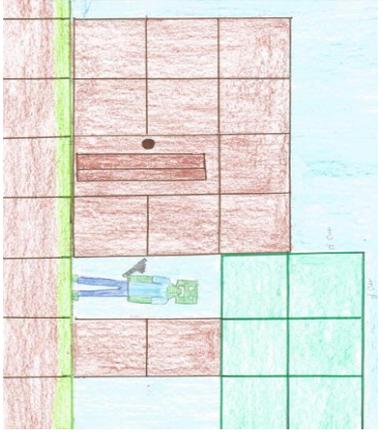
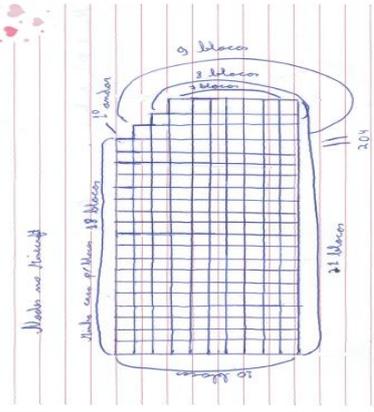
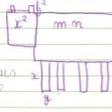
Numa tentativa de “cartografar a experiência de jogar”, sugeri aos alunos que registrassem suas percepções acerca dos fenômenos matemáticos que emergiam do acoplamento com o Minecraft, através de texto, áudio, vídeo, desenho ou outra forma de expressão. A maioria dos estudantes-pesquisadores preferiu manifestar suas ideias escrevendo um texto; no entanto, três alunas utilizaram desenhos com formas geométricas⁶³ para simbolizar o seu raciocínio.

Uma das alunas (J) desenhou a vista frontal da sua casa, utilizando quadrados para simbolizar os blocos do Minecraft (figura 1); outra menina (M) apresentou um esquema,

⁶² Segundo Maturana e Varela (1997), as *perturbações* estão relacionadas às interações que ocorrem entre determinado ser vivo e o seu meio, com potencial de promover mudanças. Esse termo tem origem na Teoria dos Sistemas, que entende que todo ser vivo é “perturbado pelo ambiente e nunca determinado”; quando percebidas/acolhidas pelo organismo, essas perturbações podem provocar transformações em sua estrutura, através de um mecanismo de auto-organização (autopoiese), o que gera uma complexificação do mesmo, desencadeando a aprendizagem.

⁶³ Consoante Oliveira (2008), o desenho geométrico propicia a representação da linguagem gráfica que é uma forma concisa, precisa e universal de comunicar e expressar ideias; também contribui para o desenvolvimento das capacidades de planejar, projetar e abstrair, favorecendo o estabelecimento de relações entre a percepção visual e o raciocínio espacial.

também utilizando quadrados, objetivando evidenciar as relações matemáticas que poderiam ser estabelecidas entre a planta baixa, o desenho no Minecraft e a maquete da casa (figura 2); e uma terceira aluna (F) desenhou uma “vaquinha” (um animal possível de ser retratado no Minecraft), estabelecendo relações entre as figuras geométricas que compunham essa imagem e o pensamento algébrico (figura 3).

Figura 1: Desenho da aluna J	Figura 2: Desenho da aluna M	Figura 3: Desenho da aluna F
		<p>Desenho de um jogador de Minecraft</p> <p>• no minecraft podemos fazer formas de matemáticas e polinômios com os animais</p> <p>ex: $x^2 + 2x^2 + m \cdot m + 4xy$</p>  <p>• Podemos formar animais para fazer os parâmetros dos jogos</p> <p>ex: $x^2 + 2x^2 + m \cdot m + 4xy$ $x^2 + 2x^2 + m \cdot m + 4xy$ $2x^2 + 4x^2 + 2m \cdot m + 8xy$</p> <p>• Além de fazer formas, podemos fazer multiplicações</p> <p>ex: $3(x^2 + 2x^2 + 3(m \cdot m) + 4xy)$ $3x^2 + 6x^2 + 9m \cdot m + 12xy$</p> <p>ou 1 madeira é igual a 4 blocos de madeira</p>

Fonte: Autora (2017).

De acordo com Cândido (2001), no ensino da matemática, a representação pictórica (desenhos, gráficos, esquemas) fica restrita a dinâmicas que são utilizadas pelo(a) professor(a), objetivando favorecer a compreensão de alguns conceitos matemáticos. No entanto, essa autora defende que o desenho pode e deve ser explorado também pelo aluno, pois é uma das primeiras linguagens, manifestação escrita das crianças, que permite a expressão e a comunicação de sentimentos e pensamentos a respeito de algo.

Com o intuito de compreender melhor o que a aluna F estava pensando ao fazer esse desenho, fiz um “movimento de pouso” (KASTRUP, 2007) e, em acoplamento, desenvolvemos uma conversa permeada pelo “respeito e aceitação do outro como legítimo outro” (MATURANA, 2002), por uma escuta atenta e reflexiva, sem julgamentos e/ou exigências sobre qual deveria ser a “resposta certa”, atentando para as processualidades e conceitos matemáticos que afloravam desse conviver.

Quadro 03 – Conversação com a aluna F sobre os conceitos matemáticos que emergiram do seu desenho

Professora: O que você está tentando simbolizar com esse desenho?

Aluna F: Eu estou somando monômios e polinômios com esses animais; eu estou somando as partes dessas vaquinhas. Como eu não sei as medidas, vou dizer que o corpo dela equivale ao “y”, a cabeça ao “x”, os chifrinhos são o “f” e as patas são “xy”. Como tem letras iguais, a gente pode somar os vários animais; então, eu somei duas vacas que tem a mesma estrutura e deu esse resultado: $2x + 2y + 8xy + 4f$.

Professora: Vamos pensar um pouco sobre isso. O que representa esse “x”?

Aluna F: Representa a cabeça da vaquinha

Professora: Representa a cabeça ou o valor de um dos lados desta cabeça?

Aluna F: É que eu me baseie naquele material⁶⁴ que construímos sobre polinômios. Entendi que o “x” seria o valor do quadrado, o “y” seria do retângulo e o “xy” seria daquelas outras pecinhas, os quadradinhos.

Professora: Lembra que quando construímos aqueles quadrados e retângulos nós acordamos que o lado do quadrado seria “x”, e como o quadrado tem todos os lados iguais, o valor de todos os lados também seria o mesmo? Com base nisso, como você faria para calcular a área do quadrado?

Aluna F: Faria “x” vezes “x”, que daria x^2 .

Professora: Correto! E para calcular a área do retângulo?

Aluna F: Como o retângulo não tem todos os lados iguais, eu não posso usar a mesma letra para representar o valor de todos os lados. Então, vou dizer que um dos lados é “x” e o outro, porque é diferente, é “y”.

Professora: Isso mesmo. Você precisa utilizar outra “letra” para representar o lado diferente, porque não tem o mesmo tamanho. Como você faria, então, para calcular a área desse retângulo?

Aluna F: Eu iria multiplicar “lado x lado”; daí eu acho a área dele.

Professora: E qual seria?

Aluna F: “xy”

Professora: Muito bem! Percebe, agora, que o que você colocou no desenho precisa ser modificado para ser coerente com o teu pensamento?

Aluna F: Sim, agora eu entendi (a aluna modificou o seu desenho).

Fonte: Autora (2017).

⁶⁴ Essa atividade foi inspirada no texto disponível em: <<https://estagiomatufmt.files.wordpress.com/2012/11/polinc3b4mios.docx>>. Acesso em: 08 Maio 2017.

A conversação narrada no quadro 03 mostra a importância do(a) professor(a) e alunos estarem em acoplamento, conversando, escutando-se, acolhendo ideias e percepções que emergem da convivência, com o intuito de favorecer a emergência e/ou ampliação dos conceitos matemáticos. Segundo Pellanda, Boettcher e Pinto (2017, p. 38), “o acoplamento estrutural sempre nos transforma e essa transformação se dá anatômica, fisiológica e subjetivamente devido à plasticidade de nosso sistema nervoso e psíquico”, podendo desencadear complexificações que levam a aprendizagens.

Contudo, convidar o aluno para aprender matemática em convivência não exige o(a) professor(a) da sua responsabilidade em conhecer, com profundidade, os fundamentos básicos dessa área do conhecimento; isso foi imprescindível para que pudesse auxiliar a aluna a ampliar seu raciocínio acerca dos conceitos matemáticos. O fato de eu e a aluna F estarmos em acoplamento, entregues e vivendo de “corpo e alma” aquela experiência, nos colocando “abertas” para ouvir com legitimidade e respeito aquilo que emergia da convivência, favoreceu a construção de uma forma peculiar de ensinar e de aprender matemática. Além disso, essa dinâmica de convivência teve potencial para desencadear modificações na estrutura da aluna, por meio de um processo de autoprodução (autopoiese), possibilitando ampliar sua conscientização com relação aos conceitos matemáticos que estavam sendo desenvolvidos.

À luz da Biologia do Conhecer, não é possível afirmar que a aprendizagem matemática aconteça só porque o(a) professor(a) explicou determinado conteúdo ou apresentou fórmulas e algoritmos de forma clara e coerente; tampouco, porque organizou uma aula com atividades diversificadas e desafiantes. Até pode ser que isso ajude, mas não garante que a aprendizagem ocorra. A aprendizagem, nesta perspectiva, é definida por Pellanda, Boettcher e Pinto (2017, p. 23) como:

[...] o conjunto de interações de um sistema vivo que se mantém vivo porque consegue se auto-organizar face aos ruídos perturbadores do meio (interno ou externo) transformando essas perturbações em padrões criativos que aumentam a diferenciação do sistema tornando-o mais capaz de enfrentar novos ruídos. Com esse trabalho do sistema emergem processos de complexificações sempre crescentes e sempre em devir. O devir está no âmago da questão epistemológica e ontológica do conhecer naquela perspectiva anunciada por Maturana e Varela de que conhecer é viver. Vivemos no fluxo e é nele onde aprendemos nos acoplando com o entorno e, ao mesmo tempo, constituímos saberes de forma autopoietica.

Dito de outra forma, o que desencadeia a aprendizagem, segundo a Biologia do Conhecer, é uma transformação da dinâmica interna do sujeito, através de um processo de complexificação que sempre ocorre em congruência, em acoplamento com o meio (nicho-

ecológico). No caso dessa experiência de convivência, a aluna se sentiu perturbada pela conversação e pelos movimentos de coordenações de ações recursivas que emergiram do conviver, o que desencadeou mudanças na sua estrutura interna, levando a alterações em sua conduta⁶⁵ (forma de agir e de pensar os conceitos matemáticos), possibilitando o fluir da sua aprendizagem.

Ao cartografar a experiência dos alunos explorando o Minecraft nesse Nicho de Aprendizagem Matemática pude perceber, entre outras coisas, que, ao mesmo tempo em que resolviam os problemas inerentes ao “mundo” deste software, também realizavam operações matemáticas (não na sua dimensão formal, mas na dimensão de experiência, de resolução de problemas), o que favoreceu, sobremaneira, o estabelecimento de relações com a matemática. Dito de outra forma, quando os alunos já têm um determinado conceito matemático “vivido” que, neste caso, ocorreu por meio da exploração do Minecraft, fica mais fácil dar sentido e/ou significado ao assunto/conteúdo que está sendo estudado.

Como pesquisadora, relaciono essa situação vivenciada pelos estudantes-pesquisadores com a própria evolução do pensamento matemático, pelo qual, num primeiro momento, o aluno tem uma visão mais ingênua da matemática; posteriormente, axiomatiza e organiza o que está pensando para, num terceiro momento, formalizar o conhecimento matemático. Sacramento Soares (1997) explicita, com mais profundidade, no que consistem essas três etapas da produção do conhecimento matemático.

- 1) Fase inicial ou intuitiva: é considerada a fase da descoberta, isto é, o momento em que os alunos exploram e se familiarizam com os conceitos matemáticos, considerando-os verdadeiros ou falsos, com base, apenas, nas evidências intuitivas.
- 2) Fase da construção: momento da organização sistemática das definições e resultados encontrados a partir da exploração inicial dos conceitos matemáticos, com o objetivo de axiomatizar. Nesta fase, é relevante que o(a) professor(a) possa discutir e esclarecer os resultados obtidos na resolução das situações-problema, bem como sua consistência e inter-relação com as ideias matemáticas.
- 3) Fase da formalização: momento em que as regras de demonstração são esclarecidas e os resultados são simbolizados na linguagem formal da matemática.

Em se tratando da educação escolar, a autora defende que as duas últimas fases são as mais difíceis de serem alcançadas, pois, para isso, não é suficiente que os alunos decorem

⁶⁵ Na perspectiva da Biologia do Conhecer, “a conduta ou comportamento aprendido é sempre uma expressão do acoplamento estrutural do organismo com o meio. É produto do imbricamento dos dois e da complementaridade dos processos” (MORAES, 2003, p. 111).

fórmulas e procedimentos, nem tão pouco, que acreditem na viabilidade de resolver as operações e os problemas matemáticos mediante, somente, a utilização de procedimentos intuitivos; sugere que os conteúdos sejam explorados de diferentes formas, almejando que o aluno consiga estabelecer relações entre eles e a vida cotidiana, dando, assim, sentido ao que está sendo estudado.

De acordo com Gómez-Granell (2008), para auxiliar no desenvolvimento do raciocínio matemático é relevante ajudar os alunos a pensar, criando de espaços de conversação que possibilitem a reflexão sobre as dinâmicas utilizadas na resolução das situações-problema, partindo do pensamento intuitivo e avançando para os procedimentos formais. Porém, ele alerta que isso seja feito de forma gradativa, e não automática, evitando dar um “salto mortal entre o conceitual e o simbólico” (Ibidem, p. 274). Pondera que a aprendizagem matemática fica prejudicada quando

[...] os alunos continuam manipulando os símbolos sem associá-los ao seu significado referencial porque existe uma dissociação total entre os aspectos semânticos e os sintáticos. O problema fundamental que se coloca é, então, como fazer que os alunos passem dos procedimentos não-formais e intuitivos às expressões simbólicas próprias da linguagem formal e vice-versa (GÓMEZ-GRANELL, 2008, p. 274).

Frenkel (2014) argumenta que pensar na matemática como um conjunto de regras e normas pré-estabelecidas, sem espaço para a conversa, a reflexão e a descoberta é, possivelmente, um dos motivos que tem levado crianças/adolescentes a encararem a matemática como algo difícil, ilógico e, por vezes, desagradável. Infere que a simples manipulação dos símbolos numéricos não possibilita a compreensão dessa área do conhecimento, pois, antes de qualquer coisa, o aluno precisa entender o que a linguagem matemática representa e quais relações podem ser estabelecidas entre seus símbolos.

Não é suficiente que o aluno consiga “identificar” a linguagem, o código matemático explicitado nos exercícios, mas, principalmente, que essa simbologia faça sentido para ele, que entenda do que se trata, objetivando saber utilizá-la na resolução de problemas, tanto na escola como no seu dia-a-dia, processo denominado por Mendes e Grandó (2007) de *numeramento*. Nesse sentido, é importante que o(a) professor(a) oriente seu planejamento pedagógico objetivando propiciar, no aluno, o desenvolvimento de uma potencialidade comunicativa que permita a ele usar a linguagem matemática em diferentes situações e de forma coerente; oportunize momentos de convivência, em que, professor(a) e alunos possam refletir, conversar, registrar hipóteses de resolução sobre diferentes situações-problema,

construindo, assim, uma “ponte” entre o pensamento informal e os conceitos formais matemáticos.

Devlin (2004) corrobora dizendo que aprender matemática é conversar sobre ela; é perceber as relações que se estabelecem entre os números e o mundo; é trocar ideias de como os conceitos matemáticos são percebidos e entendidos. Porém, quando os processos de ensinar e aprender matemática não privilegiam a reflexão e a conversação, quando não é oferecido ao aluno situações-problema que desafiem e estimulem o seu raciocínio, aumentam as chances da aprendizagem matemática não acontecer ou ocorrer de forma automática (sem compreensão).

Ainda, consoante Diniz (2001), quando o aluno diz que não sabe explicar/comunicar como e o que fez para resolver determinada atividade, ou seja, não consegue expressar matematicamente o pensamento utilizado na resolução de determinada atividade, colocando apenas a resposta do exercício, é porque ainda não associa os aspectos sintáticos aos aspectos semânticos da matemática.

A comunicação tem um papel fundamental para ajudar os alunos a construir um vínculo entre suas noções informais e intuitivas e a linguagem abstrata e simbólica da matemática. Se os alunos forem encorajados a se comunicar matematicamente com seus colegas, com o professor ou com os pais, eles terão a oportunidade para explorar, organizar e conectar a seus pensamentos, novos conhecimentos e diferentes pontos de vista sobre um mesmo assunto (CÂNDIDO, 2001, p. 15).

A aprendizagem matemática está intimamente relacionada à faculdade de comunicar uma ideia ou pensamento, visto que a “compreensão é acentuada pela comunicação do mesmo modo que a comunicação é realçada pela compreensão” (CÂNDIDO, 2001, p. 16). Trazemos aqui, como exemplo, a conversação narrada no quadro 03; as ideias retratadas pela aluna, quando da exploração do Minecraft, foram sendo esclarecidas/compreendidas, na medida em que ampliávamos a nossa comunicação, através da conversação e dos movimentos de coordenações de coordenações de ações recursivas, o que auxiliou no entendimento dos conceitos matemáticos implícitos na atividade.

Falar e ouvir nas aulas de matemática permite uma maior troca de experiências entre as crianças, amplia o vocabulário matemático e linguístico da classe e faz com que ideias e procedimentos sejam compartilhados. Ao ouvir seus pares e o professor, a compreensão do enunciado se modifica. [...] a fala das crianças indica o que fica encoberto pelo consentimento silencioso do coletivo de uma classe e, até mesmo, pelos registros escritos que podem não traduzir exatamente o que a criança pensou ao realizar a tarefa (DINIZ, 2001, p. 126).

Logo, expressar, de diferentes maneiras (oral, escrita, pictórica) o raciocínio matemático utilizado na resolução de situações-problemas, contribui para que os alunos se “alfabetizem matematicamente”; isto é, compreendam a lógica do pensamento e da linguagem matemática, a fim de utilizá-la de uma maneira natural, espontânea e com significado, tanto na escola como na vida. Segundo Devlin (2004), se os objetos matemáticos tiverem sentido para o aluno, ou seja, puderem ser entendidos e aplicados em diferentes situações de sua vida, é possível que ele consiga operar com os números do mesmo modo que lida com as palavras: naturalmente.

A matemática é um conhecimento formal e, por isso, utiliza-se de uma linguagem singular, com símbolos e especificidades próprias, diferente da linguagem natural. De acordo com Devlin (2004), a língua materna foi desenvolvida pela necessidade de uma comunicação, nasceu do desejo do ser humano simbolizar algo percebido, sentido e refletido na vida cotidiana; porém, a linguagem matemática foi surgindo não em seu aspecto formal, mas nas relações, nos padrões, nas formas, quantidades, enfim, nos elementos que as simbologias matemáticas representam.

O fato dos estudantes-pesquisadores apresentarem resistência em expressar/comunicar o pensamento utilizado na resolução das atividades matemáticas demonstra, de certa forma, que eles não tinham clareza sobre quais conceitos matemáticos estavam emergindo da exploração do Minecraft; argumentavam que não sabiam explicitar o que e como haviam raciocinado, porque “tinham feito os cálculos de cabeça” (M). Em vista disso, e visando a facilitar a expressão das suas ideias, sugeri, num primeiro momento, que os alunos se manifestassem livremente; isto é, criassem suas próprias dinâmicas para explicitar o pensamento matemático utilizado, acolhendo com legitimidade, as diferentes formas de registro e de comunicação.

Posteriormente, a partir da conversação, do acoplamento e dos movimentos de coordenações de coordenações de ações recursivas, foi possível fazer aproximações com a linguagem formal da matemática, favorecendo a compreensão e a comunicação dos estudantes-pesquisadores sobre vários conceitos matemáticos relacionados à geometria. Conforme Smole e Diniz (2001), a linguagem matemática é mais facilmente compreendida quando se cria oportunidades para que o aluno possa familiarizar-se com os símbolos que são próprios dessa área do conhecimento, “encontrando sentido no que lê, compreendendo o significado das formas escritas que são inerentes ao texto matemático e percebendo como ele se articula e expressa conhecimentos” (Ibidem, p. 71).

Para que os alunos sejam capazes de apresentar as diferentes maneiras que utilizam para resolver problemas, cabe ao professor propiciar um espaço de discussão no qual eles pensem sobre os problemas que irão resolver, elaborem uma estratégia e façam o registro da solução encontrada ou dos recursos que utilizaram para chegar ao resultado. Assegurar esse espaço é uma forma de intervenção didática que favorece a formação do pensamento matemático, livre do apego às regras e às crenças tão presentes nas aulas de matemática. [...] ao fazer registros, a criança exterioriza um conhecimento, revelando sua compreensão do próprio problema e o domínio que possui dos conteúdos matemáticos que fazem parte daquela atividade (DINIZ, 2001, p. 125).

Sacramento Soares (1997) comenta que as dificuldades com o ensino da matemática localizam-se na maneira como as aulas são organizadas, predominantemente focadas em resolver exercícios baseados em manipulações simbólicas e regras previamente definidas, em que o significado conceitual da matemática não é explicitado. Acrescenta que quando os processos de ensinar e aprender são desenvolvidos dessa forma, o aluno acaba decorando os conteúdos e não consegue fazer as transposições necessárias para outras situações, dificultando, assim, sua compreensão.

Corroborando, Moreira (2014) diz que um dos fatores que contribui para a dificuldade de aprender matemática é o fato de que as teorias e modelos científicos⁶⁶ matemáticos são ensinados como “verdades únicas”, como descobertas geniais, definitivas e acabadas, fruto apenas de “mentes brilhantes”, cujo entendimento é praticamente inacessível à maioria dos “seres mortais”. Por isso, propõe que o(a) professor(a) crie dinâmicas pedagógicas em que o fenômeno matemático apareça em sua forma conceitual e não apenas linguística; que os conceitos matemáticos sejam entendidos desde a sua essência, da sua lógica interna e não a partir de fórmulas prontas, a fim de possibilitar que o aluno encontre sentido e/ou consiga compreender o que está estudando. Becker (2012, p. 469) contribui dizendo que

[...] um dos motivos do mal-estar pedagógico que afeta a atividade docente deve-se ao ensino que transformou o conhecimento matemático num saber absoluto, ensinado como se fosse uma verdade eterna evidente por si mesma e, por isso mesmo, sem gênese ou história. Se for verdade absoluta, o aluno será proibido de mexer nela, de deformá-la [...]; deve, antes, repeti-la como um mantra, recitá-la indefinidamente.

Em outras palavras, as fórmulas, os cálculos e os teoremas apresentados de forma mecânica (sem a devida compreensão) nas aulas de matemática, nem sempre ajudam a dar

⁶⁶ Destacamos que o conhecimento científico é fruto da construção humana e, portanto, possível de ser elaborado, refutado ou concebido a qualquer momento e por qualquer pessoa que questione, reflita, problematize e pesquise uma realidade. Daí a importância de encorajar o aluno a procurar diferentes formas de entender e de expressar o pensamento matemático.

significado aos conhecimentos matemáticos, tampouco auxiliam no desenvolvimento do raciocínio do aluno, uma vez que dificultam o estabelecimento de relações entre o conteúdo que está sendo desenvolvido e as situações da vida cotidiana. Ao utilizarmos dinâmicas convencionais de ensino, “[...] acabamos por matar o ser matemático cultural para que possa nascer o aluno, um reprodutor de fórmulas” (MUNIZ, 2003, p. 16).

Mesmo que a matemática seja expressa em uma linguagem própria e tenha uma organização específica, ela não pode ser reduzida a símbolos, contas e medições; esses elementos apenas ajudam a facilitar o seu entendimento e a explicitar os conceitos matemáticos advindos das teorias. Aprendizagem dessa área do conhecimento não implica, apenas, na decodificação dos números e na realização de cálculos sistematizados, uma vez que os objetos da matemática são “entes” abstratos que emergem de uma ideia ou conceito sob a forma de símbolos ou de notações, retratadas por uma linguagem específica. Dessa forma,

[...] aprender a linguagem escrita da matemática é um dos conteúdos de aprendizagem escolar que se constrói através de seu uso, que se inicia de modo bastante simples, e muitas vezes, inadequado e, paulatinamente, torna-se mais sofisticado e complexo à medida que os alunos têm a oportunidade de usar as formas de representação que consideram válidas, de confrontar-se com aquelas utilizadas por outros membros do grupo e de discutir a eficácia comunicativa das diversas representações que usam. Por essa razão, as experiências de cada criança, seu percurso individual e as aprendizagens do grupo não podem ser esquecidas como elementos fundamentais para favorecer a apropriação e o aperfeiçoamento dessa linguagem (DINIZ, 2001, p. 131).

Em consonância com essa reflexão, Frenkel (2014) salienta que não é que os alunos não entendam a matemática; é que eles não compreendem sua simbologia e, por isso, não conseguem refletir e conversar, com lógica e coerência, a respeito dos conceitos matemáticos. O ensino da matemática intenciona auxiliar o aluno a entender melhor a natureza da matemática, que é processo, que implica no exercício do pensamento e na construção de significados; pressupõe reconhecer a lógica da matemática e saber utilizar sua linguagem de forma significativa e com coerência na resolução de situações-problema em diferentes contextos de vida, algo que fica facilitado mediante a conversação e a convivência.

As experiências vivenciadas no Nicho de Aprendizagem Matemática tinham como objetivo a exploração e a valorização das múltiplas formas de pensar e de entender a matemática, bem como das diferentes maneiras de simbolizar o raciocínio matemático. Visavam ao estabelecimento de relações entre os conhecimentos matemáticos já construídos

pelos estudantes-pesquisadores e o saber formal da matemática, almejando reconhecer e qualificar os conceitos matemáticos que emergiam da convivência.

Convém salientar, que as dinâmicas pedagógicas que afloraram neste domínio de ação também contribuíram para ampliar a percepção e a compreensão de diferentes ideias relacionadas à teoria da Biologia do Conhecer, entre elas: os movimentos de coordenações de coordenações de ações (quando conversávamos, refletíamos e experimentávamos diferentes maneiras de resolver e registrar os exercícios matemáticos); conversação (quando expressávamos e acolhíamos, com respeito e aceitação, os conceitos matemáticos que emergiram no grupo); recursividade (quando alguém propunha uma maneira de resolver uma situação-problema e, então, a partir da conversação, outras formas surgiam, o que levava a turma a refletir e redimensionar seu raciocínio matemático); autoprodução (modificações na forma de ser e de pensar do grupo com relação à matemática); emergência (as diferentes atividades que afloraram a partir da convivência); acoplamento tecnológico (exploração do Minecraft) e acoplamento estrutural (estarmos juntos, em legitimidade, querendo aprender matemática).

Diante disso, inferimos que a aprendizagem matemática fica facilitada quando se oportuniza cenários de convivência (no caso, o Nicho de Aprendizagem Matemática), que estimulam a reflexão conjunta e o conviver; espaços em que professor(a) e alunos possam refletir, trocar ideias, cocriar atividades e resolvê-las juntos, escutando e sendo escutados sem julgamentos ou pré-conceitos, num relacionamento em que

[...] um aceita o outro em seu espaço de existência e não nega sua legitimidade, que se encontra com o outro na dignidade do outro. E, na medida em que encontro o outro em sua dignidade, o outro se encontra comigo em minha dignidade. Na medida em que respeito o outro, o outro me respeita (MATURANA, 1993, p. 34).

Nessa lógica, a educação conquista outro sentido, o de contribuir com a transformação humana por meio da convivência, e não, apenas, de preparar crianças e adolescentes para, num futuro qualquer, inserirem-se na sociedade e no mercado de trabalho. Desempenhando uma função educativa mais ampla e abrangente, voltada para o “aqui e agora”, e visando ao desenvolvimento integral⁶⁷ do aluno, a educação favorece a compreensão de que a aprendizagem é algo inerente ao viver.

⁶⁷ Para Maturana (2002, p. 18), o ser integral se funda no entrelaçamento do emocional com o racional, em que “o racional se constitui nas coerências operacionais dos sistemas argumentativos que construímos na linguagem, para defender ou justificar nossas ações”.

Conforme sinaliza Maturana e Rezepka (2000, p. 09):

Nós, os seres humanos, fazemos o mundo que vivemos em nosso viver. Ele surge conosco. [...] a tarefa da educação é formar seres humanos para o presente, [...] seres capazes de pensar tudo e de fazer tudo o que é preciso como um ato responsável a partir de sua consciência social.

Contudo, para que essa proposta educativa possa ser desenvolvida, é importante, primeiramente, que professor(a) e alunos estejam “abertos”, receptivos e dispostos a se transformar, se complexificar, se auto-organizar, situação que poderá levar ambos a entender, perceber, sentir e intuir os processos de ensinar e aprender desde um outro lugar. Foi isso, de certa forma, que aconteceu comigo ao vivenciar essa experiência de convivência. Quando me predispus a despojar-me de alguns medos, angústias e da “necessidade de controle”, manifestou-se em minha dinâmica de vida, pessoal e profissional, outra forma de ver/entender o fenômeno educativo, permeado de dinâmicas pedagógicas que fui conhecendo a partir da convivência com os alunos.

Essa outra maneira de ser e estar no mundo, como também de perceber a educação, contribuiu com a transformação do meu fazer pedagógico, uma vez que não existe “um mundo objetivo lá fora a ser captado e representado pelo sujeito, mas esse mundo depende de sua participação dinâmica nele, em termos de auto-organização, autoexperimentação e ação” (PELLANDA, 2009, p. 30). Além disso, o cartografar da experiência de convivência desenvolvida no Nicho de Aprendizagem Matemática possibilitou-me compreender que o processo de cognição é muito mais amplo do que a “concepção do pensar, raciocinar e medir, pois envolve a percepção, a emoção e a ação, tudo que constitui o processo da vida, como elementos fundamentais constitutivos da dinâmica da vida” (MORAES, 2003, p. 47).

6 SEGUINDO NO MOVIMENTO DO CARTOGRAFAAR

Em decorrência da convivência, das conversações, do acoplamento e dos movimentos de “rastreio, pouso, toque e reconhecimento atento” (KASTRUP, 2007) desencadeados no Nicho de Aprendizagem Matemática, emergiu, do grupo, o desejo de vivenciarmos outras atividades além da exploração do Minecraft, almejando, assim, ampliar a compreensão sobre os conceitos geométricos. Entre elas, destacamos: exploração do Tangram; construção e estudo das propriedades dos sólidos geométricos; realização de cálculos relacionados à área e perímetro de alguns poliedros; confecção e estabelecimento de relações matemáticas vinculadas à construção da planta baixa e da maquete de uma casa (tanto no plano real quanto no Minecraft).

Esses e outros movimentos que se manifestaram nesse Nicho de Aprendizagem Matemática serão melhor retratados nos tópicos a seguir.

6.1 MOVIMENTOS DE EXPLORAÇÃO DO TANGRAM

Uma das atividades que aflorou no percurso dessa experiência de convivência foi a exploração do Tangram⁶⁸, decorrente dos movimentos de *rastreio* (observação das dificuldades dos alunos com relação às noções básicas de geometria) e *pouso* (desejo do grupo em ampliar o entendimento sobre os conceitos relacionados à geometria). Em decorrência disso, foram sendo cocriadas as vivências a seguir.

6.1.1 Conhecer a origem do Tangram

Essa atividade emergiu da vontade dos estudantes-pesquisadores conhecerem a história que explica o surgimento do Tangram, o que lhes causou surpresa e admiração. A partir de uma pesquisa realizada na internet, foi encontrada a lenda⁶⁹ que deu origem ao jogo,

⁶⁸ O Tangram é um antigo jogo chinês que consiste na formação de figuras e desenhos por meio de sete objetos geométricos (5 triângulos, 1 quadrado e 1 paralelogramo).

⁶⁹ Diz a lenda que um sábio chinês deveria levar ao Imperador uma placa de jade; porém, no meio do caminho, o sábio tropeçou e deixou cair a placa que se partiu em sete pedaços geometricamente perfeitos (essas peças representariam as sete virtudes chinesas). Então, o sábio procurou reconstruir a placa, mas a cada tentativa surgia uma nova figura. Depois de muito tentar, ele, finalmente, conseguiu formar o quadrado novamente,

fato que ajudou os alunos a contextualizarem o que estavam estudando, além de despertar o desejo pela compreensão dos conteúdos matemáticos relacionados ao mesmo.

6.1.2 Ampliar o pensamento geométrico por meio do Tangram

Após conhecermos a história que deu origem ao Tangram, começamos a explorar o jogo, visando a conhecer as peças que o constituem, bem como decifrar possibilidades de combinação entre elas. Iniciamos a atividade tentando nomeá-las; após, nos aventuramos a detectar onde estavam os elementos geométricos (vértice, aresta e ângulo) que constituem cada uma das figuras do Tangram e, finalmente, caracterizamos se eram objetos geométricos planos ou espaciais. Os alunos não apresentaram dificuldades em nomear as figuras geométricas, pois já eram conhecidas deles, nem tão pouco, de apontar que se tratava de objetos planos⁷⁰.

Contudo, tiveram dificuldades em lembrar o nome das propriedades geométricas constituintes das figuras. Tinham uma vaga lembrança, mas não sabiam como nomeá-las por meio da linguagem formal da matemática (diziam “lado” da figura, ao invés de aresta; “ponta” ao invés de vértice; “espaço entre as pontas” ao invés de ângulo). A ausência de uma nomenclatura específica não inviabilizou a conversa no grupo (até porque, os alunos indicavam com o dedo sobre o que estavam falando); porém, em situações em que o objeto estava ausente, a não utilização da nomenclatura matemática específica ocasionou dificuldades de entendimento.

Carvalho e Lima (2010) sugerem que a nomenclatura formal das figuras geométricas seja introduzida com moderação e de forma gradual no contexto educativo. Recomendam que, primeiramente, o aluno seja familiarizado com os elementos básicos da geometria euclidiana (noções de vértice, aresta, face, etc.), através da observação, da exploração, da representação (desenho) e da construção de objetos; só depois disso, aconselham a inserção da linguagem formal da matemática, relacionando-a ao idioma coloquial utilizado pelo estudante.

De acordo com Itzcovich (2012), para que o aluno compreenda com mais facilidade as propriedades geométricas de um objeto, não é suficiente apresentar os nomes, as particularidades e os elementos que o caracterizam. É interessante que o(a) professor(a)

levando-o ao seu Imperador. Disponível em: <<http://porteiras.s.unipampa.edu.br/pibid/files/2014/07/A-LENDADO-TANGRAM-2.pdf>>. Acesso em: 21 dez. 2018.

⁷⁰ Apesar das peças do Tangram possuírem espessura, combinamos que seriam vistas como figuras planas, pois essa dimensão era bastante reduzida.

ofereça situações-problema e/ou desafios que estimulem o estabelecimento de relações entre a geometria e os saberes da turma, auxiliando, assim, na ampliação do pensamento geométrico e no desenvolvimento do raciocínio lógico-dedutivo. Complementa dizendo que o pensamento argumentativo se manifesta quando são oportunizados momentos de convivência e de socialização das ideias, onde professor(a) e alunos possam conversar acolhendo as hipóteses, os erros, os acertos e as sugestões de resolução que emergem *no* e *do* grupo, com “respeito e aceitação do outro como legítimo outro em convivência” (MATURANA, 2002).

6.1.3 Explorar o Tangram de forma livre e orientada

Num primeiro momento, os alunos foram convidados a explorar as peças do Tangram montando figuras e criando objetos de acordo com a sua imaginação (esta atividade foi bem acolhida porque possibilitou o fluir da criatividade no grupo). Após isso, foi solicitado, por mim, que montassem algumas figuras previamente estipuladas (animais, objetos, pessoas), as quais reivindicavam uma maior observação, atenção e visão espacial. Diante da dificuldade encontrada pelos estudantes-pesquisadores na realização desta tarefa, fui desencadeando movimentos de conversação e de coordenações de coordenações de ações recursivas que possibilitaram, ao grupo, encontrar diferentes formas de resolver esse desafio.

Levando em conta o vivido, destacamos a importância do(a) professor(a) e dos alunos estarem em acoplamento durante a realização das atividades matemáticas, a fim facilitar o estabelecimento de uma “parceria pedagógica” que favoreça uma complexificação na maneira de pensar a matemática. Melhor dizendo, é a convivência e a conversação que propicia e dá condições para que a cocriação aconteça, qualificando, assim, os processos de ensinar e aprender matemática, pois “viver é sempre uma ação efetiva que implica em invenção de saberes/acontecimentos/devires. Essa invenção é a emergência dos acoplamentos humanos em seus devires consigo mesmo e com o meio de forma dinâmica e criadora” (PELLANDA; BOETTCHER; PINTO, 2017, p. 21).

6.1.4 Construir e desenhar quadrados usando 2, 3, 4, 5 e 7 peças do Tangram

O desejo/interesse dos alunos em explorar o Tangram de diferentes formas, e de ampliar suas percepções acerca da geometria, levou o grupo a querer vivenciar uma atividade que consistia na construção de 5 quadrados (todos do mesmo tamanho), utilizando um número diferenciado de peças do Tangram. Para realização desta tarefa sugeri, num primeiro

momento, que os estudantes-pesquisadores montassem esses quadrados utilizando material concreto (peças do próprio jogo) e, depois, desenhassem o que haviam construído.



Fonte: Autora (2017).

Essa atividade foi bem desafiadora para os alunos, pois, além de requisitar a utilização do pensamento espacial (na montagem dos quadrados), precisaram estabelecer relações de proporcionalidade e simetria quando tiveram que desenhar essas figuras na folha ofício. De acordo com Itzcovich (2012), a aprendizagem dos conceitos geométricos implica num constante “ir e vir entre o objeto e a sua representação”. Logo, saber quais são os elementos que constituem uma figura geométrica, assim como, retratá-la com fidelidade, estabelecendo relações de proporcionalidade entre o real e sua ilustração, resultam em uma experiência significativa para compreender o conjunto de relações que caracterizam o pensamento geométrico. Consoante Carvalho (2010, p. 145):

Quando vemos um objeto espacial e procuramos reproduzi-lo por intermédio de um desenho em uma folha de papel estamos realizando uma operação bastante complexa, do ponto de vista cognitivo. Entre outros aspectos, porque o desenho é feito em uma superfície plana, enquanto que o objeto é espacial e isso gera, necessariamente, uma “perda de informação” sobre o objeto representado. Em outras palavras, o que desenhamos, com certeza, não é o objeto, mas, possivelmente, a imagem mental que dele fazemos ao vê-lo.

Itzcovich (2012) complementa dizendo que nem sempre os alunos são capazes de reconhecer as propriedades das figuras geométricas pelo simples fato de olharem os desenhos que as representam, necessitando, primeiramente, explorar os objetos/peças que as constituem. Por esse motivo, reforça a importância do(a) professor(a) fomentar atividades que possibilitem “tornar explícitas as características e as propriedades dos objetos geométricos

para além dos desenhos que os alunos utilizam para representar tais figuras” (ITZCOVICH, 2012, p. 10).

Após vários movimentos de coordenações de coordenações de ações recursivas, montando os quadrados, medindo as peças, desenhando no papel, refletindo sobre as produções e criando outras possibilidades de resolução da tarefa, descobrimos que ficava mais fácil se utilizássemos como medida padrão um dos quadrados já existente no Tangram, desenhando, no seu interior, as demais figuras geométricas necessárias para formar os outros quadrados de 2, 3, 4, 5 e 7 peças. Maturana (2001a) chama esse movimento em que cada aprendizagem é ponto de partida para novas aprendizagens de *recursividade*.

Melhor dizendo, cada vez que os alunos refletiam, recursivamente, sobre como e o que estavam fazendo para resolver a atividade, agregavam-se outros elementos ao seu pensamento inicial, desencadeando um processo de complexificação que transformou sua forma de raciocinar sobre os conceitos matemáticos. Em sincronicidade com essas ideias, Pellanda (2009, p. 35) destaca que conhecer

[...] é o conjunto de interações de um sistema que se mantém vivo porque consegue se auto-organizar face aos ruídos perturbadores do meio (interno ou externo), transformando essas perturbações em padrões criativos que aumentam a diferenciação do sistema tornando-o mais capaz de enfrentar novos ruídos.

Por esse ângulo, inferimos que a exploração do Tangram constituiu-se numa “perturbação” com potencial para provocar a reorganização do pensamento matemático dos alunos acerca dos conceitos geométricos, a partir do acoplamento, dos movimentos de coordenações de coordenações de ações recursivas e da convivência. Ao serem convidados a explicitar, de forma escrita, o raciocínio matemático utilizado na montagem das figuras, bem como manifestar as facilidades/dificuldades vivenciadas durante a exploração do Tangram, alguns estudantes-pesquisadores fizeram as seguintes considerações.

Quadro 04 – Considerações dos alunos acerca da exploração do Tangram

(continua)

Aluna N: O jogo do Tangram me ajudou a entender que diversas formas com tamanhos e formatos diferentes são capazes de formar diversos seres e objetos.

Aluna F: Essa atividade me ajudou a entender melhor as várias formas de fazer objetos geométricos, algumas foram mais fáceis e outras mais difíceis.

(conclusão)

Aluna J: Pude entender que, com formas diferentes, podemos formar figuras e aprender diversas retas e ângulos.

Aluno I: Eu tive que aprender a resolver problemas, porque não sabia como fazer para montar aqueles quadrados.

Fonte: Autora (2017).

De acordo com as ponderações explicitadas por alguns alunos no quadro 04, a exploração do Tangram desencadeou várias transformações/aprendizagens no grupo, entre as quais, destacamos “aprender a resolver problemas” (I). Diniz (2001) reforça que, quando o(a) professor(a) incentiva os alunos a buscarem diferentes soluções para determinada situação-problema, ampliam-se as possibilidades de conhecer como o grupo percebe ou entende a matemática. Além disso, a utilização de dinâmicas pedagógicas pautadas na resolução de situações-problema favorece o desenvolvimento dos processos investigativos e reflexivos no espaço educativo, o que auxilia, sobremaneira, no desenvolvimento do raciocínio matemático (PONTE; BROCARD; OLIVEIRA, 2006).

Na história da humanidade, os problemas matemáticos sempre existiram, a maioria deles, em decorrência dos conflitos inerentes às situações da vida cotidiana. Sendo assim, é possível dizer que a necessidade de resolver problemas permitiu a evolução, tanto da matemática quanto do pensamento humano, pois, ao resolver problemas, as pessoas foram levadas a refletir, formular hipóteses, fazer inferências e conjecturas variadas sobre a realidade vivida. De acordo com Roque (2012, p. 25):

A matemática se desenvolveu, e continua a se desenvolver, a partir de problemas. O papel da história da matemática pode ser justamente exibir esses problemas, muitas vezes ocultos no modo como os resultados se formalizaram. Para além da reprodução estéril de anedotas, visando a “motivar” o interesse dos estudantes, é possível reinventar o ambiente “problemático” no qual os conceitos foram criados.

Ao cartografar a experiência de convivência que se manifestou nesse Nicho de Aprendizagem Matemática, concluímos que a exploração do Tangram desencadeou o “espírito investigativo” e várias aprendizagens nos alunos. Permeados por movimentos de acoplamento, de coordenações de coordenações de ações recursivas, de conversações, de emergências e de transformações estruturais; movidos pelo desejo de querer aprender matemática juntos e impulsionados pelos desafios e situações-problema que emergiram do conviver, os estudantes-pesquisadores foram se transformando, ou seja, complexificando sua

forma de ser e de pensar, o que desencadeou transformações/aprendizagens que favoreceram a ampliação do raciocínio matemático do grupo sobre dos conceitos geométricos.

6.2 MOVIMENTOS ACERCA DA APRENDIZAGEM DOS CONCEITOS GEOMÉTRICOS

Um dos paradoxos da aprendizagem matemática reside no fato de que, apesar dessa área do conhecimento ser considerada de difícil entendimento, se faz presente no entorno da criança desde quando nasce; diariamente, ela lida com medidas e quantidades, vive rodeada de formas geométricas e opera com o espaço o tempo todo. Isto é, desde a infância, resolve problemas, elabora estratégias e busca lógica nas situações cotidianas, mesmo sem perceber que está usando a matemática.

Contudo, quando essa criança adentra na escola, apesar dos conhecimentos construídos como fruto da sua experiência de vida, por vezes, é vista como uma “folha em branco” que precisa ser preenchida, não sendo levado em consideração, seus saberes, sentimentos, impressões e percepções do mundo. Ou seja, nem sempre o espaço escolar se constitui numa possibilidade de “aprender junto”, numa experiência educativa que favorece a conversação e o acoplamento como um fluir recursivo permeado pelo “respeito e aceitação do outro como legítimo outro em convivência” (MATURANA, 2002).

As vivências que fazem parte do cotidiano escolar nem sempre são consideradas experiências para serem vividas, sentidas e refletidas, e isso tem dificultado a percepção das relações entre a matemática e a vida real. É sabido que essa área do conhecimento possui especificidades (raciocínio lógico-dedutivo, estrutura formal e linguagem específica) que, por vezes, dificultam sua aprendizagem. Porém, conforme argumenta Machado (1998), isso não se deve a razões primordiais, endógenas, da matemática, mas sim à forma como esse saber tem sido desenvolvido na escola: de um modo “predominantemente técnico, operacional, restrito a regras sintáticas, em contraposição a um uso que privilegie o significado dos elementos envolvidos, portanto, a sua dimensão semântica” (Ibidem, p. 109).

Ainda segundo esse autor, a apresentação de fórmulas prontas e procedimentos mecânicos/repetitivos, sem a sua devida compreensão, não favorece a construção dos conceitos matemáticos, pois dificulta o desenvolvimento do pensamento lógico-dedutivo. Complementando, Courant e Robbins (2000) expressam que, é por meio da relação entre seus elementos constituintes (lógica, dedução, análise, interpretação, generalização, entre outros) e

sua articulação com diferentes situações da vida cotidiana que é possível contemplar a dimensão semântica da matemática.

É frequente encontrarmos nas aulas de matemática propostas pedagógicas com a clássica sequência didática: *definição-teorema-demonstração-exemplos-exercícios*, uma dinâmica de ensino que ignora a história e a lógica dos conceitos matemáticos, bem como das situações-problema que influenciaram a construção desse conhecimento. Ainda se faz presente, no cotidiano escolar, práticas pedagógicas marcadas pela concepção formalista, em que é desprezado o processo de construção dos conceitos matemáticos, assim como o caráter semântico dessa área do conhecimento, em detrimento da “automatização” de procedimentos. De acordo com Becker (2012, p. 472), “não é o exercício de automatismos, em forma de algoritmos, que leva à aprendizagem. O caminho da aprendizagem dessa disciplina não consiste em automatizar para aprender [...]”.

Com relação ao pensamento geométrico, foco de estudo desse Nicho de Aprendizagem Matemática, Itzcovich (2012) salienta que não é suficiente apresentar aos alunos apenas os nomes, as particularidades, os elementos/propriedades que caracterizam as figuras geométricas. Sugere que, incentivar a manipulação dos objetos físicos e propor a resolução de desafios ou situações-problema⁷¹ envolvendo a geometria, favorece a internalização e generalização dessas propriedades auxiliando, inclusive, na construção e ampliação desse raciocínio. Foi isso que nos propomos fazer quando realizamos as atividades com o Tangram, conhecendo e refletindo sobre os elementos geométricos existentes no jogo, a partir do seu manuseio e exploração.

Movidos pelo desejo de ampliar, ainda mais, o pensamento matemático, cocriamos outras atividades relacionadas à geometria, entre elas: o manuseio e a exploração de sólidos geométricos em acrílico⁷², a construção de um cubo e de um tetraedro utilizando canudinhos

⁷¹ Consoante Itzcovich (2012), para que um exercício seja considerado um “problema geométrico” é importante apresentar as seguintes peculiaridades: 1) Deixar explícitas as propriedades dos objetos geométricos, pois conhecendo algumas de suas características fica mais fácil de propor respostas e argumentar sobre os resultados obtidos; 2) Proporcionar a interação, tanto com o objeto em estudo como com a sua representação (desenho), pois isso amplia a percepção conceitual do aluno; 3) Possibilitar que a resolução da situação-problema se apoie nas argumentações feitas acerca das propriedades dos objetos geométricos e em considerações validadas de forma empírica; 4) Estabelecer relações entre o estudo geométrico e o algébrico, a fim de tentar explicar e dar conta da validade das construções realizadas.

⁷² Inicialmente os alunos manusearam livremente os sólidos geométricos, identificando suas propriedades (ângulo, aresta, vértice) e o nome das figuras que formavam os lados desses poliedros. Depois, observaram que alguns deles tinham todos os lados iguais e outros tinham lados diferentes, discriminando-os em poliedros regulares e irregulares. Posteriormente, foi realizada no Laboratório de Informática Educativa (LIE) uma pesquisa, visando a nominar os sólidos geométricos de acordo com o número e formato dos lados que o compõem.

plásticos e varetas de madeira, bem como a confecção de alguns poliedros com cartolina. A seguir narramos as processualidades que emergiram dessas atividades.

6.3 MOVIMENTOS DE CONSTRUÇÃO E EXPLORAÇÃO DOS SÓLIDOS GEOMÉTRICOS

Inspirados pelos movimentos de cocriação que afluíam da nossa convivência, decidimos, coletivamente, montar alguns sólidos geométricos. O primeiro deles foi um tetraedro, utilizando canudinhos plásticos e, logo após, um cubo, utilizando varetas de madeira (conforme material explicativo no anexo C). Foi opção do grupo montar, ao mesmo tempo, a mesma figura geométrica, atitude que favoreceu a conversação e a troca de ideias a respeito da atividade, referendando o que Broitman e Itzcovich (2006, p. 180) dizem: “O trabalho de todos os alunos em torno de um mesmo sólido favorecerá a comparação das antecipações realizadas e permitirá aprofundar os elementos de cada sólido em particular.”

Além de permitir uma ampliação acerca dos conceitos geométricos, essa experiência de convivência despertou a curiosidade dos alunos sobre várias questões relacionadas ao tema, como: nome dos sólidos geométricos, relação entre o nome e a quantidade de lados do poliedro, forma como é calculado o perímetro e a área dos mesmos. Nem todas as dúvidas foram elucidadas naquele momento de construção dos sólidos geométricos, pois a investigação é parte importante do processo de construção do pensamento matemático. Por isso, as curiosidades do grupo viraram questões de pesquisa, que foram elucidadas, posteriormente, a partir da conversação e da pesquisa realizada no Laboratório de Informática Educativa (LIE).

<p>Figura 7: Alunos explorando os poliedros de acrílico.</p>	<p>Figura 8: Alunos construindo um tetraedro com canudinhos plásticos.</p>	<p>Figura 9: Alunos construindo um cubo com varetas de madeira.</p>
		

Fonte: Autora (2017).

Ao serem convidados a explicitar, de forma oral e escrita, quais aprendizagens, facilidades e/ou dificuldades encontraram na montagem dos sólidos geométricos (tetraedro e cubo), os estudantes-pesquisadores manifestaram opiniões diferenciadas; alguns disseram que foi fácil fazer a transposição dos dados do material explicativo para o concreto (construção, propriamente dita, dos sólidos geométricos), enquanto que outros sinalizaram que, mesmo com as instruções claras, o auxílio da professora e dos colegas, não foi fácil realizar a tarefa. No quadro 05 estão explicitadas suas declarações.

Quadro 05 – Considerações dos alunos a respeito da confecção dos sólidos geométricos
(continua)

Aluna J: A figura era fácil de fazer, mas no papel estava meio difícil de entender, porque não dava para ver o terceiro lado, a espessura. Montar a figura permitiu perceber o que é um objeto 3 D (3 dimensões).

Aluno Le: Achei fácil transformar o que estava no papel para um material concreto, entender no desenho a forma espacial.

Aluno D: Foi fácil montar a figura, pois eu tinha um modelo a seguir e já sabia a figura que ia ser formada.

Aluno I: As facilidades são montar a figura olhando para o desenho do papel; entendi que usando os canudos dá para formar um sólido geométrico com 3 dimensões, tentando formar uma espessura. As dificuldades são em ver quantas peças e que posições elas devem estar para formar a figura.

Aluna M: Achei que foi fácil trazer a figura da 2 D (2 dimensões) para 3 D (3 dimensões), ver um triângulo com quatro lados depois de montado.

Aluna N: Foi fácil perceber que, ao chegar no final da montagem, iria ter um sólido geométrico de 3 dimensões. Quando olhei a primeira vez para a imagem que estava no papel percebi que, ao chegar no final, teria que, necessariamente, ter um sólido de 3 dimensões e isso acabou facilitando a montagem. Foi difícil olhar a figura no papel e transformar ela no triângulo com as medidas iguais, fazer a junção dos dois triângulos.

Aluno D: Foi difícil montar a 3ª dimensão, juntar as pontas; também não conseguia fazer o encaixe para formar a terceira dimensão e ver a espessura da figura.

Aluna F: Eu aprendi várias coisas sobre sólidos geométricos. Aprendi que existem sólidos com lados iguais e diferentes; aprendi também sobre o vértice, que é a junção de duas retas, e com essa junção podemos ter ângulos de 90° , menores e maiores que 90° . Além disso, aprendi o que é geometria euclidiana, o que é planta baixa, frontal e desenho em perspectiva.

(conclusão)

Também conhecemos vários tipos de poliedros como: tetraedro, cubo, octaedro, dodecaedro, icosaedro e o hexaedro, além de outras formas geométricas. Concluindo, aprendemos várias coisas sobre formas geométricas que ajudarão a fazer nossa maquete e a casa no Minecraft.

Fonte: Autora (2017).

Levando em conta o depoimento dos alunos e inspiradas na fala de Itzcovich (2012), inferimos que a aprendizagem dos conceitos geométricos consiste num “ir e vir” constante entre o real (materialidade) e o conceitual (mental). Explorar os elementos que caracterizam um objeto geométrico, estabelecendo relações entre as propriedades geométricas e a sua representação (desenho) são ações que auxiliam a desenvolver o raciocínio geométrico, pois os objetos da geometria não pertencem ao um universo físico real, mas a um espaço conceituado; logo, os desenhos são símbolos dos objetos geométricos e não a própria geometria.

Sendo assim, os gráficos, imagens, figuras e diagramas constituem-se em importantes recursos, visando a estabelecer um nível intermediário de abstração entre os artefatos físicos e as entidades puramente matemáticas. Consoante Itzcovich (2012), é salutar que os objetos geométricos sejam, inicialmente, explorados na sua materialidade (concreto), mas que, paulatinamente, os alunos tenham oportunidade de realizar atividades que os possibilitem descobrir características dedutivas desses objetos, que é a base da geometria; a passagem do físico, perceptível, palpável, para o abstrato (nível conceitual) é um dos objetivos centrais dos processos de ensinar e aprender geometria.

Imbuída dessas ideias e percebendo o interesse dos alunos em ampliar seus conhecimentos acerca da geometria⁷³, sugeri que construíssemos, utilizando cartolina⁷⁴, a maquete de alguns sólidos geométricos, pois, de acordo com Isaacson (2017, p. 237), a geometria tem o desafio de ser “uma empreitada visual, envolvendo os olhos e a imaginação.”

⁷³ Segundo Itzcovich (2012), a geometria foi perdendo espaço e sentido, tanto na escola como na formação docente, por vários motivos, entre eles: a dificuldade, por parte dos professores, de encontrar situações pedagógicas em que os alunos se sentissem motivados a envolverem-se com esse estudo; pelo fato dos elementos da geometria (pontos, figuras, linhas, ângulos, etc.) não pertencerem ao um espaço físico real, mas a um espaço teórico, conceituado, o que dificultava sua compreensão; a utilização, por parte do(a) professor(a), de uma linguagem inadequada e pouco clara para se referir aos conceitos relacionados à geometria, inclusive com o predomínio de um vocabulário e definições formais que nem sempre tem sentido para os alunos.

⁷⁴ Para a realização dessa atividade foi entregue para cada estudante-pesquisador o desenho de um poliedro, a fim de que pudessem montá-lo; como os sólidos já estavam desenhados foi necessário, apenas, que os alunos realizassem a junção correta de suas faces. Devido ao tempo reduzido, essa tarefa iniciou em aula e foi finalizada como atividade extraclasse.

Essa vivência foi permeada por inúmeros questionamentos, aprendizagens e descobertas, conforme explicita a conversação no quadro 06.

Quadro 06 – Conversação acerca da confecção de poliedros

(continua)

Professora: Esses sólidos geométricos que nós vamos construir também recebem o nome de poliedros, sendo que eles podem ser regulares ou irregulares. Vocês sabem qual é a diferença entre eles?

Aluno M: Eu acho que os poliedros regulares são aqueles objetos que tem todos os lados iguais.

Professora: Como assim?

Aluna M: Por exemplo, o tetraedro, que a gente fez com os canudinhos; ele é formado por 4 triângulos iguais. Já, o cubo é formado de 6 quadrados iguais.

Professora: Muito bem! Mas quando falamos de sólidos geométricos, que são objetos tridimensionais, falamos de “faces” e não de “lados”. Então, podemos dizer que um tetraedro tem 4 faces iguais, representadas por quatro triângulos, e um cubo tem 6 faces iguais, representadas por seis quadrados. Já, quando falamos de figuras planas, no caso o triângulo e o quadrado, é mais correto dizer “lado” ou “aresta” para simbolizar os segmentos de reta que limitam essas figuras.

Professora: E o que é um poliedro irregular?

Aluna N: É um sólido geométrico que não é formado por faces iguais.

Professora: Você consegue me dar um exemplo disso?

Aluna N: Sim, por exemplo, uma pirâmide; ela tem 4 triângulos nos lados e um quadrado na base.

Professora: Ótimo! E vocês conseguem diferenciar um sólido geométrico de uma figura plana?

Aluno D: O sólido geométrico tem três dimensões e as figuras geométricas têm duas dimensões.

Professora: O que vocês entendem por dimensão de um objeto geométrico? (Os alunos ficaram pensando, mas não conseguiram responder).

Professora: As dimensões de um objeto geométrico são representadas pela altura, comprimento e espessura (mostrei num cubo onde estavam essas 3 dimensões). Quando observamos a face de um cubo e consideramos apenas o comprimento e a altura, dizemos

(conclusão)

que é uma figura bidimensional (2 dimensões); mas quando olhamos o cubo considerando também a espessura, dizemos que é uma figura tridimensional, ou seja, um sólido geométrico.

Aluna La: Agora eu entendi porque se diz 3D, três dimensões.

Professora: É muito importante que vocês conheçam quais são os elementos da geometria, relacionando-os com a linguagem formal da matemática, para que, depois, possam identificá-los nos sólidos geométricos que vamos construir e que existem na vida cotidiana.

Fonte: Autora (2017).

A partir da conversação retratada no quadro 06, inferimos que o raciocínio geométrico se desenvolve com mais facilidade quando é oportunizada, aos alunos, a vivência de situações em que possam observar e explorar objetos geométricos (no formato bi e tridimensional), através de movimentos de coordenações de coordenações de ações recursivas que possibilitem relacioná-los com diferentes formas de percebê-los. Essa abordagem didática favorece o estabelecimento de relações entre os sólidos geométricos e sua nomenclatura, bem como a compreensão de fórmulas, teoremas e/ou algoritmos específicos para a resolução de situações-problema vinculadas à geometria.

Machado (2003) argumenta que a aprendizagem dos conceitos geométricos apoia-se na conversão do registro discursivo ao figural (desenhos ou construções de objetos), na identificação dos elementos geométricos presentes nos objetos, na realização de atividades que privilegiam a exploração, a formulação e a resolução de situações-problema vinculadas aos sólidos, bem como na aptidão de saber comunicar (oral e/ou escrita) as peculiaridades/particularidades dos objetos geométricos em estudo.

A conversação desencadeada no grupo e relatada no quadro 06 demonstra o quanto foi importante estabelecermos relações entre os sólidos construídos e as propriedades geométricas ali presentes, inclusive com a introdução da linguagem formal da matemática, visando a ampliar a compreensão acerca desses conceitos matemáticos. Os movimentos de acoplamento, as dinâmicas recursivas e a convivência também foram importantes de serem desencadeadas durante a experiência de construção e exploração dos sólidos geométricos, pois possibilitaram que emergissem diferentes percepções, dúvidas, curiosidades e conhecimentos acerca da geometria, os quais puderam ser ampliados e/ou redimensionados.

De acordo com Broitman e Itzcovich (2006, p. 185),

[...] a construção de conhecimentos geométricos não reside exclusivamente na atividade mesma que os alunos realizam enquanto os resolvem, mas também no tipo de interações que permite promover em aula em relação aos objetos geométricos em questão.

Nesse sentido, destacamos a importância do(a) professor(a) e do aluno estarem juntos, colocando-se como “parceiros de aprendizagem”, conversando e vivenciando situações que permitam, a ambos, sentirem-se cocriadores dos processos de ensinar e aprender. Além disso, é relevante criar momentos de convivência que mobilizem os alunos a perguntar, manifestar dúvidas, fazer pesquisas sobre assuntos que despertam sua curiosidade e que vão além do conteúdo estabelecido no currículo, pois, segundo a Base Nacional Comum Curricular – BNCC (2017), a investigação é a mola propulsora para o desenvolvimento do pensamento matemático.

O acolhimento das diferentes percepções e entendimentos acerca das atividades que afloram da convivência em grupo, com uma atitude de “respeito e aceitação do outro como legítimo outro” (MATURANA, 2002), evitando julgar ou padronizar o que está sendo dito/feito, favorece a emergência de outro “olhar” sobre a aprendizagem matemática. Segundo Maturana e Rezepka (2000, p. 49), dessa forma, a tarefa educativa passa a ser considerada como um “fenômeno biológico fundamental que envolve todas as dimensões do viver humano na total integração do corpo e do espírito e na consciência de que, quando isso não ocorre, produz-se a alienação e a perda do sentido social e individual no viver.”

Dando continuidade ao estudo dos conceitos geométricos, e movidos pelo interesse de conhecer mais sobre as grandezas e medidas que poderiam advir da exploração dos poliedros, desencadeamos, coletivamente, uma investigação relacionada aos conceitos de área, perímetro e volume⁷⁵ de alguns sólidos geométricos. Inicialmente, os estudantes-pesquisadores foram convidados a falar como entendiam que se calculava a área do tetraedro e do cubo anteriormente construídos; eles se mostraram inseguros em emitir uma opinião, pois disseram que não tinham as medidas dos lados das figuras.

Com o intuito de facilitar a realização desses cálculos, sugeri que atribuíssemos valores aos lados das figuras que formavam esses sólidos geométricos (triângulo – no caso do tetraedro, e quadrado – no caso do cubo) utilizando uma régua; ao medirmos as dimensões dessas figuras, verificamos que os valores não eram exatos, o que acabou gerando

⁷⁵ Devido ao interesse dos alunos em querer confeccionar a planta baixa e a maquete da casa, optamos por não ampliar, demasiadamente, o estudo sobre o volume dos sólidos geométricos, explorando, apenas, algumas noções básicas desse conceito.

inquietações nos alunos. Aconselhei que arredondássemos os valores obtidos na medição, a fim de facilitar os cálculos, mas eles disseram que não se lembravam mais como se fazia isso. Então, aproveitei a necessidade e o interesse dos alunos pelo assunto e realizamos atividades que auxiliaram nesta compreensão.

Essa atitude tem relação com o fenômeno da “recursividade” (MATURANA, 2001a), um movimento que consiste em olhar várias vezes e de diferentes formas para um mesmo conteúdo, visando a uma compreensão mais ampliada sobre o assunto. O fato dos alunos não saberem como se realiza certos cálculos matemáticos (mesmo já tendo estudado isso) é algo recorrente nas aulas, fenômeno que reforça a ideia de que a aprendizagem dessa área do conhecimento não ocorre seguindo etapas previamente definidas e dispostas hierarquicamente.

Para Gérard Vergnaud (1996), o pensamento matemático não é estanque e linear; ele é construído em espiral e vai sendo ampliado na medida em que o aluno é convidado a refletir e estabelecer relações entre diferentes ideias/conceitos matemáticos. Logo, quanto mais os conteúdos são vistos, discutidos, explorados, desenvolvidos e/ou relacionados entre si, numa dinâmica de coordenações de coordenações de ações recursivas, maior é a chance de ampliar o raciocínio matemático do aluno. Consoante Stewart (1996, p. 14), “a matemática não é sobre símbolos e contas. Essas são apenas ferramentas do ofício [...]. A matemática é sobre ideias. Em particular, é sobre a forma como diferentes ideias se relacionam entre si.”

Nesse sentido, investir na cocriação de um cenário pedagógico (no caso, o Nicho de Aprendizagem Matemática) que incentive a conversação, a reflexão e o estabelecimento de relações entre os conceitos matemáticos, como também, que favoreça a convivência e o acoplamento estrutural são processualidades que tem potencial de desencadear transformações/aprendizagens no aluno, podendo contribuir com a ampliação do pensamento matemático. Quando as aulas são organizadas de forma a instigar o aluno a querer aprender em convivência (através de desafios, jogos, situações-problema e demais atividades que estimulam a curiosidade e o desejo de aprender), aumentam, também, as possibilidades de serem desencadeadas, no sistema do aluno – unidade ecológica organismo-nicho (MATURANA; DÁVILA, 2015), “ruídos”, perturbações, que podem levá-lo a se complexificar, num movimento autopoiético (auto-organização), refletindo num “historial” de transformações que se manifestam ao longo do seu processo de aprendizagem.

6.4 MOVIMENTOS RELACIONADOS AOS CÁLCULOS DE ÁREA E PERÍMETRO DOS SÓLIDOS GEOMÉTRICOS

A experiência de realizar, coletivamente, os cálculos de área e perímetro dos sólidos geométricos, contribuiu para desencadear várias transformações/aprendizagens no grupo. A partir da conversação narrada no quadro 07, é possível perceber que a vivência da atividade prática destinada a saber o valor do perímetro do cubo e do tetraedro favoreceu a compreensão de que, independentemente da quantidade de lados e da forma de um sólido geométrico, o perímetro se trata de uma grandeza relativa à soma dos seus lados.

Quadro 07 – Conversação sobre o cálculo do perímetro dos sólidos geométricos

Professora: O que vocês entendem por perímetro?

Aluno Le: É a soma de todos os lados de uma figura.

Professora: Muito bem! Neste caso, qual seria o perímetro do cubo? E do tetraedro?

Aluno I: No caso do cubo, é só somar os lados de um dos quadrados e multiplicar por 6, porque são 6 quadrados que formam o cubo. E no tetraedro, é só somar os lados de um triângulo e multiplicar por 4, porque são quatro triângulos.

Professora: Façam isso que o colega sugere e depois confirmam contando no sólido geométrico.

Aluna M: Não vai dar certo, porque no sólido tem alguns lados que servem para duas faces da figura.

Professora: Interessante a tua contribuição...vamos contar juntos quantas arestas têm o cubo e quantas tem o tetraedro, para ver se o que a M propõe tem coerência.

Aluno D: Sim profe, tem alguns lados que servem para duas faces.

Professora: Então como podemos fazer esse cálculo?

Aluno D: É só descontar os lados que se repetem da soma total do perímetro.

Aluna M: Ou contar só uma vez os lados que se repetem.

Professora: Muito bem! Vamos todos verificar qual seria o cálculo do perímetro do cubo e do tetraedro, considerando essa sugestão apresentada pela colega M (os alunos realizaram a atividade com facilidade).

Aluno Le: Então, para calcular o perímetro de uma figura geométrica é como se fosse calcular o contorno dela? É a medida da soma dos lados?

Professora: Isso mesmo! Mas é preciso cuidar para não somar as arestas mais de uma vez.

O cartografar dessa experiência nos mostra que mesmo os alunos já tendo internalizado o conceito de perímetro, no momento em que tiveram que realizar o cálculo levando em conta o material concreto (o cubo e o tetraedro), emergiram várias dúvidas que foram sendo elucidadas através de movimentos de acoplamento e de coordenações de coordenações de ações recursivas. Melhor dizendo, ao serem convidados a observar as propriedades inerentes aos sólidos geométricos, procurando estabelecer relações entre elas e o conceito de perímetro, bem como conjecturar sobre possíveis formas de resolução desta atividade, os alunos tiveram oportunidade de ampliar sua percepção acerca dos conceitos matemáticos relacionados à geometria, qualificando, assim, sua compreensão a respeito do conceito de perímetro.

Saber acolher, com legitimidade, as diferentes respostas e interpretações dos estudantes-pesquisadores acerca do cálculo do perímetro foi uma atitude importante para auxiliar no desenvolvimento do raciocínio geométrico e da linguagem formal da matemática. Para isso, valorizei todas as respostas que emergiam dos alunos, evitando rotular em “certo ou errado” o que era dito; escutava, com respeito e aceitação, as ideias que afloravam da convivência, ao mesmo tempo em que estimulava a reflexão e a cocriação de soluções que fossem coerentes com a natureza da matemática.

O cálculo da área foi mais difícil de ser compreendido, pois implicava na utilização de outros conceitos e compreensões matemáticas. Ao serem questionados sobre qual seria a área do cubo, imediatamente, vários alunos responderam: “lado x lado”. Então, provoquei-os perguntando se sabiam explicar o que estavam dizendo; para minha surpresa, ninguém soube elucidar sua fala. Diante disso, é possível considerar que os estudantes-pesquisadores tenham decorado a fórmula e não, necessariamente, compreendido o seu significado.

Quando fiz a mesma pergunta relacionada ao tetraedro, a situação piorou, pois os alunos não tinham a menor ideia de como fariam o cálculo da área desse sólido geométrico. Foi quando um deles arriscou uma resposta: “É só multiplicar por 3” (I). Rapidamente, uma menina retrucou: “Não! Aí tu tá calculando o volume” (M), e outro colega disse: “Num triângulo?” (D). Fez-se um grande silêncio na sala, instaurando-se a dúvida, um momento crucial para que pudesse emergir o desejo da investigação matemática.

Com o propósito de entusiasmar os alunos a descobrirem como se calcula a área do cubo e do tetraedro, sugeri que, inicialmente, encontrássemos o valor da área de cada face desses sólidos, para que, depois, pudéssemos somar todas as medidas obtidas e, assim, conhecer a área total do objeto que estava sendo estudado. Segue no quadro 08 a conversação

que desenvolvemos acerca da experiência de convivência relacionada ao cálculo da área do cubo.

Quadro 08 – Conversação sobre o cálculo da área do cubo

(continua)

Professora: Como vocês sugerem calcular a área deste cubo?

Aluno Le: Eu iria ver quanto vale cada lado de um dos quadrados que forma o cubo, achar a área daquela face e depois multiplicar esse valor pela quantidade de quadrados que têm no cubo, que são 6.

Professora: Muito bem! Mas você sabe como se calcula a área de um quadrado?

Aluno Le: Lado x lado.

Professora: Certo... E o que esse cálculo representa?

Aluno D: Representa tudo aquilo que cabe na superfície dessa figura.

Professora: Vocês entendem o que o D está falando? (Vários alunos disseram que não). Vamos transformar a medida da aresta de um dos quadrados do cubo em um valor conhecido, a fim de que possamos ter uma noção mais clara do que representa a área dessa figura. Meçam, com a régua, e descubram a medida do lado de um dos quadrados que formam o cubo (os alunos encontraram a medida de 4 cm). Desenhem um quadrado, usando essa medida e, posteriormente, calculem a sua área, segundo a sugestão do Le.

Aluna J: Se cada lado mede 4 centímetros, então $4 \times 4 = 16$.

Professora: Certo, mas me mostra isso no teu desenho.

Aluna J: Se eu dividir esse quadrado maior em 4 linhas e 4 colunas de 1 cm, é possível perceber que 16 quadrinhos formam o quadrado maior.

Professora: Vocês concordam com o que a colega disse? (Todos os alunos concordaram). Muito bem! Então o cálculo de 4cm x 4cm corresponde a multiplicar as 4 linhas pelas 4 colunas que formam esse quadrado, contemplando o espaço de toda a sua superfície. Mas a resposta ainda não está completa. Qual é a unidade de medida que vocês estão utilizando para calcular essa área?

Aluna J: Centímetros.

Professora: Pensem comigo: vocês multiplicaram 4 centímetros (comprimento) por 4 centímetros (largura), certo? Então, como fica a resposta?

Aluna M: 16 cm^2 (centímetros quadrados).

Professora: Muito bem! A área desse quadrado é 16 cm^2 . Mas por que cm^2 ?

Aluno Le: É porque eu multipliquei 2 dimensões: comprimento x largura.

(conclusão)

Professora: Ótimo! Então, se a área de um dos quadrados que compõe o cubo corresponde a 16 cm^2 , qual é a área total do cubo?

Aluna N: Como o cubo tem 6 faces, para achar a sua área eu preciso multiplicar esse valor de 16 cm^2 por 6 que dá 96 cm^2 . Certo?

Professora: Vamos todos fazer esse cálculo e ver qual é o valor que vocês encontram para a área do cubo (após fazerem os cálculos, todos obtiveram o mesmo valor).

Fonte: Autora (2017).

Na conversação explicitada no quadro 08, é possível perceber que os estudantes-pesquisadores tiveram maior facilidade em compreender o conceito de área e suas particularidades, quando sugeri que eles atribuíssem um valor conhecido ao lado do quadrado, como também materializassem essa figura através de um desenho no papel. Ou seja, a possibilidade de visualização deste objeto geométrico, aliada aos movimentos de conversação, acoplamento e coordenações de ações, favoreceram ao grupo estabelecer relações matemáticas diferenciadas sobre os cálculos realizados, num processo recursivo onde, a cada momento vivido/refletido, os alunos tinham a oportunidade de redimensionar suas ideias e percepções acerca do cálculo de área do cubo.

Almejando ampliar, ainda mais, essas noções matemáticas, propus aos alunos que realizassem outro cálculo de área. Utilizando, agora, o papel quadriculado, sugeri que desenhassem um quadrado de lado 5 e depois calculassem sua área⁷⁶. Após realizar a tarefa, um dos alunos se pronunciou: “Usando a fórmula lado x lado, encontrei 25 unidades de área” (Le). Então, perguntei: “Você consegue me mostrar, no desenho, a resposta que encontrou?”. O aluno e vários dos seus colegas conseguiram se dar conta de que 25 é a soma de todos os quadradinhos que formavam o quadrado de lado 5. Contudo, um dos meninos (I) não estava seguro de que essa seria a resposta correta, sugerindo que, para fazer esse cálculo, deveríamos multiplicar todos os 4 lados do quadrado, resultando em 625 unidades de área.

Ao perceber que o grupo não estava seguro para contrapor essa ideia, encorajei os alunos a descobrirem qual seria a medida do lado deste quadrado de área equivalente a 625 unidades. Alguns estudantes-pesquisadores tentaram desenhar essa figura no papel quadriculado, mas logo desistiram porque era muito demorado; outros sugeriram dividir 625 por 2, e logo perceberam que não era possível fazer dessa forma, pois, ao multiplicarem o

⁷⁶ Para facilitar a realização da atividade, combinamos que cada quadradinho seria equivalente a uma unidade.

resultado dessa divisão por ele mesmo, não obtinham o resultado de 625; uns, ainda, tentaram dividir 625 por 4, mas multiplicando esse resultado 4 vezes, também não dava 625.

Diante desse impasse, questionei o grupo: “Para calcular a área do quadrado de lado 5 vocês multiplicaram 5×5 , certo? De que outra forma poderíamos representar essa operação matemática?”. Vários alunos responderam que era escrevendo o número 5 ao quadrado, ou seja, usando a potenciação. Então ponderei: “E se nós usássemos a operação inversa da potenciação para descobrir o valor do lado do quadrado com área de 625? Vocês têm ideia que operação é esta?”. Todos gritaram: “Radiciação”. Continuei dizendo: “Muito bem! Como vocês fariam para achar a raiz quadrada de 625?” (fez-se, novamente, silêncio na turma).

Utilizando-me de registros no quadro e de movimentos de coordenações de coordenações de ações recursivas, fomos estabelecendo a seguinte conversação: “Quantos quadradinhos vocês usaram para colocar na base do quadrado de área 25?”. Todos responderam: “Cinco”. Complementei: “Se a raiz fica na base de uma planta e o cinco fica na base desse quadrado, então o cinco é a ‘raiz desse quadrado’, ou seja, sua raiz quadrada”. Todos ficaram admirados com essa analogia, com uma expressão de felicidade no rosto, por terem entendido como calcular a raiz quadrada de um número. Foi quando uma das meninas exclamou: “Mas, então, era isso? Nunca tinha pensado que podia ser assim tão fácil descobrir a raiz quadrada de um número” (La). Logo após, todos os alunos calcularam a raiz quadrada de 625, confirmando o seu resultado a partir do desenho do quadrado na folha quadriculada e da multiplicação de dois de seus lados.

Diante disso e levando em conta alguns conceitos da Biologia do Conhecer, inferimos que diferentes movimentos se manifestaram nessa experiência de convivência. Entre eles, destacamos: *autopoiese* (fruto das transformações estruturais que ocorreram em mim e nos alunos, desencadeadas pelas “perturbações” que emergiram da convivência, provocando um redimensionamento na forma do grupo ver os conceitos matemáticos de área, perímetro, potenciação, radicação, multiplicação e divisão); *recursividade* (quando eram utilizadas, pelo grupo, diferentes formas de solucionar os desafios propostos, mediante a reflexão ampliada e recursiva dos cálculos); *coordenações de coordenações de ações* (quando o grupo propunha uma ou mais formas de solucionar os desafios, modificando e/ou qualificando sua resolução); *acoplamento* (por termos aceito o convite de aprender matemática juntos, com legitimidade, “respeito e aceitação do outro como legítimo outro” (MATURANA, 2002); *emergência* (pelo grupo ter acolhido e se permitido vivenciar as atividades que afluíam da convivência).

Quando os alunos se dispuseram calcular a área do tetraedro, outros desafios afluíram, conforme explicita a conversação no quadro 09.

Quadro 09 – Conversação sobre o cálculo da área do tetraedro

(continua)

Aluna M: A minha figura é um tetraedro. Ele é formado por triângulos que tem três lados iguais. Como faço para calcular essa área?

Professora: Alguém sabe como calcular a área de um triângulo equilátero, ou seja, um triângulo que tem os três lados iguais?

Aluno Le: O lado do meu triângulo mede 8 cm, então eu multiplico 8×3 e tenho 24 cm^2 como resposta para área.

Professora: Vocês concordam com o que o colega disse? (Os alunos não se pronunciaram). Desenhem, no papel quadriculado, um triângulo equilátero de lado 8 e vejam se o valor encontrado confere com a resposta do colega. Estabeleçam a seguinte relação: $1 \text{ cm} = 1$ quadradinho.

Aluno D: Não, deu bem mais que 24 quadradinhos.

Professora: Diante disso, podemos dizer que não é dessa forma que se calcula a área de um triângulo. Como poderíamos representar o cálculo da área do triângulo equilátero? (Os alunos não souberam responder)

Professora: Para facilitar o entendimento desse cálculo, vamos antes ver como se calcula a área de um triângulo retângulo. Vocês sabem que tipo de triângulo é esse?

Aluna F: Sim, é aquele que tem um ângulo reto, ou seja, um ângulo de 90° .

Professora: Muito bem! Como vocês fariam para calcular sua área? (Silêncio). Desenhem, na folha quadriculada, um quadrado de lado 10 e tracem uma diagonal nele.

Aluna La: O que é diagonal?

Professora: Alguém sabe? (Ninguém se pronunciou). É uma linha que une os dois vértices de lados opostos não consecutivos (aproveitei o momento para explicar, também, o que são retas perpendiculares e paralelas).

Professora: Após traçarem a diagonal no quadrado, contem quantos quadradinhos são necessários para formar um triângulo retângulo.

Aluno D: Eu consegui 50! Exatamente a metade da área do quadrado.

Professora: Todos conseguiram esse valor?

Aluna La: Eu não consegui, porque tem uns quadradinhos que estão pela metade.

Aluno Le: É só tu juntar eles! Duas metades de triângulo forma um quadrado.

Professora: Faça o que o Le sugeriu e veja se tu consegues o mesmo valor (com auxílio dos colegas, a aluna obteve o valor de 50 quadradinhos).

(conclusão)

Professora: Como podemos simbolizar essa maneira de calcular a área do triângulo retângulo?

Aluno D: Lado x lado dividido por 2.

Professora: Todos concordam com o que o D está propondo? (Os alunos responderam que sim). Parabéns! Vocês descobriram uma fórmula geral/regra para encontrar a área do triângulo retângulo. Porém, é importante que vocês saibam que quando falamos em área do triângulo se utiliza a nomenclatura “base x altura” e não “lado x lado”.

Professora: Agora vamos voltar a olhar para o triângulo equilátero, aquele que forma o tetraedro. Ele é igual ao triângulo retângulo?

Aluna N: Não é igual. Ele tem os três lados iguais e o triângulo retângulo não tem.

Professora: O que mais ele tem de diferente?

Aluna M: Não tem ângulo reto.

Professora: Muito bem! Mas podemos estabelecer alguma relação entre a área do triângulo retângulo e do triângulo equilátero? Refaçam os cálculos da área tendo como ponto de partida a fórmula descoberta (os alunos fizeram vários cálculos para verificar se existia alguma relação).

Aluno I: Eu acho que descobri! Multipliquei a medida da base pela altura do triângulo e dividi por 2. Deu o mesmo valor de quadradinhos que formam o triângulo equilátero.

Professora: É isso mesmo. Mas o que você chama de altura do triângulo? É um dos lados?

Aluno I: Não, é a medida da base até o topo do triângulo.

Professora: Ótimo! O que se forma quando você traça uma linha perpendicular da base do triângulo até o seu ângulo oposto?

Aluno I: Forma dois triângulos retângulos! É por isso que pude usar a mesma fórmula de antes. Muito legal!

Professora: Isso mesmo...vamos todos calcular a área do triângulo equilátero e depois a área do tetraedro. Alguém tem ideia de como podemos fazer isso?

Aluno D: Tem que multiplicar o valor da área do triângulo por 4, porque ele é formado de 4 triângulos iguais.

Professora: Todos concordam com aquilo que o D está falando? Vamos fazer esse cálculo e depois socializamos os resultados (os alunos fizeram os cálculos e chegamos a um consenso sobre a área do tetraedro).

Diante do que foi relatado no quadro 09, inferimos que a aprendizagem dos conceitos matemáticos relacionados ao cálculo de área do tetraedro foi acontecendo no processo de convivência, por meio de dinâmicas de coordenações de coordenações de ações recursivas e de movimentos de acoplamento que emergiam *no* e *do* grupo. Ou seja, à medida que nos deixávamos perturbar pelas reflexões, dúvidas e inquietações provenientes das conversações e das relações estabelecidas entre o que sabíamos sobre os triângulos e outros conceitos matemáticos que emergiam da convivência, fomos ampliando o raciocínio geométrico em congruência com a história de interações do grupo, resultando na aprendizagem.

Consoante Moraes (2003, p. 111), aprender é

[...] um processo que se estabelece no viver, porém ele não ocorre ao captar o mundo externo. O aprender consiste em mudar com o mundo pelo fato do sistema nervoso estar imbricado com as circunstâncias e implica em contínuas mudanças estruturais a partir das interações do organismo com o meio.

O cartografar dessa experiência realizada no Nicho de Aprendizagem Matemática nos indica que a oportunidade do grupo estar em acoplamento, convivendo e construindo sólidos geométricos com diferentes materiais; fazendo registros/desenhos, visando a explicitar o seu pensamento acerca da geometria; conversando e refletindo sobre as diferentes possibilidades de realização dos cálculos de área e perímetro que emergiam do conviver, trouxe propósito/sentido para aquilo que estávamos vivenciando, o que contribuiu para desencadear mudanças estruturais que permitiram uma complexificação na forma dos alunos verem e entenderem os conceitos geométricos.

Em outras palavras, à medida que os estudantes-pesquisadores construía os sólidos geométricos e realizavam os cálculos de área e perímetro, conversando, explorando e refletindo sobre as propriedades/elementos da geometria ali presentes, também iam tomando consciência sobre a sua forma de ver e de pensar esses conceitos. Ao fazerem isso, foram complexificando sua percepção e compreensão acerca do assunto, desencadeando uma transformação estrutural que possibilitou a ampliação do seu raciocínio matemático.

Na perspectiva da Biologia do Conhecer, o pensamento matemático é recursivo, pois se manifesta através de coordenações de coordenações de ações, num movimento de “idas e vindas” reflexivas sobre seus próprios conceitos. As considerações feitas pelos estudantes-pesquisadores sobre as transformações/aprendizagens desencadeadas por meio da experiência de calcular a área e o perímetro do cubo e do tetraedro reforçam isso, como também, reiteram

a importância da convivência, da conversação e do acoplamento nos processos de ensinar e aprender matemática.

Quadro 10 – Considerações dos alunos acerca dos cálculos de área e perímetro

Aluna J: Eu já possuía alguns conhecimentos sobre esses assuntos de área e perímetro; porém, nesse dia, aprimorei um pouco mais meus conhecimentos, como, por exemplo, calculando a área num papel quadriculado.

Aluna M: Na última aula, eu entendi um pouco melhor a área. Sinceramente, eu já sabia o que era, mas me ajudou de forma que eu fizesse ela de modo mais simples. O jeito como eu fazia era meio complicado de entender. Agora consigo entender melhor o que eu estou fazendo; antes eu não ligava para nada disso, não tinha importância, mas agora tem e se eu não entendesse, acredito que eu não conseguiria fazer as atividades da pesquisa.

Aluna La: Eu estou aprendendo muitas coisas novas do conteúdo de geometria. O que eu estou feliz em aprender é saber calcular a área das figuras geométricas e saber identificar cada figura, exemplo: quadrado, triângulo, retângulo.

Aluno D: A aula passada foi muito produtiva para o nosso projeto já que aprendemos a calcular a área e o perímetro.

Aluno Le: Na última aula de matemática aperfeiçoei meus pensamentos sobre área e perímetro. Área é a parte de dentro de uma forma geométrica e perímetro é a parede ao redor.

Fonte: Autora (2017).

Ao observarmos o relato explicitado no quadro 10, concluímos que as diferentes dinâmicas pedagógicas cocriadas neste domínio de ação (Nicho de Aprendizagem Matemática) tiveram força/potencial para desencadear várias transformações/aprendizagens nos alunos, ampliando a sua forma de ver/entender os conceitos de área e perímetro. Além disso, outros movimentos que emergiram da convivência *no* e *do* grupo, também auxiliaram na aprendizagem desses conceitos matemáticos, como: “respeito e aceitação do outro como legítimo outro” (MATURANA, 2002); estar em acoplamento, ou seja, querer aprender matemática juntos; desenvolver uma escuta atenta, receptiva e acolhedora, sem julgamentos ou pré-conceitos, alicerçada no direito que cada um tem de expressar suas ideias e reflexões acerca da matemática; estar “aberto” para acolher o novo e o inusitado com relação aos conceitos matemáticos.

Em outras palavras, o desejo em experimentar dinâmicas educativas que tivessem o potencial de provocar transformações/aprendizagens em convivência, que aflorassem tanto em mim quanto nos estudantes-pesquisadores uma atitude sensível para acolher o que emergia do grupo, nos levaram a querer viver essa experiência de convivência relacionada ao cálculo de área e perímetro dos sólidos geométricos. Na medida em que íamos nos deixando guiar pelo fluxo dos acontecimentos, do conviver, acolhendo e recriando as atividades pedagógicas, também encontrávamos sentido para aquilo estava sendo estudado, redimensionando nossa percepção acerca do que é aprender matemática juntos.

Desenvolver uma proposta pedagógica trilhando “passos seguros”, isto é, com rigidez metodológica, até pode proporcionar segurança ao(a) professor(a) e alunos, por definir *a priori* o “caminho pedagógico” a ser seguido. Contudo, essas práticas que apresentam formas educativas prontas e pré-determinadas acabam estreitando as chances de aflorar novos “trajetos” a percorrer, além de dificultar a ampliação do “olhar” sobre os processos educativos, o que inibe as possibilidades de cocriação pedagógica.

As processualidades que emergiram desse estudo se inserem num contexto pedagógico diferente do convencional, uma vez que afloraram das singularidades de cada situação vivida, assim como da subjetividade de cada um dos envolvidos nessa pesquisa. Também infiro que a postura que assumi como uma professora/pesquisadora “parceira de aprendizagem” fez diferença, pois não tinha expectativas sobre o que iria acontecer; apenas estava “aberta” para acolher o que viesse da convivência, respeitando e aceitando que o fluxo do conviver nos guiasse, desprovida de julgamentos sobre o que e como cada aluno estava pensando/sentindo o fenômeno educativo. Assim, a energia criativa foi ganhando espaço para se manifestar, porque fluía naturalmente *do* e *no* grupo, favorecendo transformações/aprendizagens que foram, ao mesmo tempo, pessoais e coletivas.

6.5 MOVIMENTOS DE CONFECÇÃO DA PLANTA BAIXA DE UMA CASA

A exploração do Minecraft possibilitou a cocriação de diferentes atividades, entre as quais, a confecção da planta baixa e da maquete de uma casa fictícia, idealizada em duplas, tanto no plano real quanto no virtual (Minecraft). Essas dinâmicas afloraram do desejo, manifestado pelo grupo, de ampliar sua compreensão acerca dos conceitos matemáticos. Para tanto, surgiram quatro propostas:

1. Medir uma casa real ou a escola; definir uma escala para representar a proporção entre o tamanho real e a maquete; confeccionar a planta baixa da casa ou escola; construir a maquete no plano real e no Minecraft.
2. Confeccionar uma casa fictícia no Minecraft; desenhá-la na planta baixa e depois construir uma maquete, a fim de representá-la.
3. Desenhar a planta baixa de uma casa fictícia; construir a maquete de acordo com a planta baixa e reproduzi-la no Minecraft.
4. Desenhar a planta baixa e frontal de uma casa fictícia; reproduzi-la no Minecraft e, “somente depois construir a maquete, pois isso daria uma boa base para ver se a casa ficaria boa”. (Le)

Antes que o grupo pudesse decidir sobre o que seria feito, questionei os alunos: “Vocês realmente desejam construir a maquete de uma casa? Por quê?”. Todos se manifestaram dizendo que queriam fazer isso, porque era uma maneira divertida de aprender matemática. Como ainda estávamos indecisos sobre qual seria a melhor forma de desenvolver a tarefa, combinamos que iríamos pensar melhor e conversar, novamente, na próxima aula. A isso Maturana (2001a) denomina de *coerência estrutural*, isto é, um modo de viver em que o pensar é coerente com o agir.

No encontro seguinte ainda existiam dúvidas sobre qual seria o melhor caminho a se tomar. Então, relembrei ao grupo o que havíamos levantado como possibilidades e, de forma recursiva, isto é, resgatando o que já tinha sido discutido e inserindo novos elementos na conversa, construímos uma proposta que fosse coerente com o desejo e as necessidades do grupo, conforme explicita a conversação no quadro 11.

Quadro 11 – Conversação para decidir os “rumos” da experiência de convivência

(continua)

Aluno Le: Sugiro que a gente faça, antes, a planta baixa da casa que vamos de construir, conforme a nossa imaginação; depois fazemos no Minecraft. Caso a gente ache que não ficou tão legal, dá para apagar, fazer um bloco a menos ou a mais, e depois passar para a maquete.

Professora: Por que vocês querem fazer primeiro a planta baixa?

Aluna M: Porque isso facilitaria a nossa visualização.

Aluno I: Eu discordo disso. Sugiro que primeiro façamos um levantamento, em horas, do tempo que temos para realizar esse trabalho. Depois, cada dupla faz uma parte da atividade: uns a planta baixa, outros o desenho no Minecraft e outros a maquete da casa ou da nossa

(conclusão)

escola; vamos trocando ideias e se ajudando.

Aluna N: Mas como iremos fazer todas as coisas ao mesmo tempo se uma depende da outra?

Professora: É verdade. Como vamos fazer o desenho no Minecraft e a maquete se dependemos da planta baixa?

Aluna F: Eu acho que cada dupla deve fazer a sua casa, do jeito que quer. Não todo mundo a mesma casa. A escola não pode ser porque não temos tempo para medir tudo e fazer a planta baixa. Temos que criar algo da nossa cabeça.

Professora: Vamos verificar no calendário quanto tempo temos disponível. São 12 aulas; esse tempo é suficiente para que possamos desenvolver qual das propostas?

Aluna M: Não tem muito tempo, não vai dar para medir a escola ou uma casa real. Temos que pensar em algo fictício.

Professora: Para decidir o que fazer, vamos relembrar as propostas levantadas, anteriormente, pelo grupo.

Fonte: Autora (2017).

Após relembrarmos e refletirmos sobre as propostas pedagógicas sugeridas, a maioria dos alunos optou por acolher a quarta proposta, ou seja, confeccionar a planta baixa e frontal de uma casa imaginária, reproduzi-la no Minecraft e, por fim, construir sua maquete. Contudo, antes de iniciarmos a tarefa, perguntei aos estudantes-pesquisadores se já tinham visto uma planta baixa e se sabiam como era feita. Alguns disseram que já tinham ouvido falar, mas não sabiam como se fazia; outros nem sequer imaginavam do que se tratava. Então, sugeri que pesquisássemos no Laboratório de Informática Educativa (LIE) o que é uma planta baixa e qual sua finalidade, bem como que diferenciássemos planta baixa, de planta frontal e do desenho em perspectiva.

Mesmo após socializarmos as pesquisas feitas no LIE, os estudantes-pesquisadores ainda demonstravam insegurança em construir a planta baixa e frontal da casa, pois disseram que nunca tinham feito algo semelhante. Ao perceber a necessidade do grupo, através de movimentos de coordenações de coordenações de ações, fui apresentando diferentes modelos⁷⁷ de planta baixa, frontal e desenho em perspectiva, a fim de que pudessem ter uma noção mais aprimorada do que se tratava. Essa vivência indica como é importante o(a)

⁷⁷ Reiteramos que não somos favoráveis em apresentar “modelos prontos” para a resolução das atividades matemáticas, pois isso pode acabar limitando a criatividade e autonomia de pensamento do aluno. Porém, oferecer exemplos de situações similares pode encorajar o aluno na tomada de decisões diante de algo inusitado.

professor(a) utilizar dinâmicas recursivas em sala de aula, ou seja, oportunizar a conversação e a reflexão sobre determinado assunto, de diferentes formas e sobre vários aspectos, com o intuito de auxiliar os alunos a ampliarem sua visão inicial acerca do conteúdo que está sendo desenvolvido em sala de aula.

Após tomarem contato com as diferentes formas de confeccionar uma planta baixa, cada dupla iniciou sua atividade. Para isso, partiram da única referência que tinham, o cubo, unidade base utilizada no Minecraft; ao perceberem que ele não especificava dimensões de tamanho, sentiram a necessidade de definir uma unidade de medida comum⁷⁸ para a confecção da planta baixa. Resolvemos, então, fazer o desenho da planta baixa da casa num papel quadriculado, pois o mesmo facilitava a demonstração das medidas, como também possibilitava o estabelecimento de relações com os cubos do Minecraft. Mesmo assim, ainda faltava decidirmos qual seria a proporção que utilizaríamos para simbolizar a relação entre a planta baixa da casa e sua maquete.

Com o propósito de ampliar as reflexões acerca do assunto, num movimento de coordenações de coordenações de ações recursivas, fui lançando situações-problema aos estudantes-pesquisadores, de forma que pudessem experimentar, na prática, como diferentes medidas influenciariam na confecção da maquete. Observamos qual seria o tamanho da casa se 1 (um) centímetro equivalesse a 1 (um) “quadrado” do papel quadriculado e a 1(um) cubo do Minecraft; depois simulamos como a maquete da casa ficaria se a medida dos quadradinhos, na planta baixa, fosse duplicada. Também relacionamos esses cálculos com as diferentes espessuras do isopor que seria utilizado para fazer a maquete (1 e 2 cm), objetivando manter coerência com as dimensões de um cubo (comprimento, altura e espessura).

O grupo demonstrou grande interesse e empenho na realização dessa atividade, provavelmente, porque viram sentido no que estavam fazendo. Corroborando, Grandó e Marco (2007) explicitam que os conceitos matemáticos são culturalmente e cientificamente legitimados, não existindo fora de um contexto pessoal e social. Ou seja, “a matemática é uma produção histórico-cultural, que tem origem nas práticas sociais dos indivíduos” (Ibidem, p. 98) e, por isso, é importante que seu estudo seja desenvolvido com ênfase na dimensão semântica (conceitual).

⁷⁸ Tendo em vista a necessidade que emergiu da convivência, desenvolvemos um estudo relacionado ao surgimento do metro e sua aplicabilidade na vida cotidiana, enquanto instrumento de medidas de comprimento.

Depois de vários movimentos de conversação, reflexão e acoplamento, acordamos que as medidas da casa, tanto na planta baixa quanto na maquete e no Minecraft, seria a seguinte: dois quadradinhos do papel quadriculado equivaleriam a um centímetro na maquete e a um cubo no Minecraft. Essas reflexões foram realizadas nas duplas, em diferentes momentos e contextos, conforme explicitam as conversações narradas a seguir.

Quadro 12 – Conversação com a dupla M e Le sobre a construção da planta baixa da casa e sua confecção no Minecraft

(continua)

Professora: Para a construção da planta baixa da casa, vocês preferem utilizar folha de desenho ou papel quadriculado?

Alunos M: Nós queremos utilizar papel quadriculado porque fica mais fácil de fazer as medidas e, também, porque cada quadradinho representa um bloco do Minecraft.

Professora: Quanto mede um quadradinho no papel quadriculado?

Aluna M: Por que precisamos medir o papel quadriculado se ele já tem as medidas, que são os quadradinhos?

Professora: Como vamos usar isopor para construir a maquete precisamos estabelecer uma unidade de medida que possibilite essa representação, no caso, o metro, medida padrão para comprimentos.

Aluna M: Entendi...cada quadradinho mede 0,5 cm.

Professora: Pois então, é essa relação que vocês precisam deixar claro na legenda: 1 quadradinho = 1 bloco do Minecraft = 0,5 cm.

Aluno Le: Mas a gente disse que 1 quadradinho vale 1 cm?

Professora: Então vocês precisam estabelecer outra relação. Qual seria?

Aluno Le: 2 quadradinhos = 1 bloco do Minecraft = 1 cm.

Professora: Muito bem! O importante é que a medida da planta baixa seja coerente com aquilo que consta na legenda, pois isso facilita a leitura e compreensão do que está desenhado na planta baixa.

Alunos Le: Verdade! Assim fica mais fácil de visualizar as medidas da planta baixa e da maquete da casa.

Professora: Para facilitar, ainda mais, a visualização dessas medidas é importante, também, que vocês indiquem o tamanho de cada parede. Vocês acham melhor representar essa medida em centímetros ou cubinhos?

Aluna M: Tanto faz, porque temos a legenda.

(conclusão)

Professora: Medindo a planta baixa percebo que ela tem 25 cm de largura, pois dois quadradinhos da planta baixa equivalem a 1 cm da maquete; porém, não é o que diz a legenda. Vejam se vocês percebem isso também.

Aluno Le: É verdade...na legenda 1 cm = 1 quadradinho.

Professora: Vocês até podem deixar a legenda assim, mas para isso precisam diminuir pela metade o tamanho da maquete. Querem ver como ficaria? Dividam 25 por 2 e vejam qual é o resultado (M e Le fizeram o cálculo).

Professora: Representem essa medida na régua. Vocês acham que esse tamanho está bom para a maquete de vocês?

Aluno Le: Não profe, está muito pequeno!

Professora: Então vocês precisam modificar a legenda. Percebem que a maquete ficará exatamente do mesmo tamanho que a planta baixa? Só que na planta baixa é como se vocês estivessem vendo a casa de cima, numa visão aérea, e na maquete a visão será em perspectiva (3 dimensões).

Aluna M: E se nós desenhássemos o que está representado na planta baixa, também no Minecraft? A gente poderia ter uma noção melhor de como vai ficar a maquete da casa.

Professora: Sim, poderiam ter uma noção de como ficaria a disposição das peças na maquete, mas não com o tamanho real, pois no Minecraft a unidade de medida é um cubo virtual, sem medidas precisas. Mesmo assim, é uma excelente oportunidade de visualização da casa em perspectiva.

Fonte: Autora (2017).

O cartografar dessa conversação sinaliza a importância do(a) professor(a) criar dinâmicas pedagógicas que desafiem o aluno a experimentar suas ideias acerca dos fenômenos matemáticos, explorando diferentes recursos para que ele consiga visualizar como está pensando. Melhor dizendo, quando professor(a) e alunos estão juntos, em acoplamento, cocriando, conversando e refletindo sobre como resolver as situações-problema que emergem da convivência, poderão surgir inúmeras ideias e soluções para um mesmo desafio, fato que favorece, significativamente, o desenvolvimento da investigação matemática.

Segundo Pólya (1978), as dúvidas, as problematizações e os questionamentos que surgem de um “olhar investigativo” sobre os fenômenos matemáticos, possibilitam a emergência de ideias que, num primeiro momento, poderão ser desorganizadas e até mesmo conflituosas, mas quando são acolhidas com legitimidade, sem julgamentos ou pré-conceitos,

auxiliam na formulação de soluções criativas e inusitadas para as situações-problema em questão. Nesse sentido, é importante que os alunos possam vivenciar atividades pedagógicas que valorizem a diversidade de ideias e favoreçam o “respeito e aceitação do outro como legítimo outro em convivência” (MATURANA, 2002).

Tendo como inspiração o cartografar dessa experiência de convivência, desenvolvida no Nicho de Aprendizagem Matemática, e os pressupostos teóricos da Biologia do Conhecer, inferimos que aprender matemática implica, entre outras coisas, em: conversar sobre diferentes possibilidades de resolução dos exercícios; explorar os conceitos matemáticos que estão implícitos nas atividades; conviver, em acoplamento, com respeito e aceitação as ideias matemáticas que emergem do grupo; acolher as variadas formas de expressar/symbolizar o pensamento matemático, procurando fazer aproximações com a linguagem formal, dando, assim, sentido ao “fazer matemático”.

No quadro 13, será narrada outra conversação que reforça essas considerações acerca da aprendizagem matemática.

Quadro 13 – Conversação com a dupla La e N acerca da construção da planta baixa da casa e sua confecção no Minecraft

(continua)

Professora: Pelo que estou observando na planta baixa que vocês fizeram, dois quadradinhos do papel quadriculado correspondem a 1 cm da maquete. Essa relação de proporcionalidade também se mantém no Minecraft?

Aluna La: Sim, essa é a relação que estabelecemos entre o papel quadriculado, a maquete e o Minecraft: 2 quadradinhos da planta baixa = 1 cm = 2 cubos no Minecraft.

Professora: Mas por que 1 cm = 2 cubos no Minecraft?

Aluna N: Porque o cubo que está na planta baixa é o mesmo do Minecraft.

Professora: O cubo do Minecraft tem uma medida estipulada?

Aluna La: Não, não tem.

Professora: Então vocês poderiam estabelecer outra relação entre o Minecraft e o papel quadriculado. É possível dizer que 1 cubo do Minecraft é igual a 1 cm na maquete e 2 quadradinhos da planta baixa?

Aluna N: Sim, mas se nós quisermos deixar assim?

Professora: Sugiro que vocês visualizem como essa representação ficaria no Minecraft. Depois vocês decidem o que fica melhor (as alunas N e La visualizaram no Minecraft).

(conclusão)

Aluna N: Realmente fica confuso e é desnecessário representar a casa no Minecraft com 2 cubos. Nós vamos considerar que 1 cubo do Minecraft = 2 quadrinhos da planta baixa = 1 cm, pois assim fica mais fácil de entender e de confeccionar a casa.

Professora: Ok, vocês é que decidem, mas essa relação precisa ficar explícita na legenda.

Fonte: Autora (2017).

Por meio da vivência descrita no quadro 13, inferimos que uma alternativa pedagógica interessante, no sentido de favorecer o desenvolvimento do pensamento geométrico, consiste em associar os cálculos matemáticos à sua visualização e/ou representação, pois a geometria é uma área da matemática que faz uma simbiose entre o real e o mental (ITZCOWICH, 2012). Melhor dizendo, a geometria, por estar alicerçada num conhecimento abstrato/mental, prescinde de dispositivos que possibilitem sua verificação e exploração.

Nesse sentido, a transposição informática (processo que integra a dimensão tecnológica aos processos educativos), potencializa a construção de simbologias em que o aluno pode experimentar, verificar e até justificar propriedades matemáticas através do uso dos recursos tecnológicos. Balacheff (2000) reforça que esses dispositivos desafiam o aluno a resolver situações-problema de uma maneira diferente daquela realizada no espaço trivial de sala de aula, por apresentar outras possibilidades e dinâmicas para o desenvolvimento do raciocínio matemático.

Segundo a Biologia do Conhecer, os recursos informatizados,

[...] por meio de sua interface gráfica (ferramentas de comunicação, imagens, links, etc.) e das relações que são estabelecidas entre os interagentes (professores e estudantes com suas respectivas histórias e estruturas), que se manifestam pela linguagem (conversas), permeadas pelo objeto de conhecimento, formam um sistema, onde cada um desses elementos pode ser considerado uma unidade. Os fluxos recorrentes das conversações que podem emergir nesse contexto constituem a energia do sistema, a qual, estando em constante circulação, gera e regenera o próprio sistema, por meio das ideias e da criatividade. Nessa perspectiva, a aprendizagem surge desses fluxos, alimentando e sendo alimentada por eles, em movimentos autopoieticos (SACRAMENTO SOARES; RECH, 2009, p. 151).

Inspirados nisso, é que eu e meus alunos nos propomos a aprender matemática juntos, a partir da exploração do Minecraft, um software que “insere os jogadores num ambiente geométrico que eles têm que exercitar a consciência espacial e racionalizar para efetivamente interagir com o ambiente” (HULTSTRAND, 2015, p. 26, tradução minha). Ou seja, o “acoplamento tecnológico” (MARASCHIN; AXT, 2005) teve potencial para desencadear

perturbações no grupo, a ponto de provocar transformações estruturais que complexificaram a nossa forma de ver e entender os conceitos matemáticos, desencadeando, assim, a aprendizagem.

A necessidade de calcular o perímetro da casa desenhada na planta baixa também foi uma atividade que desencadeou várias transformações/aprendizagens no grupo, algo que será melhor explicitado na conversação do quadro 14.

Quadro 14 – Conversação com a dupla F e J sobre o cálculo do perímetro

Aluna F: Como a gente faz para calcular o perímetro da casa?

Professora: Se vocês tivessem que colocar uma cerca ao redor desta casa, quais medidas vocês levariam em conta?

Aluna F: Eu somaria cada uma das paredes externas.

Professora: É isso mesmo. O perímetro é a soma de todos os lados de uma figura.

Aluna J: Nós também queremos calcular o perímetro de cada peça da casa. Como fazemos para saber a medida das paredes internas? Na hora de medir as paredes internas da casa, eu preciso levar em conta a sua espessura?

Professora: No caso da parede interna, sim. Mas não se esqueçam que é preciso descontar a espessura da parede externa, porque ela já foi considerada quando calcularam o perímetro das paredes externas.

Aluna J: E quando tem uma parede para duas peças, como fazemos?

Professora: É só cuidar para não somar duas vezes a mesma medida. A espessura da parede interna também deve ser considerada em algum momento; vocês precisam ter atenção com esse detalhe, senão vai ficar faltando essa medida no cálculo total do perímetro.

Fonte: Autora (2017).

Uma processualidade que pode ser inferida a partir do relato descrito no quadro 14, diz respeito à importância de o(a) professor(a) e os alunos estarem em acoplamento, conversando e refletindo, juntos, acerca dos fenômenos matemáticos que emergem da convivência. A dupla F e J já tinha uma ideia de como se calculava o perímetro da casa, mas não sabiam quais medidas deveriam utilizar para isso. Então, fomos conversando e desencadeando movimentos de coordenações de coordenações de ações recursivas, que possibilitaram dar maior concretude e coerência ao pensamento matemático que estava sendo mobilizado.

Possivelmente, quando as pessoas pedem que a matemática se torne mais “concreta”, elas podem não querer dizer, somente, que desejam ver esse conhecimento aplicado às necessidades práticas, mas também que almejam compreender seus conceitos em relação a algo que lhes dê sentido. E a matemática pode ser ensinada desse modo, mais “concreto”, desde que seus conceitos sejam tratados a partir de um contexto. Isso não significa necessariamente partir de um problema cotidiano, e sim saber com o que esses conceitos se relacionam, ou seja, como podem ser inseridos em uma rede de relações (ROQUE, 2012, p. 25).

Daí a importância de integrar o pensamento geométrico à sistematização das ideias e à materialização dos objetos, algo que foi oportunizado em diferentes momentos nesse Nicho de Aprendizagem Matemática. No sentido de favorecer a compreensão desses conceitos, Gómez-Granell (2008) sugere acolher os recursos intuitivos e não-formais dos alunos, objetivando construir, posteriormente, o significado dos procedimentos formais da matemática. Ainda recomenda associar os símbolos geométricos ao seu significado referencial, aplicando-os a modelos concretos que permitam entender a semântica da geometria, conforme explicita a conversação com a dupla I e D no quadro 15.

Quadro 15 – Conversação com a dupla I e D acerca da construção da maquete da casa

(continua)

Professora: Qual é a relação de proporção que vocês estabeleceram entre o desenho da planta baixa da casa e a maquete que vocês vão construir?

Aluno I: Cada 4 quadradinhos da planta baixa correspondem a um cubo no Minecraft e um cubo na maquete.

Professora: Vocês vão confeccionar essa maquete em cubinhos? Por quê?

Aluno I: Sim, porque achamos que seria bem legal a gente representar em cubinhos. Ia se assemelhar ao Minecraft.

Professora: Como vocês vão fazer para simbolizar esses cubinhos?

Aluno I: Eu vou comprar um isopor dessa grossura (aponta para 2 quadradinhos do papel quadriculado) e daí eu vou marcar a medida da largura e do comprimento no isopor; depois vou fazer um cubinho bem certinho, vou recortar e colar eles para formar a parede.

Professora: Por que cortar se depois vocês vão ter que colar os cubinhos, novamente, um no outro? Qual seria o propósito? (O aluno fica pensando). E se vocês riscassem o isopor imitando quadradinhos? (Os alunos I e D se olham e dão uma risada).

Aluno I: É verdade, para que todo esse trabalho.

Professora: Qual é a espessura da parede da maquete?

Aluno D: Acho que tem 2 cm.

Professora: Tem certeza? Esse valor corresponde ao que está na planta baixa? Confirmem

(conclusão)

medindo com a régua.

Aluno D: Não, está errado; o valor é 1 cm.

Professora: Então, cada cubinho deve ter 1 cm de comprimento x 1 cm de largura x 1 cm de espessura. Lembrem-se que combinamos que essas medidas deverão ser consideradas nas paredes internas e externas da casa, tanto na planta baixa quanto na maquete.

Aluno D: Sim, vamos considerar porque senão não é um cubo.

Professora: Porém, eu estou vendo diferenças na espessura das paredes internas e externas da casa de vocês. Quanto mede a parede interna da casa?

Aluno I: Ela tem 3 cm de largura. Mas ela está muito grossa, eu vou mexer nela.

Professora: Se vocês mexerem na parede interna da casa, necessariamente, terão que mexer em toda a planta baixa, porque as paredes internas têm relação com as externas, percebem? Talvez seja mais fácil aumentar o tamanho desses cômodos, o que acaba diminuindo a parede interna.

Aluno D: Verdade! Vamos fazer isso. Vamos diminuir essas paredes e aumentar o tamanho das peças. Daí não precisa desenhar toda a planta baixa de novo.

Fonte: Autora (2017).

A partir do que foi narrado no quadro 15, inferimos que a convivência, o acoplamento, os movimentos de coordenações de coordenações de ações recursivas, juntamente com a rede de conversações que eu e os alunos I e D fomos tecendo ao longo da experiência de confeccionar a planta baixa, possibilitou a ampliação de vários conceitos matemáticos, entre eles, a noção de proporcionalidade. Ou seja, através do cartografar dessa experiência, nossos saberes sobre a matemática (meus e da dupla de alunos) foram sendo ampliados à medida que nos permitíamos aprender juntos, acolhendo, com legitimidade, as diferentes formas de pensar o fenômeno matemático que se manifestava em convivência.

Mesmo eu já tendo algum conhecimento sobre o desenho arquitetônico⁷⁹ e sobre questões relacionadas à geometria, não determinei aos alunos o que deveria ser feito; dei liberdade para que eles refletissem e vivenciassem a construção da planta baixa de acordo com as suas concepções, acreditando que as perturbações que emergiam da convivência e das

⁷⁹ No período de 1986 a 1990, atuei como desenhista arquitetônica numa loja de móveis, em Campo Grande/MS, atividade que me permitiu desenvolver habilidades na confecção de planta baixa, frontal e desenho em perspectiva.

conversações no grupo tinham potencial para complexificar a forma deles pensarem os fenômenos matemáticos. Segundo Maturana (1993, p. 32),

[...] a tarefa do educador é criar um espaço de convivência para qual se convida o outro, de modo que o outro esteja disposto a conviver conosco, por um certo tempo, espontaneamente. E nessa convivência, ambos, educador e aprendiz, irão transformar-se de maneira congruente.

Dito de outra forma, ao mesmo tempo em que eu e meus alunos convivíamos também íamos nos transformando, isto é, complexificando nossa forma de ver e de entender os conceitos matemáticos, em congruência com o que se manifestava nesse Nicho de Aprendizagem Matemática. Logo, educar, à luz da Biologia do Conhecer, é criar e validar, na convivência com o outro, um modo específico de viver e de conhecer, mediante o respeito e a aceitação mútua, uma vez que “a aceitação do outro como um legítimo outro não é um sentimento, é um modo de atuar. Se atuo de modo que um observador possa dizer que o aceito, a aceitação se dá; mas se não o faço, a aceitação não se dá” (MATURANA, 2002, p. 66).

Outro momento que contribuiu para desencadear transformações/aprendizagens no grupo foi quando nos propusemos calcular a área da casa desenhada na planta baixa, objetivando saber quantas placas de isopor cada dupla iria utilizar na construção da sua maquete.

Quadro 16 – Conversação sobre os cálculos de área da planta baixa

(continua)

Professora: Quando calculamos a área de uma casa, o que estamos descobrindo?

Aluno D: Estamos descobrimos o espaço que existe dentro da casa, o tanto que ela ocupa.

Professora: Com relação ao uso do isopor, o que podemos descobrir ao calcular a área total da casa?

Aluno D: O quanto de isopor precisamos para fazer o chão da casa, que corresponde à área total dela.

Professora: Muito bem! Vocês têm ideia de como se faz esse cálculo, considerando a planta baixa da casa feita pela F e J? (O desenho dessa planta baixa estava no quadro).

Aluno Le: É só fazer lado x lado, porque é um retângulo.

Professora: É um retângulo irregular. Então, como vocês fariam para obter a área total dessa casa? (Os alunos ficaram um tempo tentando calcular sua área).

Aluno Le: Eu dividi a figura em duas partes. Achei a área da parte maior da casa e depois da

parte menor; somei as duas e consegui o resultado final.

Professora: Ótimo! Alguém fez diferente?

Aluna F: Sim, eu contei todos os quadradinhos que formam a casa e dividi por 2, porque cada 2 quadradinhos equivalem a 1 cm.

Professora: É uma boa ideia! Vamos calcular a área da casa considerando as duas sugestões dadas pelos colegas? (Os alunos fizeram os cálculos considerando as duas formas).

Professora: Qual valor vocês obtiveram? Conseguiram o mesmo resultado nas duas maneiras de calcular a área?

Alunos: Sim, conseguimos!

Professora: Então, podemos dizer que não existe uma única maneira de resolver os problemas matemáticos, contanto que exista coerência no raciocínio utilizado.

Professora: E para calcular a área das paredes internas, como vocês fariam?

Aluna M: Da mesma forma, lado x lado.

Professora: Mas essas paredes têm janelas e portas que precisam ser retiradas da maquete; então a área será menor. Como vocês fariam esse cálculo?

Aluna Le: Eu calcularia a área da parede, a área da porta e da janela, tudo separado. Depois é só diminuir da área da parede, a área da janela e da porta.

Professora: Todos concordam com o que o Le propôs? (Alguns alunos demonstraram não ter compreendido a explicação do colega).

Professora: Vou desenhar, no quadro, uma dessas paredes para que possamos fazer juntos os cálculos. Quais são as dimensões que precisam ser consideradas para sabermos a área desta parede?

Aluno D: Tem que multiplicar comprimento x altura.

Professora: Muito bem! O D se deu conta de que precisamos olhar a parede de frente e não de cima para saber sua área. Por isso, combinamos de fazer a planta frontal de cada parede da casa, lembram? Porém, para fazer esse cálculo precisamos, antes, definir qual será a altura da parede da maquete. Vamos experimentar o que fica melhor utilizando uma régua (os alunos foram explorando diferentes medidas de altura: 7, 10 e 15 cm. Após várias tentativas ficou decidido, no grupo, que a altura das paredes da maquete seria de 10 cm).

Professora: Seguindo a sugestão do D, para calcular a área de cada parede da casa é só multiplicar 10 cm, que corresponde à altura da maquete, pelo seu comprimento. Todos concordam? (A maioria dos alunos concordou).

(conclusão)

Aluno I: Eu tenho uma forma mais fácil de fazer; é só calcular o perímetro de cada peça e multiplicar por 10, já que todas as paredes têm a mesma altura.

Professora: Como assim? Explica melhor a tua ideia.

Aluno I: O que eu quis dizer é que não preciso calcular a área de cada parede da casa. Posso calcular o perímetro de cada peça e depois multiplicar por 10, já que todas as paredes têm a mesma altura. Assim dá menos trabalho. Vocês querem ver? (O aluno utilizou 4 placas do Material Dourado ou Base Dez⁸⁰ para simbolizar as paredes de um dos cômodos da casa e isso tornou mais fácil a visualização do que estava falando).

Professora: Interessante...sugiro que possamos fazer o cálculo da área dessa casa utilizando as duas maneiras de calcular, para depois compararmos os resultados (os alunos calcularam o perímetro da casa e multiplicaram por 10; depois fizeram, separadamente, o cálculo da área de cada parede da casa e somaram, conseguindo chegar ao mesmo resultado).

Professora: Em que situação esse cálculo não poderia seguir a regra sugerida pelo I?

Aluno D: Se a altura das paredes da casa não fosse igual.

Professora: Muito bem! Se fosse assim, a área de cada parede precisaria ser calculada separadamente.

Fonte: Autora (2017).

A vivência retratada no quadro 16 explicita, dentre outras coisas, que as transformações/aprendizagens acerca dos cálculos de área se manifestaram, principalmente, em decorrência da “parceria de aprendizagem” que se estabeleceu no grupo, reforçada pela convivência, pelos movimentos de conversação, de coordenações de coordenações de ações recursivas e de acoplamento. Ao estarmos em legitimidade uns com os outros, ou seja, “abertos” para aprender juntos, propondo-nos a escutar, sem julgamentos ou pré-conceitos, as ideias que emergiam do grupo sobre as diferentes formas de calcular a área da casa, várias compreensões relacionadas a esse assunto foram emergindo, legitimando a concepção de que o “próprio caminhar” tem potencial de mostrar o “caminho pedagógico” a ser seguido para que ocorra a aprendizagem.

⁸⁰ O Material Dourado ou Base Dez, criado por Maria Montessori (1870-1952), é um recurso didático utilizado para facilitar a compreensão do sistema decimal de numeração e para concretização das quatro operações; serve, também, para fazer cálculos relacionados à raiz quadrada e operações com números decimais.

Assim como o restante do grupo, eu demorei a entender/acolher a ideia proposta pelo aluno I, com relação à forma de calcular a área da casa; provavelmente, porque estava “apegada” a ideia de que para fazer esse cálculo, precisava seguir a regra (lado x lado). No entanto, quando me “abri” para o novo, ouvindo com respeito e atenção aquilo que o aluno estava dizendo e mostrando com o material concreto (Base Dez), sem julgamentos ou pré-conceitos acerca da forma “correta” de realizar esse cálculo, também possibilitei que ocorressem transformações em minha estrutura, através de um processo autopoietico, que desencadeou mudanças na minha forma de ver e de pensar a matemática.

Esse “enredamento cognitivo” emergiu das relações de interdependência entre o viver e o conhecer, que, epistemologicamente, traz a reintegração do sujeito ao processo de construção do conhecimento, do qual participa com toda a sua plenitude humana, com toda a sua história de vida (MORAES, 2001). Os depoimentos expressos no quadro 17 auxiliam a entender quais foram as transformações/aprendizagens que ocorreram nos estudantes-pesquisadores, por meio da experiência de confeccionar a planta baixa e de calcular a área e o perímetro da mesma.

Quadro 17 – Depoimento dos alunos a respeito das transformações/aprendizagens desencadeadas por meio da confecção da planta baixa e dos cálculos de área e perímetro

Aluna F: Aprendi que não é só desenhar a planta baixa de qualquer jeito; antes nós precisamos fazer um monte de medidas e cálculos para dar certo a nossa planta baixa.

Aluna J: Eu entendi que a matemática não é só somar, subtrair, multiplicar e dividir; pude compreender melhor as coisas que já sabia.

Aluno Le: Fazendo a planta baixa aprendi a calcular a área e o perímetro de cada cômodo, a fazer portas e janelas e a calcular a área total da casa.

Aluno I: No início tinha dificuldade para pegar o conteúdo, mas a professora ajudou a compreender e agora eu consigo fazer uma planta baixa.

Aluna La: No começo foi difícil fazer a planta baixa, mas com o tempo a profe foi explicando e foi mais fácil. Aprendi a calcular área e perímetro e outras medidas.

Aluna N: No decorrer das aulas, onde construímos a planta baixa, fui reforçando meus conhecimentos sobre área e perímetro e aprimorando as noções de medidas.

Aluna M: Eu aprendi que montar uma planta baixa é bem mais difícil do que parece. Nessas aulas eu acabei tirando algumas dúvidas, como saber se eu tinha que contar a parede na hora de fazer a área. Eu também aprendi como fazer as janelas na planta baixa.

6.6 MOVIMENTOS RELACIONADOS AO PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DE UMA CASA NO MINECRAFT

A construção, no Minecraft, da casa projetada na planta baixa foi outra atividade realizada nesse Nicho de Aprendizagem Matemática, fruto da cocriação e da parceria no grupo. Os depoimentos descritos no quadro 18 explicitam que os estudantes-pesquisadores sentiram-se muito à vontade em realizar essa tarefa, pela facilidade que tinham em explorar esse software, como também por já terem uma referência da casa que seria construída, devido à sua confecção na planta baixa. Ao serem convidados a falar sobre quais foram as facilidades/dificuldades e descobertas que tiveram ao realizar essa atividade, os alunos manifestaram-se fazendo as seguintes considerações.

Quadro 18 – Depoimento dos alunos sobre a experiência de confeccionar uma casa no Minecraft a partir da planta baixa

Aluna J: Eu pude ver melhor a casa, pude ver a altura das paredes e elaborei melhor, pois sempre que eu jogava esse jogo, eu saía fazendo a casa no meio do nada, sem contar a quantidade de blocos.

Aluna F: Criar a planta baixa ajudou muito a construir a casa no Minecraft, pois estavam todas as medidas na planta baixa e era só ter as mesmas medidas no jogo que ficava muito fácil de construí-la, além de que, no jogo, pude economizar um monte de material. Concluí que, para construir uma casa na vida real ou no Minecraft, é preciso criar uma planta baixa para ter uma noção de quanto material iremos utilizar.

Aluna N: Quando estamos construindo no papel, imaginamos que ela (a casa) ficaria de um tamanho, e quando passamos para o Minecraft, se torna outra coisa, de tamanho muito maior, apesar de equivaler à mesma medida que no papel.

Aluno D: Seguir a planta baixa é mais fácil porque não precisa ficar inventando medidas, pois já estão determinadas na planta baixa, que tem as medidas para facilitar.

Aluno I: Ela (planta baixa) ajudou muito, pois podemos tomar de base e achar as medidas mais facilmente.

Aluno Le: Ao fazer a planta baixa você tem todas as medidas, facilitando a construção da casa. Com ela temos uma quantidade certa de blocos para usar.

Fonte: Autora (2017).

Com base nas considerações explicitadas pelos alunos nos quadros 17 e 18, conjecturamos que a confecção da casa no Minecraft, a partir da planta baixa desenhada no papel quadriculado, facilitou a visualização, a percepção e o entendimento do grupo sobre vários conceitos matemáticos relacionados aos cálculos de área e perímetro. Como já foi dito em outros momentos, um dos aspectos do estudo da geometria diz respeito ao desenvolvimento da visão espacial, bem como ampliar a possibilidade de “representação” de ideias, fenômenos e situações do cotidiano, através de uma simbologia específica que nem sempre é de fácil compreensão.

Nesse sentido, os recursos tecnológicos (no caso, o Minecraft) são uma alternativa pedagógica que tem potencial para auxiliar na visualização e exploração de alguns conceitos matemáticos, além de favorecer a resolução de situações-problema que emergem da exploração dos mesmos. De acordo com Hultstrand (2015, p. 27, tradução minha):

O Minecraft estimula os jogadores a resolver problemas em uma base contínua. Seja encontrando uma forma de proteger a si mesmo de criaturas perigosas, achando um método para garantir comida o suficiente e sobreviver, decidindo quantos recursos são necessários para construir um projeto e como eles obtém ele, os jogadores estão continuamente resolvendo problemas enquanto eles jogam o Minecraft.

No caso dessa experiência concebida no Nicho de Aprendizagem Matemática, e tendo por base o relato dos estudantes-pesquisadores explicitado no quadro 18, as atividades vinculadas à confecção da casa no Minecraft possibilitaram resolver diferentes situações-problema que emergiram da convivência, além de contribuir para o desenvolvimento da visão espacial dos alunos (visualizar em três dimensões a casa que estava desenhada no papel quadriculado), melhorar as noções de quantidade, proporcionalidade e medida. Também inferimos que o Minecraft constituiu-se numa ferramenta com potencial de reconfigurar o pensamento matemático dos estudantes-pesquisadores, na medida em que provocou, através do “acoplamento tecnológico” (MARASCHIN; AXT, 2005), transformações estruturais que complexificaram a forma deles entenderem a matemática, sinalizadas “num movimento espiral que se virtualiza num processo construtivo” (AXT, 1998, p. 23).

Esse é um aspecto importante a ser considerado quando o(a) professor(a) se utiliza da transposição informática para favorecer a aprendizagem dos conceitos matemáticos; ou seja, é significativo que ele saiba como o recurso tecnológico pode perturbar o aluno, no sentido de potencializar ações que auxiliem nos processos de ensinar e aprender. Logo, o foco da utilização da tecnologia na educação não deve ser, apenas, a realização de uma dada tarefa ou

da ação mediatizada pelo dispositivo tecnológico, mas sim, propiciar que o aluno ressignifique o raciocínio utilizado na resolução das atividades propostas.

6.6.1 Movimentos associados à divulgação desse Nicho de Aprendizagem Matemática para a comunidade escolar

Por entendermos (eu e meus alunos) que a experiência desenvolvida no Nicho de Aprendizagem Matemática tinha sido uma oportunidade significativa e prazerosa de aprender matemática juntos, optamos por divulgar para a comunidade escolar, num evento de finalização do ano letivo denominado *Mostra de Talentos*⁸¹, algumas das atividades realizadas neste cenário educativo, entre elas, a construção da planta baixa da casa, tanto no papel quadriculado quanto no Minecraft. Para isso, conjecturamos várias possibilidades:

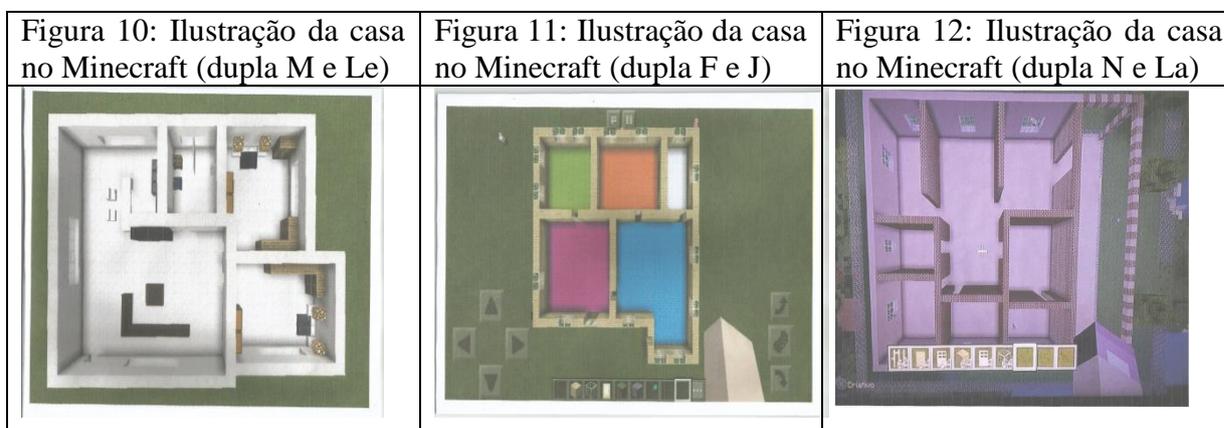
- a) Projetar o desenho da casa construída no Minecraft pelas duplas, no datashow;
- b) Fazer um vídeo que mostrasse as casas confeccionadas pelas duplas no Minecraft e ficar, continuamente, reproduzindo-o para que a comunidade escolar pudesse tomar conhecimento das mesmas;
- c) Organizar uma apresentação no power point, objetivando divulgar o processo desenvolvido pelas duplas na confecção de sua casa no Minecraft.

Porém, nenhuma dessas opções foi viável, porque o local onde seria feita a Mostra de Talentos inviabilizava apresentações em telão. Por fim, acordamos que as duplas fariam um *print screen* da casa confeccionada no Minecraft, imprimindo esse desenho numa folha A4 colorida, anexando-a junto com a planta baixa da casa feita no papel quadriculado. Um dos alunos (I), por iniciativa própria, fez um vídeo mostrando com riqueza de detalhes (móveis e decoração), como ficou a construção da sua casa no Minecraft. Este vídeo foi apresentado para os colegas em sala de aula, porque na organização do evento não havia sido previsto um horário nem local específico para sua exibição.

As produções dos alunos ficaram expostas no corredor de entrada da escola, onde também permaneceram alguns alunos da turma explicando à comunidade escolar como foram desenvolvidas as atividades relacionadas a essa experiência de convivência, despertando o

⁸¹ Esse momento consistiu na culminância de um de um projeto que foi realizado na escola durante o ano de 2017, em que os alunos e os professores pretendiam socializar com a comunidade escolar os trabalhos mais significativos realizados em aula, bem como os talentos, conhecimentos e habilidades desenvolvidas pelos alunos ao longo deste período.

interesse e a admiração das pessoas que tomaram contato com o trabalho desenvolvido. As figuras 10, 11 e 12 revelam alguns desenhos que foram expostos na Mostra de Talentos, relacionados à confecção das casas no Minecraft.



Fonte: Autora (2017).

6.7 MOVIMENTOS DE CONSTRUÇÃO DA MAQUETE DA CASA

A confecção da maquete da casa⁸², proveniente da planta baixa projetada no papel quadriculado e do desenho feito no Minecraft, simbolizou a etapa final da experiência de convivência que nos propomos vivenciar nesse Nicho de Aprendizagem Matemática. Foram diversos os desafios que enfrentamos com relação a essa tarefa, entre eles, definir qual material seria empregado para a construção da maquete, bem como a quantidade necessária.

Inicialmente, os estudantes-pesquisadores pensaram em utilizar papelão, porque era um material prático e fácil de encontrar. Contudo, criou-se um impasse quando fiz o seguinte questionamento ao grupo: “Se estamos construindo as casas tendo como base os cubos encontrados no Minecraft e as medidas da planta baixa, então, esse papelão precisa ter a espessura de 1 (um) centímetro, que é o que ficou definido. Será que é possível encontrarmos um papelão que tenha essa medida?”.

Todos ficaram pensativos; surgiram inquietações e dúvidas sobre como proceder, até que uma das alunas disse: “E se utilizássemos os cubinhos da Base Dez, que tem igual medida nos três lados, e que é bem parecido com o cubo que tem no Minecraft?” (La). A maioria da

⁸² Considerando o curto espaço de tempo que ainda nos restava para concluir o ano letivo, propus aos estudantes-pesquisadores que nos reuníssemos fora do horário de aula (no turno contrário ao da escola) para construirmos a maquete da casa. Eles alegaram não terem disponibilidade, sugerindo utilizar algumas aulas da disciplina de Ciências para concluir a atividade; como essa ação não iria comprometer os estudos desta disciplina decidimos, coletivamente, agir dessa forma. Não sei se foi a melhor escolha, mas é o que aflorou do grupo naquele momento e, por isso, acreditamos que essa opção teve legitimidade e coerência.

turma achou interessante a ideia da colega, até que um dos alunos falou: “E será que teríamos cubinhos para construir todas as casas?” (I). Outro colega replicou: “Como faríamos para ela ficar de pé? Os cubinhos vão cair conforme a parede for subindo” (Le).

Diante das ponderações que foram emergindo na conversação, o grupo desistiu dessa ideia, pois se deram conta de que não teriam cubinhos suficientes para construir todas as maquetes e que, se os colassem, inviabilizariam a utilização deste material didático em outras situações. Foi, então, que um dos meninos (Le) sugeriu a utilização de placas de isopor para construção da maquete das casas, pois são vendidas em diferentes espessuras. Após a realização de uma pesquisa em lojas que fornecem esse material, decidimos utilizar, na construção da maquete, o isopor com a espessura de 1 (um) centímetro, pois assim, era mais fácil estabelecer relação com aquilo que foi desenhado na planta baixa.

Saber como manusear o isopor também foi um aprendizado feito pelo grupo, a partir do acoplamento, da convivência e dos movimentos de coordenações de coordenações de ações recursivas. Num primeiro momento, os alunos utilizaram uma faca para cortá-lo, mas ela esfarelava todo o isopor e ficava ruim de colar. Depois, utilizaram um estilete, que era mais fino e mais afiado; também não surtiu o efeito desejado. Então, como sugestão de um dos meninos (I), que tinha mais de experiência no manuseio do isopor, começaram a aquecer a lâmina do estilete na chama de uma vela, o que facilitou, sobremaneira, o recorte e, posterior, colagem do material.

Outra “perturbação” que favoreceu inúmeras transformações/aprendizagens no grupo diz respeito à definição da quantidade de isopor que seria utilizado em cada uma das maquetes. Com o intuito de clarificar essas medidas, num movimento de conversações recursivas, retomamos os cálculos relacionados à área total de cada casa e de suas paredes internas, somamos esses valores, comparamos com o tamanho das placas de isopor (60 cm x 100 cm x 1 cm) e estimamos quanto material precisaríamos comprar.

Contudo, uma das dificuldades encontradas pelos alunos na realização desse cálculo consistiu em fazer a transposição das medidas estabelecidas na planta baixa (figura plana) para a maquete (objeto tridimensional). Foi através da convivência, da conversação (desencadeada algumas vezes no grande grupo, outras vezes nas duplas) e da reflexão sobre as dúvidas, facilidades e dificuldades encontradas, que surgiam alternativas inusitadas para a realização desta atividade. Nessa perspectiva, inferimos que não existem “[...] passos errados ou certos a traçar. O labirinto que os acontecimentos vão engendrando coloca-nos diante do desafio de escolher novas entradas, sem perder de vista se, nessas passagens, há também espaço para que outros possam nos acompanhar” (MARASCHIN; FARIAS, 2014, p. 60).

Na visão da Biologia do Conhecer, para que o fenômeno educativo se manifeste, é importante estar convivendo em legitimidade com o “outro”, em acoplamento, num estado de ser em que exista respeito e aceitação mútua. Não é tanto o que professor(a) e alunos intencionam fazer em sala de aula, mas a forma como se dão as relações, as conversações e a convivência no grupo, uma vez que estar em acoplamento é desencadear um “sistema de aprendizagem onde um vai compensando o outro, que vai aprendendo a viver/conviver com o outro” (MORAES, 2003, p. 95).

Logo, a cocriação pedagógica prescinde do desejo de querer aprender junto, de estar em acoplamento com o outro, aliado a uma vontade genuína em acolher o que emerge da convivência, com um olhar “não demasiadamente atento, o que o fará negligenciar todas as outras coisas que estão à sua volta; não demasiadamente distraído, o que tornaria a percepção muito volátil” (COSTA, 2014, p. 74), mas impregnado de uma presença amorosa, cooperativa, reflexiva e comprometida com a sua transformação/aprendizagem e a do outro.

Um desses momentos de transformação (pessoal e coletiva), diz respeito à conversação que desenvolvemos no grupo, objetivando decidir como organizaríamos a construção da maquete da casa, experiência que será narrada no quadro 19.

Quadro 19 – Conversação acerca da construção da maquete da casa

(continua)

Professora: Qual é a primeira parte da casa que precisamos colocar na maquete?

Aluno Le: A base da nossa casa, o chão.

Professora: E como vocês pretendem fazer isso?

Aluno Le: Nós vamos pegar a medida total da casa, que corresponde à área, riscar no isopor e cortar; assim temos o chão. Mas achamos que é melhor deixar um espacinho de folga, para ser mais fácil de colar as paredes, como se fosse uma calçada.

Professora: Boa ideia! Todos concordam com o que o Le propôs?

Alunos I e D: Nós vamos desenhar toda a planta baixa, inclusive as paredes internas, no isopor para depois cortar. Dessa forma já fica definido o chão e também já sabemos onde temos que colocar as paredes.

Professora: Muito bem! Alguém tem mais alguma sugestão?

Alunas N e La: Nós desenhamos a planta baixa e todas as paredes (internas e externas) no isopor antes de recortar. Também colocamos, em cada parede um número indicando a qual peça da casa ela pertence, para não nos perdermos quando formos colar na maquete.

Professora: Ótimo! Assim vocês terão uma ideia mais clara de como aproveitar a placa de

isopor sem desperdiçar material.

Aluna J: Como eu faço para colocar as janelas e portas na maquete se não sei qual é a altura da janela, da porta e nem a altura do chão até a janela?

Professora: Alguém tem alguma ideia de como fazer isso? (Ninguém se manifestou).

Professora: O que vocês acham de tomarmos como ponto de partida a medida de uma parede real?

Aluna J: Mas a altura da parede da maquete não é a mesma da altura real; nós definimos que seria de 10 cm.

Professora: Certo, porém existe uma forma de resolver isso. Alguém sabe?

Aluno Le: Se a altura da parede da maquete é 10 cm, então a altura da janela poderia ser 7 cm.

Professora: Por quê? Qual é o critério que você utilizou? (O aluno não soube explicar). Quem sabe estabelecemos uma relação de proporcionalidade entre a medida real da parede e a medida da planta baixa (os alunos concordaram). Podemos utilizar a altura da parede da nossa escola como referência. Vamos ver quanto ela mede? (Os alunos utilizaram trena para medir a parede).

Aluna M: Acho que deu uns 2,95 m.

Professora: Vamos arredondar para 3 m, pois assim fica mais fácil de fazer os cálculos. E a altura do chão até a janela? E a altura da janela? Alguém mediu?

Aluna F: Deu 1,20 m do chão até a janela.

Aluno Le: Também deu 1,20 m a altura da janela.

Professora: Que cálculo vocês sugerem que façamos para estabelecer uma relação de proporcionalidade entre as medidas reais (janela e porta) e as medidas da planta baixa?

Aluna N: Poderia ser a regra de três?

Professora: Ótimo! Alguém lembra como se faz? (Os alunos lembravam-se da regra, mas não sabiam relacionar com os dados obtidos).

Professora: Vamos fazer esse cálculo juntos. Só que antes de calcular isso, tem algo que precisa ser pensado: a medida da parede real está em metros e as medidas da planta baixa estão em centímetros. O que precisamos fazer?

Aluna M: Transformar tudo em centímetro ou em metro.

Professora: Muito bem! Alguém se lembra como se faz isso?

Aluna M: No caso da altura da parede que é 3 metros, fica 300 cm, porque 1 metro equivale

(conclusão)

a 100 cm.

Professora: Ótimo! Alguém tem outra sugestão de cálculo?

Aluno D: Também dá para usar a tabela de transformação das unidades de medida.

Professora: E como se faz essa transformação usando a tabela? (Os alunos foram falando quais múltiplos e submúltiplos estavam envolvidos nesse cálculo, e fizemos, juntos, o exemplo dado pela aluna M).

Aluno I: Profe, essa proporção está correta? (O aluno mostra uma parede já com o recorte da porta).

Professora: Você fez algum cálculo antes de recortar essa porta? Parece um pouco desproporcional, não acha? (A parede tinha altura de 10 cm e a porta tinha 2 cm de altura).

Aluno I: Mas nós nos baseamos na planta baixa.

Professora: Onde estão indicadas as medidas da altura da porta e da janela na planta baixa? (o aluno voltou a olhar para sua planta baixa).

Aluno I: Não tem essas medidas.

Professora: Pois é. Então vocês precisam fazer a regra de três para calcular essas medidas (os alunos D e I pediram ajuda e fizemos juntos os cálculos).

Aluna N: Para calcular a largura da janela e da porta não precisa fazer regra de três, né profe, porque elas já estão desenhadas na planta baixa.

Professora: Como assim?

Aluna N: É só medir o seu comprimento que já temos o resultado.

Professora: Muito bem! Todos concordam com o que a N disse? (Após os alunos observarem o desenho da planta baixa, concordaram com a colega)

Aluna J: Eu posso fazer a maquete da casa sem janelas e sem portas, só as paredes?

Professora: Se a tua planta baixa está desenhada com janelas e portas, a tua maquete também precisa ter. Você não quer fazer?

Aluna J: Não quero porque vai dar muito trabalho (risos). Tem que ficar calculando, transformando de metro para centímetro, é muita coisa.

Professora: Mas, ao fazer esses cálculos, você está aplicando os conceitos matemáticos na resolução de problemas cotidianos, além de estar desenvolvendo o teu raciocínio matemático. Podemos fazer juntas, caso sinta necessidade (durante o primeiro exercício fui auxiliando a aluna J a pensar o que poderia ser feito e isso fez com que ela se sentisse mais segura para realizar os demais cálculos de proporcionalidade).

De acordo com o relato descrito no quadro 19, cada dupla teve liberdade para iniciar a construção da sua maquete da forma que julgava mais apropriada, desde que fosse coerente com o que havia desenhado na planta baixa. Inferimos que essa maneira de pensar/criar a dinâmica escolar, onde existe a cumplicidade, a confiança, o “respeito e aceitação do outro como legítimo outro em convivência” (MATURANA, 2002), contribui para o desenvolvimento da criatividade e da responsabilidade pelos processos de ensinar e aprender, além de ser uma excelente oportunidade para desencadear a autonomia de pensamento.

A experiência de construção da maquete foi uma das tarefas que mais demandou tempo e dedicação do grupo, pois implicou na realização de medidas e cálculos precisos, assim como no estabelecimento de conexões entre o real (confeção da planta baixa e da maquete da casa) e o mental (ideias dos alunos a respeito do que poderia ser feito). Vale ressaltar que os estudantes-pesquisadores não demonstraram muito interesse em realizar os cálculos de proporcionalidade que iriam definir as medidas das portas e janelas da maquete; estavam mais motivados em construir a maquete da casa, independente da rigorosidade das suas medidas, pois como mencionou uma das alunas, “isso dá muito trabalho” (J).

Nesses momentos, aproveitava para reforçar a ideia de que a aprendizagem matemática implica no estabelecimento de relações, na reflexão e na sistematização das ideias que explicitam como estamos percebendo/entendendo o fenômeno matemático, encorajando e auxiliando o grupo a fazer os cálculos. Mesmo assim, alguns alunos tiveram dificuldade em realizar a tarefa, precisando de ajuda e orientação constante; outros não conseguiam se manter focados na atividade, necessitando ser “perturbados” a todo momento; enquanto que, uns realizaram a tarefa com autonomia e discernimento. Diante disso, inferimos o quanto é importante o(a) professor(a) se colocar como um “parceiro de aprendizagem”, incitando o aluno a querer refletir sobre o que está fazendo ou pensando.

Um dos meninos (I) oportunizou vários desafios ao grupo, pois, seguidamente, questionava as possibilidades de resolução que emergiam da turma, apontando formas inusitadas de realizar as tarefas. Nem sempre as sugestões dadas por ele eram bem recebidas pelos colegas, uma vez que destoava do que a maioria dos alunos pensava, vendo-o como alguém que “só complica” (Le). Diante dessa situação, e considerando o respeito mútuo como um dos aspectos básicos para que haja convivência, oportunizei diferentes momentos de conversação e de escuta atenta no grupo, com o intuito de auxiliar os alunos a perceberem que pensar diferente enriquece as possibilidades de aprendizagem.

Essa minha conduta desencadeou o fortalecimento de vínculos amorosos e cooperativos no grupo, como também incentivou a cocriação de respostas inusitadas e

criativas para as situações que emergiam da convivência. Para Maturana (2002), o amor é a emoção básica do ser humano, uma vez que ela teria dado origem à própria espécie e provocado mudanças na sua história filogenética; é uma consequência da socialização, de uma maneira particular do conviver humano. Não se trata, apenas, de uma virtude ou de uma condição romântica, tampouco de um acontecimento espiritual ou religioso, mas de uma “congruência estrutural que resulta na recorrência de interações [...], acontecendo na simples coexistência de estar junto” (Ibidem, p. 185).

Também vale ressaltar que durante o nosso conviver fui sendo inspirada, constantemente, pelas “ideias matemáticas” dos alunos, assim como eles foram sendo “guiados” pela minha forma de ver e de entender os conceitos matemáticos, numa dinâmica recursiva de conversações permeadas pelo “respeito e aceitação do outro como legítimo outro em convivência” (MATURANA, 2002), o que favoreceu, sobremaneira, a ampliação do raciocínio matemático.

Logo, os processos de ensinar e aprender matemática são qualificados quando professor(a) e aluno têm a oportunidade de estar juntos, em acoplamento e com legitimidade, refletindo e conversando sem medo de “errar”, sem julgamentos ou pré-conceitos, apenas se abrindo para diferentes formas de raciocinar. Sob esse ponto de vista, o espaço escolar se torna um local de busca, de pesquisa, de troca de ideias, de indagações, de descobertas (mesmo que provisórias); um cenário de convivência que respeita a história de vida e os pressupostos ideológicos tanto do(a) professor(a) quanto dos alunos; que acolhe diferentes formas de ver, de entender e de explicar o mundo.

Segundo Maturana (2002), a conduta de cada pessoa envolve princípios e crenças que são apreendidas na convivência em família, na escola, na sociedade e, portanto, estão imbuídas de diferentes e legítimas explicações de mundo.

As explicações científicas têm validade porque têm a ver com as coerências operacionais da experiência no suceder do viver do observador, e é por isso que a ciência tem poder. As explicações científicas são proposições gerativas apresentadas no contexto da satisfação do critério de validação das explicações científicas. O critério de validação das explicações científicas faz referência exclusivamente às coerências operacionais do observador na configuração de um espaço de ações no qual certas operações do observador no âmbito experiencial devem ser satisfeitas (MATURANA, 2002, p. 55).

Sendo assim, não existe uma única verdade sobre o mundo, mas diferentes “verdades” que são coerentes com o viver de cada um. No caso da escola, é importante que tanto o saber de senso comum (trazido pelos alunos) quanto o conhecimento sistematizado (referenciado

pelo(a) professor(a)) sejam considerados válidos, legítimos, pois ambos consistem em interpretações legítimas do mundo, vinculadas àqueles que as concebem, podendo, em convivência, serem transformadas. Como dizia Freire (1987, p. 68), “não há saber mais, nem saber menos, há saberes diferentes”, e isso está afinado com o que nos propomos vivenciar nessa experiência de convivência.

Ao me perceber como uma “parceira de aprendizagem”, ou seja, uma professora que se “abre” para construir conhecimentos junto com seus alunos, sem querer ser “a dona da verdade” ou impor uma forma única de pensar e compreender a matemática, também encontrei legitimidade no jeito de ser e de aprender dos alunos, enxergando-os como criadores, junto comigo, dos processos de ensinar e aprender matemática. Parafraseando Maturana e Rezepka (2000, p. 81), “é por isso que a educação é um processo de transformação na convivência, e o humano, o ser humano, conservar-se-á ou se perderá no devir da história através da educação.”

7 CARTOGRAFANDO AS TRANSFORMAÇÕES DESENCADEADAS A PARTIR DESSE NICHOS DE APRENDIZAGEM MATEMÁTICA

O cartografar dessa experiência de convivência nos possibilitou compreender que a avaliação fez parte de todos os momentos que constituíram o “historial” do conviver entre mim e meus alunos, num cenário educativo denominado *Nicho de Aprendizagem Matemática*, que propiciou ao grupo tomar para si a responsabilidade pelo seu processo de aprendizagem. Logo, não existiu um momento específico em que os estudantes-pesquisadores foram avaliados, porque a avaliação aconteceu durante o percurso vivido.

Melhor dizendo, quando professor(a) e alunos estão em acoplamento, convivendo e desencadeando movimentos de coordenação de coordenações de ações recursivas, a avaliação se dilui no processo educativo, oportunizando que o próprio aluno perceba quando precisa redimensionar sua forma de pensar e de agir; ao fazer a “coordenação desta ação”, sua compreensão acerca dos conteúdos que estão sendo desenvolvidos é resignificada, redimensionada e, então, o “erro” passa ser considerado um “passo a mais” no processo de construção dos conceitos matemáticos.

Conforme já foi dito anteriormente, a realidade emerge da ação de um “observador” (MATURANA et al, 2009), pois tudo o que percebe é reforçado pela sua subjetividade. No caso da avaliação escolar, o(a) professor(a) seria o “observador”, aquele que mesmo pautando-se em objetivos educativos previamente estabelecidos pelas normativas curriculares, possui uma subjetividade própria, plena de saberes, vivências e “sentires íntimos” que permeiam a sua visão sobre a educação e, conseqüentemente, sua forma de avaliar. Nesse sentido, como é possível saber o que o aluno aprendeu se o processo de aprendizagem é algo subjetivo e, também, depende de quem observa o fenômeno educativo?

Consoante Maturana (2001a), para que se possa perceber se ocorreu alguma transformação/aprendizagem em determinado indivíduo é oportuno considerar a presença de uma *conduta adequada*, um comportamento específico que tem a ver com a história da espécie (filogênese) e a história de vida de cada ser (ontogênese). Consiste, pois, numa forma de agir que depende das crenças que estruturam a maneira de ver e pensar o mundo e, portanto, dos aspectos que esse sujeito escolhe destacar/distinguir num determinado contexto e momento de sua vida, sempre permeado por interações recursivas com o meio.

Todavia, para descrever a conduta ou comportamento desse organismo é necessário que um “observador” comunique o que está percebendo. Como as descrições feitas pelo mesmo não refletem, precisamente, o funcionamento interno de quem está sendo visto, elas

têm apenas um caráter de comunicação e não um valor explicativo científico sobre aquilo que está sendo observado. Maturana e Dávila (2015, p. 519, tradução minha) complementam dizendo que:

[...] os seres humanos, como seres que existimos no linguajar, no conversar e no reflexionar, operamos como observadores no observar ao distinguirmos conscientes de que estamos fazendo uma distinção. O observar implica a consciência de que se distingue o que se distingue ou de que se observa o que se observa. E é desde esta consciência que podemos dar-nos conta, ao fazer uma distinção em nosso operar como observadores, se a ocorrência do distinguido envolve ou não algum processo humano em seu ocorrer.

Ao me colocar como um “observador observando” (MATURANA, 2001a) a experiência de convivência que eu e meus alunos escolhemos vivenciar nesse Nicho de Aprendizagem Matemática, destaco que foram inúmeras as transformações/aprendizagens que se manifestaram no grupo, entre elas: cocriar formas inusitadas e criativas de resolver as situações-problemas que emergiam da convivência; conseguir expressar, verbalmente e por escrito, o raciocínio matemático inerente ao fenômeno educativo vivido; encontrar sentido para a linguagem formal da matemática, vinculando-a às diferentes maneiras de simbolizar os conceitos matemáticos que afluíam do conviver.

Contudo, tendo em vista que essa experiência de convivência teve como pressuposto básico a conversação, o acoplamento e o “respeito e aceitação do outro como legítimo outro” (MATURANA, 2002), eu e meus alunos decidimos, coletivamente, como seria feita a avaliação, uma vez que o objetivo principal desta pesquisa era aprender matemática convivendo. Após refletirmos sobre diferentes possibilidades, acordamos que o processo de avaliação aconteceria concomitante aos movimentos de ensinar e aprender, pois entendíamos que as tarefas que emergiam do grupo eram potencializadoras de diferentes formas de expressão e produção de saberes.

Em outras palavras, o movimento de avaliação, nessa proposta pedagógica, por já estar inserido na própria dinâmica educativa, por estar implícito na realização das atividades desenvolvidas ao longo do percurso vivido, não precisou ser formalizado. Entretanto, objetivando facilitar o reconhecimento das transformações/aprendizagens ocorridas no grupo durante a convivência, combinamos que seria importante: saber expressar, oralmente e por escrito, as facilidades/dificuldades encontradas na realização das atividades; conseguir

simbolizar, através de desenhos, esquemas e/ou por meio da linguagem matemática⁸³, os cálculos desenvolvidos na resolução das situações-problema cocriadas; fazer uma autoavaliação, isto é, registrar, de forma individual, as compreensões feitas a partir das tarefas que emergiam da convivência, aspirando revelar a própria mudança de comportamento/conduita na forma de ver a matemática e lidar com as questões do cotidiano⁸⁴.

Também podemos dizer que todos os momentos de convivência constituíram-se em possibilidades de aprendizagem e, portanto, de avaliação, pois a nossa intenção era aprender matemática juntos. Ao surgirem dúvidas com relação ao que estava sendo feito/pensado, parávamos e nos perguntávamos: “O que ainda não estamos percebendo que precisamos redimensionar, a fim de resolver essa tarefa?”. Quando havia dificuldades na compreensão dos conceitos matemáticos, fazíamos um “pouso” (KASTRUP, 2007) sobre a situação vivida, conversávamos e, por meio de coordenações de coordenações de ações recursivas, procurávamos clarificar as noções matemáticas envolvidas na atividade, dinâmica que favoreceu, sobremaneira, a ampliação do raciocínio matemático do grupo.

Conforme já foi dito, Maturana (2001a) menciona que existem dois caminhos explicativos para se entender uma realidade. Um deles denomina-se *objetividade-sem-parênteses*, que é quando a situação a ser explicada é vista como algo independente do observador, referendando que toda a verdade é objetiva e universal, porque é independente de como a pessoa age ou pensa; o outro caminho explicativo designa-se *objetividade-entre-parênteses*, em que se considera que há muitas formas de ver e explicar uma realidade, sendo que cada uma delas é um “domínio de ação” constituído como uma explicação da experiência vivida por alguém especificamente.

Na citação abaixo, Maturana (2002, p. 50) explicita mais claramente como essas duas formas de ver e de explicar o mundo interferem nas relações sociais e educativas.

Se me encontro com o outro numa posição na qual pretendo ter um acesso privilegiado à realidade, o outro deve fazer o que eu digo ou está contra mim. Por

⁸³ Num primeiro momento, os alunos foram convidados a registrar suas ideias informalmente, ou seja, utilizando uma simbologia que tivesse sentido para eles. Posteriormente, foi apresentada a linguagem formal da matemática, “para que estes se apropriem do vocabulário específico, utilizem-no, evoluam na compreensão dos significados das noções e dos conceitos matemáticos e possam perceber a importância de expressá-los” (SMOLE; DINIZ, 2001, p. 47).

⁸⁴ O reconhecimento de que uma proposta educativa pautada na convivência pode gerar mudanças na conduta dos alunos foi percebida mais claramente no início de 2018, numa aula de matemática, quando uma das meninas que participou dessa experiência disse: “Eu gostei muito de participar da pesquisa do Minecraft, porque aprendi muitas coisas. Lá em casa estamos fazendo uma reforma no meu quarto e, para enxergar melhor como ia ficar, eu fiz uma planta baixa dele; assim ficou bem mais fácil de ver o que posso fazer no meu quarto” (F).

outro lado, se me encontro com o outro consciente de que não tenho nem posso ter acesso a uma realidade transcendental independente do meu observar, o outro é tão legítimo quanto eu, e sua realidade é tão legítima quanto a minha, ainda que não me agrade e me pareça ameaçadora para minha existência.

Quando Maturana (2001a) propõe o conceito de objetividade-entre-parênteses, reforça que as divergências não são obstáculos, mas oportunidades para as pessoas trocarem ideias, ampliarem sua percepção de mundo e criarem um novo “domínio de ação” (outra forma de ser e agir). Também destaca a ideia da construção intersubjetiva do conhecimento, ao afirmar que nenhuma distinção da realidade pode ocorrer se não existir um observador, reforçando a ideia de que algo só acontece para determinado indivíduo se este é capaz de distingui-lo, validando o fenômeno observado por meio da sua experiência.

Sendo assim, a avaliação assume um caráter relativo às condições de observação sobre o processo educativo, emergindo da forma que, tanto o(a) professor(a) quanto o aluno, tem de ver e entender o mundo e a educação; ou seja, não há divergências na experiência vivida, mas na maneira como se interpreta um fato, um conteúdo ou uma situação pedagógica, manifestada através de como se entende e/ou descreve o fenômeno observado. Por isso, é importante que professor(a) e alunos se enxerguem como “parceiros de aprendizagem”, interagindo e compartilhando tanto os “fazer pedagógicos” quanto a responsabilidade de decidir o que e “quanto” foi aprendido.

Logo, não podemos afirmar que exista apenas um único ponto de vista sobre determinado assunto, mas sim, tantas quantas visões estiverem relacionadas a ele, o que revela múltiplas perspectivas de uma mesma realidade. As explicações sobre certo conteúdo, sejam elas dadas pelo(a) professor(a) ou pelo aluno, sempre têm legitimidade e necessitam de acolhimento e escuta atenta, pois são coerentes com as experiências do viver do “observador”, podendo ser redimensionadas por meio da conversação, do acoplamento e da convivência. Foi isso o que eu e meus alunos vivenciamos nessa experiência de convivência, na medida em que conversávamos e nos colocávamos “abertos” para aceitar as diferentes formas de entender os fenômenos matemáticos que se manifestavam no conviver, possibilitando, com isso, ampliar nossa forma de ver/entender a matemática.

Maturana e Rezepka (2000) esclarecem que, com raras exceções (fruto de comprometimentos biológicos), todas as pessoas aprendem, pois, apesar de não se tratar de um fenômeno simplório, a aprendizagem é algo que acontece o tempo todo. Aí reside a importância do(a) professor(a) desenvolver a sensibilidade para perceber o que o aluno está manifestando através da fala e dos registros escritos, bem como o que não está sendo dito por

ele, pois a linguagem corporal e o silêncio também revelam o quanto o aluno sabe, ou não, sobre determinado assunto. Quando o(a) professor(a) não está atento para isso, pode deixar passar uma oportunidade significativa de perceber o que está sendo compreendido e o que ainda precisa ser redimensionado nos processos de ensinar e aprender.

O enunciado: “Viver é conhecer. Conhecer é viver”, proferido por Maturana e Varela (1997), reforça a ideia de que conhecer implica, necessariamente, na ação do indivíduo no mundo, numa dinâmica de vir-a-ser. Sendo assim, todo ato cognitivo empreende uma ação efetiva que permite ao organismo continuar sua existência num mundo que ele mesmo fez surgir, enquanto se mobiliza para conhecê-lo. O cartografar dessa experiência de convivência nos possibilitou perceber isso com mais clareza, pois, ao vivenciarmos as atividades cocriadas nesse Nicho de Aprendizagem Matemática, também emergiram, do próprio grupo, as compreensões para solucionar as situações-problema inerentes aos fenômenos manifestados.

Essa ideia é corroborada por Pellanda (2009, p. 22), quando diz que:

A proposta de Maturana e Varela é claramente ousada na medida em que rompe não somente com o inatismo e o empirismo, mas também com a ideia da captação de um mundo objetivo lá fora, independente da ação do sujeito que conhece e que se constitui ao atuar. São abolidas as ideias de entrada e saídas, e o que o sistema percebe é a partir de perturbações.

Dito de outra forma, segundo a Biologia do Conhecer, não existe conhecimento sem experiência, como também não existe experiência que não possa provocar transformações/aprendizagens se o organismo estiver em acoplamento, em legitimidade com o meio, ficando implícita a ideia de movimento ininterrupto no processo de viver. Isto é, não existe um mundo externo independentemente da ação do sujeito, pois esse emerge com o seu agir. “O futuro de um organismo nunca está determinado em suas origens. É a partir da compreensão desse fato que temos que considerar a educação e o educar” (MATURANA, 1991, p. 26).

Desde o período renascentista, o conhecimento, em suas variadas formas de expressão, tem sido o retrato de uma realidade independentemente do sujeito que atua e observa o mundo; tal modo de pensar denomina-se *representacionismo* e constituiu-se no marco epistemológico prevalecente do pensamento cartesiano. A ideia central desta visão é a de que o conhecimento é um fenômeno baseado em “representações mentais” que as pessoas fazem do mundo, precisando ser “extraídas” por meio da cognição. Assim, a objetividade é privilegiada e a subjetividade é descartada como algo que poderia comprometer a exatidão científica.

Como contraponto a esse pensamento, Maturana e Varela (1997) defendem que uma realidade sempre emerge da ação do “observador”, pois tudo o que se especula e/ou investiga é sempre apoiado na subjetividade própria de cada indivíduo, fenômeno que leva ao redimensionamento do conceito de *representacionismo*. Se a explicação é uma operação distinta da experiência que se quer ilustrar; é uma reformulação da vivência que foi observada por um “observador” e que a expressou através de determinada linguagem, concluímos que há tantas explicações diferentes, quantas formas de escutar e aceitar as reformulações de uma dada experiência.

Levando em conta esses pressupostos, e em se tratando de ensino e aprendizagem, concluímos que não existe “erro” nos processos educativos; o que se tem são movimentos no fluxo de ensinar e aprender, onde errar e acertar são processualidades de um historial de convivência que se manifestam num mesmo fluir; logo, não existe dualidade nessas ações, pois são movimentos de um mesmo processo, que é contínuo.

Relacionando essa ideia com o que foi vivenciado nessa experiência de convivência, inferimos que o respeito e o acolhimento às diferentes formas de pensar do grupo com relação aos cálculos matemáticos minimizaram a ideia de dualidade entre “erro e acerto”, deixando a aprendizagem mais fluída. As dinâmicas de conversação e de coordenações de coordenações de ações recursivas contribuíram, significativamente, para que os alunos compreendessem que existem diferentes movimentos nos processos de ensinar e aprender, e que estes não são antagônicos, mas complementares.

No caso da aprendizagem matemática, é importante considerar que a natureza desse conhecimento está alicerçada em um saber teórico formalizado, lógico-dedutivo, e essa peculiaridade é um dos motivos pelos quais sua organização está mais focada no ensino procedimental do que no aspecto conceitual, necessitando de processos específicos para a resolução das atividades. Contudo, é importante que o aluno compreenda o que está fazendo, pois ao aprender matemática de forma mecânica, ou seja, sem entender sua linguagem, simbologia, bem como o que as fórmulas/regras significam e qual é sua aplicabilidade, os alunos minimizam a oportunidade de refletir sobre as relações que envolvem o fenômeno matemático e, conseqüentemente, de desenvolver seu raciocínio.

Por isso, criamos o *Nicho de Aprendizagem Matemática*, um cenário educativo que promoveu a conversação, o acoplamento e a reflexão sobre os conceitos e o “fazer matemático”, objetivando resolver as situações-problema que afloravam da convivência; isso, em última instância, é o que Maturana (2001) chama de *aprender*. Ou seja, o aluno não apenas “faz” o exercício; ele vive, experimenta e resolve as atividades, em acoplamento com

as ideias matemáticas que vão surgindo como resultado do viver nesse Nicho, o que permite a transformação de sua estrutura. Ao operar desde esse lugar, em movimentos recursivos de coordenações de coordenações de ações, com legitimidade e consciência (isto é, refletindo sobre o seu fazer), o aluno vai construindo o seu “historial de aprendizagens”, ampliando, assim, a sua forma de “pensar” a matemática.

Para auxiliar na percepção/compreensão das transformações/aprendizagens desencadeadas por meio dessa experiência de convivência foi confeccionado, por cada um dos alunos, um *portfólio* ou *dossiê* que reunia suas percepções acerca das atividades vivenciadas nesse Nicho de Aprendizagem Matemática. Após cada tarefa vivenciada, os estudantes-pesquisadores eram convidados a narrar⁸⁵ (oralmente e na forma de texto, desenho, esquema, etc.) o que estavam entendendo/sentindo/percebendo acerca dos conceitos matemáticos, possibilitando que se tornassem “observadores de si mesmos”.

De acordo com a Biologia do Conhecer, esse movimento de “pensar sobre o pensar” está relacionado com dinâmicas recursivas de olhar para si; tem relação com coordenações de coordenações de ações e com movimentos autopoieticos, na medida em que o aluno está movimentando suas estruturas para pensar e repensar no que faz, refletindo e reorganizando seu fazer num novo movimento. Em outras palavras, implica no “observador” olhar para si mesmo e, ao fazer isso, poder se complexificar, no sentido de perceber os processos vividos de uma forma mais ampla, redimensionando-os, quando necessário. Parafraseando Maturana (2001a, p. 23), “todo conhecer é a ação efetiva que permite a um ser vivo continuar sua existência no mundo que ele mesmo traz à tona ao conhecê-lo”.

Nesse sentido, e levando em consideração o cartografar dessa experiência de convivência, inferimos que os processos de ensinar e aprender matemática manifestam-se mais facilmente, quando professor(a) e alunos têm a oportunidade de estar em acoplamento, convivendo e conversando, em legitimidade, sobre o que pensam e/ou percebem da matemática; quando aceitam-se, reciprocamente, como genuíno “outro” no ato de conviver, dando “vez e voz aos seus pensares e sentires”. Nas palavras de Maturana (2002, p. 152):

Estudar é conviver. O estudante se transforma na convivência com o professor ou professora. O estudante é aquele ou aquela que aceita o convite de outro para conviver transitoriamente com ele ou ela em um certo espaço de existência em que esta pessoa tem mais habilidade de ação e reflexão. Para isso, estudante e professor devem aceitar-se mutuamente como legítimos outros em convivência.

⁸⁵ As narrativas explicitadas pelos estudantes-pesquisadores foram distribuídas ao longo desta Tese, visando a enriquecer o que estava sendo abordado no tópico em questão.

Aqui reside a importância do(a) professor(a) e dos alunos assumirem-se como “parceiros de aprendizagem”, cocriando atividades que favoreçam aprender junto, que incentivem a curiosidade, o prazer pela descoberta e a investigação. Dessa forma, pode ser que a sala de aula se constitua num espaço de convivência fomentador de relações de respeito e aceitação, visando a acolher/socializar diferentes formas de pensar e de comunicar ideias, podendo, em convivência, serem modificadas; um “domínio de ação” em que tanto o(a) professor(a) quanto os alunos possam transformar-se de maneira congruente, com “respeito e aceitação do outro como legítimo outro” (MATURANA, 2002), desencadeando um processo de complexificação que favoreça, a ambos, uma ampliação na sua forma de entender a si mesmo e ao mundo.

Ao observarmos, com acolhimento e legitimidade, as produções dos estudantes-pesquisadores (narrativas, cálculos, vídeos, maquetes, desenhos no Minecraft, etc.), desenvolvidas durante essa experiência de convivência, concluímos que as transformações/aprendizagens desencadeadas são decorrência de um processo de cocriação que emergiu da conversação, do acoplamento, do conviver e dos movimentos de coordenações de coordenações de ações recursivas vividos no grupo, o que, por si só, já é algo revelador dos processos de ensinar e aprender matemática. Não houve alguém que apenas ensinasse ou que só aprendesse; tanto eu quanto os alunos ensinamos e aprendemos juntos, por meio da convivência, pois, segundo Maturana (1990, p. 28), “somos todos professores e alunos, uns dos outros, no viver cotidiano.”

Hoje, na cotidianidade da minha docência, já não consigo mais olhar para os trabalhos avaliativos apenas como um “produto” da aprendizagem do aluno, mas sim, como um reflexo de todo um processo de vivências, experienciado coletivamente, em que, tanto eu quanto os meus alunos, somos corresponsáveis e coautores das experiências educativas. Também passei a enxergar a avaliação como um momento de parada, um momento de “pouso e de reconhecimento atento” (KASTRUP, 2007), visando a refletir sobre o que já foi compreendido e o que ainda requer aprofundamento, assim como uma oportunidade de decidir, coletivamente, o que pode ser feito no sentido de qualificar os processos de ensinar e de aprender.

Imbuída desse olhar recursivo sobre o que foi vivenciado, elenco algumas processualidades que têm potencial para qualificar os processos de ensinar e aprender matemática em convivência, entre os quais, a importância do(a) professor(a) e dos alunos: estarem juntos, em acoplamento, a fim de ampliar as possibilidades de conversação, reflexão e entendimento dos conceitos matemáticos; vivenciarem situações pedagógicas que propiciem

o registro do raciocínio matemático utilizado na resolução das situações-problema (através de desenho, esquemas, texto escrito, etc.), manifestando, de forma paulatina e com sentido, a linguagem formal da matemática; cocriarem dinâmicas pedagógicas que auxiliem a despertar o desejo em querer aprender matemática, ou seja, ver a sua “beleza” e aplicabilidade na vida cotidiana; solucionarem as atividades matemáticas através da conversação e de movimentos de coordenações de coordenações de ações recursivas, dando ênfase ao processo vivido e refletido, e não, apenas, ao resultado obtido, pois nisso consiste o desenvolvimento do pensamento matemático.

Ainda é relevante que o(a) professor(a): se coloque como um “parceiro de aprendizagem”, desencadeando o estudo dos conceitos matemáticos a partir do que os alunos já sabem sobre determinado assunto/conteúdo, ampliando-os por meio de uma conversação pautada no “respeito e aceitação do outro como legítimo outro em convivência” (MATURANA, 2002); auxilie a turma na compreensão dos termos e símbolos matemáticos presentes nos tópicos estudados, utilizando uma linguagem acessível e dinâmicas pedagógicas desafiadoras; acolha e respeite a forma de ser e pensar dos alunos, valorizando-os enquanto seres únicos e portadores de uma história ímpar, pois:

Quando corrigimos o ser da criança ao lhe dizer como deveria ser ou não ser, negamo-la, dizemos que está malfeita e destruímos a sua aceitação de si mesma e seu autorrespeito. Ao fazer isso, fechamos o mundo para a criança e a deixamos fora do âmbito de legitimidade. Se, ao contrário, corrigimos o seu fazer, convidando-a a reflexão e indicando o(s) procedimento(s) a usar, se quisermos obter certo resultado, confirmamo-la na aceitação de si mesma e no autorrespeito e abrimos um espaço para que ela possa ter um comportamento autônomo desde o respeito por si mesma e a aceitação do próprio ser, abrimos – ao fazer isto – o mundo para a criança e a acolhemos em sua legitimidade (MATURANA; REZEPKA, 2000, p. 81).

A educação, vista desde essa abordagem, está relacionada ao processo de transformação *na e pela* convivência, a partir de movimentos de coordenações de coordenações de ações recursivas, de acoplamento, de complexificação, de autocriação (autopoiese) e de conversações permeadas pelo “respeito e aceitação do outro como legítimo outro” (MATURANA, 2002). Traduz-se num movimento reflexivo, dinâmico, efêmero e recursivo do desenvolvimento dos seres humanos ao longo de sua vida, reforçando a ideia de que tal construção sempre é compartilhada, nunca solitária. Dessa forma, o educar se constitui no “processo em que a criança ou o adulto convive com o outro e, ao conviver com o outro, se transforma espontaneamente, de maneira que seu modo de viver se faz progressivamente mais congruente com o do outro no espaço de convivência” (MATURANA, 2001a, p. 29).

Quando os processos de ensinar e aprender matemática se organizam a partir de desejos e de emoções diferentes da aceitação e do respeito mútuo, visando, prioritariamente, a uma formação técnica (atender as necessidades/interesses do mercado de trabalho), a natureza integral, tanto do(a) professor(a) quanto do aluno não é contemplada, podendo resultar numa relação pedagógica pouco envolvente e inspiradora (MATURANA, 2009). Por isso, é oportuno que ambos sejam cocriadores de atividades pedagógicas que desencadeiem processos autopoieticos (de autoconstrução e autorreflexão) com potencial de suscitar transformações/aprendizagens, complexificando, assim, a forma de entender a matemática.

Foi surpreendente o que se manifestou no grupo quando decidimos, coletivamente, organizar um vídeo que simbolizasse os momentos mais significativos que vivemos juntos nesse Nicho de Aprendizagem Matemática, pois, mesmo após a pesquisa ter sido concluída, ainda permanecia entre nós o sentimento de cooperação, de escuta atenta, de respeito mútuo e de acoplamento. Utilizando a dinâmica inspirada nos Círculos de Construção de Paz, nos reunimos para rever os vídeos produzidos pelo grupo⁸⁶ com a “atenção de um cartógrafo” (KASTRUP, 2007), visando a reconhecer, lembrar e/ou redimensionar o que havíamos vivido/apreendido por meio dessa experiência de convivência.

Por termos sido cocriadores das dinâmicas pedagógicas relacionadas aos processos de ensinar e aprender matemática nesse Nicho de Aprendizagem Matemática foi mais fácil atribuir sentido e deixar emergir diferentes formas de retratar as experiências vividas. Ao final de um momento nostálgico, permeado de movimentos de coordenações de coordenações de ações recursivas, surgiram maneiras inusitadas e criativas de organizar um vídeo simbolizando as transformações/aprendizagens ocorridas no grupo durante a vivência. Confesso que fiquei emocionada com o que aflorou, reforçando a crença de que é possível aprender matemática em convivência. Parafraseando uma das alunas: “Que saudades! Tinha até me esquecido do quanto aprendemos matemática e nos divertimos juntos” (M).

Essa relação de “parceria pedagógica”, que se constituiu por meio da experiência de convivência desenvolvida no Nicho de Aprendizagem Matemática, ainda permaneceu entre nós durante todo o ano de 2018 (período em que esses alunos cursaram o 9º ano), servindo de inspiração para criação de várias dinâmicas pedagógicas que foram desenvolvidas nas outras turmas em que também sou professora. Algumas dessas vivências serão narradas no tópico a seguir.

⁸⁶ Dizemos que os vídeos foram confeccionados pelo grupo porque em cada encontro um de nós filmava, visando a ampliar a percepção sobre o fenômeno vivido.

8 CARTOGRAFANDO MOVIMENTOS “PARA ALÉM” DESTA TESE

Ao me permitir vivenciar, cotidianamente, os preceitos teóricos indicados pela Biologia do Conhecer, pois os trouxe para o contexto da minha vida pessoal e profissional, fui transformando minha estrutura e, devido a isso, o conviver com os alunos das outras turmas da escola, que também sou professora, ficou diferente. Não tinha expectativas sobre o que iria acontecer e nem quais seriam os resultados desse conviver; apenas fui “me abrindo” para o novo, para o inusitado, confiante que aquilo que estava emergindo dessa relação de cocriação poderia contribuir para uma “transformação em convivência”. Fui sentindo, intuindo e decidindo, junto com os alunos, o que e como iríamos aprender, tendo como norteadores o “respeito e aceitação do outro como legítimo outro” (MATURANA, 2002).

Uma dessas vivências pedagógicas ocorreu no início de 2018, quando escolhi dar “vez e voz” aos alunos de todas as turmas em que sou docente (tanto nas aulas de Ciências quanto de Matemática), para decidirmos, coletivamente, qual seria a ordem de prioridade dos conteúdos a serem estudados dentro do ano letivo. Numa das primeiras aulas, convidei-os para elegermos, dentro da grade curricular estipulada pela Secretaria Municipal de Educação de Caxias do Sul, quais temas despertavam, no grupo, o desejo de aprender.

Como a maioria dos alunos desconhecia, ou não tinha clareza, do que se tratavam os tópicos explicitados nos Planos de Estudo de Ciências e Matemática, propus que realizassem, em pequenos grupos, uma pesquisa no livro didático e na internet, visando a ampliar sua compreensão acerca dos assuntos elencados. Para minha surpresa, o interesse pela atividade foi enorme. Os olhos deles chegavam a “brilhar” de satisfação por terem sido convidados a serem cocriadores da proposta de estudo que seria desenvolvida durante o ano. Não poderia imaginar que uma atitude tão simplória, mas, também, acolhedora e respeitosa, pudesse desencadear inúmeros movimentos de cumplicidade e parceria.

Após os alunos terem concluído a pesquisa sobre os assuntos a serem desenvolvidos em cada ano letivo, socializamos, no grande grupo, o que haviam entendido sobre cada tópico, ampliando, assim, o entendimento sobre os mesmos. Por fim, fizemos uma votação elencando quais conteúdos tinham prioridade de serem estudados, ordenando-os de acordo com os interesses/necessidades das turmas. Essa experiência, além de ter sido uma oportunidade interessante dos alunos conhecerem os assuntos que seriam desenvolvidos durante o ano letivo, também possibilitou a valorização e o reconhecimento de que eles são parte integrante do processo educativo. Ajudou a minimizar a sensação de mal-estar que se

instaura na escola quando é “prescrito” ao aluno o que, como e quando ele “deve aprender”, abrindo espaço para a cooperação e a cumplicidade pedagógica.

Outra experiência de cocriação pedagógica inspirada nesta Tese refere-se à avaliação coletiva dos processos de ensinar e aprender. Já faz alguns anos que essa instituição escolar desenvolve uma prática avaliativa denominada *Conselho Participativo*, que consiste num momento de conversação através do qual professores, alunos, equipe diretiva e coordenação pedagógica refletem sobre os aspectos positivos/negativos e as sugestões para melhorar as diferentes dinâmicas educativas desenvolvidas na escola (limpeza, alimentação, atividades pedagógicas, transporte, etc.). Além disso, neste momento, são elencados as responsabilidades e o engajamento, de cada um e de todos, para a qualificação dos processos educativos.

Apesar de alguns alunos não se sentirem muito à vontade para expressar sua opinião, a maioria deles participa fazendo considerações relevantes e propondo ideias coerentes. No entanto, os comprometimentos sempre foram feitos de forma coletiva, sem haver a manifestação de como cada um, individualmente, poderia contribuir para a sua aprendizagem e do grupo. Intencionando ampliar essa responsabilização, sugeri que cada aluno explicitasse, no coletivo, ações práticas que poderiam qualificar os processos de ensinar e aprender. Todos tiveram a oportunidade de manifestar o compromisso que se propunham a assumir durante o ano, promessas que foram afixadas em um cartaz na sala de aula, como forma de relembrar/inspirar o que havia sido dito por cada um.

Essa dinâmica, apesar de interessante, não me pareceu suficiente para que houvesse um maior envolvimento do grupo com a proposta de “transformação em convivência”. Intuíam que os alunos precisavam ser encorajados a se perceber/conhecer na sua integralidade (razão/emoção/sensação/intuição) e, para isso, seria relevante vivenciar outras formas de pensar, sentir e de estar no mundo. Assim como Sacramento Soares e Rech (2009, p. 149) defendem, também acredito que “nossas ações se fundamentam no emocional, o que significa que nada nos acontece, nada fazemos que não esteja definido como uma ação de certo tipo, a partir de uma emoção que a torna possível”.

Sugeri, então, para os alunos do 6º ao 9º ano do Ensino Fundamental, que, antes de iniciarmos as aulas, pudéssemos vivenciar uma prática meditativa⁸⁷, com intuito de ampliar a conexão entre corpo/mente/espírito. Como forma de sensibilização, inicialmente, assistimos a

⁸⁷ A palavra meditação vem do latim, *meditare*, e significa “ir para o centro”, no sentido de desligar-se do mundo exterior e voltar à atenção para dentro de si. As práticas meditativas podem servir como um meio de relaxamento para rotina diária, para aumentar a atenção e concentração, estabelecer uma conexão com o transcendental, ou até, minimizar dores e doenças. Disponível em: <<http://www.apanat.org.br/site/meditacao/>>. Acesso em: 08 mar. 2019.

um vídeo⁸⁸ que explicava o que a meditação pode desencadear nas pessoas, além de divulgar experiências similares já desenvolvidas em escolas⁸⁹ e sua influência nos processos educativos. Com o aval da equipe diretiva e consentimento dos alunos, ao som de uma música relaxante e com a sala de aula na penumbra, nos lançamos numa experiência meditativa “rumo ao encontro de nós mesmos”, almejando ampliar o autoconhecimento, melhorar a convivência e desencadear movimentos autopoiéticos (autoprodução).

Nas primeiras vezes em que meditamos, houve certa inquietação por parte dos alunos. Alguns se mostravam incomodados com a música, outros com vergonha e até desconfortáveis. Com o passar do tempo⁹⁰, eles começaram a ter outra conduta; disseram que se sentiam tão relaxados quando meditavam que tinham vontade de dormir, ou que ficavam tão sensíveis que queriam chorar. Também fui percebendo que, à medida que os alunos se permitiam vivenciar plenamente essa experiência meditativa, foram acontecendo transformações em suas estruturas que repercutiram na “atmosfera interna” das turmas, conforme explicitam os depoimentos no quadro 20.

Quadro 20 – Considerações dos alunos do 6º ao 9º ano sobre a experiência meditativa

(continua)

A meditação me deixou mais relaxado e com mais ânimo de estudar; me ajudou a ficar mais centrado, focado nos meus objetivos, a querer entender e saber mais do mundo; passei a refletir mais sobre a vida e sobre o nosso propósito aqui na Terra; passei a acreditar mais em mim, na vida e nas coisas que faço, parei de me achar feio e comecei a achar o lado bom das coisas; na hora de jogar, quando fico nervoso, lembro de respirar fundo e me concentro, e esqueço o nervosismo; para mim é a melhor parte do dia, pois me ajudou a me manter calmo até em casa; muitas vezes estamos tristes e pensativos, brabos, aí chegamos na aula e temos tempo para meditar e conseguimos ficar mais tranquilos; traz uma energia boa; me ajudou na forma de pensar e refletir sobre determinada situação; me ajudou a ficar mais tranquila, mais calma, eu era bem ansiosa e agora estou bem mais calma; fiquei mais paciente, compreensivo e menos brabo; quando tenho que tomar alguma decisão faço a meditação e consigo tornar melhor essas decisões; ajudou a me concentrar mais nas aulas, converso menos e faço mais coisas; melhorou o jeito que eu penso, me deixou mais forte, confiante; me sinto mais leve e feliz, entendo mais as coisas; me deixa em paz comigo e com o mundo;

⁸⁸ Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=e7qREGBxDcY>>. Acesso em: 06 set. 2018.

⁸⁹ Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=V0tRKEI1K68>>. Acesso em: 06 set. 2018.

⁹⁰ Essa experiência de convivência foi desenvolvida de outubro a dezembro de 2018.

(conclusão)

me faz entrar em harmonia com o meu interior; me ajudou a falar o que eu acho; tem me aliviado do cansaço da vida.

Fonte: Autora (2018).

É muito inspirador e reconfortante saber que a meditação ajudou os alunos a fazerem mudanças na sua forma de ser e de entender o mundo, além de ter contribuído para deixá-los mais abertos/receptivos para vivenciar diferentes experiências, vendo a vida desde outra perspectiva. No contexto atual, em que os noticiários retratam o desinteresse de crianças/adolescentes pela vida e pela escola; que vários professores estão adoecendo e perdendo a esperança, o desejo e o amor pela educação, perceber que existe maneiras de agir/estar no espaço escolar que favorecem o respeito por si e pelo “outro”, o autoconhecimento, a autoconfiança e o desejo em querer aprender é algo acalentador e que merece ser considerado.

Dando continuidade a essa experiência de autodescoberta e levando em conta o interesse dos alunos em melhorar sua compreensão acerca de alguns conceitos que permeiam a prática meditativa, incrementamos nossos estudos acerca dos fenômenos que estavam sendo experimentados/sentidos no corpo. Aproveitando que sou professora de Ciências dessas turmas, procurei estabelecer relação entre a meditação e os conteúdos estipulados na grade curricular, visando a dar um sentido mais ampliado ao que estávamos vivenciando.

Nesse sentido, assistimos ao vídeo: *Coração – órgão do amor, a fonte de energia da criação, o maior campo eletromagnético do corpo*⁹¹ que falava, basicamente, da importância de desenvolvermos a “coerência cardíaca” (um estado de ser onde os sistemas nervoso, endócrino, imunológico e, sobretudo, o cardiovascular, trabalham em perfeita harmonia e cooperação, equilibrando o estado emocional). Posteriormente, e visando a auxiliar, ainda mais, na compreensão sobre o que acontece em nosso corpo quando meditamos, assistimos a um vídeo que retratava o funcionamento dos *Chakras*⁹², vórtices de energia que funcionam como canais condutores por onde circula a nossa força vital.

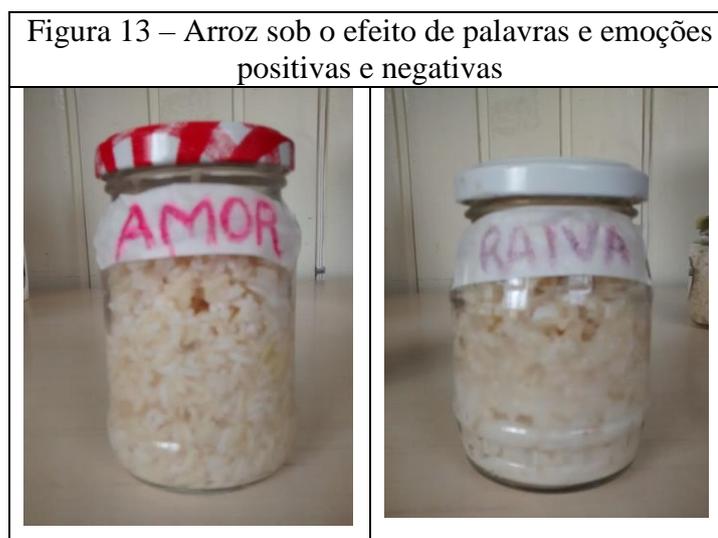
Os alunos ficaram surpresos em saber que somos “seres vibrantes” em profunda cocriação com o universo e que nosso “estado de espírito” tem influência direta sobre o nosso bem-estar e o bem-estar das pessoas com quem convivemos. Relacionar a física quântica com

⁹¹ Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=DSbSE-eB2I8>>. Acesso em: 25 set. 2018.

⁹² Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=xgl2Xkc7vjI>>. Acesso em: 30 de out. 2018.

os fenômenos que estavam sendo vivenciados também foi uma dinâmica pedagógica que possibilitou atribuir maior legitimidade à prática meditativa, conforme a fala feita por um dos alunos do 7º ano: “Essas coisas de ter fé, de acreditar que não somos só matéria, que tem algo a mais em nós e no mundo, é verdade mesmo! Nós vimos isso na aula de Ciências, com coisas relacionadas à física quântica” (P).

Imbuída do desejo de que os alunos pudessem perceber, de maneira mais visível, o que os pensamentos e os sentimentos geram em nosso entorno, sugeri que fizéssemos o *Experimento do Arroz*⁹³, uma atividade que foi prontamente acolhida pelos alunos das turmas do 8º e do 9º ano. Para tanto, inserimos uma mesma quantidade de arroz integral cru, coberto de água, dentro de dois potes de vidro, posteriormente vedados. Coletivamente, decidimos que, para o arroz colocado no primeiro pote (amor), os alunos do 8º ano deveriam falar palavras positivas, amorosas e encorajadoras, além de sentir carinho e apreço por ele. Para o arroz colocado no segundo pote (raiva), os alunos do 9º ano deveriam falar palavras agressivas, cruéis e destrutivas, além de sentir raiva e desprezo por ele.



Fonte: Autora (2018).

Após o período de um mês, no primeiro pote, foi possível perceber que o arroz germinou normalmente, conservando-se com aspecto saudável; já, no segundo pote, parte do arroz se degradou, soltando um líquido leitoso e de mau cheiro (conforme figura 13). O acontecido gerou espanto nos alunos, que não poderiam supor um fenômeno tão

⁹³ Essa atividade foi inspirada na reportagem: *Experiência com palavras de amor e ódio muda forma de arroz em escola do Paraná*. Disponível em: <<https://g1.globo.com/pr/parana/noticia/palavras-de-amor-e-odio-fazem-parte-de-experiencia-e-mudam-forma-de-arroz-em-escola-do-parana.ghtml>>. Acesso em: 01 out. 2018.

surpreendente; isso os mobilizou a crer que as palavras, assim como os pensamentos e sentimentos que temos por algo ou alguém, pode desencadear uma reação bioquímica que altera sua estrutura (Teoria de Masaru Emoto).

Ainda com o intuito de auxiliar no autoconhecimento e na melhoria do relacionamento interpessoal das turmas, tendo como inspiração os *Movimentos Essenciais* (MEs)⁹⁴, sugeri que os alunos do 6º ao 9º ano realizassem alguns “movimentos”, objetivando desencadear mudanças em sua dinâmica de vida e, conseqüentemente, na forma de verem, perceberem, sentirem e se relacionarem com os outros. Foram vivenciados diversos “movimentos”, almejando: perceber as implicações que nossos pensamentos e sentimentos geram em nosso corpo e como podem influenciar o ambiente em que vivemos; reconhecer a importância de agradecer, respeitar e valorizar nossos pais e antepassados por terem nos dado o “bem mais precioso”, que é a vida; compreender que somos seres únicos, plenos e dotados de uma “força interior” transformadora, capaz de modificar nossa forma de ver e ser no mundo; alertar para o fato de que a maneira como nos colocamos diante da vida (postura e atitudes) gera implicações, tanto em nosso corpo quanto nas relações que estabelecemos com os outros (família, escola, amigos, sociedade).

Alguns desses “movimentos” foram realizados, especificamente, pela turma do 6º ano, em decorrência de uma situação que aconteceu enquanto corrigíamos alguns exercícios matemáticos. Uma menina, por não saber responder uma das questões, foi ridicularizada pela turma, desencadeando nela uma atitude de indignação e de desinteresse pelas atividades. Prontamente, me manifestei dizendo que não havia problemas da colega não saber a resposta do exercício, porque estávamos todos aprendendo. À vista disso, solicitei que quem soubesse resolver a questão se manifestasse. Vários alunos falaram e, juntos, chegamos a um consenso sobre a resposta mais coerente.

Mesmo assim, no intervalo para o lanche, alguns alunos continuaram a zombar da menina até o ponto de ela começar a chorar. Um de seus colegas contou-me sobre o que estava acontecendo e, então, fui ao encontro da aluna, que se mostrou muito fragilizada, verbalizando: “Estou me sentindo a pior das pessoas porque ninguém me compreende” (M). Neste momento, percebi que a sua dor não era só por aquilo que havia acontecido em sala de aula, mas também refletia um processo interno de dores e ressentimentos, fruto,

⁹⁴ Os *Movimentos Essenciais* consistem num processo de aprendizagem teórico-vivencial desenvolvido por Claudia Boatti, que propicia reconciliação sistêmica a nível individual, familiar e social. Convida-nos a reconhecer como “afetamos e somos afetados pela trama social”, além de ressaltar a responsabilidade que cabe a cada um de nós, “na qualidade de agentes de transformação social”. Disponível em: <<http://movimentosessenciais.com.br/>>. Acesso em: 02 out. 2018.

provavelmente, de experiências desagradáveis vivenciadas em outros espaços e momentos da sua vida.

Diante disso, me coloquei disponível para conversar com a turma, no intuito de refletirmos sobre o que havia acontecido. No retorno do intervalo, propus a vivência de um dos MEs, objetivando fazer com que os alunos refletissem/sentissem o impacto que nossas atitudes, pensamentos e sentimentos geram nos outros. Em duplas e alternadamente, os alunos deveriam se olhar e pensar/sentir coisas boas sobre o colega; logo após, coisas ruins, observando o efeito disso em si mesmo e no outro. Após a socialização sobre o que tinham percebido/sentido durante esse “movimento”, questionei o grupo se alguém, na aula de matemática, tinha agido de forma hostil com relação a algum dos colegas.

Para minha surpresa, vários alunos levantaram a mão, assumindo que tiveram uma atitude cruel com a menina, dirigindo-se até a mesma e pedindo desculpas. Ela, imediatamente, começou a sorrir, demonstrando alegria e satisfação com a atitude da turma, pois se sentiu acolhida e respeitada. Chegando em casa, contou para a mãe o que havia acontecido, a qual veio no dia seguinte à escola, para agradecer a forma como a situação foi conduzida. Entendeu que, apesar do constrangimento sofrido pela sua filha, houve espaço para a conversação, fato que oportunizou uma maior conscientização dos alunos sobre o impacto que nossas atitudes têm em nós mesmos e nas outras pessoas com as quais convivemos.

No livro: *Emoções e linguagem na educação e na política*, Maturana (2002, p. 30) diz que “como vivermos é como educaremos, e conservaremos no viver o mundo que vivermos como educandos. E educaremos outros com nosso viver com eles, o mundo que vivermos no conviver”. Nesse sentido, não há necessidade de ensinar valores, mas sim de vivê-los em sua plenitude, e isso se inicia desde cedo, na família, na escola, na convivência com o “outro”, em diferentes espaços. Essa dinâmica não estava prevista no meu planejamento, nem imaginava que poderia acontecer, mas, por acreditar que “Viver é conhecer. Conhecer é viver” (MATURANA; VARELA, 1997), aproveitei a situação de aparente “desordem”⁹⁵ para que fosse desencadeada uma transformação/aprendizagem na forma de ser e de viver dos alunos.

A convivência na escola implica em muito mais do que apenas uma troca de conhecimentos. Consiste numa oportunidade de viver experiências diversas, experimentar sentimentos e sensações, trocar ideias, sentir-se acolhido e acolher, ser respeitado e respeitar,

⁹⁵ Ilya Prigogine sustenta que o mundo surge da combinação entre “ordem e desordem”, em que sistemas altamente organizados, se perturbados, podem ser alterados, modificando, assim, o comportamento dos seus integrantes de forma inesperada e imprecisa, resultando numa outra forma de organização (MORAES, 1997).

enfim, sentir-se corresponsável pelos processos de ensinar e aprender sobre si e sobre o mundo. Diante das constantes transformações e modificações vividas na sociedade atual, a educação tem um papel importante, pois pode ser propulsora de transformações pessoais e sociais ou não; tem potencial de fortalecer as condições para a emergência de uma humanidade constituída por sujeitos protagonistas, conscientes e criticamente comprometidos com a construção de uma “civilização planetária” (MORIN; CIURANA; MOTTA, 2003), isto é, indivíduos gestores de sua própria vida e autores da sua história.

A missão de educar, sob esse ponto de vista, constitui-se numa incumbência grandiosa, que implica ter fé, amor pela vida e pela educação, numa trajetória que se desenvolve entre o erro e o acerto, entre o incerto e o inesperado, mas, também, com inúmeras possibilidades de ser/estar/viver com plenitude no mundo. Por isso, inferimos que o olhar do(a) professor(a) seja dirigido ao acolhimento do aluno em sua legitimidade; seja centrado na formação humana e não apenas técnica, oportunizando a criação de cenários educativos que permitam a conversação, a convivência e a cocriação pedagógica.

Segundo Pellanda (2009, p. 48), os processos de ensinar e aprender “precisam ser abertos, não dogmáticos, para garantir um sistema de conversações que permitam perturbações mútuas como também necessárias para disparar processos internos nos sujeitos”. Para tanto, é relevante professor(a) e alunos sentirem-se “parceiros de aprendizagem”, terem liberdade e oportunidade de criar dinâmicas pedagógicas que desencadeiem o desejo de aprender, pois, à luz da Biologia do Conhecer, aquilo que perturba o aluno não é, necessariamente, o que o(a) professor(a) faz ou propicia, mas o que a estrutura do aluno permite que o afete/perturbe, fenômeno que torna o aprendizado imprevisível.

Os seres vivos são sistemas determinados estruturalmente e tudo o que se passa com eles a cada instante resulta de sua dinâmica estrutural e é determinada por ela, de maneira que os objetos externos podem somente desencadear mudanças estruturais determinadas pela própria estrutura dos seres vivos. E o viver é uma história na qual o curso das mudanças estruturais que se vive é contingente à história de interações pelo encontro com os objetos (externos). E nessa história o ser vivo e sua circunstância mudam juntos (MATURANA, 1993, p. 31).

Dito de outra forma, algo que “vem de fora”, do meio educativo (explicações, atividades, jogos, filmes, pesquisas, etc.), até pode perturbar o aluno a ponto dele se transformar/aprender; porém, isso não é determinante porque a aprendizagem é um fenômeno singular, próprio de cada indivíduo, que se manifesta de diferentes maneiras e contextos. Logo, aprender consiste em se “sintonizar e validar, na convivência com o outro, um modo específico de viver, que ocorre de maneira recíproca e contínua. Surge a partir da

transformação de nossas estruturas contingentes com o viver/conviver” (MORAES, 2003, p. 122), sustentada por uma dinâmica interna que reflete a maneira como cada ser vivo está organizado.

Não podemos afirmar, com certeza, o que possibilitou modificações na forma do grupo se relacionar. É possível que a minha forma de ser/estar, bem como a dos alunos, neste momento e nessas condições específicas do nosso conviver, tenha desencadeado um acoplamento propício às reflexões e aprendizagens que afloraram em convivência. Também pode ser que, ao agirmos como “observadores de nós mesmos”, procurando descobrir e entender quais eram as dinâmicas internas de cada um e do grupo (a energia que nos sustentava e que eram as matrizes das nossas condutas), houve uma complexificação de nossa estrutura, ampliando-se as possibilidades de nos transformarmos em convivência.

Ou, ainda, é possível que, ao olharmos para nós mesmos e para o “outro” com legitimidade, respeito e aceitação, foram sendo desencadeados movimentos autopoieticos que ampliaram nossa consciência sobre o que estávamos vivenciando. Ao nos permitirmos ver além de nós mesmos, fomentamos a cocriação de uma nova realidade, fenômeno que acabou por modificar as nossas relações. Melhor dizendo, as ações/percepções/emoções de um indivíduo têm influência direta sobre o sentir, o pensar e o agir do grupo, uma vez que, numa sala de aula, todos fazem parte de uma “rede de conexões complexas” (MORIN, 1990) que permeia as interações e relações que se estabelecem.

Logo, é importante que a escola, como um local de convivência, privilegie momentos e espaços de conversação que permitam a expressão e o acolhimento de diferentes ideias e sentimentos; incentive o respeito e a aceitação, visando a um conviver harmonioso; estimule a cocriação de dinâmicas pedagógicas que facilitem o acoplamento estrutural, objetivando a troca de saberes e experiências de vida; oportunize situações de convivência em que tanto o(a) professor(a) quanto o aluno reconheçam que, quando agem como um “observador observando a si mesmo” (sujeitos conscientes de como estão agindo), podem assumir a responsabilidade pelas suas escolhas, assim como respeitar e aceitar as atitudes e as escolhas dos demais.

Consoante Maturana et al (2009), tudo que é dito, é dito por um “observador”, que tem uma determinada estrutura e organização e, por isso, tem uma visão de mundo que é peculiar, única. Daí a importância de desenvolver a autoconsciência, isto é, conseguir olhar para si mesmo, visando a entender sua própria dinâmica de vida, para, depois, olhar/entender o outro. Se me dou conta de quem sou e como penso, se entendo qual é a minha estrutura, também posso escolher mudar minha conduta/atitude (se assim eu quiser ou puder). Ao se perceber como um ser autopoietico, o(a) professor(a) abre espaço para entender e respeitar o aluno na

sua forma de ser, aprender e se relacionar, desde o lugar que ocupa, e nisso consiste olhar para si e para o outro com legitimidade. Dessa atitude, emergem “caminhos” pedagógicos inusitados, abrem-se “trilhas energéticas” que favorecem o entendimento de por que vivemos como vivemos e aprendemos como aprendemos.

Isso tem relação com o que aconteceu na turma do 6º ano, numa dinâmica pedagógica vinculada ao conteúdo de frações. Os alunos estavam muito dispersos e agitados, não conseguiam se concentrar e resolver os exercícios. Percebendo isso, modifiquei a forma de estudo, problematizando e resolvendo, junto com eles, o que estava sendo proposto; mesmo assim, continuavam desatentos e demonstrando desinteresse. Novamente suspendi a atividade e falei da importância de estarem envolvidos com a tarefa, a fim de que pudessem compreender o que estava sendo estudado; porém, não falei com legitimidade e acolhimento, mas sim, julgando e impondo ao grupo algo que não correspondia aos seus interesses.

Os alunos, por sua vez, entenderam minha atitude como uma afronta e, então, instaurou-se, na turma, um ambiente hostil e de insatisfação pelo estudo. Ao me manter em silêncio, apenas sentindo a “atmosfera” que se materializou na sala de aula, percebi que tanto a minha postura impositiva e linguagem ríspida ao me manifestar quanto o desinteresse e a indisciplina dos alunos estavam em consonância, contribuindo para que se manifestasse uma desarmonia entre nós, como se estivéssemos competindo ou “medindo forças” para ver quem “vencia essa batalha”.

Ao refletir, recursivamente, sobre a situação vivenciada, começaram a ocorrer transformações na minha forma de ver e de entender o ocorrido, desencadeadas por um processo de complexificação que possibilitou ampliar o meu “olhar” sobre o que estava acontecendo. Então, manifestei, aos alunos, como estava me sentindo: “Eu estou muito desconfortável com o que está acontecendo. Percebo que vocês não estão interessados em resolver as atividades propostas e, por isso, se mostram desatentos e agitados. É isso que está acontecendo? Vocês têm alguma sugestão do que poderíamos fazer para que esse momento de estudo se torne mais agradável?”. Após falar isso, abri espaço para que o grupo também pudesse se expressar.

No começo, apenas alguns alunos se manifestaram, mas, ao perceberem que existia respeito e acolhimento ao que diziam, a maioria foi dando a sua opinião sobre o que poderia ser feito para tornar a aula mais prazerosa, o que minimizou, consideravelmente, o mal-estar instaurado na turma. Após essa conversa, os alunos começaram a se envolver mais com as atividades, provavelmente, por terem se sentido acolhidos e respeitados na sua

individualidade, além de terem sido reconhecidos como cocriadores dos processos de ensinar e aprender.

Diante da situação exposta, pude concluir que a dinâmica de sala de aula não é estática e previsível, muito pelo contrário. É um fenômeno difícil de prever, pois é permeado por fluxos próprios, oriundos dos movimentos de acoplamento que emergem *no* e *do* grupo a cada momento vivido. Também ressalto que os processos de ensinar e aprender se manifestam mais facilmente quando professor(a) e alunos se sentem envolvidos com a proposta educativa, ou seja, veem sentido naquilo que estão estudando, sentem prazer de estarem aprendendo juntos, num conviver permeado pelo “respeito e aceitação do outro como legítimo outro” (MATURANA, 2002).

O fato de não ter expectativas sobre o que iria acontecer a partir da nossa convivência, assim como não almejar que os alunos me dessem qualquer tipo de “retorno” a respeito do que estávamos vivenciando; ter deixado fluir o meu mais sincero sentimento de respeito e aceitação pelo “historial” de transformações/aprendizagens manifestado pelos alunos em cada uma das situações vividas, pode ter contribuído para que, no dia do meu aniversário, recebesse inúmeras manifestações de carinho, conforme os depoimentos explicitados no quadro 21, um acontecimento que “encheu meu coração” de alegria e satisfação.

Quadro 21 – Manifestações de carinho dos alunos do 6º ao 9º ano

Alunos do 6º ano: Querida professora, saiba que te admiramos muito, não só como exemplar profissional que é, mas também como pessoa. De caráter honesto, digno e generoso, você é mais que uma professora, você é uma inspiração para todos nós.

Alunos do 7º ano: Você é uma professora muito especial porque também é uma pessoa muito especial e maravilhosa. Você aquece diariamente nossos corações com toda sua sabedoria, todo seu carinho, toda sua paciência. Suas aulas são dinâmicas e você sabe dar importância e atenção a cada um de nós; continue sendo essa professora extraordinária, essa pessoa incrível.

Alunos do 8º ano: Há pessoas que não saem nunca de nosso pensamento, são pessoas que marcam a gente de forma profunda e você é uma dessas pessoas porque tem conseguido nos conquistar.

Alunos do 9º ano: Todos os dias você, querida professora, investe seu precioso tempo não apenas ensinando a matéria, mas também ensinando a nós o que é ter caráter, o que significa ter princípios, como é ter força e uma personalidade cativante.

Hoje, depois de viver essa experiência de convivência, já consigo perceber o quanto é significativo que o(a) professor(a) perceba o aluno como sujeito dos processos de ensinar e aprender, aceitando “soltar o controle” sobre as práticas educativas e acreditando na importância da “parceria pedagógica”. Depreendo que esse é um dos grandes desafios a serem enfrentados na educação atual, ou seja, conseguir ultrapassar os limites impostos pelos norteadores legais e pelas práticas de ensino convencional, e trazer um novo “olhar” para o processo educativo, mais amplo e permeado pela conversação, convivência, respeito, aceitação, acolhimento e amorosidade.

Se “Viver é conhecer. Conhecer é viver”, como argumentam Maturana e Varela (1997), é relevante que a escola possa se constituir como um cenário que valoriza a descoberta e a autonomia, cultiva a alegria e a criatividade, desenvolve a cooperação e o acolhimento, possibilita a autoexperimentação e a autoprodução (autopoiese); seja um espaço de conversação onde, além da construção do conhecimento, professor(a) e alunos possam se reconhecer como “parceiros de aprendizagem”, se aceitar e se respeitar, favorecendo, assim, “o respeito e a aceitação do outro como legítimo outro em convivência” (MATURANA, 2002). De outra forma, é possível que a própria escola se feche em si mesma e nos seus próprios fins, dificultando o que Maturana e Dávila (2015) acreditam ser o maior compromisso da educação: contribuir com a “transformação em convivência”.

9 CARTOGRAFANDO PROCESSUALIDADES QUE EMERGIRAM DESSE NICHOS DE APRENDIZAGEM MATEMÁTICA

O cartografar dessa experiência de convivência nos permitiu evidenciar vários elementos que podem se constituir em processualidades para favorecer a aprendizagem dos conceitos matemáticos. Optamos por simbolizá-las através de uma *nuvem de palavras*⁹⁶, uma espécie de “mapa” onde estão destacadas as ideias-chave que foram sendo apresentadas e discutidas ao longo desta Tese. Como essas processualidades estão relacionadas aos processos vividos nesse Nicho de Aprendizagem Matemática, salientamos que esse “mapa cartográfico” é o retrato atual das mesmas, num dado momento desse percurso, que poderá ser reorganizado e/ou transformado dependendo do contexto ou do grupo de pessoas que se dispuserem a vivenciar essas ideias, enquanto alternativa para a aprendizagem matemática.

Figura 14 – Mapa cartográfico da experiência de convivência vivida nesse Nicho de Aprendizagem Matemática



Fonte: Autora (2019).

⁹⁶ Disponível em: <<https://wordart.com/edit/ypv5gtaz1v2g>>. Acesso em: 10 abr. 2019.

Ao retomarmos alguns conceitos inerentes à Biologia do Conhecer, desenvolvidos nesta Tese e explicitados na *nuvem de palavras*, inferimos que a aprendizagem está diretamente vinculada ao processo de autoprodução do ser (autopoiese), que sempre ocorre em congruência com o meio (nicho-ecológico). Logo, os processos de ensinar e aprender estão intimamente relacionados/interligados e se manifestam a partir da convivência entre professor(a) e alunos. E mais: quando esse “viver junto” se dá por meio de uma parceria, ambos se tornam cocriadores e corresponsáveis pelas dinâmicas pedagógicas que emergem *no* e *do* grupo, podendo desencadear transformações/aprendizagens mútuas.

Consoante essa forma de entender os processos educativos, enfatizamos que os fatores externos ao aluno (explicações, desafios, problematizações, etc.) são, apenas, “perturbadores” do sistema (unidade ecológica organismo-nicho). Por isso, não é possível garantir que, ao serem desenvolvidas certas dinâmicas pedagógicas em sala de aula, o aluno vai aprender. Isso depende da sua estrutura e do quanto ele permite se transformar, desencadeando um processo de complexificação sobre si mesmo (autopoiese), que pode ampliar sua forma de ver e entender os conteúdos estudados.

Com o intuito de saber quais transformações/aprendizagens ocorreram a partir dessa experiência de convivência, utilizamos a dinâmica do *Círculo da palavra*⁹⁷, um momento de conversação que possibilitou o acolhimento e a escuta atenta do que cada um dos estudantes-pesquisadores sentiu, percebeu, aprendeu, gostou (ou não) de fazer/viver nesse Nicho de Aprendizagem Matemática. Salientamos que algumas partes das falas dos alunos, explicitadas no quadro 22, foram destacadas, pois consideramos que elas reforçam processualidades/caminhos que foram surgindo ao longo do percurso, relacionadas aos processos de ensinar e aprender matemática, na perspectiva da Biologia do Conhecer.

Quadro 22 – Depoimento dos alunos a respeito da experiência vivida nesse Nicho de Aprendizagem Matemática

(continua)

<p>Aluno D: Achei o projeto bem legal. Deu para aprender a fazer a planta baixa e a maquete da casa. O que eu mais gostei foi jogar e fazer a maquete, mas não gostei de medir e calcular as medidas para a maquete. Entendi como fazer o projeto de uma casa, e que a matemática não é só fazer cálculos de mais, menos, vezes e dividir, tem muita coisa além disso.</p>

⁹⁷ Nessa dinâmica, cada participante teve um tempo para expressar suas percepções acerca do que vivenciou nesse Nicho de Aprendizagem Matemática. Ficou combinado no grupo, que iríamos ouvir, com respeito e legitimidade, o que os colegas tinham a dizer, a fim de que todos pudessem manifestar seus pensamentos/sentimentos sobre as experiências vividas.

Aluna J: Também achei legal fazer as maquetes, só quando a profe falou para fazer as medidas não entendi muito bem, mas depois que foi explicado e eu entendi, foi legal! O que eu mais gostei foi jogar o Minecraft e não tem o que menos gostei. Eu entendi que *para aprender matemática não é só fazer essas contas de mais, menos, vezes e dividir, só essas coisas; dá para fazer coisas diferentes e aprender*. Dá para fazer planta baixa, maquete e tal.

Aluno Le: O que eu mais gostei foi fazer a planta baixa porque é um negócio, assim, que tu aprende fazendo, tu aprende muito. Eu aprendi que eu não sabia ainda calcular, área e perímetro das janelas, das portas; eu ainda não tinha aquele conceito geral de fazer a área e o perímetro de tudo. O que eu não gostei muito foi na hora de fazer os cálculos para a maquete, que daí deu muita enrolação. Eu aprendi tudo sobre área, perímetro, sobre a maquete, sobre o jogo mesmo, conhecendo; que nem, eu não fiz mais aquela coisa que fazia antes, que era botar os blocos do jeito que eu queria. Eu calculei quanto que eu precisava, olhei onde eu queria fazer efetivamente a coisa e fui calculando enquanto que eu ia fazendo. Agora eu faço as coisas com um olhar diferente, com um olhar mais matemático. Na hora de fazer os cálculos, eu e a M era um pouco individual, um estava fazendo isso, o outro aquilo; nós não compartilhávamos, ficava fechado. Que nem, na hora de fazer, eu não sabia fazer as paredes por causa que era ela que tinha feito os cálculos e ela não me disse o que tinha que fazer, ela tinha ficado para fazer em casa; ela tinha toda a metragem e aí eu pedia: quantas paredes têm que fazer? Aí ela me dizia, mas ela não compartilhou, sabe. É a única coisa que não deu muito certo.

Aluna N: Eu achei bem interessante que antes (do projeto) eu tinha curiosidade de saber fazer e eu só pensava na minha casa, olhando de cima, e só desenhava os cômodos sem medida, sem ter nenhuma noção de tamanho e nada, e agora eu já tenho uma noção maior. Eu achei legal, também, que a gente teve um momento mais junto, e não só a teoria, de aprender o conteúdo, fazer a prova e próximo conteúdo; *a gente teve um tempo mais junto, convivendo entre professora e alunos. Eu acho que a gente fazendo essas aulas mais diferenciadas, digamos assim, a gente aprende mais*, tipo da área e do perímetro; o que era explicado nas aulas, claro eu entendia um pouco, mas eu *acho que eu entendi bem mais quando a gente fez na prática mesmo; a gente está ali junto, a gente pode conversar, nas aulas a gente entende cada um uma coisa e depois a gente conversa e pratica*. Acho que melhorou bastante o entendimento da área e do perímetro. *Eu acho que, quando a professora e o grupo estão juntos, conversando, facilita a aprendizagem*, porque quando a gente levava a planta baixa para a gente medir as coisas em casa, chegava aqui e estava errado, então isso

acabou matando bastante tempo. Se a gente tivesse aqui com a profe junto, já podia dizer onde estava errado e a gente já arrumava na hora, não fica tudo para depois, então é mais rápido e mais fácil para gente conseguir fazer. *Com relação à aprendizagem matemática agora eu sei que não é só aquilo que está sendo explicado ali, eu posso explorar muito além; não é só fazer a conta e acabou, tem muito mais que eu posso explorar, muito mais coisas que podem envolver aquele conteúdo, não só a teoria, o conteúdo que a gente tem na sala.* Não tem nada que não achei legal.

Aluna M: Eu gostei do novo estilo de aula que a gente teve que nem eles falaram antes, e dos cálculos, eu gosto de ir ali fazer um cálculo rápido. Eu gostei de fazer mais os cálculos mentais, por escrito eu não gosto porque eu tenho muita dificuldade de expressar o que eu estou pensando; o que eu estou sentindo que está tentando aparecer na minha cabeça eu não consigo te dizer, eu não consigo escrever, entende? Eu tenho dificuldade em escrever da forma como a professora pede que seja escrito. Se tu pedir eu vou botar um monte de números aí eu vou entender o que eu escrevi, mas os outros não vão entender. *Depois do projeto eu comecei a fazer cálculos mais rápidos, comecei a ter entusiasmo, vi que tinha matemática não só naquilo, mas nisso, coisas diferentes, modos diferentes de ver a matemática.* Com relação ao Minecraft, agora eu comecei a pensar mais no que eu estou fazendo não só jogar, mas não só no Minecraft, em outras coisas, em outros jogos também; por exemplo, no *Arkham City*, quando me pedia para fazer tal coisa, eu pensava: “Se eu fizer esse cálculo vai me dar a localização de onde eu tenho que ir”. Não gostei do pouco tempo que nós tivemos para fazer as coisas.

Aluno I: O que eu mais gostei foi fazer a maquete; *eu gostei bastante, a gente se uniu, todo mundo, a gente se ajudou. Teve ajuda dos outros colegas e ninguém brigou.* A princípio foi bem legal, o conteúdo que a gente está aprendendo, eu aprendi bastante coisa e não teve ponto fraco. Eu não sabia fazer planta baixa, nunca tinha feito na vida, planta frontal eu dei uma pesquisada e entendi como se faz; foi bem legal fazer a maquete com o isopor. Fazendo a maquete e a planta baixa a gente conseguiu explorar bastante as formas geométricas, os cubos, fazer as medidas ao quadrado, esclareceu bastante; algumas coisas eu não sabia, como fazer a área de uma parede, descontar as portas e as janelas, mas depois aprendi.

Aluna La: Eu aprendi a fazer a área e o perímetro, eu amei fazer área e perímetro, que eu não sabia e agora eu aprendi; gostei de fazer a planta baixa e de medir, porque eu ajudei a N a medir fora e dentro dos cômodos também. *Gostei também que, a maioria das vezes, a profe ficava com nós, ajudando e falando que era para fazer isso ou isso, se a gente não*

(conclusão)

entendia era só pedir. Agora percebo que *a matemática não é só cálculo, tem muito além; não só fazer uma conta, tem muito mais*, tipo, se tu vai fazer uma casa tu não pode só somar as coisas, calcular, tem que fazer a área.

Fonte: Autora (2017).

Tendo em vista os depoimentos explicitados no quadro 22, inferimos que, quando os processos de ensinar e aprender estão apoiados em dinâmicas que favorecem a cocriação pedagógica, a conversação (conversar/falar com emoção), a convivência (estar junto com legitimidade), a escuta atenta (abrir-se para ouvir sem julgamento ou pré-conceitos), o acoplamento, bem como o “respeito e aceitação do outro como legítimo outro” (MATURANA, 2002), a aprendizagem torna-se mais prazerosa, adquire sentido/propósito e a escola torna-se um local agradável de estar, conviver e aprender.

Também fica mais fácil para o(a) professor(a) e o aluno se verem como “parceiros de aprendizagem”; ou seja, pessoas compartilhando ideias, experimentando diferentes formas de ser e de viver, aprendendo sobre si e sobre o mundo, transformando e sendo transformado por meio da convivência. Dessa forma, as relações humanas se constituem na horizontalidade, ninguém melhor, nem pior, apenas diferente, numa comunhão de saberes e emoções que oportuniza, a cada um e a todos, ver/sentir/expressar o mundo de uma forma plural.

Trata-se da emergência de uma outra maneira de enxergar e de entender os processos de ensinar e aprender, que escolhemos chamar de *Pedagogia do Conviver*. Nessa perspectiva, o cenário educativo manifesta-se como algo inusitado, indefinido e pleno de possibilidades. Constitui-se numa oportunidade para que a cocriação pedagógica aflore, uma vez que professor(a) e alunos são convidados a serem protagonistas dos processos de ensinar e aprender, isto é, decidirem, juntos, sobre como e o que desejam estudar, desencadeando uma “transformação em convivência” (MATURANA; DÁVILA, 2015).

Essa proposição educativa intenciona romper com os moldes convencionais de ensino, pois parte da ideia de que não existe nada *a priori* que precise ser feito para que ocorra a aprendizagem. Ao invés disso, pressupõe o acolhimento e a valorização de tudo o que emerge da convivência, objetivando desencadear dinâmicas pedagógicas que poderão levar a transformações/aprendizagens. Considera professor(a) e aluno(a) sujeitos potencialmente capazes de se autotransformar (seres autopoieticos), mediante o acoplamento estrutural, o conviver em legitimidade (sem julgamentos ou pré-conceitos), a conversação, a cooperação, o acolhimento, a escuta atenta e a parceria pedagógica.

Na perspectiva da Biologia do Conhecer, cada aluno possui uma dinâmica própria de vida, uma forma de ser e de pensar que é específica, fruto de inúmeras experiências que constituem o seu “historial de vida” (MATURANA, 2001a). Essas concepções de mundo/educação até podem ser modificadas pelo conviver, desde que ele se sinta perturbado pelo meio (nicho-ecológico), permitindo, assim, transformar sua estrutura e se complexificar.

O conhecer, portanto, é uma relação interpessoal de coerências de fazeres em distintos mundos, universos ou cosmos que geramos em nosso conviver como seres humanos, e que aceitamos em nosso conviver, enquanto queremos conviver, respeitando implícita ou explicitamente que não distinguimos na experiência mesma entre ilusão e percepção, e que de fato descrevemos e explicamos as coerências da realização de nosso viver com as coerências da realização de nosso viver (MATURANA; DÁVILA, 2015, p. 126, tradução minha).

A Pedagogia do Conviver, por estar alicerçada nos pressupostos teóricos da Biologia do Conhecer, entende que a dinâmica do processo educativo flui da convivência entre professor(a) e alunos, na medida em que ambos escolhem aprender juntos, em legitimidade, através de movimentos de acoplamento, de conversação e de coordenações de coordenações de ações recursivas. Foi isso o que eu e meus alunos nos permitimos experienciar ao convivermos nesse Nicho de Aprendizagem Matemática. Porém, o desejo de aprendermos juntos não foi algo que se manifestou *a priori*. Admito que, durante essa experiência de convivência, vivi um misto de ansiedade (porque desejava controlar a aprendizagem do grupo, visando a minimizar possíveis dificuldades pedagógicas que poderiam emergir) e felicidade (por descobrir que é possível ensinar e aprender matemática em convivência).

À medida que vivíamos essa experiência, fui tendo a oportunidade de compreender que a necessidade de querer controlar como e quando deve ocorrer a aprendizagem dos alunos até podia me ajudar a ter mais segurança pedagógica, mas, em contrapartida, torna-me refém de minhas próprias escolhas, as quais, por vezes, não estavam em consonância com o desejo/querer dos alunos. Esse conflito de interesses acabou gerando, em mim, sentimentos de tristeza, impotência e até decepção com a docência e, nos alunos, indisciplina e desinteresse pelo estudo. Sei da importância do(a) professor(a) manifestar sua intencionalidade pedagógica ao planejar suas aulas, até porque essa atitude é inerente ao fazer docente, porém, na maioria das vezes

[...] nos esquecemos que, a cada momento, conscientes ou não, estamos negociando com a vida e isto, em vez de nos amedrontar, deveria nos encher de alegria, pois gera a possibilidade de, a cada momento, poder rever o caminho e o caminhar [...]. O caminho escolhido é sempre circunstancial, sempre produto de inter-relações, de

aspectos internos que se complementam com as circunstâncias externas (MORAES, 2003, p. 92).

Levando em conta que não há como saber, antecipadamente, quais processualidades irão desencadear transformações/aprendizagens, pontuamos a importância de que tanto o(a) professor(a) quanto os alunos estejam abertos/receptivos para acolher o que aflora da convivência, no intuito de favorecer o surgimento de situações pedagógicas que possibilitem a cocriação dos processos de ensinar e aprender; que se deixem levar pela “deriva pedagógica” que emerge da convivência, aceitando se transformar e serem transformados no fluir do conviver. Conforme Pellanda (2009, p. 50), essa conduta

[...] é fundamental na educação e a sua ausência implica sofrimento dos educandos que não conseguem ver, no que estudam, sentido para suas vidas. Não conseguem se ver como sujeitos de autorias nas tarefas escolares e isso traz angústia e sofrimento. Desse modo, não podem se afirmar como sujeitos autores, o que os despotencializa.

É notório destacar que, segundo a visão sistêmica, a transformação dos processos educativos não ocorre mediante o desprezo das dinâmicas pedagógicas que servem e/ou serviram aos professores até o presente momento. Mudanças na educação implicam no reconhecimento e na aceitação do que já aconteceu e ainda está acontecendo na escola, com respeito e legitimidade, ao mesmo tempo em que a comunidade escolar aceita se “abrir” para outras formas de ver/pensar a educação, impregnadas de acolhimento e de um olhar reflexivo que permita desvelar novos caminhos pedagógicos.

Foi isso o que eu e meus alunos nos predispomos vivenciar a partir dessa experiência de convivência desenvolvida no Nicho de Aprendizagem Matemática, um espaço de convivência e de conversação que possibilitou a emergência de movimentos de acoplamento e de coordenações de coordenações de ações recursivas acerca dos conhecimentos matemáticos, fortalecendo a cocriação de dinâmicas pedagógicas que despertaram o desejo de aprendermos matemática em convivência. Daí a importância do(a) professor(a) “abrir mão” da expectativa de que o aluno “tem que” aprender num determinado tempo e de determinada forma, pois é a sua estrutura que vai definir como ele vai interagir/acoplar-se com esse Nicho, podendo, ou não, desencadear processos de transformação relacionados à aprendizagem matemática.

Além disso, destacamos a relevância do(a) professor(a) ver “beleza” nos conceitos matemáticos, inspirando o aluno a querer aprender. De acordo com Papert (2008, p. 72), “as crianças podem ver perfeitamente que o(a) professor(a) não gosta de matemática muito mais do que elas e que a razão para estudá-la é simplesmente o fato de que faz parte do currículo”.

Quando o(a) professora(a) não aprecia o que está fazendo/ensinando, acaba minimizando a importância de se estudar os conceitos dessa área do conhecimento, além de passar a ideia de que a matemática é complexa e que “somente alguns poucos podem aprender”. Isso dificulta um maior envolvimento do aluno com o seu aprendizado, bem como a cocriação de experiências que despertem o desejo e o interesse do grupo pelos conhecimentos matemáticos.

Ao assumir-me como uma professora apaixonada e comprometida com os processos de ensinar e aprender matemática, permitindo que o fluxo da convivência “guiasse” as práticas pedagógicas que emergiam *do* e *no* grupo, foi mais fácil encontrar prazer, sentido e alegria na incumbência de ser docente que, quase sempre, é permeada por caminhos desconhecidos e por vários desafios. Para Pellanda e Gustsack (2015, p. 228), o importante no espaço educativo é deixar fluir, ou seja,

[...] viver o momento presente com toda a atenção/presença, interagindo a cada instante de forma inventiva com os desafios que ele apresenta sem esperar que venham de fora as indicações para os caminhos a seguir e, tampouco, ‘as soluções’ para os nossos ‘problemas’.

Quando o(a) professor(a) aceita desprender-se de normas e regras metodológicas, rompendo com os formalismos educativos e resgatando a “vida pulsante” que se manifesta nele(a) e nos alunos, também abre possibilidades de viver experiências que poderão desencadear, em ambos, processos de acoplamento estrutural que “sempre transformam e essa transformação se dá anatômica, fisiológica e emocionalmente devido à plasticidade de nosso devir sistêmico em rede” (PELLANDA; BOETTCHER; PINTO, 2017, p. 22), podendo levar à aprendizagem.

É provável que a Pedagogia do Conviver demande uma outra organização curricular, assim como mais tempo, empenho e dedicação do(a) professor(a) e dos alunos, por ser uma proposta educativa que está ancorada na conversação, na convivência e na cocriação pedagógica. Às vezes, até pode gerar certa ansiedade na comunidade escolar, por não “seguir à risca” os objetivos, os tempos e os espaços estabelecidos nas instituições de ensino convencionais. Contudo, esse é um caminho educativo possível de ser concebido quando se acredita que o acoplamento, o acolhimento, a escuta atenta, a conversação e o conviver são ponto de partida para a emergência de uma educação que contribui para a “transformação em convivência” (MATURANA; DÁVILA, 2015).

No momento em que o(a) professor(a) se respeita, se valoriza e reconhece sua importância no espaço educativo como parte integrante dos processos de ensinar e aprender (e

não como aquele que tem o poder/dever de decidir o que é melhor para seus alunos), também fica mais fácil de aceitar e respeitar o aluno como um “legítimo outro”. Ao desencadear movimentos de acoplamento, de coordenações de coordenações de ações recursivas e de conversação, o(a) professor(a) amplia as possibilidades de transformar a relação consigo mesmo, com os alunos e com sua prática pedagógica, fomentando a emergência de outras formas de ensinar e aprender.

Logo, o que estamos defendendo ao propor a Pedagogia do Conviver é que professor(a) e alunos sejam cocriadores de dinâmicas educativas que possibilitem aprender junto, em acoplamento, com legitimidade (sem julgamentos), com “respeito e aceitação do outro como legítimo outro” (MATURANA, 2002) e, ao fazer isso, terem a possibilidade de transformar-se em convivência. Sendo assim, não dá para pensar numa educação conteudista e transmissiva, em que a aprendizagem acontece só porque o(a) professor(a) explica e/ou propõe determinadas atividades. As dinâmicas pedagógicas precisam ter “eco” dentro do aluno, tem que perturbá-lo a ponto dele querer acoplar-se com elas e, assim, se transformar/aprender.

Em outras palavras, a Pedagogia do Conviver, proposta pedagógica que emergiu dessa experiência de convivência, apregoa que tanto o(a) professor(a) quanto o aluno possam ser compreendidos em sua multidimensionalidade, como seres indivisos, portadores de diferentes estilos de viver/aprender e de distintas formas de ver/entender o mundo; leva em conta as diferentes dimensões do fenômeno educativo, em seus aspectos físico, biológico, mental, psicológico, cultural e social; reconhece a interdependência entre os processos de pensamento e de construção do conhecimento; não separa o aluno e o(a) professor(a) do contexto em que vive e de seus relacionamentos; desenvolve uma percepção de mundo holística, global e sistêmica; acredita na importância de novas parcerias entre a educação e os avanços científicos e tecnológicos existentes no mundo atual. Enfim, defende uma educação voltada para a “humanização e para a transcendência” (MORAES, 1997).

A noção de interconectividade e complexidade entre os fenômenos da natureza, apresentada pela visão sistêmica e proposta na Pedagogia do Conviver, permite compreender que o aluno constrói conhecimentos indo além da dicotomia razão/intelecto, envolvendo outras dimensões humanas, como a intuição, as percepções, as sensações e as emoções. O entendimento da interdependência e da interatividade existentes entre esses elementos tem implicações significativas para os processos educativos, na medida em que possibilita “ir além” do formato disciplinar, hierárquico e fragmentado encontrado no ensino convencional, reconhecendo e acolhendo diferentes formas de ensinar e de aprender.

Segundo Moraes (2007, p. 22):

É a complexidade que nos ajuda a melhor compreender e explicar a realidade educacional, esclarecendo-nos que esta não é apenas feita de racionalidade e de fragmentação, mas também de processos intuitivos, emocionais, imaginativos e sensíveis. Isto porque nós, seres humanos, somos também feitos de poesia e de prosa, de emoção, de sentimento, de intuição e de razão e tudo isto, orgânica e estruturalmente, articulado em nossa corporeidade. É ela que nos informa que a realidade educacional não é previsível, ordenada e determinada, não podendo ser aprisionada por este ou aquele modelo de ciência, nem por este ou aquele pensamento reducionista, único e verdadeiro.

Consoante a isso, a Pedagogia do Conviver preconiza que seja dado especial destaque à conversação, ao acoplamento estrutural, à escuta atenta, aos movimentos recursivos e reflexivos na educação, a fim de que possamos compreender que o conhecimento não é algo dado, mas que está em contínuo processo de vir-a-ser; e que, as dinâmicas de ensinar e aprender, são fruto de um “historial” de ações que vão sendo redimensionadas e acopladas ao espaço escolar por meio da convivência, pois tudo no mundo está interligado e inter-relacionado.

Em outras palavras, a Pedagogia do Conviver constitui-se num

[...] espaço de convivência no qual a criança possa co-derivar conosco, transformando-se, realizando-se como um ser social, nesse usufruir de si mesmo e do outro, em que possa respeitar o outro, consciente de pertencer a uma sociedade em um âmbito maior, que é o âmbito ecológico em que vive (MATURANA, 1990, p. 35).

Crer na possibilidade que todos têm de aprender, bem como na importância de o(a) professor(a) e os alunos “acoplarem-se pedagogicamente”, através de experiências de convivência que possibilitem a cocriação de saberes e “sentires”, são processualidades que podem favorecer o surgimento de outras formas de ensinar e aprender matemática. Sabemos que não há como garantir que a aprendizagem aconteça. No entanto, se aliarmos aos processos educativos uma predisposição, uma abertura, tanto do(a) professor (a) quanto do aluno, em viver experiências que são potencializadoras do aprender; se ambos assumirem uma “parceria pedagógica”, associada ao “respeito e aceitação do outro como legítimo outro em convivência” (MATURANA, 2002), é possível que sejam desencadeadas transformações estruturais que ampliem o raciocínio matemático.

Quem sabe o que esteja faltando para que a escola se constitua num espaço plural é que professores, gestores, famílias, alunos, enfim, toda comunidade escolar, se “abram para o novo”, deixando emergir a multiplicidade e a diversidade, elementos significativos para que

ocorra um processo de transformação, tanto na educação como no mundo. Como já foi dito anteriormente, não se trata de “endemonizar” as práticas pedagógicas convencionais que durante muito tempo foram (e, em alguns casos, ainda são) utilizadas na escola, pois elas também foram necessárias para que pudéssemos perceber que só isso não é suficiente para educar.

Não nos parece sensato dizer que tudo que se fez até agora, com relação aos processos de ensinar e aprender matemática, foi errado ou ruim. Entendemos que isso foi necessário de ser vivido, inclusive as práticas pedagógicas pautadas num ensino mecânico, formalizado e transmissivo, porque era o que se sabia fazer naquele momento. Partimos do pressuposto que tudo é legítimo, tem sentido, pois emerge da condição de vida/entendimento dos seres humanos. Muitos de nós, que hoje somos professores, aprendemos tendo como base de referência o ensino convencional e, se não fosse isso, talvez nem tivéssemos exercendo a função de docente. Contudo, o que estamos vivendo atualmente na educação pede, clama por propostas educativas que possam ir além do que se faz no presente momento.

Nesse sentido, é significativo que o(a) professor(a), antes de qualquer coisa, possa reconhecer/honrar os seus saberes, a sua cultura, a sua forma de ver e de entender o mundo, dando um “bom lugar no seu coração” para tudo o que ocorreu em sua vida pessoal e profissional. Depois disso, será mais fácil aceitar/respeitar a cultura do seu aluno, reconhecendo que, tanto a sua “verdade” quanto a dele, são legítimas, porque diz respeito ao “domínio de ação” (MATURANA, 2001) de cada indivíduo, ou seja, a forma como cada um vê, vive e entende o mundo. Isso não tem a ver com concordar (ou não) com o que está sendo dito ou feito na educação, mas sim, com “abrir espaço” para a conversação, para a convivência e para cocriação de algo diferente do que já está posto.

A desordem, o ruído e o caos (aqui simbolizado por aulas expositivas, professores autoritários, avaliações classificatórias, propostas curriculares engessadas, entre outras práticas convencionais) foram dinâmicas pedagógicas significativas num dado tempo e contexto histórico. Porém, hoje, elas adquirem um novo sentido, na medida em que estão sendo problematizadas e redimensionadas, desencadeando na educação um processo de reorganização, entendido, aqui, como um “nível mais elaborado de desenvolvimento” (PELLANDA, 2009); nem melhor, nem pior, apenas diferente⁹⁸, por ser capaz de acolher/respeitar tudo que emerge nas relações educativas.

⁹⁸ Entre as propostas educativas que pretendem superar práticas convencionais e propor uma educação que respalde a conversação, a diversidade de ideias, a investigação e a curiosidade, destacamos: os Projetos de

Ao escolher “mergulhar” na teoria da Biologia do Conhecer, ou seja, vivenciar seus conceitos na prática; ao acolher essa outra maneira de enxergar o mundo, em que o “observador” está, diretamente, implicado no processo do conhecer, pude compreender que a transformação é sempre congruente (organismo/nicho-ecológico) e acontece em acoplamento com o “outro”. Tenho clareza de que se fosse vivenciar essa experiência de convivência considerando outros “atores” e contextos, diferentes aspectos, movimentos, percepções, compreensões e vivências também iriam emergir, e nisso consiste a recursividade da educação e da vida.

Olhando, mais uma vez, para o fenômeno vivido nesta experiência de convivência, tendo em vista o momento/contexto que ora se apresenta e, visando a ser coerente com os pressupostos epistemológicos da Biologia do Conhecer, finalizo o cartografar dessa narrativa concluindo que não há uma única proposta educativa ou metodológica que possa ser preestabelecida na escola objetivando “assegurar” a aprendizagem. Existem diferentes maneiras de ver/perceber os processos educativos, e todas são legítimas, porque se originam do “historial” das dinâmicas de vida que emergem *do e no* conviver.

Contudo, como fruto desta Tese, apresentamos a Pedagogia do Conviver, uma proposta educativa pautada na teoria da Biologia do Conhecer, que tem como elementos desencadeadores da aprendizagem a conversação, os processos autopoieticos (autoprodução), a convivência, a emergência, os movimentos de coordenações de coordenações de ações, a recursividade, a transformação e a complexificação. Ou seja, consiste numa outra maneira de ver e de entender os processos de ensinar e de aprender matemática, pautada no “respeito e aceitação do outro como legítimo outro” (MATURANA, 2002), almejando, prioritariamente, uma “transformação em convivência”.

REFERÊNCIAS

ABAR, Celina Aparecida Almeida Pereira. Educação Matemática na era digital. **Revista Iberoamericana de Educación Matemática**, nº 27. Setembro de 2011. Disponível em: <http://www.fisem.org/www/union/revistas/2011/27/union_027_006.pdf>. Acesso em: 17 de jun. 2016.

AGUIAR, Lisiane Machado. **As potencialidades do pensamento geográfico**: a cartografia de Deleuze e Guattari como método de pesquisa processual. Trabalho apresentado no GP Geografias da Comunicação do X Encontro dos Grupos de Pesquisa em Comunicação, evento componente do XXXIII Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação. 2010. Disponível em: <http://geografias.net.br/papers/12_LisianeAguiar.pdf>. Acesso em: 19 jun. 2017.

AXT, Margarete. Linguagem e telemática: tecnologias para inventar – construir conhecimento. **Revista Educação Subjetividade & Poder**, UNIJUÍ - Ijuí / RS, v. 5, n. 5, p. 20-30, 1998.

BALACHEFF, Nicolas. **Entornos informáticos para la enseñanza de las matemáticas: complejidad didáctica y expectativas**. 2000. Disponível em: <http://www.cvrecursosdidacticos.com/download_file.php?file=1288115856_U2_Balacheff.pdf>. Acesso em: 24 Maio 2016.

BARROS, Letícia Maria Renault de; BARROS, Maria Elizabeth Barros de. O problema da análise em pesquisa cartográfica. **Fractal, Revista de Psicologia**, v. 25 – n. 2, p. 373-390, maio/ago. 2013. Disponível em: <<http://www.periodicoshumanas.uff.br/Fractal/article/view/1116>>. Acesso em: 08 set. 2017.

BARROS, Laura Pozzana de; KASTRUP, Virgínia. Cartografar é acompanhar processos. *In*: PASSOS, Eduardo; KASTRUP, Virgínia; ESCÓCIA, Liliana da. (orgs.) **Pistas do método da cartografia**: pesquisa-intervenção e produção de subjetividade. Porto Alegre: Sulina, 2015.

BASSANEZI, Rodney Carlos. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática**. São Paulo: Contexto, 2004.

BECKER, Fernando. **Epistemologia do professor de matemática**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2012.

BELLEMAIN, Franck. O paradigma micromundo. *In*: CARVALHO, Luiz M.; GUIMARÃES, Luiz. C. (org.). **História e Tecnologia no Ensino da Matemática**. Rio de Janeiro: Ime-uerj, 2002. p. 51-63. Disponível em: <https://www.academia.edu/3217386/O_paradigma_micromundo?auto=download>. Acesso em: 07 jun. 2016

BORBA, Marcelo de Carvalho; SILVA, Ricardo Scucuglia R. da; GADANIDIS, George. **Fases das tecnologias digitais em Educação Matemática**: sala de aula e internet em movimento. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2016. (Coleção Tendências em Educação Matemática).

BRANDÃO, Carlos Rodrigues. **A pergunta a várias mãos**: a experiência da pesquisa no trabalho docente do educador. São Paulo: Cortez, 2003.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**: Educação Infantil e Ensino Fundamental. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2017. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>>. Acesso em: 14 Maio de 2019.

BROITMAN, Cláudia; ITZCOVICH, Horácio. Geometria nas séries iniciais do ensino fundamental: problemas de seu ensino, problemas para seu ensino. *In*: PANIZZA, Mabel e cols. **Ensinar matemática na educação infantil e nas séries iniciais**: análise e propostas. Porto Alegre: Artmed, 2006.

CÂNDIDO, Patrícia. Comunicação em Matemática. *In*: SMOLE, Kátia Stocco; DINIZ, Maria Ignez (orgs.). **Ler, escrever e resolver problemas**: habilidades básicas para aprender matemática. Porto Alegre: Artmed, 2001.

CARVALHO, João Bosco Pitombeira Fernandes de (coord.). **Matemática**: Ensino Fundamental. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2010. (Coleção Explorando o Ensino; v. 17).

CARVALHO, João Bosco Pitombeira Fernandes de; LIMA, Paulo Figueiredo. Geometria. *In*: CARVALHO, João Bosco Pitombeira Fernandes de. (coord.). **Matemática**: Ensino Fundamental. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2010. (Coleção Explorando o Ensino; v. 17).

CLANDININ, Jean D.; CONNELLY, Michael F. **Pesquisa narrativa**: experiência e história em pesquisa qualitativa. Uberlândia: EDUFU, 2015.

COSTA, Luciano Bedin da. Cartografia: uma outra forma de pesquisar. **Revista Digital do LAV** - Santa Maria - vol. 7, n.2, p. 66-77, maio/ago. 2014. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/revislav/article/view/15111>>. Acesso em: 19 set. 2017.

COURANT, Richard; ROBBINS, Herbert. **O que é matemática?** Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna, 2000.

D'AMBROSIO, Ubiratan. **Educação Matemática** – da teoria à prática. Campinas: Papirus, 2001.

DELEUZE, Gilles; GUATTARI, Félix. **Mil platôs** – capitalismo e esquizofrenia, vol. 1. Tradução de Aurélio Guerra Neto e Célia Pinto Costa. Rio de Janeiro: Ed. 34, 1995. Disponível em: <<http://escolanomade.org/wp-content/downloads/deleuze-guattari-mil-platos-vol1.pdf>>. Acesso em: 04 abr. 2017.

DEVLIN, Keith J. **O gene da matemática**. Tradução: Sérgio Moraes Rego. Rio de Janeiro: Record, 2004.

DINIZ, Maria Ignez. Resolução de problemas e comunicação. *In*: SMOLE, Kátia Stocco; DINIZ, Maria Ignez (orgs.). **Ler, escrever e resolver problemas**: habilidades básicas para aprender matemática. Porto Alegre: Artmed, 2001.

FAGUNDES, Lea; SATO, Luciane; LAURINO-MAÇADA, Débora. **Aprendizes do futuro: as inovações começaram!** Brasília: SEED; MEC; PROINFO, 1999. (Informática para a mudança na educação). Disponível em: <<http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/me003153.pdf>>. Acesso em: 29 mai. 2017.

FERNANDES, Geraldo Wellington Rocha. **Práticas pedagógicas mediatizadas: delineando caminhos para a formação de professores de física na modalidade à distância.** Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2007. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/90430/245684.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 06 mar. 2017.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido.** Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa.** São Paulo: Paz e Terra, 1998.

FRENKEL, Edward. **Amor e matemática: o coração da realidade escondida.** Tradução: Carlos Szlak. Rio de Janeiro: Casa da Palavra, 2014.

GIRON, Graziela Rossetto. **A política educacional em Caxias do Sul no governo da Administração Popular e a formação continuada de professores (1997-2004).** Dissertação (Mestrado) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Educação, 2007. Disponível em: <<http://www.repositorio.jesuita.org.br/bitstream/handle/UNISINOS/1940/politica%20educacional.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 02 fev. 2017.

GOMEZ-GRANELL, Carmem. A aquisição da linguagem matemática: símbolo e significado. *In:* TEBEROSKY, Ana. TOLCHINSKY, Liliana. (orgs.). **Além da alfabetização: a aprendizagem fonológica ortográfica, textual e matemática.** São Paulo: Editora Ática, 2008.

GORCZEVSKI, Deisimer; GOIS, Wilma Farias. Pesquisar e inventar: experiências com a observação e a cartografia. *In:* FRASCISCO, Deise Juliana; GORCZEVSKI, Deiseimer; DEMOLY, Karla Rosane do Amaral. (orgs.). **Pesquisa em perspectiva: percursos metodológicos na invenção da vida e do conhecimento.** Mossoró, RN: EDUFERSA, 2014.

GRANDO, Célia Regina; MARCO, Fabiana F. de. O movimento da resolução de problemas em situações com jogo na produção do conhecimento matemático. *In:* MENDES, Jaqueline Rodrigues; GRANDO, Regina Célia (org.). **Múltiplos olhares: matemática e produção de conhecimento.** São Paulo: Musa Editora, 2007.

HERNÁNDEZ, Fernando; SANCHO, Juana M. **Aprendendo com as inovações nas escolas.** Tradução: Ernani Rosa. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.

HULTSTRAND, Aaron. **Minecraft in the math classroom: methods, benefits, and difficulties of Minecraft integration.** A Senior Thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for graduation in the Honors Program Liberty University Fall, 2015. Disponível em: <<https://digitalcommons.liberty.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1591&context=honor>>. Acesso em: 24 set. 2018.

ISAACSON, Walter. **Leonardo da Vinci**. Trad. André Czarnobai. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2017.

ITZCOVICH, Horácio. **Iniciação ao estudo didático da geometria**: das construções às demonstrações. São Paulo: Anglo, 2012.

KASTRUP, Virgínia. O funcionamento da atenção no trabalho do cartógrafo. **Psicologia & Sociedade**; 19(1): 15-22, jan./abr. 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-71822007000100003>. Acesso em: 21 fev. 2017.

LÉVY, Pierre. **As tecnologias da inteligência**: o futuro do pensamento na era da informática. 1998. Disponível em: <<http://wp.ufpel.edu.br/franciscovargas/files/2015/03/LEVYPierre-1998Tecnologias-da-Intelig%C3%A2ncia.pdf>>. Acesso em: 12 ago. 2016.

MACHADO, Nilson José. **Matemática língua materna**: análise de uma impregnação mútua. São Paulo: Cortez, 1998.

MACHADO, Silvia Dias Alcântara (org.). **Aprendizagem em matemática**: registros de representação semiótica. Campinas, SP: Papirus, 2003 (Coleção Papirus Educação).

MACHADO, Antônio. **Poesias preferidas**: caminhante. Setembro de 2013. Disponível em: <<https://poesiaspreferidas.wordpress.com/2013/09/17/caminhante-antonio-machado/>>. Acesso em: 20 ago. 2018.

MAGRO, Cristina; PEREIRA, Antônio Marcos. **Café com Maturana**. Belo Horizonte, 2002.

MARASCHIN, Cleci; AXT, Margarete. Acoplamento Tecnológico e Cognição. *In*: VIGNERON, Jacques e OLIVEIRA, Vera Barros de (org.). **Sala de aula e tecnologias**. São Bernardo do Campo: Universidade Metodista de São Paulo, 2005. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/lelic/files_gerenciar_de_arquivos/artigo/2005/56/1378917977capitulo_livro_acoplamento_tecnologico_e_cognicao.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2019.

MARASCHIN, Cleci; FARIAS, Nithiane Capella. Mapeando o campo, percorrendo labirintos: apontamentos sobre as práticas de pesquisar e intervir. *In*: FRANCISCO, Deise Juliana; GORCZEVSKI, Deisimer; DEMOLY, Karla Rosane do Amaral. (orgs.). **Pesquisa em perspectiva**: percursos metodológicos na invenção da vida e do conhecimento. Mossoró, RN: EDUFERSA, 2014.

MATURANA, Humberto Romesín. **O que é ensinar? O que é um professor?** Transcrito do trecho final da aula de encerramento de Humberto Maturana no curso de Biología Del Conocer, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Santiago, em 1990. Gravado por Cristina Magro e transcrito por Nelson Vaz. Disponível em: <<http://www.comitepaz.org.br/Maturana2.htm>>. Acesso em: 08 fev. 2017.

MATURANA, Humberto Romesín. **Emociones y lenguaje**. Santiago: Hachette, 1991. Disponível em: <http://turismotactico.org/proyecto_pologaraia/wp-content/uploads/2008/01/emociones.pdf>. Acesso em: 07 abr. 2017.

MATURANA, Humberto Romesín. **Uma nova concepção de aprendizagem**. Dois pontos, v. 2, n. 15, 1993. Disponível em: <http://www.ead-tec.furg.br/images/textos/uma_nova_concepcao_aprendizagem.pdf>. Acesso em: 06 jun. 2017.

MATURANA, Humberto Romesín. **Cognição, ciência e vida cotidiana**. Organização e tradução: Cristina Magro, Victor Paredes. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2001.

MATURANA, Humberto Romesín. **Ontologia da realidade**. Organização: Cristina Magro, Mirian Garciano, Nelson Vaz. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2001a.

MATURANA, Humberto Romesín. **Emoções e linguagem na educação e na política**. Tradução: José Fernando Campos Fortes. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2002.

MATURANA, Humberto et al. **Matriz ética do habitar humano**. 2009. Disponível em: <<http://escoladeredes.net/group/bibliotecahumbertomaturana>>. Acesso em: 09 Maio 2017.

MATURANA, Humberto Romesín. **Reflexões: aprendizagem ou consequência ontogenética**. Traduzido por Júlia Eugênia Gonçalves. Departamento de Biologia da Faculdade de Ciências Básicas e Farmacêutica. Universidade do Chile, Santiago. Chile, 2013. Disponível em: <<https://bibliotecadafilo.files.wordpress.com/2013/10/maturana-reflexc3b5es-aprendizagem-ou-consequencia-ontogenc3a9tica.pdf>>. Acesso em: 21 fev. 2017.

MATURANA, Humberto Romesín; VARELA, Francisco J. Garcia. **De máquinas e seres vivos: autopoiese - a organização do vivo**. Tradução: Juan Acuña Llorens. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

MATURANA, Humberto Romesín; VARELA, Francisco J. Garcia. **A árvore do conhecimento: as bases biológicas da compreensão humana**. Tradução: Humberto Mariotti e Lia Diskin. São Paulo: Palas Athenas, 2001.

MATURANA, Humberto Romesín; REZEPKA, Sima Nisis de. **Formação humana e capacitação**. Tradução: Jaime A. Clasen. Petrópolis, RJ: Vozes, 2000.

MATURANA, Humberto Romesín; DÁVILA, Ximena Yánez. **El arbol del vivir**. Santiago: MVP Editores, 2015.

MENDES, Jaqueline Rodrigues; GRANDO, Regina Célia (Orgs.). **Múltiplos olhares: matemática e produção de conhecimento**. São Paulo: Musa Editora, 2007.

MORAES, Maria Cândida. **O paradigma educacional emergente**. Campinas, SP. Papyrus, 1997.

MORAES, Maria Cândida. **Educação à distância: fundamentos e práticas**. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2001. Disponível em: <<http://www.nied.unicamp.br/oea/pub/livro3/>>. Acesso em: 12 abr. 2016.

MORAES, Maria Cândida. **Educar na biologia do amor e da solidariedade**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2003.

MORAES, Maria Cândida. A formação do educador a partir da complexidade e da transdisciplinaridade. **Revista Diálogo Educacional**, Curitiba, v. 7, n. 22, p.13-38, set./dez. 2007. Disponível em: <<http://www2.pucpr.br/reol/pb/index.php/dialogo?dd1=1571&dd99=view&dd98=pb>>. Acesso em: 07 jul. 2017.

MOREIRA, Marco Antônio. Modelos científicos, modelos mentais, modelagem computacional e modelagem matemática: aspectos epistemológicos e implicações para o ensino. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná - PPGECT/UTFPR. Volume 7, nº 2, maio-ago. 2014. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/132559/000983274.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 06 jan. 2017.

MORÁN, José. Mudando a educação com metodologias ativas. *In*: SOUZA, Carlos Alberto de; MORALES, Ofélia Elisa Torres (Orgs.). **Convergências midiáticas, educação e cidadania: aproximações jovens**. Vol. II. PG: Foca Foto –PROEX/UEPG, 2015. (Coleção Mídias Contemporâneas). Disponível em: <http://www2.eca.usp.br/moran/wp-content/uploads/2013/12/mudando_moran>. Acesso em: 21 jul. 2017.

MORIN, Edgar. **Introdução ao pensamento complexo**. Lisboa: Instituto Piaget, 1990.

MORIN, Edgar; CIURANA Emilio-Roger; MOTTA, Raúl Domingo. **Educar na era planetária: o pensamento complexo como método de aprendizagem no erro e na incerteza humana**. São Paulo: Ed. Cortez, 2003.

MUNIZ, Cristiano Alberto. **Pedagogia: educação e linguagem matemática**. Pedagogia de Início de Escolarização. Faculdade de Educação em convênio com a SEEDF. Brasília: Universidade de Brasília, 2003. Disponível em: <<http://www.sbemrasil.org.br/sbemrasil/images/Mdulo%201%20de%20Educao%20Matemtica%20-%20significados%20do%20aprender%20e%20ensinar%20Matemtica%20-%20Cristiano.pdf>>. Acesso em: 30 jun. 2017.

MURTA, Cláudia Almeida Rodrigues; VALADARES, Marcus Guilherme Pinto de Faria; MORAES FILHO, Waldenor Barros. **Possibilidades pedagógicas do Minecraft: incorporando jogos comerciais na educação**. XII EVIDOSOL e IX CILTEC – Online. Junho de 2015. Disponível em: <<http://evidosol.textolivre.org>>. Acesso em: 26 dez. 2017.

OLIVEIRA, Clésio Lemes. **Importância do desenho geométrico**. PUC – Brasília, 2008.

OLIVEIRA, Marilda Oliveira de; MOSSI, Cristian Poletti. Cartografia como estratégia metodológica: inflexões para pesquisas em educação. **Conjectura: Filosofia e Educação**, Caxias do Sul, v. 19, n. 3, set./dez. 2014. Disponível em: <http://www.ucs.br/etc/revistas/index.php/conjectura/article/viewFile/2156/pdf_298>. Acesso em: 10 nov. 2016.

PAIS, Luiz Carlos. Transposição Didática. *In*: MACHADO, Silvia Dias Alcântara (org.). **Educação matemática: uma (nova) introdução**. São Paulo: EDUC, 2008.

PAPERT, Seymour. **A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática**. Porto Alegre: Artes Médicas, 2008.

PASSOS, Eduardo; KASTRUP, Virgínia. Sobre a validação da pesquisa cartográfica: acesso à experiência, consistência e produção de efeitos. **Fractal, Revista de Psicologia**, v. 25 – n. 2, p. 391-414, maio/ago. 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S198402922013000200011&script=sci_abstract> Acesso em: 20 de out. 2017.

PELLANDA, Nize Maria Campos. **Maturana & a Educação**. Belo Horizonte: Autentica Editora, 2009. (Coleção Pensadores & Educação)

PELLANDA, Nize Maria Campos; GUSTSACK, Felipe. Formação de educadores na perspectiva da complexidade: autonarrativas e autoconstituição. **Revista Educação e Filosofia Uberlândia**, v. 29, n. 57, p. 225 - 243, jan./jun. 2015.

PELLANDA, Nize Maria Campos; PINTO, Maira Meira. Autonarrativas no fluxo da pesquisa: operando com operações dos observadores. **Educar em Revista**, Curitiba, Brasil, n. 57, p. 261-274, jul./set. 2015. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/er/n57/1984-0411-er-57-00261.pdf>>. Acesso em: 22 mar. 2019.

PELLANDA, Nize Maria Campos; BOETTCHER, Dulci Marlise; PINTO, Maira Meira (orgs.) **Viver/conhecer na perspectiva da complexidade: experiências de pesquisa**. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2017.

PÓLYA, George. **A arte de resolver problemas**. Rio de Janeiro: Interciência, 1978.

PONTE, João Pedro da; BROCARD, Joana; OLIVEIRA, Hélio. **Investigações matemáticas na sala de aula**. Belo Horizonte: Autêntica, 2006.

PRIGOGINE, Ilya. **As leis do caos**. São Paulo: Unesp, 2002.

ROQUE, Tatiana. **História da Matemática** – uma visão crítica, desfazendo mitos e lendas. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2012.

SACRAMENTO SOARES, Eliana Maria do. **Comportamentos matemáticos e o ensino de matemática para cursos de engenharia**. Tese (doutorado). Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de São Carlos, 1997.

SACRAMENTO SOARES, Eliana Maria do; RECH, Jane. Refletindo sobre processos educativos em ambientes virtuais à luz da Biologia do Conhecer. **Informática na educação: teoria & prática**. Porto Alegre, v.12, n.2, jul./dez. 2009. Disponível em: <<http://seer.ufrgs.br/index.php/InfEducTeoriaPratica/article/view/9347/7256>>. Acesso em: 11 jul. 2017.

SACRAMENTO SOARES, Eliana Maria do; VALENTINI, Carla Beatriz; RECH, Jane. Convivência e aprendizagem em ambientes virtuais: uma reflexão a partir da Biologia do Conhecer. **Educação em Revista**, Belo Horizonte, v.27, n.03, p.39-60, dez. 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/edur/v27n3/v27n3a03.pdf>>. Acesso em: 22 nov. 2016.

SACRAMENTO SOARES, Eliana Maria do; NARDINI, Fernanda; GIRON, Graziela Rossetto. Algumas implicações da transposição informática nos processos de ensino e

aprendizagem da matemática. **Revista Arbitrada del Centro de Investigación y Estudios Gerenciales** (Barquisimeto-Venezuela) - CIEG. N° 26, out-dez 2016. Disponível em: <[http://www.grupocieg.org/archivos_revista/Ed.%2026%20\(282295\)%20Do%20Sacramento%20Nardini%20Giron%20octubre%202016_articulo_id281.pdf](http://www.grupocieg.org/archivos_revista/Ed.%2026%20(282295)%20Do%20Sacramento%20Nardini%20Giron%20octubre%202016_articulo_id281.pdf)> Acesso em: 31 ago. 2018.

SACRAMENTO SOARES, Eliana Maria do. A inteireza do ser como caminho para a constituição do sujeito professor. **Revista Educação**. Porto Alegre, v. 41, n. 1, p. 59-65, jan.-abr. 2018. Disponível em: <<http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/faced/article/view/29724/16847>>. Acesso em: 04 dez. 2018.

SACRAMENTO SOARES, Eliana Maria do; GIRON, Graziela Rossetto. Contribuições da transposição informática para pensar os processos de ensino e aprendizagem da matemática. *In*: JULIANO, Andrea Nobrega; SILVEIRA, Daniel da Silva; SILVA, Rejane Conceição Silveira da; NOVELO, Tanise Paula (orgs.). **Educação e tecnologias na contemporaneidade**. Rio Grande: Ed. da FURG, 2018. (Coleção Ecologia Digital, v.4). Disponível em: <https://ead-tec.furg.br/images/textos/Livros/Ebook_final.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2019.

SADE, Christian; FERRAZ, Gustavo Cruz; ROCHA, Jerusa Machado. O *ethos* da confiança na pesquisa cartográfica: experiência compartilhada e aumento da potência de agir. **Fractal, Revista de Psicologia**, v. 25 – n. 2, p. 281-298, Maio/Ago. 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1984-02922013000200005>. Acesso em: 11 out. 2017.

SHINYASHIKI, Roberto. **Pais + filhos, companheiros de viagem**. São Paulo: Editora Gente, 1992.

SILVA, Antônio Fernando Gouvêa da. **A busca do tema gerador na práxis da educação popular**. Organizadora: Ana Inês Souza. Curitiba: Editora Gráfica Popular, 2007. Disponível em: <https://radiocirandeira.files.wordpress.com/2012/01/a_busca_tema_gerador.pdf>. Acesso em: 17 jun. 2017.

SILVA, Fabrício Oliveira da; RIOS, Jane Adriana Vasconcelos Pacheco. Narrativas de si na iniciação à docência: o Pibid como espaço e tempo formativos. **Educação & Formação**. Revista do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Estadual do Ceará (UECE) Fortaleza, v. 3, n. 8, p. 57-74, maio/ago. 2018. Disponível em: <<https://revistas.uece.br/index.php/redufor/article/download/270/198/>>. Acesso em: 17 set. 2018.

SMOLE, Kátia Stocco; DINIZ, Maria Ignez (orgs.). **Ler, escrever e resolver problemas: habilidades básicas para aprender matemática**. Porto Alegre: Artmed, 2001.

SPINOZA, Benedictus de. **Ética**. Tradução de Tomaz Tadeu da Silva. Belo Horizonte: Autêntica, 2009.

STEWART, Ian. **Os problemas da matemática**. Trad. Miguel Urbano. Lisboa: Ciência Aberta – Gradiva, 1996.

TECCHIO, Fernanda Nardini. **Software educativo**: contribuições para o desenvolvimento do pensamento aritmético nos anos iniciais do Ensino Fundamental. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Caxias do Sul, Programa de Pós-Graduação em Educação, 2017. Disponível em: <<https://repositorio.ucs.br/xmlui/bitstream/handle/11338/2688/Dissertacao%20Fernanda%20Nardini%20Tecchio.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 12 nov. 2018.

TEDESCO, Silvia Helena; SADE, Christian; CALIMAN, Luciana Vieira. A entrevista na pesquisa cartográfica: a experiência do dizer. **Fractal, Revista de Psicologia**, v. 25 – n. 2, p. 299-322, maio/ago. 2013. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1984-02922013000200006. Acesso em: 29 ago. 2017.

THOMAZ, Ana. **Desinvestir no paradigma**. Disponível em: <<http://anathomaz.blogspot.com.br/2015/>>. Acesso em: 22 jan. 2018.

VASCONCELLOS, Maria José Esteves de. **Pensamento sistêmico**: uma epistemologia científica para uma ciência novo-paradigmática. Participação no I Congresso Brasileiro de Sistemas: “Despertando a consciência para a visão sistêmica: perspectivas para o século XXI”, promovido pela *International Society for the Systems Sciences* – ISSS e pela FEARP/USP de Ribeirão Preto, em Ribeirão Preto, SP, em 9-10 de novembro de 2005. Disponível em: <<http://legacy.unifacef.com.br/quartocbs/arquivos/14.pdf>>. Acesso em: 08 Maio 2017.

VASCONCELLOS, Celso dos Santos. **Construção do conhecimento em sala de aula**. São Paulo: Libertad, 2014.

VERGNAUD, G. A teoria dos campos conceituais. In: BRUN, Jean (dir.). **Didáctica das matemáticas**. Trad. Maria José Figueiredo. Lisboa: Instituto Piaget, 1996.

ANEXO A – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO/ESTUDANTES**TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**
ESTUDANTES

Projeto de pesquisa: Ambiente de aprendizagem matemática na perspectiva da Biologia do Conhecer.

Pesquisadora responsável: Graziela Rossetto Giron e Profa. Dra. Eliana Maria do Sacramento Soares (orientadora).

Instituição: Universidade de Caxias do Sul (UCS).

Objetivo geral: Cartografar o fluir do professor e alunos convivendo a partir de um projeto de aprendizagem de matemática, a fim de conceber processualidades precursoras do pensamento matemático, sob o enfoque sistêmico da Biologia do Conhecer.

Benefício: O benefício da pesquisa é produzir novos conhecimentos que poderão auxiliar na proposição de estratégias que poderão favorecer os processos de ensino e aprendizagem da matemática, numa perspectiva sistêmica de educação.

Risco: Mínimo, pois o estudo constitui-se de observações em sala de aula, diálogos entre pesquisadora e sujeitos, proposição de atividades matemáticas desafiadoras e que despertem o interesse do aluno, sem intervenções clínicas. No entanto, essas ações podem gerar desconforto nos participantes e estes podem desistir da participação na pesquisa a qualquer momento, sendo de caráter voluntário.

Procedimentos: Os procedimentos a serem utilizados na pesquisa envolvem interações entre professora/pesquisadora e alunos, realização de atividades que favorecem o raciocínio matemático, pesquisas, jogos, utilização de data show, vídeo explicativos, gravações de áudio e registros fotográficos.

Alternativas: A autorização é voluntária e a recusa em autorizar não acarretará qualquer penalidade. Seus dados pessoais não serão identificados em nenhuma publicação que resultar deste estudo. A efetivação do envolvimento com esta pesquisa somente se dará a partir da assinatura deste termo, com o qual estará consentindo em participar do trabalho, sendo-lhe reservado o direito de recusar-se a participar ou de desistir de sua participação a qualquer momento. Sua desistência ou não participação não irá prejudicá-lo e os dados obtidos a partir das coletas realizadas com você até o momento de sua desistência serão descartados.

Confidencialidade: A pesquisadora e sua orientadora certificaram-me que todos os dados desta pesquisa serão confidenciais e as informações publicadas somente em eventos ou periódicos científicos. De acordo com a Resolução 466/12, fica garantido o sigilo absoluto das informações obtidas nessa pesquisa, sendo a guarda dos materiais produzidos neste estudo de

inteira responsabilidade do pesquisador. Após o período de cinco anos as gravações de áudio e demais registros serão descartadas.

Problemas e perguntas: Em caso de dúvidas poderei contatar a pesquisadora Graziela Rossetto Giron, pelo telefone: (54) 99991-9476 ou por e-mail ggrosseto@gmail.com e/ou o Comitê de Ética em Pesquisa, pelo telefone (54) – 3218 2829 ou por e-mail: jbaguiar1@ucs.br

Custos: Sua participação no estudo não acarretará custos, assim como não será disponibilizada nenhuma compensação financeira.

TERMO DE ASSENTIMENTO

Após ter sido devidamente informado(a) de todos os aspectos da pesquisa e ter esclarecido todas as minhas dúvidas, concordo em participar da referida pesquisa e participar das atividades propostas, que serão registradas e analisadas, além de discutidas coletivamente.

Nome legível do participante: _____

Assinatura do participante: _____

Atesto que expliquei a natureza e o objetivo de tal estudo, bem como os possíveis riscos e benefícios do mesmo, junto ao participante. Acredito que ele recebeu todas as informações necessárias que foram fornecidas em uma linguagem adequada e compreensível e que o (a) participante compreendeu tal explicação.

Endereços para contato:

E-mail:

Fone:

Pesquisadores responsáveis:

Nome legível: Graziela Rossetto Giron

Assinatura: _____

Nome legível: Eliana Maria do Sacramento Soares (orientadora)

Assinatura: _____

_____, _____ de _____ de _____.

Este Projeto está vinculado ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de Caxias do Sul, sob o endereço Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130, Bloco M, sala 106, Caxias do Sul, RS, CEP: 95070-560, fone (54) 32182100, ramal 2829.

ANEXO B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO/PAIS E OU RESPONSÁVEIS PELO ESTUDANTE

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO **PAIS E OU RESPONSÁVEIS PELO ESTUDANTE**

Projeto de pesquisa: Ambiente de aprendizagem matemática na perspectiva da Biologia do Conhecer.

Pesquisadora responsável: Graziela Rossetto Giron e Profa. Dra. Eliana Maria do Sacramento Soares (orientadora).

Instituição: Universidade de Caxias do Sul (UCS).

Objetivo geral: Cartografar o fluir do professor e alunos convivendo a partir de um projeto de aprendizagem de matemática, a fim de conceber processualidades precursoras do pensamento matemático, sob o enfoque sistêmico da Biologia do Conhecer.

Benefício: O benefício da pesquisa é produzir novos conhecimentos que poderão auxiliar na proposição de estratégias que poderão favorecer os processos de ensino e aprendizagem da matemática, numa perspectiva sistêmica de educação.

Risco: Mínimo, pois o estudo constitui-se de observações em sala de aula, diálogos entre pesquisadora e sujeitos, proposição de atividades matemáticas desafiadoras e que despertem o interesse do aluno, sem intervenções clínicas. No entanto, essas ações podem gerar desconforto nos participantes e estes podem desistir da participação na pesquisa a qualquer momento, sendo de caráter voluntário.

Procedimentos: Os procedimentos a serem utilizados na pesquisa envolvem interações entre professora/pesquisadora e alunos, realização de atividades que favorecem o raciocínio matemático, pesquisas, jogos, utilização de data show, vídeo explicativos, gravações de áudio e registros fotográficos.

Alternativas: A autorização é voluntária e a recusa em autorizar não acarretará qualquer penalidade. Seus dados pessoais não serão identificados em nenhuma publicação que resultar deste estudo. A efetivação do envolvimento com esta pesquisa somente se dará a partir da assinatura deste termo, com o qual estará consentindo em participar do trabalho, sendo-lhe reservado o direito de recusar-se a participar ou de desistir de sua participação a qualquer momento. Sua desistência ou não participação não irá prejudicá-lo e os dados obtidos a partir das coletas realizadas com você até o momento de sua desistência serão descartados.

Confidencialidade: A pesquisadora e sua orientadora certificaram-me que todos os dados desta pesquisa serão confidenciais e as informações publicadas somente em eventos ou periódicos científicos. De acordo com a Resolução 466/12, fica garantido o sigilo absoluto das informações obtidas nessa pesquisa, sendo a guarda dos materiais produzidos neste estudo de inteira responsabilidade do pesquisador. Após o período de cinco anos as gravações de áudio e demais registros serão descartadas.

Problemas e perguntas: Em caso de dúvidas poderei contatar a pesquisadora Graziela Rossetto Giron, pelo telefone: (54) 99991-9476 ou por e-mail ggrosseto@gmail.com e/ou o Comitê de Ética em Pesquisa, pelo telefone (54) – 3218 2829 ou por e-mail: jbaguiar1@ucs.br

Custos: Sua participação no estudo não acarretará custos, assim como não será disponibilizada nenhuma compensação financeira.

TERMO DE CONSENTIMENTO

Após ter sido devidamente informado/a de todos os aspectos da pesquisa e ter esclarecido todas as minhas dúvidas, concordo em autorizar a participação do meu filho(a) na referida pesquisa e participar das atividades propostas.

Nome legível do responsável pelo estudante: _____

Assinatura do responsável: _____

Atesto que expliquei a natureza e o objetivo de tal estudo, bem como os possíveis riscos e benefícios do mesmo, junto ao responsável pelo estudante. Acredito que recebeu todas as informações necessárias que foram fornecidas em uma linguagem adequada e compreensível, e que o (a) responsável pelo participante compreendeu tal explicação.

Endereços para contato:

E-mail:

Fone:

Pesquisadores responsáveis:

Nome legível: Graziela Rossetto Giron

Assinatura: _____

Nome legível: Eliana Maria do Sacramento Soares

Assinatura: _____

_____, _____ de _____ de _____

Este Projeto está vinculado ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de Caxias do Sul, sob o endereço Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130, Bloco M, sala 106, Caxias do Sul, RS, CEP: 95070-560, fone (54) 32182100, ramal 2829.

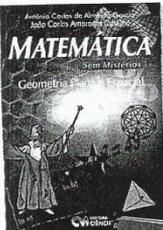
ANEXO C – MATERIAL DIDÁTICO UTILIZADO NA CONSTRUÇÃO DO CUBO E DO TETRAEDRO

Matemática

Objetivos:

- ★ Facilitar o estabelecimento da relação entre objetos do dia a dia e os sólidos geométricos.
- ★ Estimular a construção e a classificação de diferentes figuras tridimensionais.
- ★ Propiciar a compreensão das propriedades básicas dos sólidos geométricos.

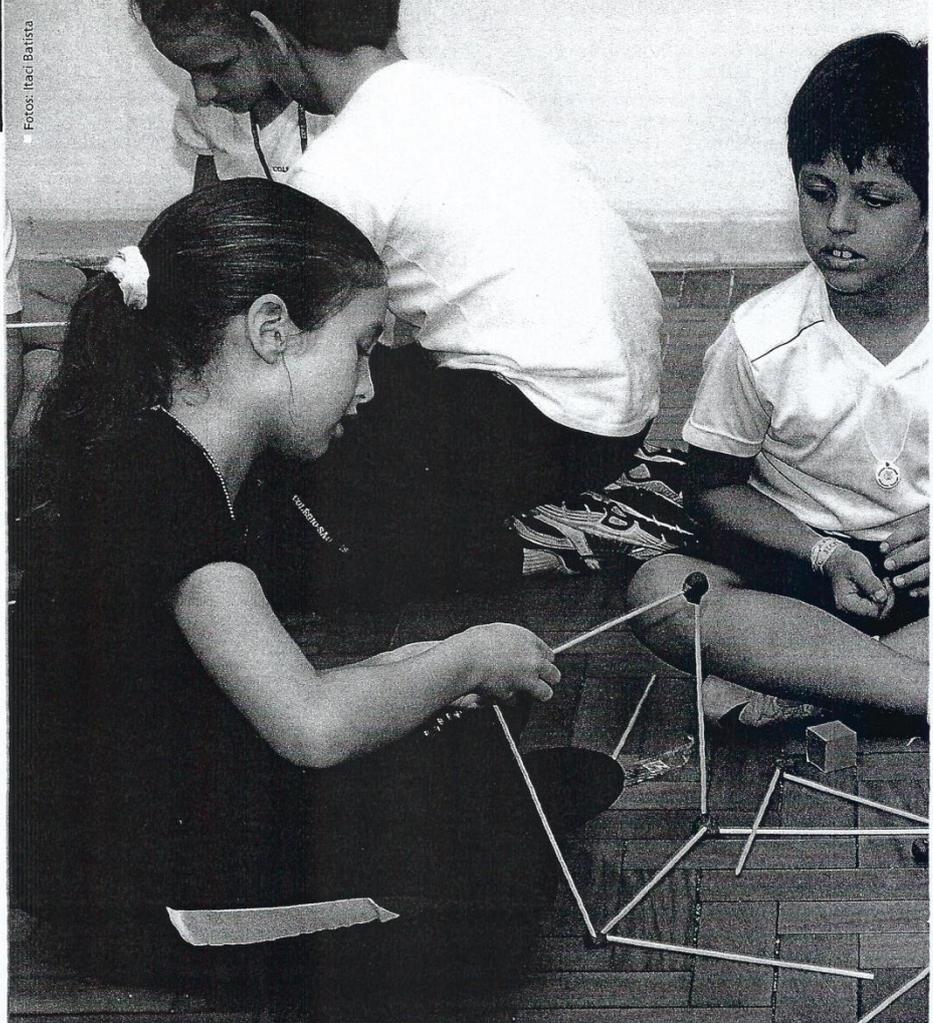
Faixa etária:
Crianças a partir do 2º ano.



Dica de leitura!

★ *Matemática Sem Mistérios - Geometria Plana e Espacial*

O livro escrito por Antonio Carlos de Garcia e João Carlos Amarante Castilho é ideal para o professor planejar suas aulas, porque ele surgiu devido à necessidade premente de tratar a Matemática de uma forma mais simples. Como seu objetivo é o melhor entendimento e o acompanhamento do aluno, o tratamento dado ao seu conteúdo se apresenta na forma crescente, que parte do básico e, passo a passo, alcança os níveis mais complexos, porém sem o rigor e o formalismo matemático que usualmente é adotado nos demais livros. Com 224 páginas e preço médio de R\$ 80,00. Mais informações: Editora Ciência Moderna (www.lcm.com.br).



Fotos: Itaci Baísta

Sólidos geométricos

Apesar de serem observados em qualquer lugar, como a definição deles é um tanto abstrata, dificilmente as crianças relacionam sua existência a outros contextos

Os objetos que nos rodeiam apresentam as mais diversas formas, ocupam um lugar no espaço e se mantêm imutáveis desde que não seja exercida nenhuma ação particular sobre eles. Quando chamados de sólidos geométricos, por definição, eles representam uma região do espaço que é delimitada por uma superfície fechada por um número finito de linhas, que formam faces que, por sua vez, ainda recebem o nome de polígonos. Além disso, enquanto alguns sólidos são limitados por su-

perfícies planas (os poliedros), outros são por superfícies curvas ou por um misto de planas e curvas (os não poliedros). Bastante complicado, não é? Portanto, se até para os adultos transpor tais conceitos para algo concreto já é difícil, fazer a criançada entendê-los é praticamente impossível. Por isso, é necessário chamar a atenção delas para a existência dos sólidos geométricos, mas a partir de atividades lúdicas que, ao serem trabalhadas em sala de aula, levam-nas a compreender a teoria de forma mais natural.

Apresentação visual dos sólidos geométricos

1. Mostre alguns sólidos geométricos às crianças (como uma caixa, uma pirâmide ou um dado) e evidencie que eles, normalmente, têm três dimensões: altura, largura e comprimento. Em seguida, peça aos alunos que observem como a maioria dos objetos conhecidos é tridimensional: a própria sala de aula, o armário, o cesto de lixo, a lousa, entre outras formas disponíveis.
2. Na sequência, considerando que os alunos estabelecem a compreensão na medida em que seu próprio pensamento cognitivo é colocado em ação, estimule-os a criar, a partir de recortes e colagens, alguns sólidos geométricos – há riscos para a execução dessa atividade no pôster. Dessa forma, ao manipularem as formas, eles assimilaram nomes, principais características e, então, também passarão a entender que tais corpos são formados por conjuntos de pontos, cujas posições relativas são invariáveis. Em consequência, dependendo do grau de habilidade de cada um, em mais ou menos tempo, estarão aptos a relacionar a geometria a outros contextos.
3. Em um segundo momento, além de expor modelos de sólidos geométricos, distribua varetas e massinha de modelar para que as crianças, com base na visualização e no aprendizado anterior,

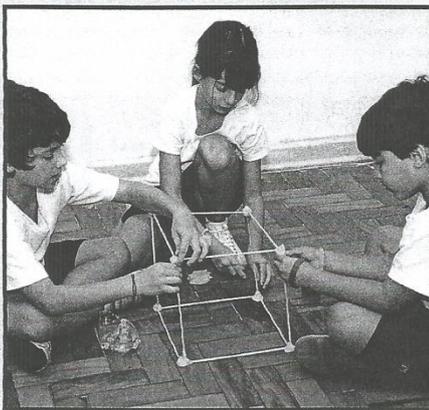
reproduzam figuras tridimensionais em grupo e debatam os porquês da colocação das varetas de determinada forma. Nesse momento, ouça os diferentes pontos de vista e esclareça as principais dúvidas em relação aos sólidos geométricos.



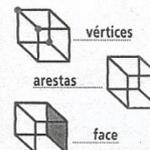
O porquê do ensino da temática

- ★ De início, saiba que a criança que desenvolve bem o raciocínio geométrico, apresenta maior capacidade de antecipar soluções, prevê e, normalmente, planeja as resoluções. Por isso, na fase inicial, o trabalho deve explorar a modelagem de formas, a experimentação de muitas figuras e sólidos e a identificação de propriedades, sempre com o apoio no concreto que, gradativamente, deve ser tirado de cena.
- ★ Além disso, a temática deve ser trabalhada desde as séries iniciais do ensino fundamental, pois ela é primordial para o sucesso do aluno nas séries seguintes – principalmente, no momento em que se dá a introdução ao ensino da Geometria Analítica.
- ★ Com a construção dos sólidos geométricos, a criança ainda se torna apta a classificar e nomear as figuras espaciais existentes e, ao entender que qualquer um dos sólidos pode ser apresentado na forma de figura plana (denominada planificação), acaba por assimilar sua característica principal. Em consequência, também consegue demonstrar o número de vértices, arestas e faces da figura.
- ★ Por fim, é fundamental sempre lembrar que qualquer proposta relativa ao tema deve ir além

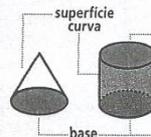
da manipulação de sólidos e da observação de figuras, a fim de acabar de vez com a ruptura que existe entre a aprendizagem de representações planas e dos sólidos tridimensionais, como se ambos não estivessem presentes simultaneamente na vida dos alunos.



Anote!



Os poliedros são figuras geométricas formadas por três elementos básicos: vértices, arestas e faces (respectivamente ilustrados) – tais como os cubos, as pirâmides, os prismas etc.



Já os não poliedros são figuras geométricas limitadas por superfícies curvas ou por superfícies planas e curvas, tais como os cones, os cilindros, as esferas etc.



Dica de leitura!

★ *Gato Xadrez no jardim geométrico*

Nosso amigo Gato Xadrez decide conhecer outro jardim, nada parecido com o seu. No jardim geométrico, tudo é tão diferente e novo para o Gato Xadrez... Será que ele vai gostar? E como serão seus novos amigos? Como se brinca em um lugar assim? Com muita cor e diversão, este livro apresenta conhecimento sobre as formas geométricas e as relações de curiosidade e descoberta presentes em toda criança.

Editora: Escala Educacional
Preço: R\$ 21,90
Onde encontrar:
escalaeducacional.com.br

Matemática

POLIEDROS

ENSINE COM SEUS ESQUELETOS

Construção de sólidos geométricos ajuda os alunos a aprender conceitos abstratos do espaço em três dimensões

POR RICARDO FALZETTA

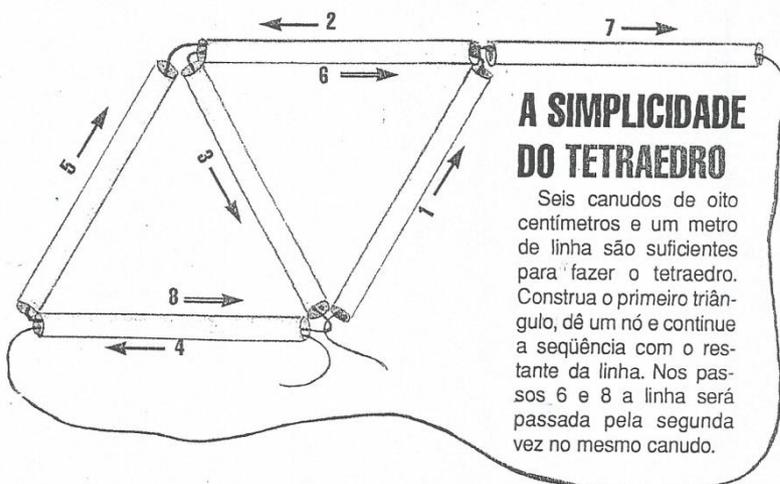
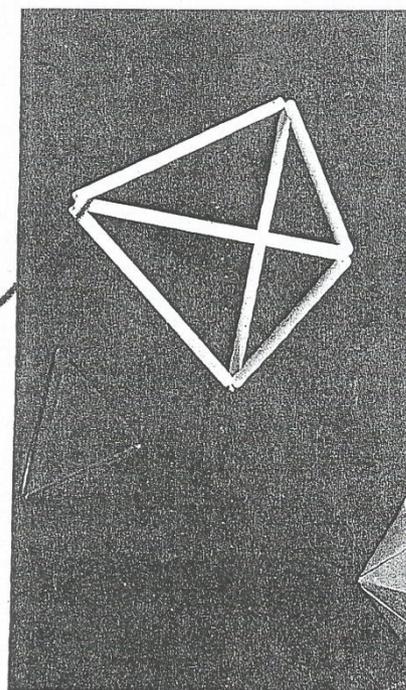
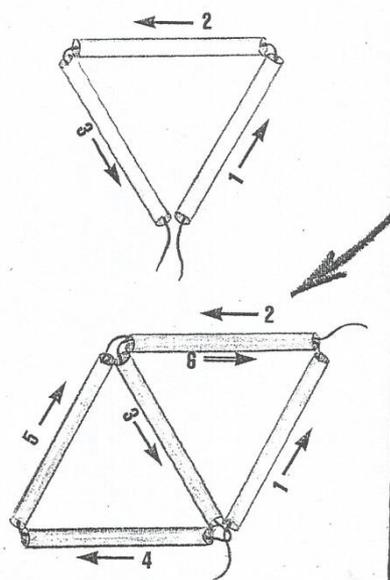
Em vez de encher a lousa com desenhos planos, tentando mostrar sólidos que são tridimensionais, peça a seus alunos que construam os esqueletos desses poliedros. É fácil. Eles podem ser feitos com canudinhos, linha e um pouco de criatividade. O resultado será uma aula de Geometria diferente, colorida e ótima para o raciocínio espacial dos alunos.

Segundo a professora Ana Maria Kaleff, 49 anos, do Instituto de Matemática da Universidade Federal Fluminense (UFF), em Niterói, essa é a melhor maneira de fazê-los entender e visualizar propriedades e características dos sólidos geométricos.

"A atividade explora temas como Teorema de Pitágoras, retas perpendiculares e ângulos", diz a professora. "Quando constrói os sólidos, o aluno treina a capacidade de dedução." Ana Maria trabalha no Espaço UFF de Ciências, que pesquisa técnicas de ensino de Ciências e Matemática para subsidiar a rede pública.

Você encontrará em seguida cinco esquemas de montagem de poliedros. Números e flechas indicam a seqüência e direção de passagem da linha. Flechas duplas mostram que naquele canudo a linha será passada mais de uma vez.

Espaço UFF de Ciências - Niterói, RJ,
tel. (021) 717-8269



A SIMPLICIDADE DO TETRAEDRO

Seis canudos de oito centímetros e um metro de linha são suficientes para fazer o tetraedro. Construa o primeiro triângulo, dê um nó e continue a seqüência com o restante da linha. Nos passos 6 e 8 a linha será passada pela segunda vez no mesmo canudo.