

# A Construção do Número por Pessoas com Deficiência Visual Mediada por Materiais Concretos Manipuláveis

The Construction of the Number by Visually Impaired People Mediated by Manipulating Concrete Materials

Taianne dos Santos da Luz<sup>1</sup>  
Afonso Henriques<sup>2</sup>

## Resumo

Este artigo provém de um trabalho de conclusão de curso em Licenciatura em Matemática na Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), que teve como objetivo favorecer o ensino da Matemática às Pessoas com Deficiência Visual (PDV), utilizando Projetos de Construção de Objetos Concretos (PCOC), úteis na construção do Número. Sabe-se que o acesso visual de objetos do conhecimento é uma das exigências para compreensão de conceitos matemáticos correspondentes nos diferentes registros. Mas, essa exigência é limitada a PDV. Este fato, nos incentivou a elaborar dois modelos PCOC, denominados Visor Numérico e Contando Cubos, que favorecem o acesso aos objetos do conhecimento por tato. Esses modelos foram desenvolvidos para serem materializados na Impressora 3D, a partir da modelagem e gestão de códigos de impressão. Para cada modelo, foi elaborado um Dispositivo Experimental contendo um gerador de tarefas, destinado à análise das práticas efetivas de PDV, seguindo a metodologia da Análise Institucional & Sequência Didática.

**Palavras-chave:** Modelagem; Contagem; Tecnologias; Educação Inclusiva.

## Abstract

This paper comes from a conclusion work to obtain a Math Teacher Degree at "Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC)" which aimed to bring benefits for Math teaching to People with Visual Impairments (PDV), using Concrete Objects Construction Projects (PCOC), useful in the Number construction. It is known that visual access to knowledge objects is one of the requirements for understanding the corresponding mathematical concepts in the different records. But, this requirement is limited to PDV. This fact encouraged us to develop two PCOC models, called Numerical Display and Counting Cubes, which favor access to objects of knowledge by touch. These models were developed to be materialized in the 3D Printer from the modeling and management of printing codes. For each model, an Experimental Device was developed containing a task generator, intended for the analysis of effective practices of PDV following the methodology of Institutional Analysis & Didactic Sequence.

**Keywords:** Modeling; Counting; Technologies; Inclusive Education.

---

<sup>1</sup> Universidade Estadual de Santa Cruz | [tsluz.lma@uesc.br](mailto:tsluz.lma@uesc.br)

<sup>2</sup> Universidade Estadual de Santa Cruz | [henry@uesc.br](mailto:henry@uesc.br)

## Introdução

A Educação Inclusiva é um processo que busca favorecer a participação de todos os estudantes no ensino regular, independentemente de suas condições físicas ou intelectuais. Em 2008 foi publicada a Política Nacional da Educação Especial na perspectiva da Educação Inclusiva (BRASIL, 2008), sendo assegurada pela Lei Nº 13.146/2015, denominada Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). No art. 27 desta lei destaca-se que:

A educação constitui direito da pessoa com deficiência, assegurados sistema educacional inclusivo em todos os níveis e aprendizado ao longo de toda a vida, de forma a alcançar o máximo desenvolvimento possível de seus talentos e habilidades físicas, sensoriais, intelectuais e sociais, segundo suas características, interesses e necessidades de aprendizagem. (BRASIL, 2015).

Todavia, podemos observar que mesmo com a aprovação da lei que garante a inclusão no ensino regular, o seu acontecimento nas práticas efetivas envolvendo essas pessoas ainda exige a busca de diversas alternativas. De fato, concordamos com Abreu (2013) quando explica que:

A inclusão do aluno portador de deficiência visual está garantida por lei, mas para que ele realmente possa ser incluído no ambiente de ensino, como qualquer outro aluno, e evitar a forma excludente como esse assunto tem sido tratado, é necessário que o Professor tenha orientação específica e, principalmente, boa vontade. Com um material adequado e uma metodologia específica, é possível trabalhar vários conteúdos, possibilitando maior desenvolvimento do raciocínio e a utilização da memória durante o aprendizado. (ABREU, 2013, p.9-10).

Além disso, existem muitos entraves no âmbito institucional para que a inclusão aconteça, entre eles podemos pontuar também que há uma certa dificuldade do(a)s aluno(a)s, de modo geral, em compreender os conteúdos propostos nos componentes curriculares de cada ano do ensino. Isto é ainda mais visível quando se trata de disciplinas da área de exatas, como, a Matemática, a Física e a Química. Tratando-se de aluno(a)s que têm limitações, a dificuldade no processo ensino-aprendizagem pode ser ainda maior, nessa área.

Pensando então nesta problemática, e na alternativa apresentada por Abreu (2013), centramos o nosso interesse em favorecer o ensino da Matemática à pessoas com deficiência, através do desenvolvimento de materiais concretos manipuláveis a “mão livre”, restringindo-nos às Pessoas com Deficiência Visual (PDV). No artigo 5º do Decreto 5.296/04, a deficiência visual é definida como:

cegueira, na qual a acuidade visual é igual ou menor que 0,05 no melhor olho, com a melhor correção óptica; a baixa visão, que significa acuidade visual entre 0,3 e 0,05 no melhor olho, com a melhor correção óptica; os casos nos quais a somatória da medida do campo visual em ambos os olhos for igual ou menor que 60º; ou a ocorrência simultânea de quaisquer das condições anteriores. (BRASIL, 2004).

O termo acuidade visual refere-se ao nível de clareza da visão. Com base na definição de deficiência visual apresentada no decreto mencionado a cima, restringimo-nos à pessoas

com cegueira, por duas razões: primeiro, pelo fato deste público ser limitado ao acesso visual de objetos do conhecimento, que é uma das exigências para compreensão de conceitos matemáticos nos diferentes registros de representação; segundo, a facilidade do acesso aos recursos disponíveis no Laboratório de Visualização Matemática (L@VIM) da UESC, para o desenvolvimento de Projetos de Construção de Objetos Concretos (PCOC) materializados na Impressora 3D, servindo como modelos ou materiais concretos manipuláveis a “mão livre”.

A partir de uma revisão bibliográfica de pesquisas realizadas em torno da nossa problemática, no âmbito da Educação Matemática (FERNANDES, et al., 2006; FERNANDES, 2017; NOLETO, 2017; TEIXEIRA, 2019; WERNER, 2008), pudemos identificar alguns materiais didáticos que nos inspiraram no desenvolvimento de dois PCOC. Além disso, considerando o acesso ao L@VIM, onde estão disponíveis diversas tecnologias, tais como, a Impressora 3D, o software Cubify Invent e o software CubeX 3D System, escolhemos centrar os estudos na Construção do Número, com foco na contagem e na associação do símbolo numérico com a quantidade correspondente. Essa escolha se justifica pelo fato de que a “Contagem de rotina; Contagem ascendente e descendente” são objetos do conhecimento que constituem a Unidade Temática denominada “Número”, conforme as orientações da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) de 2018.

Com base na análise das cinco obras destacadas acima, definimos a Construção do Número como um dos processos em que a criança constrói conhecimento, intuitivamente, tendo contato com o cotidiano, formalizado nos seus primeiros anos de escolarização. Assim, para formalizar o conceito do número é necessário desenvolver algumas habilidades, como a classificação, seriação, ordenação, correspondência biunívoca, entre outros. Neste âmbito, o processo da aprendizagem dos números pode acontecer de forma satisfatória, perpassando pelo repertório numérico que a criança possui juntamente com as estratégias de ensino criadas pelo(a)s Professor(e)(a)s, de acordo com as dificuldades apresentadas por essa criança/aluno(a).

Assim, com base na definição apresentada acima, elaboramos dois modelos que podem favorecer as PDV no processo da Construção do Número. Contudo, nos questionamos sobre como utilizar os referidos modelos na análise de práticas efetivas do(a)s aluno(a)s, visando a Construção do Número. Para respondermos essa questão, mergulhamos a pesquisa no Quadro teórico constituído pela Teoria Antropológica do Didático e pela Abordagem Instrumental. Quadro este que apresentamos imediatamente, seguindo a Análise Institucional & Sequência Didática (AI&SD) como metodologia de pesquisa, com foco na inclusão e no ensino da Matemática às PDV.

## Quadro teórico

A pesquisa, objeto do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) mencionado no resumo, foi fundamentada em duas teorias que fazem parte do Quadro teórico que, geralmente, sustenta os trabalhos acadêmico-científicos, desenvolvidos no Grupo de Pesquisa em Ensino e Aprendizagem da Matemática em Ambiente Computacional (GPEMAC3), certificado pela UESC via Diretório de grupos do CNPq, na qual somos membros, a saber: a Abordagem

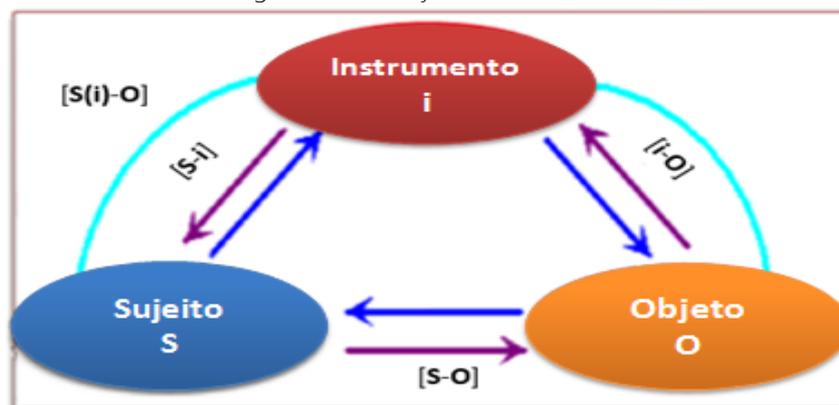
---

<sup>3</sup> <https://sites.google.com/site/gpemac/Home>

Instrumental (ABIN) e a Teoria Antropológica do Didático (TAD), que resumimos, sucintamente, a seguir.

A **Abordagem Instrumental** (ABIN) foi desenvolvida por Rabardel (1995). Henriques (2019), sublinha que essa abordagem trata do estudo da utilização de ferramentas tecnológicas, também designadas ferramentas ou artefatos. Uma ferramenta ou artefato é definido por Henriques (2019, p. 39), como: “toda entidade material ou simbólica (objeto) à disposição do sujeito, produzida ou fabricada por um sujeito (homem/promotor) com certas finalidades”. Ao atribuir/elaborar uma finalidade/utilidade para um determinado artefato, este se torna um instrumento ao longo de um processo de sua utilização progressiva. Esse processo no qual um artefato se torna, progressivamente, um instrumento, é denominado Gênese Instrumental, ou seja, o sujeito elabora esquemas de utilização da ferramenta. Na nossa pesquisa consideramos, em primeira instância, como ferramentas tecnológicas, os ambientes computacionais que utilizamos para desenvolver os PCOC úteis para o ensino da Construção do Número, com base na contagem, para PDV, colocando em prática alguns esquemas de utilização desse artefato. Rabardel e Verillon (1996, apud HENRIQUES, 2019), propõem um modelo para análise das atividades instrumentais denominado Situações de Atividades Instrumentais (SAI), ilustrado na Figura 1.

Figura 1 – Ilustração do modelo SAI



Fonte: <https://sites.google.com/site/gpemac/projetos/persac/objetivos>

O modelo SAI evidencia as multiplicidades de interações na realização das atividades instrumentais, o que incluem as relações entre o sujeito, o objeto e o instrumento. No presente trabalho esse modelo intervém em dois momentos distintos, que culminam na Gênese Instrumental. No primeiro momento, o sujeito é a pesquisadora, o objeto é o PCOC e o instrumento é o Cubify Invent. No segundo momento, o sujeito é, ainda a própria pesquisadora, o objeto é, agora a Construção do Número, e o instrumento é o PCOC. A relação entre o sujeito e o instrumento é denominada pelo autor de instrumentação, e a relação entre o objeto e o instrumento de instrumentalização (cf. Figura 1).

Levando em consideração que toda atividade humana desenvolvida pelo sujeito, utilizando ou não um dado instrumento na relação com um objeto de saber, é institucional, surgiu o nosso interesse de estudarmos a teoria que resumimos a seguir.

A **Teoria Antropológica do Didático** (TAD) foi desenvolvida por Chevallard (1992), e inscreve-se no campo da antropologia social, ou seja, o estudo do homem. Refere-se em especial, o estudo das relações entre os sujeitos, as instituições e os objetos de saberes, em particular matemáticos. Esta teoria tem como base de que “tudo é objeto”, para o autor

existem tipos de objetos específicos, entre eles, as instituições, as pessoas e as posições que as pessoas ocupam nas instituições. O autor define, porém, quatro noções fundamentais: a primeira é a de Objeto (O), a segunda é a de Relação Pessoal de um indivíduo (X) com um objeto (O), a terceira é a de Pessoa, e a quarta é a de instituição.

Chevallard também propõe a noção de organização praxeológica, com o objetivo de estudar as práticas institucionais relativas a um dado objeto do saber O. Com isso, o autor define Abordagem Praxeológica como um modelo para análise da ação humana institucional, e a Praxeologia como uma organização de um objeto do saber composta por quatro noções, denominadas: Tipo de tarefas (T) contendo ao menos uma tarefa t, Técnicas ( $\tau$ ) que permitem realizar as tarefas t de algum tipo T, Tecnologias ( $\theta$ ) como discursos racionais que justificam as técnicas, e Teoria ( $\Theta$ ). Essas noções são essenciais para a compreensão das práticas institucionais em geral, e em particular, as práticas relativas as atividades matemáticas.

As duas teorias que acabamos de sintetizar, nas suas essências, são robustas, e se articulam entre si dentro de interesses educacionais, proporcionando elementos de análises e apropriação dos estudos que realizaremos ao longo da nossa pesquisa, constituindo-se, portanto, como fontes importantíssimas na consolidação dos saberes matemáticos e didáticos mobilizados, assim como na utilização adequada da linguagem, durante a comunicação, descrição dos objetos matemáticos e das tecnologias envolvidas na nossa pesquisa, usufruindo, por conseguinte, a metodologia que apresentamos a seguir.

## Metodologia

Para nortear a pesquisa, utilizamos a metodologia denominada Análise Institucional & Sequência Didática (AI&SD), proposta por Henriques (2012, 2019), que serve tanto para a realização de pesquisas qualitativas quanto quantitativas. Essa metodologia é fundamentada nos conceitos provenientes dos termos que lhe constituem, definidos respectivamente, como segue:

**Análise Institucional** (AI) é um estudo realizado em torno de elementos institucionais, a partir de inquietações/questões levantadas pelo pesquisador no contexto institucional correspondente, permitindo identificar as condições e exigências que determinam, nessa instituição, as relações institucionais e pessoais a objetos do saber, em particular, os objetos matemáticos, as organizações ou praxeologias desses objetos que intervêm no processo ensino-aprendizagem. (HENRIQUES, NAGAMINE & NAGAMINE, 2012, p. 1268).

**Sequência Didática** (SD) é um esquema experimental formado por situações, problemas ou tarefas, realizadas com um determinado fim, desenvolvido por sessões de aplicação a partir de um estudo preliminar [análise institucional] em torno de um objeto do saber e de uma análise matemática/didática, caracterizando os objetivos específicos de cada situação problema ou tarefa [tendo uma praxeologia completa]. (HENRIQUES, 2019, p.97).

A AI&SD é organizada em oito etapas, desenvolvida em duas fases, ditas “Definições e Análises Preliminares” e “Organização, análises e Aplicação de uma Sequência Didática”. Cada fase contém quatro etapas, conforme apresentado na figura 2.

Figura 2 – Etapas do percurso metodológico da AI&SD

<b>Análise Institucional &amp; Sequência Didática</b>			
<b>Fase I: Definições e Análises Preliminares</b>			
1ª Etapa	Tomada de decisões iniciais	<b>PESQUISA INTERNA</b>	
2ª Etapa	Identificação de Instituições		
3ª Etapa	Escolha de elementos institucionais		
4ª Etapa	Estudo e apresentação da análise institucional de referência		
<b>Fase II: Organização, análise e aplicação de uma Sequência Didática</b>			
5ª Etapa	Organização de uma SD		
6ª Etapa	Análise <i>a priori</i>		
7ª Etapa	Aplicação da sequência		<b>PESQUISA EXTERNA</b>
8ª Etapa	Análise <i>a posteriori</i> e validação		

Fonte: Adaptação de Henriques (2019, p. 98)

Conforme mostrado ainda na figura 2, as oito etapas da AI&SD estão imersas em duas dimensões, ditas “Pesquisa Interna” e “Pesquisa Externa”. A Pesquisa Interna envolve as seis primeiras etapas da AI&SD, e a Externa as duas últimas. Neste trabalho nos interessamos exclusivamente com o processo de análise e produção de material concreto manipulável a “mão livre”, podendo ser útil no ensino da Construção do Número, com foco na contagem. Com efeito, nos restringimos na Pesquisa Interna, deixando por tanto, a Pesquisa Externa, que consiste em uma sondagem envolvendo sujeitos externos, para aplicações futuras.

## Análise Institucional

Com base nas etapas apresentadas na figura 2, e seguindo as seis primeiras, desenvolvemos a Análise Institucional em torno do objeto matemático de estudo da pesquisa, notadamente, a Construção do Número. Isto inclui, a realização da análise dos elementos institucionais, como, o Livro Didático (que nos permitiu obter uma noção das possíveis propostas do ensino da Construção do Número), e os ambientes computacionais Cubify Invent, CubeX 3D System e a Impressora 3D, com o intuito de destacar as suas potencialidades capazes de auxiliarem no desenvolvimento e materialização dos PCOC que denominamos Visor Numérico e o Contando Cubos, idealizados para o estudo da Construção do Número. Em seguida, desenvolvemos os PCOC no ambiente computacional, visando as suas prototipagens rápidas na Impressora 3D, úteis para o ensino da matemática para PDV.

Posteriormente evidenciamos os registros de representação semióticos que intervêm nesse desenvolvimento e a maneira como se interlaçam nas conversões de representações de objetos, dum registro para outro, realizando, por conseguinte, as descrições de cada PCOC obtido, e a sua utilização possível por uma PDV. Concluída a Análise Institucional (AI), organizamos uma SD, contendo Dispositivos Experimentais (DE) compostos de Geradores de tarefas, que foram desenvolvidos com base na abordagem praxeológica da TAD. Esses DE estão voltados para a utilização de cada PCOC desenvolvido, manipulável a “mão livre”, e podem ser utilizados no ensino e, ou em pesquisas futuras, envolvendo PDV.

Por fim, tendo organizado a SD, realizamos então uma análise a priori. Segundo Henriques (2019, p.110) “a análise a priori é um estudo e apresentação prévia de conhecimentos referentes aos objetos do saber (...), considerados nas tarefas propostas em um DE”. Acreditamos que esta análise permite compreender melhor o papel de cada modelo

enquanto material didático que pode ser utilizado no ensino da Construção do Número para Pessoas com Deficiências Visuais (PDV).

Conhecido, mesmo de forma sucinta, o processo que utilizamos no desenvolvimento da AI&SD, modelamos os materiais, por intermédio dos softwares *Cubify Invent* e *CubeX 3D Systems* enquanto tecnologias auxiliares. Segundo Henriques (2021),

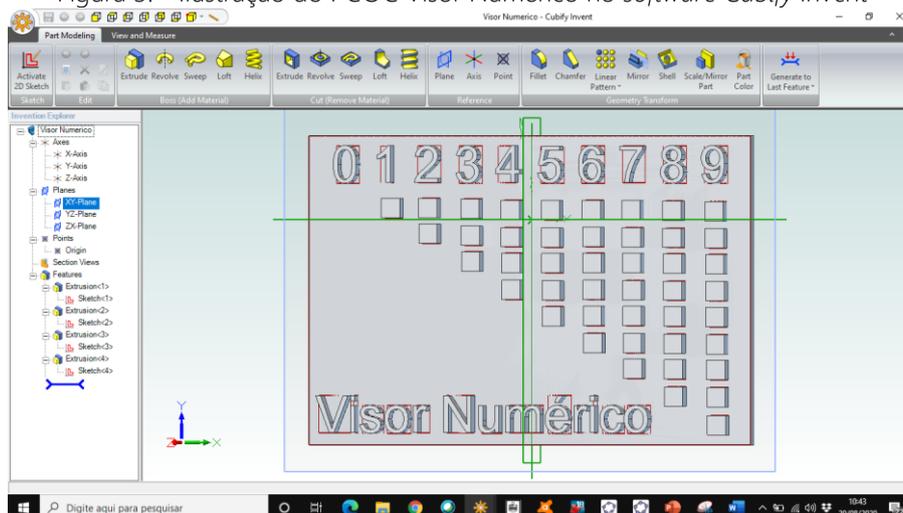
A Modelagem Paramétrica é uma técnica de geração e manipulação de objetos geométricos, como curvas e superfícies em ambiente computacional, e se apoia na conexão destes objetos e suas inter-relações mediadas por parâmetros especificados que podem ser alterados automaticamente pelo ambiente ou pelo sujeito em tempo real, sem perda da geometria visada. Op cit (2021, p.107)

Na nossa modelagem utilizamos esta definição durante a produção do Visor Numérico e Contando Cubos. Assim, apresentamos a seguir, a descrição de cada um dos referidos PCOC desenvolvido, sem perder de vista os elementos teóricos que sustentam esse trabalho, e a sua utilização possível por uma Pessoa com Deficiência Visual (PDV).

## Visor Numérico

O Visor Numérico é um PCOC que consiste em uma placa retangular modelada com um conjunto de números naturais de 0 a 9, no registro numérico, em alto relevo numa linha. Cada número, exceto o zero, é seguido de uma coluna organizada com prismas retos de bases quadradas no registro gráfico, e de alturas equivalentes ao relevo dos números, representando a quantidade correspondente ao referido número indicado no início da coluna. Além destes signos, a sua parte inferior, é composta por letras que formam o nome do PCOC na língua portuguesa. Apresenta-se na Figura 3, uma ilustração do Visor Numérico no software de construção/modelagem (*Cubify Invent*).

Figura 3: - Ilustração do PCOC Visor Numérico no *software Cubify Invent*



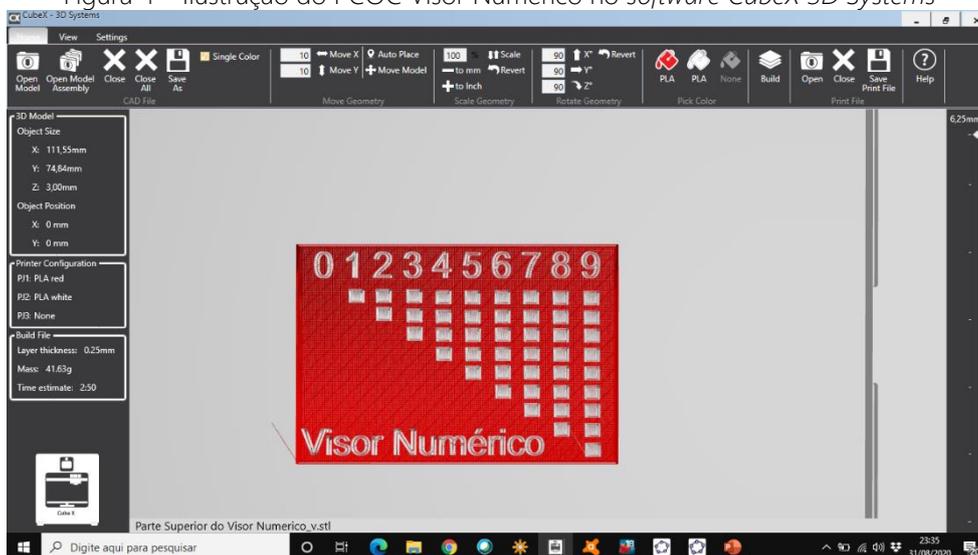
Fonte: Dados da pesquisa

O PCOC Visor Numérico foi desenvolvido em conformidade com o primeiro momento do modelo SAI desta pesquisa, na qual a pesquisadora se relaciona com o instrumento *Cubify Invent* (processo de instrumentação, a fim de destacar as potencialidades deste *software*, notadamente as ferramentas utilizadas na construção do modelo). Nessa relação, acessamos

a interface de desenvolvimento de projetos no software, utilizando a ferramenta de construção de quadriláteros, disponível no pacote *sketch figures*, para modelarmos a base do Visor e os prismas retos de bases quadradas que compõem as colunas. Com esta ferramenta ativa, modelamos o quadrilátero e definimos o tamanho dos lados utilizando a ferramenta *make dimension*.

Para modelarmos o nome “Visor Numérico” e os números, utilizamos a ferramenta *sketch text* disponível também no pacote *sketch figures*. Após a modelagem de cada parte do Visor definimos uma altura, para que os signos presentes no PCOC possam ser acessados por tato depois de serem materializados, para isto utilizamos a ferramenta *extrude boss*, disponível em *Part Modeling* do menu principal. Tendo a construção finalizada, o arquivo deve ser exportado com extensão *stl* para que possa ser configurado no software *CubeX* (cf. Figura 4) e em seguida materializado na Impressora 3D.

Figura 4 – Ilustração do PCOC Visor Numérico no software *CubeX 3D Systems*



Fonte: Dados da pesquisa

Este PCOC tem por finalidade de favorecer o(a) aluno(a) deficiente visual acessar e reconhecer os números de 0 a 9 através do tato, associando a quantidade de prismas retos organizados em uma coluna com o número correspondente, por meio do contato. Para que este processo de reconhecimento dos números aconteça, é necessário que o(a) aluno(a) tenha as devidas instruções com auxílio de um profissional da Educação. Esse processo evidencia a relação entre o objeto do saber e o instrumento (instrumentalização), sendo este o segundo momento de utilização do modelo SAI na Pesquisa Interna, no qual o produto final, dito PCOC, assume o papel do instrumento, desenvolvido pelo sujeito que é a pesquisadora, tendo como objeto de estudo, a Construção do Número. Passemos, a seguir, à descrição do segundo modelo.

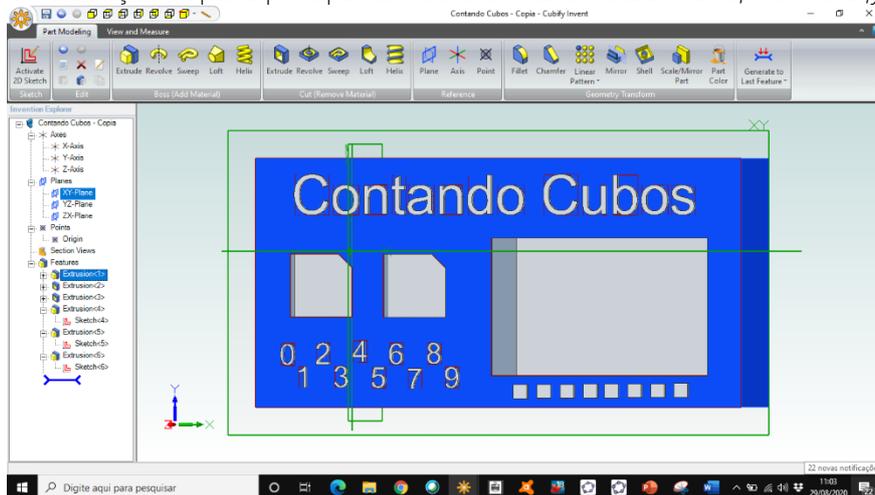
## Contando Cubos

O Contando Cubos, consiste em um modelo PCOC idealizado e organizado com três partes, sendo uma principal e duas extensões, que descrevemos como segue.

- ❖ A **parte principal** consiste em um prisma de base retangular, formado com três espaços ocios, dos quais dois possuem o formato quadrado seccionado no canto superior direito,

e o outro em forma de superfície paralelepipedica aberta para cima. Além disso, esta parte é composta por letras na sua parte superior, que servem para identificar o nome do modelo, na língua portuguesa. Também é composta por números e primas de bases quadradas fixas na parte inferior, que servem de ilustração da funcionalidade do PCOC (cf. Figura 5).

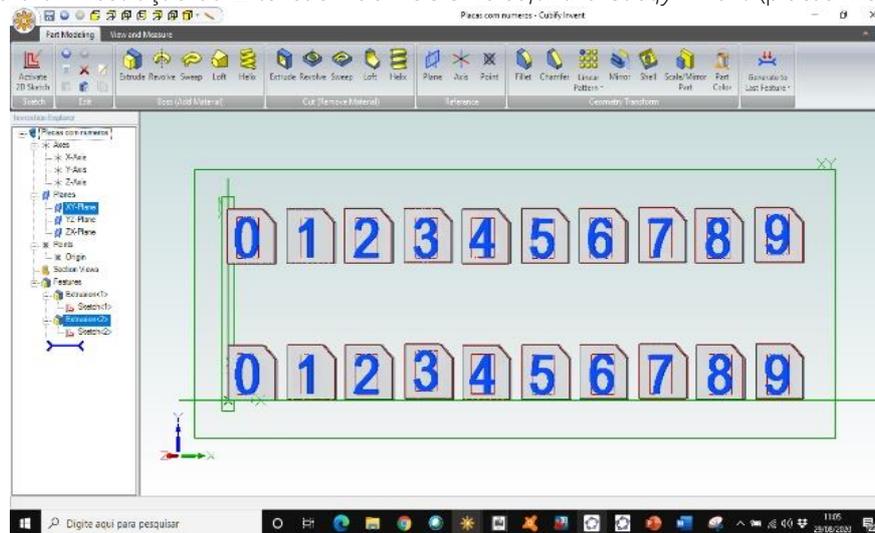
Figura 5 – Ilustração da parte principal do PCOC Contando Cubos no software *Cubify Invent*



Fonte: Dados da Pesquisa

- ❖ A **Extensão 1** é formada por um conjunto de placas móveis de bases quadradas seccionadas no canto superior direito, contendo os números de 0 a 9 (no registro numérico) fixados em alto relevo, que devem ser encaixados no espaço oco da parte principal de formato equivalente, para formar números com até dois dígitos (cf. Figura 6).

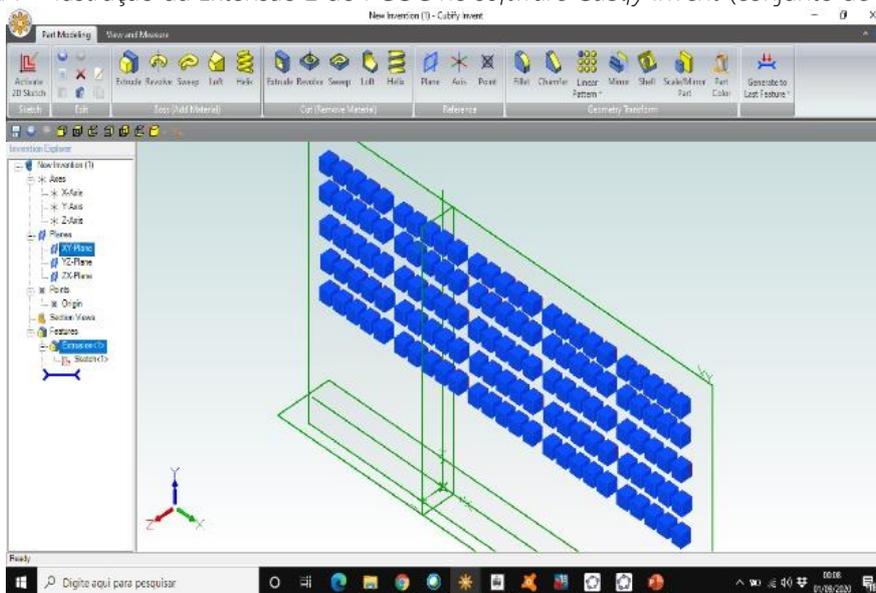
Figura 6 – Ilustração da Extensão 1 do PCOC no software *Cubify Invent* (placas móveis)



Fonte: Dados da Pesquisa

- ❖ A **Extensão 2** consiste em um conjunto de cubos que servem como mecanismo de contagem, e devem ser acomodados na superfície paralelepipedica aberta da parte principal, em conformidade com o número formado pelas placas numeradas (cf. Figura 7).

Figura 7 – Ilustração da Extensão 2 do PCOC no *software Cubify Invent* (conjunto de cubos)



Fonte: Dados da Pesquisa

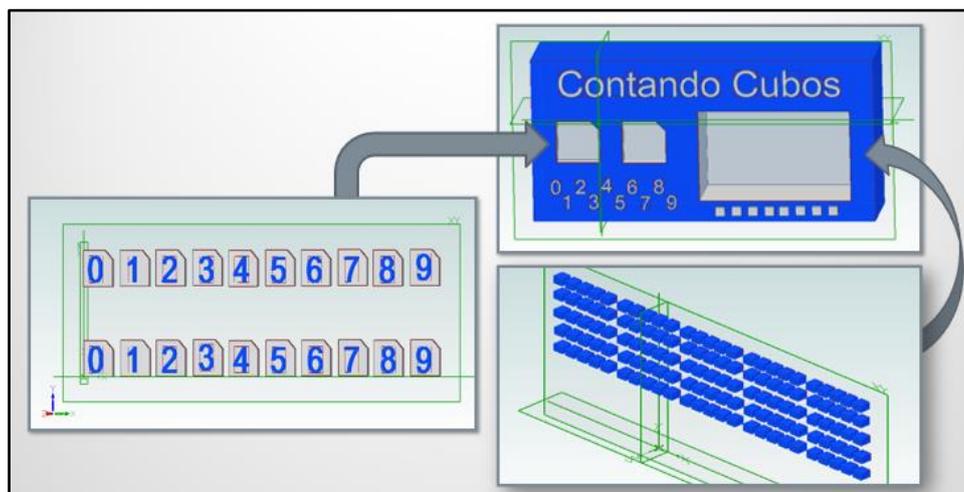
O nome “Contando Cubos” se deu por conta da funcionalidade do PCOC, de permitir a contagem por meio da associação de um número em algarismo indo-arábico com a quantidade de cubos correspondente. Ele serve para o ensino de aluno(a)s com deficiência visual, sendo que pode ser acessado por tato, pois tanto os números quanto os cubos são modelados em alto relevo, e podem ser manipulados a “mão livre”.

Para construir esse PCOC, utilizamos o Ambiente Computacional *software Cubify Invent*, estabelecendo a relação da pesquisadora com o instrumento. Nele manipulamos (na relação instrumental, sujeito-instrumento [S-i]) as mesmas ferramentas utilizadas no desenvolvimento do Visor Numérico. Porém, como o PCOC Contando Cubos contém três partes ocas (loais em que devem ser colocadas as placas modeladas com números em alto relevo e os cubos), neste caso, além das ferramentas já citadas, acessamos a *extrude cut*, disponível em *Part Modeling* do menu principal. Tendo a construção finalizada, o arquivo deve ser exportado com *extensão stl* para que, posteriormente, possa ser configurado no *software CubeX*, e em seguida materializado na Impressora 3D.

Imerso no segundo momento da utilização do modelo SAI na Pesquisa Interna, no qual o produto final, o PCOC, assume o papel de instrumento, desenvolvido pelo sujeito (a pesquisadora) tendo como o objeto de estudo a Construção do Número, evidenciamos a relação [i-O] entre esse objeto e o instrumento (instrumentalização), por meio da descrição do funcionamento do PCOC (Contando Cubo). Este modelo funciona, portanto, conforme descrito a seguir.

- ❖ O(a) aluno(a) com deficiência visual deve selecionar uma ou duas placas que contém números em alto relevo, e inseri-la(s) no espaço oco da parte principal que possui o mesmo formato da placa (cf. Figura 7), formando números com uma ou duas ordens.
- ❖ Em seguida, o(a) aluno(a) deve selecionar uma quantidade de cubos correspondente ao número formado pela(s) placa(s) inserida(s) na parte principal.
- ❖ Logo após ele(a) deve colocar os cubos selecionados no espaço vazio de base retangular da parte principal conforme ilustrado na Figura 8.

Figura 8 – Ilustração do funcionamento do PCOC Contando Cubos



Fonte: Dados da Pesquisa

Na Figura 8, as setas indicam os locais em que devem ser inseridas as referidas placas e os cubos. Realizando o passo a passo da descrição do funcionamento do PCOC, o(a) aluno(a) estará associando o símbolo do número com a quantidade a qual ele representa. Além disso, este PCOC serve também para o estudo de outros elementos que compõem a Construção do Número, como: a noção de unidade e dezena; sequência crescente e decrescente utilizando números entre 0 e 99; comparação entre quantidades (maior e menor); noções de antecessor e sucessor; relação de ordem entre os números; agrupamentos, entre outros.

Após a apresentação dos modelos, é fundamental ressaltar que o Visor Numérico e o Contando Cubos, que construímos são modelos de PCOC, que têm a essência nas modelagens e pesquisas recentes desenvolvidas no GPEDMAC. Ambos os modelos foram idealizados nesse trabalho com intuito de proporcionarmos para o(a) aluno(a) deficiente visual o acesso aos objetos de saberes matemáticos mediante a manipulação de símbolos numéricos indo-arábicos e letras do alfabeto na língua portuguesa, por tato, tendo-se o controle do objeto manipulado mediante a sensibilidade ostensiva de algumas orientações específicas, descritas no funcionamento de cada modelo. Acreditamos que sejam, portanto, modelos inéditos para este público, visto que se distinguem das práticas usuais que integram o sistema de braille. Sendo este, consiste na língua materna das PDV, oficializada pela Lei nº 4.169 (BRASIL, 1962), para a utilização na escrita e na leitura dos cegos. Todavia, concebemos que o fornecimento de diferentes caminhos ou alternativas de ensino às PDV, pode enriquecer esse público com estratégias de construção de seus próprios conhecimentos. Nesta perspectiva, concordamos com Wanzeler e Sales, quando afirmam que:

Entrelaçar caminhos, percepções e valores em relação ao ensino da matemática para alunos com alguma dificuldade no processo de ensino e aprendizagem, versa por diferentes contextos e realidades que precisam ser compreendidas e respeitadas pelos participantes deste processo, no qual os estudantes, também, são construtores do seu próprio saber e conhecimento. (WANZELER e SALES, 2019, p.197)

Nesse contexto, podemos inferir que os PCOC Visor Numérico e Contando Cubos são, de fato, instrumentos que podem possibilitar o(a) aluno(a) com deficiência visual a construção do número de forma autônoma, respeitando as possíveis dificuldades de aprendizagem,

limitações físicas, e considerando os conhecimentos pré-concebidos por este(a) aluno(a) na sua vivência social (cotidiana). Ciente desta visão multifuncional de acesso aos objetos de saberes matemáticos, e sustentando a nossa proposta fundada nos modelos que construímos, apresentamos a seguir, a SD que nos referimos.

## Sequência Didática (SD)

A organização da Sequência Didática faz parte da 5ª etapa da AI&SD. Organizamos uma SD em duas Sessões contendo um Dispositivo Experimental (DE) cada, sobre o estudo da Construção do Número na perspectiva de acesso dos signos alfanuméricos do sistema indo-arábicos e as letras do alfabeto na língua portuguesa por PDV. Cada dispositivo foi elaborado com um gerador único de Tarefas (GT) em conformidade ao Modelo Praxeológico de Gestão de Tarefa (cf. Henriques, 2019, p. 106), permitindo assim a produção de 11 tarefas na primeira sessão, e 16 na segunda, como se pode observar nos Quadros 1 e 2, respectivamente.

Quadro 1 – Apresentação do DE I que compõe a **Sessão I** da SD

	UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ (UESC) Departamento De Ciências Exatas E Tecnológicas (DCET) Grupo de Pesquisa em Ensino e Aprendizagem da Matemática em Ambiente Computacional (GPEMAC) Laboratório de Visualização Matemática (L@VIM)	
DISPOSITIVO EXPERIMENTAL I		
Para favorecer o acesso a PDV, o Pesquisador ou Profissional interessado em utilizar este Dispositivo, deverá atuar como leitor <sup>4</sup> das informações textuais que o constitui, reservando um tempo para reflexão e realização de cada tarefa do GT1. Nesse momento é fundamental a presença do(a) Professor(a)/Monitor(a) do(a)s aluno(a)s.		
Este Dispositivo Experimental é destinado para análise de práticas efetivas de aluno(a)s Deficientes Visuais sobre estudo da Construção do Número, utilizando o modelo PCOC <b>Visor Numérico</b> materializado na impressora 3D, para estudos de objetos matemáticos nos anos iniciais do Ensino Fundamental da Educação Básica.		
Professor(a) da turma (opcional):		
Nome do(a) aluno(a) (opcional):		Data:
<b>SESSÃO I (Visor Numérico)</b>		
Gerador único de Tarefas da Sessão I	Considerar o Visor Numérico que está em suas mãos, para a realização das seguintes tarefas:	
	t1	Manipular o Visor Numérico, identificando o seu formato geométrico e informando o nome atribuído a este formato.
	t2	Posicionar o Visor, que está em suas mãos, de sorte que os signos em alto relevo estejam voltados para cima, e aquele que estiver isolado esteja ao seu lado esquerdo.
	t3	Passar a mão sobre os signos em alto relevo, considerados na t2.

<sup>4</sup> “Ledor, o profissional que atua na transposição de mensagens e contextos expostos em meio impresso a tinta, para uma modalidade de comunicação oral para pessoas com impedimento parcial ou total na realização da leitura, ou na decodificação de textos, em decorrência de deficiências, transtornos ou síndromes;” PROJETO DE LEI N.º 3.513, DE 2019. <https://cutt.ly/mhsvh5R>.

t4	Identificar os signos presentes no Visor, mobilizados na t3.
t5	Informar todos os números (signos) identificados na realização da t4.
t6	Escolher um número (signo) disposto no Visor.
t7	Informar o número (signo) escolhido.
t8	Passar a mão na coluna correspondente ao número (signo) escolhido.
t9	Informar a quantidade de prismas retos de bases quadradas presente na coluna do número escolhido.
t10	Refazer a 6ª, 7ª, 8ª e 9ª tarefa, até que percorra todos os números do Visor.
t11	Informar a relação existente entre os números e os prismas retos de bases quadradas em cada coluna correspondente.
Obs.:	Após a realização das subtarefas, caso o(a) aluno(a) não identifique a relação entre os números e os prismas, o(a) aplicador(a) deverá explicar o(a) aluno(a), e solicitar que se realizem, novamente, as tarefas 6, 7, 8, 9 e 11.

Fonte: Dados da Pesquisa

Quadro 2: Apresentação do DE II que compõe a **Sessão II** da SD

	UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ (UESC) Departamento De Ciências Exatas E Tecnológicas (DCET) Grupo de Pesquisa em Ensino e Aprendizagem da Matemática em Ambiente Computacional (GPEMAC) Laboratório de Visualização Matemática (L@VIM)	
DISPOSITIVO EXPERIMENTAL II		
Para favorecer o acesso a PDV, o Pesquisador ou Profissional interessado em utilizar este Dispositivo, deverá atuar como leitor das informações textuais que o constitui, reservando um tempo para reflexão e realização de cada tarefa. Nesse momento é fundamental a presença do(a) Professor(a)/Monitor(a) do(a)s aluno(a)s.		
Este Dispositivo Experimental é destinado para análise de práticas efetivas de aluno(a)s Deficientes Visuais sobre estudo da Construção do Número, utilizando o modelo PCOC designado <b>Contando Cubos</b> materializado na impressora 3D, para estudos de objetos matemáticos nos anos iniciais do Ensino Fundamental da Educação Básica.		
Professor(a) da turma (opcional):		
Nome do(a) aluno(a) (opcional):		Data:
<b>SESSÃO II (Contando Cubos)</b>		
Gerador único de Tarefas da Sessão II	Considerar o PCOC denominado Contando Cubos que está a sua disposição, composto por um espaço profundamente oco de base retangular, que contém em seu interior placas com números fixados e diversos cubinhos, para a realização das seguintes tarefas:	
	t1	Manipular o PCOC Contando Cubos.
	t2	Identificar os materiais que compõem o PCOC, informando cada um deles, conforme for manipulando-os.
	t3	Separar as placas dos cubos.
	t4	Escolher uma placa.
	t5	Informar o número fixado na placa escolhida na realização da t4.
	t6	Posicionar a placa em um dos espaços ocos do PCOC que possui o mesmo formato da placa escolhida.
	t7	Selecionar uma quantidade de cubos representada pelo número fixado na placa escolhida na realização da t4.
	t8	Colocar os cubos dentro do espaço profundamente oco da parte principal do PCOC, que possui um formato retangular.

t9	Repetir a realização das tarefas t4, t5, t6, t7, e t8, por 3 vezes.
t10	Escolher duas placas.
t11	Informar o número fixado em cada placa.
t12	Posicionar as placas nos espaços ociosos do PCOC, que possuem o mesmo formato das placas.
T13	Informar o número formado pelas duas placas escolhidas, após posicioná-las nos espaços ociosos.
T14	Selecionar uma quantidade de cubos representada pelo número informado na realização da t13.
t15	Colocar os cubos dentro do espaço profundamente ocioso do PCOC com formato retangular.
t16	Repetir a realização das tarefas t10, t11, t12, t13, t14, e t15, por 3 vezes.
Obs.:	Após a realização das 16 tarefas, o aplicador deverá descrever sucintamente sobre o desenvolvimento do(a) aluno(a) durante a aplicação do Dispositivo.

Fonte: Dados da Pesquisa

Estes Dispositivos Experimentais são destinados para análise de práticas efetivas de aluno(a)s Deficientes Visuais sobre estudo da Construção do Número, utilizando os modelos PCOC **Visor Numérico** e **Contando Cubos**. Deste modo, devem ser aplicados no final do 1º ano do Ensino Fundamental (Instituição de Referência desta pesquisa) ou no início do 2º ano.

Conforme descrito em cada dispositivo, eles devem ser aplicados pelo Pesquisador na presença do(a) Professor(a)/Monitor(a) do(a)s aluno(a)s. Vale ressaltar, conforme já sublinhado mais acima, que nesta pesquisa não foi realizada uma análise sobre a linguagem utilizada para o ensino da Matemática para Pessoas com Deficiência Visual. Desta forma, caso o(a) aluno(a) não compreenda o enunciado de uma dada tarefa, o Professor(a)/Monitor(a) poderá auxiliar o(a) Pesquisador(a) no momento da aplicação com a adaptação da linguagem, de modo que o(a) aluno(a) possa compreender o enunciado da tarefa e proceder com a sua realização.

Para concluir a Pesquisa Interna proposta na metodologia, realizamos a análise a priori das tarefas propostas gerenciadas nos dois Dispositivos Experimentais apresentados nos Quadros 2 e 3. Esta etapa consistiu na análise matemática/didática de cada tarefa proposta no DE, identificando os conhecimentos que se pretende ensinar, através de discussões das estratégias, técnicas e resoluções possíveis, bem como dos resultados esperados, dos pré-requisitos e das competências dos sujeitos envolvidos na pesquisa, necessárias para a realização de cada tarefa proposta na SD (HENRIQUES, 2019, p. 110). A referida análise, não faz, portanto, parte deste artigo, reservando-a para publicações posteriores. Com efeito, apresentamos a seguir as nossas considerações finais deste artigo.

## Considerações Finais

Constatamos, com base na política de Inclusão Social no Brasil, que o(a)s aluno(a)s com necessidades especiais têm a garantia do direito a educação no ensino regular. Porém, é perceptível que ainda existem muitos entraves para que a inclusão de fato aconteça, entre eles, a necessidade de uma orientação específica para o(a) Professor(a) e a aquisição de materiais adequados para o ensino. Estes são alguns dos entraves citados por Abreu (2013, p.10). Diante desses entraves e pensando nas possíveis maneiras de favorecer a Educação Inclusiva em relação ao ensino da Matemática na Educação Básica, desenvolvemos materiais

concretos manipuláveis a “mão livre” para o ensino de Pessoas com Deficiência Visual, que fazem parte deste público. Denominamos esses materiais como Visor Numérico e Contando Cubos.

Vale ressaltar que estes materiais estão devidamente desenvolvidos, configurados e prontos para a impressão, porém, por consequências da Pandemia do COVID-19, não tivemos acesso ao Laboratório de Visualização Matemática (L@VIM) da UESC, local onde realizamos as impressões. Por este motivo, as referidas impressões serão praticadas em um momento oportuno, de modo que esses materiais façam parte do acervo permanente do L@VIM.

Lembramos que o objetivo geral desta pesquisa é favorecer o ensino da Matemática às Pessoas com Deficiência Visual, mediante a utilização dos Projetos de Construção de Objetos Concretos (PCOC) capazes de servirem como recurso didático, úteis na Construção do Número. Diante deste objetivo, podemos perceber que mesmo sem ter impresso o material, conseguimos alcançar esse objetivo, uma vez que no desenvolvimento do TCC produzimos e percorremos todas as etapas da Pesquisa Interna, como proposto e descrito na Metodologia que adotamos. Com efeito, podemos concluir que, a Análise Institucional em torno do objeto matemático de estudo, a “Construção do Número”, permitiu o desenvolvimento de uma Sequência Didática contendo dois Dispositivos Experimentais, elaborados a partir das potencialidades dos modelos PCOC. Realizamos a Análise *a priori* da SD que pode servir um(a) pesquisador(a) para análise de práticas efetivas do(a)s aluno(a)s ou um(a) Professor(a) no ensino. Trata-se, portanto, de um material completo e sistematizado capaz de favorecer o ensino da Matemática para PDV, tendo como foco, a Construção Número.

Sustentamos, portanto, que no desenvolvimento deste trabalho, valorizamos a produção dos PCOC, utilizando as referidas tecnologias na tentativa de contribuir, não apenas para a Construção do Número para PDV, mas também com a prática do(a) profissional da Educação que trabalha com esse público. Reconhecendo a importância do sistema braille para a inclusão, projetamos como perspectiva para estudos de Pós-Graduação, a realização de uma investigação mais profunda e criteriosa sobre a inclusão, com foco no estudo de relações possíveis entre os materiais didáticos construídos nessa pesquisa e outros que podemos modelar na perspectiva de PCOC, utilizando o sistema de braille para a Construção do Número, de modo que PDV possam relacionar os símbolos indo-arábicos e as letras do alfabeto da língua portuguesa, com os símbolos do sistema braille. Para isto, retomaremos os Dispositivos Experimentais da SD desenvolvidos nesta pesquisa que atualizaremos seguindo com aplicação, realização da análise *a posteriori* e validação da SD, mergulhando assim o trabalho na Pesquisa Externa da Análise Institucional & Sequência Didática (AI&SD).

## Referências

- ABREU, Thaís Elisa Barcelos. **O ensino de Matemática para alunos com deficiência Visual**. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática). Universidade Estadual Fluminense Darcy Ribeiro-UENF, Campos dos Goytacazes-RJ, 2013.
- BRASIL. **Decreto nº 5.296** de 2 de dezembro de 2004. Regulamenta a prioridade de atendimento às pessoas com deficiência. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm). Acesso em: 04 nov. 2020.
- BRASIL. Legislação (1962). **Lei nº 4.169**, de 4 de dezembro de 1962. Oficializa as convenções Braille para uso na escrita e leitura dos cegos e o Código de Contrações e Abreviaturas

Braille. Brasília, 1969. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/1950-1969/l4169.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1950-1969/l4169.htm). Acesso em: 30/11/2020.

BRASIL. Legislação (2015). **Lei 13.146**, de 6 de julho de 2015. Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm). Acesso em: 15 nov. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018. Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf). Acesso em: 28 fev. 2020.

CHEVALLARD, Y. **Concepts fondamentaux de la didactique: perspectives apportées par une approche anthropologique**. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, Grenoble, v. 12, n. 1, p. 73-112, 1992.

FERNANDES, C. T. et al. **A Construção do Conceito de Número e o Pré-Soroban**. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Especial, Brasília, 2006.

FERNANDES, Márcia Garcia Pereira. **A construção do conceito de número: a intervenção psicopedagógica junto a um estudante com deficiência intelectual**. Trabalho Final de Curso (XII Curso de especialização em psicopedagogia clínica e institucional 2016/2017), Brasília, 2017.

HENRIQUES, A. NAGAMINE, A. NAGAMINE, C. M. L. Reflexões sobre Análise Institucional: o caso do ensino e aprendizagem de integrais múltiplas. *Revista Bolema*, Rio Claro (SP), v.6, n. 44, 2012.

HENRIQUES, A. **Saberes Universitários e as suas relações na Educação Básica: Uma análise institucional em torno do Cálculo Diferencial e Integral e das Geometrias**. Editora Via Litterarum, Ibicaraí-Bahia, 2019.

HENRIQUES, A. **Introdução ao Maple enquanto sistema de computação algébrica & gestão de códigos para impressora 3D**. Editus 2021.

NOLETO, Carine Almeida Silva. **A construção do número pela criança com deficiência intelectual: a percepção entre diferentes ambientes escolares**. Dissertação (Pós-Graduação em Educação). Universidade de Brasília-UnB, Brasília, 2017.

RABARDEL, P. **Les Hommes et les Technologies: Approche cognitive des instruments contemporains**. Armand Colin Editeur, Paris. 1995.

TEIXEIRA, Bartira Fernandes. **Surdos e ouvintes juntos no espaço escolar: o processo de construção do número**. Dissertação (Mestrado em Ensino Filosofia e História das Ciências), Universidade Federal da Bahia-UFBA, Salvador, 2019.

VERILLON P. **La problématique de l'enseignement: um cadre pour penser l'enseignement du graphisme**, *Revue GRAF & TEC*. V. 0 n° 0, Université Fédérale Santa Catarina, Brésil. 1996.

WANZELER, E. P. SALES, E. R. Reflexos e reflexões sobre Educação Matemática e inclusão a partir de uma aula para surdos, e um surdocego. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**. Belém (PA), v.15, n.34, jul-dez 2019. P.188-199.

WERNER, Hilda Maria Leite. **O processo da construção do número, o lúdico e TICs como recursos metodológicos para criança com deficiência intelectual** (Caderno Pedagógico). Programa de Desenvolvimento Educacional – PDE, Paranaguá-Paraná, 2008.