



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CATALÃO  
INSTITUTO DE MATEMÁTICA E TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM  
MATEMÁTICA EM REDE NACIONAL



ALEXANDER SEREJO SANTOS

**O USO DO LOGISIM PARA O ENSINO DE LÓGICA MATEMÁTICA:  
UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA**

CATALÃO  
2024



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CATALÃO**

**INSTITUTO DE MATEMÁTICA E TECNOLOGIA**

Av. Dr. Lamartine Pinto de Avelar, número 1120, - Bairro Setor Universitário, Catalão/GO, CEP 75704-020

Telefone: - - <https://www.ufca.edu.br>

**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO (TECA)**

**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO (TECA) PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DE TESES E DISSERTAÇÕES DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE CATALÃO (UFCA)**

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Catalão (UFCA) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFCA), sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei 9.610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo das Teses e Dissertações disponibilizado na BDTD/UFCA é de responsabilidade exclusiva do autor. Ao encaminhar o produto final, o(a) autor(a) e o(a) orientador(a) Ao encaminhar o produto final, o autor(a) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

1. Identificação do material bibliográfico

Dissertação ou Tese? **Dissertação.**

2. Nome completo do autor: **Alexander Serejo Santos.**

Nome completo do(a) orientador(a): **Porfírio Azevedo dos Santos Júnior.**

3. Título do trabalho

Título: *O USO DO LOGISIM PARA O ENSINO DE LÓGICA MATEMÁTICA: Uma Proposta de Sequência Didática*

4. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador)

Concorda com a liberação total do documento: [ x ] SIM [ ] NÃO<sup>1</sup>

[<sup>1</sup>] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante:

- a) consulta ao(à) autor(a) e ao(à) orientador(a);
- b) novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo da tese ou dissertação.

**O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.**

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

**Obs.: Este termo deverá ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor**



Documento assinado eletronicamente por **PORFIRIO AZEVEDO DOS SANTOS JUNIOR, Professor(a) do Magistério Superior**, em 28/06/2024, às 15:25, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Alexander Serejo Santos, Usuário Externo**, em 02/07/2024, às 08:03, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufcat.edu.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufcat.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **0082863** e o código CRC **35084963**.

ALEXANDER SEREJO SANTOS

**O USO DO LOGISIM PARA O ENSINO DE LÓGICA MATEMÁTICA:  
UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional do Instituto de Matemática e Tecnologia da Universidade Federal de Catalão, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Matemática.  
Área de concentração: Ensino de Matemática.  
Orientador: Prof. Dr. Porfírio Azevedo dos Santos Júnior

CATALÃO  
2024

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFCAT.

Santos, Alexander Serejo  
O USO DO LOGISIM PARA O ENSINO DE LÓGICA  
MATEMÁTICA : Uma Proposta de Sequência Didática / Alexander  
Serejo Santos. - 2024.  
112, XIII f.

Orientador: Prof. Dr. Porfírio Azevedo dos Santos Júnior.  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Catalão, Instituto  
de Matemática e Tecnologia, Catalão, Programa de Pós-Graduação  
em Matemática em Rede - PROFMAT, Catalão, 2024.

Bibliografia. Apêndice.

Inclui siglas, abreviaturas, lista de figuras.

1. Educação. 2. Matemática. 3. Lógica Matemática. 4. TIC'S. 5.  
LOGISIM. I. Júnior, Porfírio Azevedo dos Santos, orient. II. Título.

CDU 51



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CATALÃO  
 Av. Dr. Lamartine Pinto de Avelar, número 1120, - Bairro Setor Universitário, Catalão/GO, CEP 75704-020  
 Telefone: - - <https://www.ufcat.edu.br>

## ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Ata nº 04 da sessão de Defesa de Dissertação de **Alexander Serejo Santos**, que confere o título de Mestre(a) em **Matemática**, na área de concentração em **Ensino de Matemática. Aos vinte e oito dias do mês de maio de dois mil e vinte e quatro, às 14h**, por Webconferência via sistema Google Meet (<https://meet.google.com/jko-void-cuk?authuser=0>), reuniram-se os componentes da banca examinadora, docentes **Dr. Porfírio Azevedo dos Santos Júnior (PROFMAT/IMTec/UFCAT)**, orientador, **Dr. Paulo Roberto Bergamaschi (PROFMAT/IMTec/UFCAT)** e **Dr. Flávio Raimundo de Souza (IFG-CÂMPUS GOIÂNIA)**, para, em sessão pública, procederem a avaliação da Dissertação intitulada "*O USO DO LOGISIM PARA O ENSINO DE LÓGICA MATEMÁTICA: Uma Proposta de Sequência Didática*", de autoria de **Alexander Serejo Santos**, discente do Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional (PROFMAT) da UFCAT. A sessão foi aberta pelo presidente, que fez a apresentação formal dos membros da banca. Em seguida, a palavra foi concedida ao discente, que procedeu com a apresentação. Terminada a apresentação, cada membro da banca arguiu o examinando. Terminada a fase de arguição, procedeu-se a avaliação da Dissertação, que foi considerada **aprovada**. Cumpridas as formalidades de pauta, a presidência da mesa encerrou a sessão e, para constar, lavrou-se a presente ata que, depois de lida e aprovada, segue assinada pelos membros da banca examinadora.

Obs.: "Banca Examinadora de Qualificação/Defesa Pública de Dissertação/Tese realizada em conformidade com a Portaria da CAPES nº 36, de 19 de março de 2020, de acordo com seu segundo artigo:

Art. 2º A suspensão de que trata esta Portaria não afasta a possibilidade de defesas de tese utilizando tecnologias de comunicação à distância, quando admissíveis pelo programa de pós-graduação stricto sensu, nos termos da regulamentação do Ministério da Educação."



Documento assinado eletronicamente por **PORFIRIO AZEVEDO DOS SANTOS JUNIOR**, **Professor(a) do Magistério Superior**, em 28/05/2024, às 15:01, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **PAULO ROBERTO BERGAMASCHI**, **Professor(a) do Magistério Superior**, em 28/05/2024, às 15:03, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **FLAVIO registrado(a) civilmente como FLÁVIO RAIMUNDO DE SOUZA**, **Usuário Externo**, em 28/05/2024, às 19:41, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufcat.edu.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufcat.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **0071177** e o código CRC **92432B8D**.

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial deste trabalho sem a autorização da universidade, do autor e do orientador.

**Alexander Serejo Santos** graduou-se em Licenciatura em Matemática, pela Universidade Federal de Goiás, *Campus Catalão*, em 2010.

Dedico este trabalho à minha mãe, Maria de Fátima (*in memoriam*), cuja luta incansável pela minha educação e crença no meu sucesso foram fundamentais para que eu chegasse até aqui.

Também dedico à minha esposa, Kamila, por seu apoio inabalável e por estar ao meu lado em todos os momentos desta jornada.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por permitir que eu buscasse essa conquista e por colocar ao meu lado pessoas que tiveram um papel muito importante nesse processo.

Sou profundamente grato à minha mãe, Maria de Fátima (*in memoriam*), e ao meu pai, José, por sonharem em me proporcionar a melhor educação possível.

À minha esposa Kamila, meu agradecimento especial. Seu apoio e motivação constantes me ajudaram a superar as dificuldades. Estendo esse agradecimento à minha filha, Maria Eduarda, por compreender minha ausência durante esse período.

Agradeço a todos os professores que sempre me apoiaram, sendo mais que educadores, verdadeiros amigos. Um agradecimento especial aos que, além de professores, foram meus orientadores. Meu especial reconhecimento ao Prof. Dr. Donald Mark Santé e ao Prof. Dr. Porfírio Azevedo dos Santos Júnior, cuja paciência e gentileza me guiaram para trilhar o melhor caminho durante o desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus colegas das turmas de mestrado, agradeço por todos os momentos em que compartilhamos dúvidas, incertezas e lamentos, mas também por aqueles em que nos motivamos e nos incentivamos mutuamente. Vivemos alguns momentos tensos, mas também muitos momentos de alegria.

## RESUMO

O ensino e a aprendizagem dos conteúdos da disciplina de Matemática são considerados difíceis por professores e alunos, respectivamente, devido a diversos mitos que têm sido repassados historicamente e a falta de inserção do uso de tecnologias digitais ou outras metodologias para auxiliar a metodologia tradicional em sala de aula. Diante disso, têm sido introduzidas novas metodologias de ensinar a disciplina para que os alunos não só percam o medo que sentem dela, mas também aprendam efetivamente e tenham mais interesse na aprendizagem de Matemática. Uma dessas novidades, já nem tão recente, é o uso de Tecnologias de Informação e Comunicação na sala de aula, para que o ambiente educativo seja mais criativo e estimulante e o professor atue como mediador das atividades que levam ao conhecimento e não apenas alguém que o transmite aos alunos. Essas tecnologias abriram caminho para que o ensino de Lógica, um conceito milenar, voltasse a fazer parte das aulas de Matemática, com a contribuição de ferramentas tecnológicas. O objetivo geral deste estudo foi produzir uma sequência didática, a fim de auxiliar professores e alunos no ensino de Lógica Matemática, com o uso do *software* educacional LOGISIM. Os objetivos específicos foram: desenvolver um modelo que os professores da Educação Básica possam aplicar no ensino de Lógica Matemática; instigar a reflexão das vantagens da aplicação de metodologias ativas no ensino da Matemática; provocar nos professores o desejo de criar novas ideias para uso deste *software* e de outros métodos em suas aulas, inserindo o ensino da Matemática em uma perspectiva mais atual, utilizando ferramentas tecnológicas que são comuns ao cotidiano dos alunos. Trata-se de pesquisa bibliográfica, exploratória e descritiva, onde é proposto o uso de uma sequência didática, composta por sete aulas, onde os alunos aprendam a executar comandos lógicos no *software*, que podem ser usados em algum momento de seu futuro profissional. As aulas apresentam ilustrações do que deve ser executado pelos alunos, o material necessário e sugestão de avaliação, incluindo um modelo de questionário, de forma que qualquer professor de Matemática possa apresentá-las para os seus alunos da Educação Básica, especialmente no Ensino Fundamental II e Ensino Médio. Acredita-se, dessa forma, que o ensino de Lógica Matemática possa contribuir de maneira relevante para que os alunos tenham uma nova visão do ensino de Matemática e usem esse conhecimento em sua área profissional cuja tendência é tornar-se cada vez mais importante, que é a Tecnologia da Informação.

Palavras-chave: Educação. Matemática. Lógica Matemática. TIC's. LOGISIM.

## ABSTRACT

Teaching and learning Mathematics content are considered difficult by teachers and students, respectively, due to several myths that have been passed on historically and the lack of inclusion of the use of digital technologies or other methodologies to assist the traditional methodology in the classroom. Given this, new methodologies for teaching the subject have been introduced so that students not only lose their fear of it, but also learn effectively and have more interest in learning Mathematics. One of these novelties, not so recent anymore, is the use of Information and Communication Technologies in the classroom, so that the educational environment is more creative and stimulating and the teacher acts as a mediator of the activities that lead to knowledge and not just someone who transmits it to students. These technologies paved the way for the teaching of Logic, an ancient concept, to once again be part of Mathematics classes, with the contribution of technological tools. The general objective of this study was to produce a didactic sequence, in order to assist teachers and students in teaching Mathematical Logic, using the LOGISIM educational software. The specific objectives were: to develop a model that Basic Education teachers can apply in teaching Mathematical Logic; instigate reflection on the advantages of applying active methodologies in teaching Mathematics; provoke in teachers the desire to create new ideas for using this software and other methods in their classes, inserting Mathematics teaching into a more current perspective, using technological tools that are common to students' daily lives. This is bibliographical, exploratory and descriptive research, which proposes the use of a didactic sequence, consisting of seven classes, where students learn to execute logical commands in the software, which can be used at some point in their professional future. The classes present illustrations of what should be performed by the students, the necessary material and assessment suggestions, including a questionnaire model, so that any Mathematics teacher can present them to their Basic Education students, especially in Elementary School II. and High School. It is believed, therefore, that the teaching of Mathematical Logic can contribute in a relevant way so that students have a new vision of the teaching of Mathematics and use this knowledge in their professional area, which tends to become increasingly important, which is Information Technology.

Keywords: Education. Mathematics. Mathematical logic. ICTs. LOGISIM.

## LISTA DE FIGURAS E QUADROS

<b>Figura 1</b>	Plano de Aula para Desenvolvimento de Sequência Didática.....	45
<b>Figura 2</b>	Botões dos Modos Criação e Simulação.....	55
<b>Figura 3</b>	Botões das Portas de Entrada e de Saída.....	55
<b>Figura 4</b>	As Portas de Entrada e de Saída na Área de Trabalho.....	56
<b>Figura 5</b>	As Conexões nas Portas de Entrada e de Saída.....	56
<b>Figura 6</b>	Conectando a Porta de Entrada à Porta de Saída.....	57
<b>Figura 7</b>	As Portas de Entrada e de Saída Devidamente Conectadas.....	57
<b>Figura 8</b>	Os Rótulos das Portas de Entrada e de Saída.....	58
<b>Figura 9</b>	Simulação do Circuito Com a Entrada Igual a 1.....	59
<b>Figura 10</b>	Simulação do Circuito Com a Entrada igual a 0.....	59
<b>Figura 11</b>	As Portas NOT, de Entrada e de Saída na Área de Trabalho.....	60
<b>Figura 12</b>	Simulação do Circuito Com a Entrada Igual a 1.....	61
<b>Figura 13</b>	Simulação do Circuito Com a Entrada Igual a 0.....	61
<b>Figura 14</b>	Localizando a Porta AND.....	63
<b>Figura 15</b>	As Portas AND, de Entrada e de Saída Devidamente Conectadas.....	63
<b>Figura 16</b>	“Carlos é policial” é Falso e “Tiago é bombeiro” é Falso.....	64
<b>Figura 17</b>	“Carlos é policial” é Falso e “Tiago é bombeiro” é Verdadeiro.....	65
<b>Figura 18</b>	“Carlos é policial” é Verdadeiro e “Tiago é bombeiro” é Falso.....	65
<b>Figura 19</b>	“Carlos é policial” é Verdadeiro e “Tiago é bombeiro” é Verdadeiro.....	66
<b>Figura 20</b>	As Portas OR, de Entrada e de Saída Devidamente Conectadas.....	67
<b>Figura 21</b>	“Carlos é policial” é Falso ou “Tiago é bombeiro” é Falso.....	68
<b>Figura 22</b>	“Carlos é policial” é Falso ou “Tiago é bombeiro” é Verdadeiro.....	68
<b>Figura 23</b>	“Carlos é policial” é Verdadeiro ou “Tiago é bombeiro” é Falso.....	69
<b>Figura 24</b>	“Carlos é policial” é Verdadeiro ou “Tiago é bombeiro” é Verdadeiro.....	69
<b>Figura 25</b>	Circuito Com Três Entradas.....	70
<b>Figura 26</b>	Tabela-Verdade do Circuito com Três Entradas.....	71
<b>Figura 27</b>	Análise da Tabela-Verdade do Circuito Com Três Entradas.....	72
<b>Figura 28</b>	Circuito “Descubra as Profissões”.....	73
<b>Figura 29</b>	Circuito Simulando que “Carlos é policial” é Verdadeiro, “Tiago é bombeiro” é Falso e “Bruno é médico” é Verdadeiro.....	74
<b>Figura 30</b>	Tabela-Verdade do Circuito “Descubra as Profissões”.....	75
<b>Quadro 1</b>	Competências Específicas da Formação Docente, Conforme a BNC Formação.....	24
<b>Quadro 2</b>	Modelos de Sequências Didáticas.....	46

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

a.C.	Antes de Cristo
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
BNC Formação	Base Nacional Comum da Formação Docente
CEPIs	Centros de Ensino em Período Integral
CNE/CP	Conselho Nacional de Educação/Conselho Pleno
DCGOEM	Diretrizes Curriculares do Estado de Goiás para o Novo Ensino Médio
DCNEM	Diretrizes Curriculares para o Novo Ensino Médio
DCNEPT	Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Profissional e Tecnológica
EJA	Educação de Jovens e Adultos
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
IFG	Instituto Federal de Goiás
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
LOGISIM	Simulador Lógico ( <i>Logic Simulator</i> )
MEC	Ministério da Educação
MMM	Movimento da Matemática Moderna
PNE	Plano Nacional de Educação
PUC Minas	Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
RAM	Memória de Acesso Aleatório ( <i>Random Access Memory</i> )
SEDUC	Secretaria de Estado de Educação do Estado de Goiás
SD	Sequência Didática
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
TICs	Tecnologias da Informação e da Comunicação
VL	Valor Lógico
VL(p)=V	O Valor Lógico de p é Verdadeiro
VL(q)=F	O Valor Lógico de q é Falso
UFG	Universidade Federal de Goiás
UARCs	Unidades Articuláveis de Reconstrução Conceitual

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>O ENSINO DE MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA E A FORMAÇÃO DE PROFESSORES</b> .....	<b>19</b>
2.1	DIFICULDADES NA APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA.....	19
2.2	IMPLICAÇÕES PARA A FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA.....	23
2.2.1	A BNCC e a Base Nacional Comum da Formação Docente (BNC Formação).....	23
2.2.2	Formação Inicial e Continuada de Professores de Matemática para a Educação Básica .....	25
<b>3</b>	<b>A LÓGICA MATEMÁTICA E SUA APLICAÇÃO NA EDUCAÇÃO BÁSICA: O LOGISIM</b> .....	<b>29</b>
3.1	HISTÓRICO E CONCEITO DE LÓGICA .....	29
3.2	A LÓGICA MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA.....	31
3.2.1	A Lógica Proposicional.....	35
3.2.2	O LOGISIM no Ensino de Lógica Matemática .....	38
<b>4</b>	<b>USO DE SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS NO ENSINO DE LÓGICA MATEMÁTICA</b> .....	<b>41</b>
4.1	SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS: CONCEITO E IMPLICAÇÕES NA APRENDIZAGEM .....	41
4.2	PLANO DE AULA E MODELOS DE SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS .....	43
<b>5</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>50</b>
5.1	TIPO DE ESTUDO .....	51
5.2	POPULAÇÃO ALVO DO PRODUTO DA PESQUISA.....	52
5.3	AVALIAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PROPOSTA.....	52
5.4	ASPECTOS ÉTICOS .....	53
<b>6</b>	<b>SEQUÊNCIA DIDÁTICA PROPOSTA PARA USO DO LOGISIM NO ENSINO DE LÓGICA MATEMÁTICA</b> .....	<b>54</b>
	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>76</b>
	<b>REFERÊNCIAS / BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>79</b>
	APÊNDICE 1 – INTRODUÇÃO À LÓGICA MATEMÁTICA .....	87
	APÊNDICE 2 – TUTORIAL LOGISIM .....	105
	APÊNDICE 3 - QUESTIONÁRIO AVALIATIVO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA... 109	
	APÊNDICE 4 – MODELO DE PLANO DE AULA DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA. 111	

## 1 INTRODUÇÃO

Inicialmente descrevo um breve memorial da minha trajetória como aluno e professor de Matemática, buscando destacar de onde vem a motivação para a pesquisa proposta neste trabalho. Nascido no final da década de 1970, sou de uma geração que viu o início da era digital com o avanço dos computadores, dos videogames, que foi quando surgiram várias tecnologias. Encantado com tudo isso, cursei o Ensino Médio integrado ao Curso Técnico em Processamento de Dados. Posteriormente, fiz meus Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) da graduação e da especialização, sobre o uso de *softwares* na educação.

No fim do semestre de 2015, eu lecionava no Instituto Federal de Goiás (IFG) – *Campus* Uruaçu e houve uma discussão a respeito da disciplina Lógica Matemática, que era ministrada no Curso Técnico de Informática. O *campus* do IFG tinha quatro grandes áreas: comércio, química, construção civil e informática. A área da informática possuía dois cursos: o Curso Técnico de Informática que era de nível médio e o Curso de Tecnologia em Análise de Sistemas, que era de nível superior. Devido a isso, havia uma grande quantidade de professores da área de Informática no *campus*.

Contudo, a área da Informática nos trouxe o dilema da disciplina Lógica Matemática (APÊNDICE 1), devido à quantidade da carga horária entre os professores que lecionavam na instituição. A carga horária estava elevada, apesar de não extrapolar o limite, mas estava além do horário disponível dos professores, então vieram conversar com os professores de Matemática, para saber da possibilidade da área para ministrar essa disciplina.

Lembro-me de ter visto na Universidade Federal de Goiás (UFG) – *Campus* de Catalão, no curso de Ciência da Computação, os alunos discutindo questões da disciplina Lógica Matemática. Como professor substituto de Matemática da instituição, recebia alguns alunos querendo tirar dúvidas nas questões. Como eu era professor de Matemática, poderia auxiliá-los na disciplina de Lógica Matemática, esse era o pensamento deles.

A Matemática não tinha uma coordenação e tudo era discutido entre os próprios professores. Eu não havia cursado a disciplina de Lógica Matemática na minha graduação, mesmo assim, em solidariedade aos colegas, professores de Informática, concordei que os professores de Matemática assumissem as aulas da disciplina, pois nossa carga horária não estava tão elevada.

Aceitei o desafio de ser o primeiro professor de Matemática do IFG – *Campus* Uruaçu a assumir a disciplina de Lógica Matemática. Prontifiquei-me a ministrar a disciplina e como

de costume entre nós professores, iniciei a minha pesquisa. Primeiramente, para saber qual era a ementa da disciplina e depois fui conversar com os colegas professores que ministraram a disciplina anteriormente. Logo que comecei o estudo, fiquei muito feliz, pois vi que alguns conteúdos da disciplina eu estudei sim, no curso de graduação de Matemática.

Por contradição, eu havia estudado conteúdos como Proposições, Proposições Equivalentes e Demonstração por Prova Direta. Alguns conteúdos eu nunca tinha estudado, como Tabela-Verdade e Álgebra de Boole. Mas foi algo que me motivou ainda mais a ministrar a disciplina, porque eu estaria aprendendo algo novo.

Durante as aulas, pensei na possibilidade de trabalhar algo que tornasse a disciplina mais compreensível aos alunos, tornando-a mais cativante. Nessa busca, encontrei o LOGISIM que é um simulador de circuitos lógicos (APÊNDICE 2). O LOGISIM é um *software* educacional, além de ser um programa livre, programa de código aberto, criado por Carl Burch (BURCH, 2023).

Uma das vantagens do uso desse *software* é a possibilidade de ver o computador simulando alguns exercícios que os alunos resolveram no caderno. Eles utilizam toda a estrutura e as propriedades da Álgebra de Boole nos exercícios resolvidos na sala de aula, como Tabelas Verdade e simplificações de expressões booleanas e depois testam os mesmos exercícios no Laboratório de Informática.

Quando eu levava os alunos para o Laboratório de Informática e lá pedia para eles fazerem os mesmos exercícios feitos no caderno, só que agora no computador, a reação era bem diferente, porque os alunos conseguiam ver o circuito que eles mesmos projetaram, funcionando bem ali na frente deles. Conseguiam, inclusive, verificar alguns erros que eles haviam cometido. Além disso, possibilitava aos alunos usarem a criatividade. Essa geração nasceu ainda mais inserida na tecnologia e isso não era difícil para aqueles alunos. Lecionei a disciplina por dois anos seguidos e, devido a minha experiência, pretendo incentivar colegas professores, sugerindo algumas sequências didáticas a serem desenvolvidas com o uso do LOGISIM.

Assim, o desenvolvimento deste estudo foi motivado pela expectativa de que ajudaria a amenizar a alta proporção de alunos que têm trauma ou dificuldade de aprender Matemática. Conforme Santos e Almeida (2022), isso ocorre porque no imaginário popular as operações matemáticas representam algo de grande complexidade e tidas como difíceis no âmbito do conhecimento e que não proporcionaria prazer na aprendizagem e sim, sofrimento. Esse imaginário foi disseminado nas escolas e em outros espaços sociais como sendo uma verdade,

provocando o temor e aversão ao seu estudo entre os alunos.

Diante disso, é que surgiu o interesse em investigar um método de complementação da prática pedagógica, visando em algum momento contribuir para melhorar o que as escolas estão atualmente aplicando em termos de processos de ensino/aprendizagem, buscando enriquecer a ação pedagógica. Partiu-se da ideia de que a inclusão de recursos técnicos exige cursos destinados a capacitar e orientar os alunos no uso de *softwares* como ferramentas, permitindo, assim, uma abordagem construtiva, natural e investigativa do tema proposto, construindo e consolidando seus conhecimentos.

É necessário, portanto, que as escolas se posicionem para buscar incorporar em suas atividades o uso de tecnologias e recursos técnicos que facilitem o processo de ensino e aprendizagem, principalmente no campo da Matemática. Essa atitude pode aproximar o aluno do conteúdo, colaborando e fazendo com que ele se interesse e, portanto, goste de aprender a disciplina.

É notório o acelerado desenvolvimento tecnológico a que se tem assistido nas últimas décadas. Essa evolução afeta diretamente a vida dos alunos. Portanto, se essas transições não forem consideradas e se acompanharem essa transformação desenfreada, buscando adequá-la à realidade, o trabalho como educador pode não ter o sucesso esperado. Isolados em metodologias consideradas eficazes, mas que necessitam de aprimoramento para atingir níveis mais elevados aos anseios e a realidade sociocultural dos estudantes atuais, há razões para acreditar que as ações dos educadores podem muitas vezes serem consideradas ultrapassadas e defasadas, na medida em que perpetuam um ensino mecânico e não questionador.

Além disso, os professores precisam estar preparados para as inovações tecnológicas, para que possam atingir o objetivo de preparar os alunos para um mundo cada vez mais tecnológico; objetivo esse, inclusive, inserido nas competências gerais da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), especificamente o seu item 5º, das Competências Gerais da Educação Básica, que visa utilizar as tecnologias digitais de forma criativa e significativa para a vida dos estudantes (Brasil, 2017a).

Portanto, este trabalho busca contribuir com o processo de ação docente, especificamente no campo da Matemática, a partir das seguintes perguntas: O uso da tecnologia, e mais especificamente, o uso do *software* LOGISIM, em conjunto com o processo de ensino de Matemática, contribui para aumentar o engajamento dos alunos? Melhora efetivamente o interesse no que está sendo ensinado? Quais são as implicações do uso do *software* LOGISIM

em um curso de Lógica Matemática?

Diante dessas questões, busca-se com o presente trabalho contribuir para a efetividade da implementação de recursos didático-pedagógicos para o ensino de Lógica Matemática no Ensino Básico brasileiro, utilizando para isso o *software* livre LOGISIM, como uma ferramenta de inclusão digital, para o estudo da Lógica Matemática. O objetivo foi analisar a possibilidade de o referido *software* proporcionar maior interação dos alunos com os conteúdos trabalhados em sala de aula, conectando o processo de aprendizagem com situações-problema que existem no cotidiano dos alunos e, portanto, verificando se o LOGISIM permite alcançar uma aprendizagem melhor e mais efetiva para o mundo tecnológico que os alunos vivem hoje.

Considerando que o ensino de Lógica não tem a importância que merece no ensino de Matemática na Educação Básica e que a aplicação de conhecimentos lógicos no mundo moderno são muito relevantes para a formação de um cidadão crítico, este trabalho parte do pressuposto de que novas abordagens relacionadas ao uso de tecnologia no ensino de Matemática podem trazer melhores resultados, seja quanto ao processo de ensino-aprendizagem em si, seja quanto à aplicação futura, na vida cotidiana, dos saberes trabalhados em sala de aula. Desta forma, a hipótese deste trabalho é a de que o LOGISIM, aplicado no ensino da Lógica Matemática, ofereça um recurso moderno e inspirador para os professores da Educação Básica e eleve o interesse dos estudantes.

Posto isso, o objetivo geral do estudo foi produzir uma sequência didática, a fim de auxiliar professores e alunos no ensino de Lógica Matemática, com o uso do *software* educacional LOGISIM.

Os objetivos específicos foram: desenvolver um modelo que os professores da educação básica possam aplicar no ensino de Lógica Matemática; instigar a reflexão das vantagens da aplicação de diferentes metodologias no ensino da Matemática; provocar nos professores o desejo de criar novas ideias para uso deste *software* e de outros métodos em suas aulas, inserindo o ensino da Matemática em uma perspectiva mais atual, utilizando ferramentas tecnológicas.

O estudo apresenta quatro capítulos teóricos, sendo que o primeiro aborda o ensino de Matemática na Educação Básica e a formação de professores; o segundo trata do conceito de Lógica Matemática e sua aplicação na Educação Básica, na disciplina de Matemática; o terceiro descreve o *software* LOGISIM e aborda sua aplicação no ensino de Lógica Matemática; e o quarto capítulo trata do uso de sequências didáticas no ensino de Lógica Matemática,

envolvendo o *software* LOGISIM. A seguir, descreve-se o processo metodológico utilizado na pesquisa e, por fim, como produto, é apresentada a sequência didática proposta para o ensino de Lógica Matemática, com o uso do LOGISIM.

## **2 O ENSINO DE MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA E A FORMAÇÃO DE PROFESSORES**

Segundo Silva (2018), o conhecimento matemático foi construído a partir de situações concretas e necessidades reais de cada povo, não sendo, portanto, voltado somente para cientistas ou pessoas com alto nível de inteligência. Ele sempre fez parte do cotidiano das pessoas, podendo ser aprendido por cada uma delas. A crença de que se trata de algo difícil, na realidade, não procede. Essa crença foi construída a partir do fato de que o conhecimento matemático, em tempos antigos, estava nas mãos da classe dominante, principalmente dos sacerdotes. Na verdade, a produção desse conhecimento partiu de problemas vivenciados pelas pessoas em geral e que, em algum momento, deram-lhes soluções matemáticas.

Essa crença de que os conteúdos de Matemática são difíceis de serem aprendidos afeta o ato de ensinar a disciplina, por parte do professor e a aprendizagem dos alunos. Dessa forma, são apresentados a seguir as dificuldades enfrentadas pelos alunos para aprender, no cotidiano da sala de aula e os desafios que envolvem o ensino de Matemática, principalmente na formação do professor na Educação Básica no Brasil.

### **2.1 DIFICULDADES NA APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA**

O sistema de ensino brasileiro está organizado em dois níveis, Educação Básica e Educação Superior. A Educação Básica é constituída pela Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio e a Educação Superior é composta pelos cursos de Graduação, Pós-Graduação e Extensão. Essa hierarquia foi estabelecida pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996 - LDB), que alterou a concepção de graus de ensino para níveis de ensino, considerando que a educação é um direito social, garantido constitucionalmente, como consta no artigo 205 (Brasil, 1996; Brasil, 1988).

O ensino de Matemática está inserido em todas as fases da Educação Básica e em diversos cursos da Educação Superior. Na Educação Infantil, as crianças são apresentadas formalmente aos conhecimentos matemáticos, envolvendo contar objetos concretos, determinar suas dimensões e medidas, comparar pesos de objetos diversos, bem como seus comprimentos, avaliar distâncias, reconhecer formas geométricas, bem como conhecimento e reconhecimento dos numerais cardinais e ordinais. Essas competências não podem estar desvinculadas da

interpretação dos instrumentos matemáticos, como um boleto a pagar e o uso do celular (Brasil, 2022).

Nesse momento, as crianças têm a oportunidade de desenvolver:

[...] competências: conjunto de conhecimentos que podem ser desenvolvidos e adquiridos por meio de informações e experiências que possibilitam a atuação efetiva em um trabalho ou uma determinada situação do cotidiano. [...] habilidades: qualidades ou aptidões que a pessoa estuda ou já é profissional tem para aplicar suas competências. [...] capacidade: preparo amplo para enfrentar as situações imprevisíveis, em uma perspectiva aberta e indefinida, em situações que possam se apresentar no percurso da vida (Dante, 2022, p. 10).

Fala-se em desenvolvimento porque as crianças que ingressam nessa fase da Educação Básica trazem conhecimentos prévios de Matemática, que são aprendidos com os pais e também na Educação Infantil. Desde o nascimento, as crianças têm contato com a Matemática e aprendem suas noções por meio de atividades cotidianas livres, brincadeiras e jogos. Quando ingressam na escola, o professor deve orientá-las para desenvolverem o raciocínio lógico e a capacidade de criação, usando atividades sistematizadas (Souza; Teixeira, 2021).

Nessa fase da Educação Básica, as crianças chegam à escola com conhecimentos matemáticos e se deparam com o ensino da Matemática, a ser vivenciado por meio de experiências programadas pelos professores. O desenvolvimento dessas experiências em sala de aula deve continuar a ser alimentado pela curiosidade e entusiasmo da criança, de forma que não sejam construídos traumas ou medo da disciplina. O ensino deve ser lúdico e os problemas a serem resolvidos podem ser apresentados por meio de jogos e brincadeiras, que proporcionam prazer e desenvolvem a atenção, o raciocínio lógico e a aprendizagem de estratégias. Quando o ensino dos conhecimentos matemáticos é artificial, pode ser que a criança passe a não gostar do seu estudo, sentimento que será difícil desfazer ao longo da vida escolar (Alves; Dense, 2019).

Conforme Lorensatti (2009), quando passam ao Ensino Fundamental, as crianças já devem saber usar o vocabulário matemático básico, envolvendo grandezas, espaço e medidas, representá-lo graficamente e utilizá-lo no seu cotidiano. Nesse aspecto, o vocabulário matemático deve estar sempre relacionado à aprendizagem da Língua Portuguesa, o que geralmente não acontece nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental, para ajudar na interpretação e, conseqüentemente, na resolução de problemas. Competências e habilidades em leitura e escrita são fundamentais para os alunos que concluem os Anos Iniciais.

No Ensino Fundamental, os alunos precisam relacionar o que observam no mundo real com representações, como tabelas, figuras e esquemas, associando-as aos conceitos e propriedades, de forma a desenvolver conjecturas e iniciar a resolução de problemas. Trata-se do letramento matemático, que compreende o uso das competências, habilidades e capacidades, cuja aquisição teve início nos Anos Iniciais (Brasil, 2022).

Normalmente, as pessoas, crianças ou não, concebem mais de uma solução para resolver problemas e na Matemática não é diferente. Na sala de aula, deparam-se com o mito de que eles têm uma resposta correta e os alunos terminam por esperar que o professor apresente a regra, para que possam encontrá-la, o que elimina a autonomia e a curiosidade. Quando os alunos não compreendem porque somente um caminho leva à resposta certa, o problema pode não fazer sentido e a aprendizagem também não. A partir daí, os alunos que não conseguem aprender desenvolvem apatia pelos conhecimentos de Matemática, o que lhes trará ainda mais prejuízo ao decorrer dos Anos Finais do Ensino Fundamental e no Ensino Médio (Guérios, Medeiros Júnior, 2016).

Conforme Brasil (1997) e König (2013), é necessário lembrar que na Educação Infantil e Ensino Fundamental, principalmente nos Anos Iniciais, os alunos resolvem problemas por meio do uso de materiais concretos, o que pode levá-los a construir mais de um caminho para encontrarem a solução. No entanto, muitos professores apresentam a regra e esperam pela resposta certa, com foco somente nos resultados, definições, técnicas e demonstrações, transformando o conhecimento matemático em discurso simbólico, abstrato e incompreensível para os alunos, que deveriam ter a oportunidade de mostrar o caminho percorrido e justificar a estratégia escolhida para chegarem ao resultado. Assim, o aluno criaria seu próprio conhecimento, em vez de apenas reproduzir as regras passadas pelos professores e poderia ter mais afetividade pela disciplina de Matemática.

As questões relacionadas à comunicação estão entre as mais presentes no âmbito das dificuldades de aprendizagem, ou seja, “uma ampla gama de problemas que podem afetar qualquer área do desempenho acadêmico” e que fazem com que muitos alunos sejam rotulados como incapazes ou pouco dedicados em alguma disciplina, dentre elas, muito frequentemente, a Matemática. Como a complexidade aumenta de uma fase do ensino para a outra, esses alunos ficam muito ansiosos diante da possibilidade de receberem esses rótulos e não conseguem aprender os novos conhecimentos, gerando uma sensação prévia de frustração (Masola; Allevalo, 2019).

Segundo Guerreiro (2011), antes de ingressarem na escola as crianças acessam esse conhecimento por meio da comunicação verbal, geralmente por parte dos pais. Ao chegarem à escola, aprendem a usar a leitura e a escrita para se comunicarem e daí por diante essas competências serão fundamentais em sala de aula. A comunicação é uma partilha de significados, de forma a modificar ou produzir novos comportamentos, tanto do professor, quanto dos alunos. No caso das aulas de Matemática, geralmente a expressão oral dos alunos é desvalorizada e quando ocorre, fica engessada no tempo da aula e dos programas curriculares a cumprir.

De acordo com que afirma Guerreiro (2011), no ensino tradicional de Matemática, os conhecimentos estão previamente definidos e são considerados como imutáveis, de forma que cabe aos alunos a sua assimilação, para memorizar as regras e oferecer respostas corretas, geralmente escritas. O vocabulário matemático aprendido em séries anteriores geralmente não é verificado e novos termos são introduzidos sem maiores preocupações de que os alunos os entendam. Os alunos se tornam espectadores do discurso do professor e não contribuem com suas mensagens para uma comunicação que poderia se basear no diálogo. O professor precisa oferecer respostas às dúvidas que surgirem, respeitando sempre a faixa etária e os conhecimentos dos alunos, para, a partir daí, construir novas ideias com eles.

O aumento da complexidade dos conhecimentos matemáticos apresentados aos alunos em cada fase da Educação Básica é previsível e precisa ser considerado pelos professores, pois, diante dessa situação, muitos são os alunos que não compreendem os novos conteúdos, por não verem utilidade na sua aprendizagem. Essa visão é muito presente nos Anos Finais do Ensino Fundamental e no Ensino Médio, principalmente na Educação de Jovens e Adultos (EJA). Diante do ensino tradicional de Matemática, os alunos não conseguem encontrar a finalidade e utilidade dos conhecimentos matemáticos para a sua vida prática e se desinteressam deles (Silva, 2014).

Uma possível explicação para essa aversão pode estar na compartimentalização dos conhecimentos, deixando os conceitos matemáticos distantes das demais disciplinas. O professor deve lembrar aos alunos que os conhecimentos matemáticos estão em tudo a sua volta e podem ser aplicados nas disciplinas escolares, assim como em todos os setores da vida. Este caminho traz aos alunos uma aprendizagem com mais significado e amplia seus conhecimentos, na medida em que administram as informações ao seu redor e enfrentam novas situações (Murillo, 2017).

## 2.2 IMPLICAÇÕES PARA A FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA

A princípio, a docência não era uma função especializada, sendo exercida por religiosos leigos, principalmente os que se destacavam em suas profissões. Foi o avanço da educação para toda a sociedade e a sua estatização que passou a exigir do docente que tivesse uma formação específica e se profissionalizasse. Na educação brasileira esse profissionalismo já teve vários formatos e intencionalidades, mas a relação entre teoria e prática sempre permeou a formação de professores, sendo maior ou menor, conforme o momento sociopolítico (Schuchter; Lomba, 2022).

No momento atual, o tema da formação de professores para a Educação Básica no Brasil, dentre eles o professor de Matemática, vive uma transição, com as tentativas de implementação de uma base comum de formação, a exemplo da que foi instituída para os alunos. Algumas considerações a respeito dessa nova realidade e de como ela pode impactar na formação dos professores de Matemática são apresentadas a seguir, para refletir se as novas diretrizes formativas contribuirão ou não para a solução das dificuldades dos alunos, que foram apontadas anteriormente.

### 2.2.1 A BNCC e a Base Nacional Comum da Formação Docente (BNC Formação)

A entrada em vigor da BNCC, em 2018, trouxe alterações no processo de formação de professores para atuarem na Educação Básica, no Brasil, tendo o objetivo, dentre outros, de contribuir para a formulação de uma política de formação inicial e continuada. “[...] os professores terão que desenvolver um conjunto de competências profissionais que os qualifiquem para uma docência sintonizada com as demandas educacionais de uma sociedade cada vez mais complexa, que exige continuar aprendendo” (Brasil, 2019).

Em linhas gerais, Brasil (2019) e Brasil (2022) consideram que as metas estabelecidas para atingir esse objetivo foram a melhoria da qualidade dos cursos de Pedagogia e licenciaturas, por meio de reforma curricular e renovação pedagógica, com foco no aprendizado dos alunos, incorporação das tecnologias de informação e comunicação (TICs) e carga horária dividida entre formação geral e formação específica, para atender as diversas disciplinas. A partir da publicação da BNCC, em 2017, foi estabelecido um prazo de dois anos para que os cursos superiores se adequassem a essas diretrizes, de forma a regulamentar uma Base Nacional

Comum da Formação Docente. Contudo, esse prazo foi alterado para quatro anos, contados a partir da publicação da Resolução CNE/CP nº 2, de 30 de agosto de 2022.

Nessa perspectiva, Freitas (2021) entende que essa ampliação do prazo, feita mais de uma vez, atendeu às solicitações das universidades e instituições científicas que, diante da pandemia de covid-19, alegaram precisarem de mais tempo para ajustarem os currículos de seus cursos de Pedagogia e licenciaturas à BNCC e Base Nacional Comum da Formação Docente (BNC Formação). Além disso, um movimento de docentes de cursos superiores ligado à formação de professores para a Educação Básica se posicionou contra a nova proposta curricular, por considerá-la excessivamente tecnicista e pragmática e não respeitar a autonomia científica e pedagógica das Instituições de Ensino Superior (IES).

A versão da Resolução CNE/CP nº 2 publicada em 2019 prevê que em sua formação o professor da Educação Básica desenvolva três competências fundamentais: conhecimento profissional, engajamento profissional e prática profissional. Sobre elas foi desenvolvido um sólido conhecimento de seus fundamentos científicos e sociais, associação entre teorias e práticas pedagógicas e aproveitamento de formação e experiências anteriores. Essas competências apresentam especificidades (Quadro 1):

**Quadro 1** – Competências Específicas da Formação Docente, Conforme a BNC Formação

<b>Conhecimento Profissional</b>	<b>Engajamento Profissional</b>	<b>Prática Profissional</b>
Dominar os objetos de conhecimento e saber como ensiná-los	Planejar as ações de ensino que resultem em efetivas aprendizagens	Comprometer-se com o próprio desenvolvimento profissional
Demonstrar conhecimento sobre os estudantes e como eles aprendem	Criar e saber gerir ambientes de aprendizagem	Comprometer-se com a aprendizagem dos estudantes e colocar em prática o princípio de que todos são capazes de aprender
Reconhecer os contextos	Avaliar o desenvolvimento do educando, a aprendizagem e o ensino	Participar do Projeto Pedagógico da escola e da construção dos valores democráticos
Conhecer a estrutura e a governança dos sistemas educacionais	Conduzir as práticas pedagógicas dos objetos conhecimento, competências e habilidades	Engajar-se, profissionalmente, com as famílias e com a comunidade

**Fonte:** Brasil, 2019.

Para cada uma dessas competências específicas a BNC Formação prevê o desenvolvimento de habilidades, dentre elas:

**Conhecimento Profissional:** Demonstrar conhecimento e compreensão dos conceitos, princípios e estruturas da área da docência, do conteúdo, da etapa, do componente e da área do conhecimento na qual está sendo habilitado a ensinar; demonstrar conhecimento sobre as estratégias de alfabetização, literacia e numeracia, que possam apoiar o ensino da sua área do conhecimento e que sejam adequados à etapa da Educação Básica ministrada;

**Engajamento Profissional:** Compreender o fracasso escolar não como destino dos mais vulneráveis, mas fato histórico que pode ser modificado; comprometer-se com a aprendizagem dos estudantes e colocar em prática o princípio de que todos são capazes de aprender;

**Prática Profissional:** Propor situações de aprendizagem desafiadoras e coerentes, de modo que se crie um ambiente de aprendizagem produtivo e confortável para os estudantes; interagir com os estudantes de maneira efetiva e clara, adotando estratégias de comunicação verbal e não verbal que assegurem o entendimento por todos os estudantes (Brasil, 2019, p. 15).

E é nesse cenário que, segundo Tirol e Jesus (2022), essa questão pode se tornar ainda mais complexa quando se aborda a formação continuada de professores, que não é apenas um adendo da formação inicial, mas um processo de reflexão sobre o próprio caminhar docente, deforma a promover ações transformadoras. Como a formação continuada deve ser feita por meio de programas e cursos a serem desenvolvidos em parcerias com outras instituições, as possibilidades de construção e produção do conhecimento podem ficar prejudicadas, tendo um caráter apenas instrumental, sem levar em conta as complexidades e as condicionantes da formação docente. Essa formação precisa ultrapassar os limites do currículo escolar dos alunos, assumindo dimensão cultural, científica e teórica. O docente em formação inicial ou continuada precisa se instrumentalizar com teorias e métodos, mas não deve usá-los na sala de aula como um fim em si mesmos.

Importante ressaltar que este trabalho busca colaborar com a formação continuada dos professores proporcionando a oportunidade do ensino de Lógica com o uso do software educacional LOGISIM.

### **2.2.2 Formação Inicial e Continuada de Professores de Matemática para a Educação Básica**

Na atualidade, já não se admite mais a formação mínima para atuação na Educação Básica, que era oferecida pelas antigas Escolas Normais. Assim, a formação inicial do professor deve ser feita a nível superior, em cursos de licenciatura, de graduação plena, em universidades e institutos superiores de educação, como consta no artigo 62, da LDB (Brasil, 1996).

Conforme a Resolução CNE/CP nº 2/2019, os currículos desses cursos devem estar fundamentados na BNCC, tendo como foco a aquisição de competências e habilidades, como

mencionado anteriormente, comprovando a continuidade do conteúdo do artigo 62 da LDB, que alinhava a formação de professores com os currículos da Educação Básica. Os futuros professores devem desenvolver capacidades profissionais que lhes permitam colocarem em prática todas as competências e habilidades que constam nas diretrizes da BNC Formação e em conformidade com elas deverá ser avaliado. Dessa forma, é necessário analisar como essa relação ocorre na formação inicial e continuada de professores de Matemática, disciplina com amplo espaço na BNCC (Alves; Carvalho, 2022).

Nesse sentido, Valente (2022a) diz que o relacionamento entre a formação superior em Matemática e a transmissão dos conteúdos na Educação Básica está fundamentado nos estudos de Felix Christian Klein (1849-1925), matemático alemão que começou a sistematizar essa proposta de articulação desde o final do século XIX. Para isso, era necessário desenvolver uma didática interna à própria Matemática, o que ocorreu a partir dos anos 1980, com a criação da Educação Matemática. Mas, ao contrário do que pretendia Klein, essa didática se articulou às ciências da educação e à Psicologia Educacional. À Pedagogia coube a tarefa de mediar a transposição da Matemática avançada estudada no ensino superior para um modelo mais elementar, que pudesse ser compreendido por crianças e adolescentes.

É nesse sentido que é definida a chamada Didática da Matemática, de origem francesa, nos anos 1990:

[...] estudo da matemática, preocupando-se com as singularidades das relações entre o ensino e a aprendizagem do conteúdo matemático a ser repassado ao discente, de modo a favorecer um melhor entendimento da relação entre teoria e prática (Santos; Alves, 2022, p. 2).

Na concepção da Didática da Matemática, o professor precisa formar competências profissionais para atuar no ensino da disciplina, levando em conta a sua importância e os resultados pouco satisfatórios obtidos pelos alunos, diante das dificuldades que aqui já foram apontadas. Ao contrário do que acontecia anteriormente, onde o professor de Matemática saía da licenciatura somente com os conhecimentos teóricos da disciplina, com a introdução da Didática de Matemática houve a preocupação de que ele tivesse conhecimentos sobre ação pedagógica, para desenvolver práticas que pudessem sanar as dificuldades dos alunos. Esse é um pensamento recente no Brasil, datando da segunda década do século XXI (Santos; Alves, 2022).

Ainda segundo os mesmos autores, no processo de formação, o professor de Matemática adquire conhecimentos e informações, em um movimento de fora para dentro, na medida em que faz contato com os pensadores da disciplina e com os formadores. Quando assume a sala de aula, esse professor precisa executar os programas de ensino, os currículos, sendo este o momento em que busca realizar um movimento de dentro para fora, externando aquilo que aprendeu no seu processo formativo. Ambos os movimentos impulsionam o professor para a mediação entre a teoria e prática, procurando ascender em direção ao conhecimento científico, mas também facilitá-lo, para a compreensão do aluno.

Valente (2022b) diz que por meio dos pressupostos da Didática da Matemática é que o professor buscará relacionar a Matemática aprendida durante a formação com a Matemática a ser ensinada aos alunos. Esse caminho foi construído, no Brasil, pelo chamado Movimento da Matemática Moderna (MMM), orientando-se pelas estruturas algébricas e teoria dos conjuntos, desde os primeiros anos escolares. Ao buscar repassar essas diretrizes para professores que já estavam atuando, o MMM foi responsável pelo deslanchar da formação continuada dos professores de Matemática, cujos cursos, no final das contas, não atenderam plenamente ao que se propunha como Matemática a ser ensinada, misturando Aritmética com Álgebra, inclusive nos livros didáticos, dificultando ainda mais para os professores.

Esse caminho formativo prioriza o desenvolvimento de competências e habilidades, o que vem de encontro aos objetivos da BNC Formação. Contudo, a formação do professor que ensina Matemática ocorre em dois tipos de cursos: nos cursos de Pedagogia, para os que vão ensinar nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental e nos cursos de Licenciatura em Matemática, para os que vão ensinar nos Anos Finais do Ensino Fundamental e Ensino Médio. Nos cursos de Pedagogia, no entanto, os professores não adquirem formação Matemática adequada ou suficiente para as exigências da sala de aula. Há uma priorização do fazer pedagógico, em detrimento dos conhecimentos matemáticos e da própria linguagem matemática, o que, como já foi visto, constitui uma dificuldade no relacionamento com os alunos (Oliveira; Teixeira, 2020).

Carente da formação abrangente que seria necessária, o professor dos Anos Iniciais quase sempre reduz o ensino de Matemática ao reconhecimento dos números e realização de operações básicas. Isso empobrece essa área de ensino e traz dificuldades para o aluno que, nessa fase, conta com amplo suporte do professor, que está o tempo todo com ele, em sala de aula, conhece-o e sabe como ele aprende. Só que esse professor não tem a formação adequada

em Matemática para cumprir com os requisitos exigidos pela BNCC, no sentido de apresentar determinadas competências e habilidades, pois não teve uma formação inicial ou continuada que contemplasse essas aquisições (Passos; Nacarato, 2018).

Diante dessas necessidades e dificuldades, Madureiro, Vasconcelos e Barros Filho (2023), argumentam que os professores de Matemática podem usar novas tecnologias, para o desenvolvimento do raciocínio lógico, por exemplo. As tecnologias constituem um importante suporte para o professor, principalmente para desenvolver a autonomia entre os alunos. Para isso, é preciso modificar o ambiente de aprendizagem e planejar de forma sistemática, o que remete mais uma vez à formação, pois grande parte dos professores usa somente tecnologias digitais básicas, como celulares e computador, o que os impedem de selecionar ferramentas tecnológicas para os diversos contextos de aprendizagem.

No encerramento deste capítulo, quando é apresentado um mote de que o estudo abordou o uso de novas tecnologias no ensino e aprendizagem de Matemática, observou-se que no momento atual os professores estão diante de uma situação de transição, visto que a BNCC e a BNC Formação têm implementação ainda em aberto, não só devido às resistências por parte dos educadores, mas também pelas dificuldades trazidas pela pandemia de covid-19. Somente quando os cursos superiores se adequarem a essas propostas é que se saberá como ficará a formação dos professores de Matemática e se ela será capaz de contribuir para que o ensino da disciplina leve os alunos a superarem dificuldades históricas relacionadas aos seus conteúdos.

Diante das diversas considerações sobre formação continuada, é crucial realçar o impacto positivo que a capacitação de professores em tecnologias digitais pode enriquecer o processo de ensino e aprendizagem. Este trabalho se destaca ao apresentar a proposta de incorporar o uso da ferramenta educacional LOGISIM no ensino de Lógica, evidenciando a importância das ferramentas digitais na formação pedagógica.

### 3 A LÓGICA MATEMÁTICA E SUA APLICAÇÃO NA EDUCAÇÃO BÁSICA: O LOGISIM

A Matemática, de acordo com Levada (2011), é uma ciência dedutiva, ou seja, parte da formulação de um discurso tido como verdadeiro, a hipótese, e aplica regras até obter uma solução que resolva o problema proposto. Para se chegar a essa solução foi necessário apresentar uma sequência de afirmações que refletem o raciocínio ou argumentação utilizadas no processo dedutivo. Se a solução é aceitável, vista como resultado de uma argumentação válida, pressupõe-se que a hipótese seja verdadeira. Esse raciocínio compõe uma sequência de proposições lógicas, que são aplicadas à Matemática para o encontro de soluções válidas, mas que nem sempre são óbvias para aquele que pesquisa. Assim, é preciso conhecer a lógica que fundamenta esse raciocínio.

Na mesma linha de raciocínio, o ensino de Lógica revela-se de extrema importância na formação dos estudantes, ao passo que o uso do LOGISIM contribui de maneira eficaz para a compreensão das proposições.

#### 3.1 HISTÓRICO E CONCEITO DE LÓGICA

Os primeiros estudos sobre a Lógica foram feitos pelos filósofos sofistas, na Grécia Antiga, entre os séculos V e IV a.C. O principal objetivo desses filósofos era o convencimento do outro, por meio da argumentação, fazendo-o crer que o que estava sendo dito era a verdade absoluta. Os argumentos utilizados eram compostos por sentenças, que expressavam o estado de espírito ou o objetivo daquele que emitia o discurso.

De acordo com Moreira (2016), o nascimento da Lógica como campo do conhecimento propriamente dito está relacionado ao filósofo grego Aristóteles (384-322 a.C.) e seu trabalho *Analítica Prévica*, que utiliza as ideias de argumento, validade e inferência. Este e outros trabalhos foram reunidos na obra *Organon*, cujo objetivo maior era mostrar que a Lógica fornecia os instrumentos mentais necessários para se proceder qualquer tipo de investigação. A análise dos silogismos era o núcleo principal dessas ideias, com a introdução de letras nas expressões substantivas, que serviria, posteriormente, para estabelecer rigor nas demonstrações matemáticas, como ocorre na Álgebra.

O mesmo autor destaca que Aristóteles, ao desenvolver o Cálculo dos Predicados, criou os passos do método científico, a saber: observação de fenômenos particulares; intuição dos

princípios gerais que os regem; e dedução das causas dos fenômenos, a partir desses princípios. Se os princípios fossem bem formulados e as consequências deduzidas adequadamente, a explicação sobre o fenômeno seria verdadeira.

Em linhas gerais, Mortari (2017) afirma que a Lógica Contemporânea surgiu basicamente com a obra do alemão Gottlob Frege (1848-1925), que procurou sistematizar o raciocínio matemático, visto que na Matemática é preciso demonstrar de forma dedutiva, usando uma sequência argumentativa, através de outras proposições, já demonstradas verdadeiras, para que se estabeleça a verdadeira de uma determinada proposição. Frege formalizou as regras dessa demonstração, por meio de regras elementares e simples, criando o chamado Cálculo de Predicados. Assim, a Lógica Contemporânea passou a ser denominada simbólica ou matemática, em contrapartida à Lógica Aristotélica, baseada no silogismo, tornando-se uma ciência independente e tendo o seu uso incorporado nas linguagens artificiais, como a de programação e na Inteligência Artificial.

Na concepção de Jenske (2015, p. III), a Lógica é a “ciência que estuda os princípios e os métodos que permitem estabelecer as condições de validade e não validade dos argumentos”, a partir dos quais se estabeleceu uma hipótese ou premissa, parte do discurso que pode ser formada por uma ou mais sentenças, até se chegar a uma conclusão, formada por uma sentença, que foi provada. Argumento tem origem no termo latino *argumentum*, que significa prova ou razão e é formado por um conjunto de proposições, que são as premissas e a conclusão.

Os argumentos podem ser simples ou complexos, como se observa a seguir, respectivamente:

**Argumento 1:** Todos os homens são mortais. Sócrates é um homem. Portanto, Sócrates é mortal.

**Premissa:** Todos os homens são mortais.

**Premissa:** Sócrates é um homem.

**Conclusão:** Sócrates é mortal.

**Argumento 2:** Todos os números racionais podem ser expressos como quociente de dois inteiros. Contudo,  $\pi$  não pode ser expresso como quociente de dois inteiros. Portanto,  $\pi$  não é um número racional. Evidentemente,  $\pi$  é um número. Logo, existe pelo menos um número não racional.

**Premissa:** Todos os números racionais podem ser expressos como quociente de dois inteiros.

**Premissa:**  $\pi$  não pode ser expresso como quociente de dois inteiros.

**Conclusão intermediária das premissas:**  $\pi$  não é um número racional.

**Premissa:**  $\pi$  é um número.

**Conclusão:** Existe pelo menos um número não racional (Jenske, 2015, p. 4, grifo da autora do texto).

Conforme proposto por Pereira Neto (2019), a Lógica pode ser formal e informal. A Lógica Formal trata de premissas dedutivas verdadeiras e conclusão verdadeira, de forma inequívoca. Assim, quando a premissa é enunciada infere-se de imediato a conclusão. Como se trata de um argumento exato, pode ser representado por meio de símbolos e sua validade pode ser apurada de forma objetiva. A Lógica Informal, por outro lado, trata da crítica e avaliação dos argumentos indutivos encontrados no cotidiano da vida social, com o objetivo de intervir na experiência argumentativa e obter uma instrução ou regra, que possa ser aplicada.

Ainda segundo o mesmo autor, na prática social nem sempre os argumentos contêm premissas que levem a conclusões verdadeiras. O ser humano está sempre agregando conhecimento às premissas dos argumentos e isso ocorre especialmente nas ciências. Assim, a Lógica Formal está essencialmente ligada à Matemática e a Lógica Informal pode ser encontrada permeando todos os setores da vida que, em algum momento, estejam fazendo uso de comunicação argumentativa. É um campo de estudos recente, derivado da Teoria da Argumentação, que surgiu nos anos 1960, com o objetivo de desenvolver um raciocínio crítico.

### 3.2 A LÓGICA MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Alves (2013) aborda a distinção entre Lógica Formal e Lógica Informal. Essa distinção é muito importante quando se trata de incluir o estudo da Lógica na Educação Básica. Isso porque o processo de aquisição do conhecimento pelo ser humano parte da sua interação com o meio ambiente. Também influenciam nesse processo a maturação biológica, a exercitação de determinados hábitos, a aprendizagem social e a equibração, ou seja, a auto regulação interna do organismo. A maturação biológica e a equibração são consideradas funções elementares, inconscientes, enquanto as demais são consideradas funções psicológicas superiores, que o indivíduo regula de maneira consciente.

Novamente o autor enfatiza que estudos biológicos mostraram que o hemisfério esquerdo do cérebro comanda a Lógica Racional, sendo fundamental para a aprendizagem. Enquanto isso, o hemisfério direito está relacionado à intuição, linguagem não verbal, música e pensamento holístico, igualmente importante para a aprendizagem. Historicamente, a Lógica desenvolveu-se aliada à linguagem e na medida em que o indivíduo desenvolve essa habilidade, tem condições de aplicar o raciocínio lógico em qualquer setor da vida, desde a infância, mas a evolução do seu uso depende de signos internos e externos.

A escola, depois da família, cumpre a função de apresentar à criança os signos socialmente compartilhados e aceitos. Dentre eles estão os signos relacionados à Matemática. O professor deve expor a criança a situações onde possa interagir com objetos e conhecer suas propriedades físicas e a partir da observação delas possa construir relações que envolvam o raciocínio lógico-matemático. Para internalizar os signos numéricos é necessário que a criança crie, a partir dos objetos, relações de ordem e de hierarquia. A primeira se refere à contagem dos objetos e a segunda se refere à inclusão dos objetos em um conjunto. Ainda que os arranjos dos objetos sejam eventualmente modificados, ela consegue conservar a ideia de quantos existem e de que fazem parte de um todo. No Brasil, esse é o momento em que a criança costuma ser matriculada na Educação Infantil, por volta dos quatro anos de idade (Mezzomo; Foschiera, 2019).

Jean Piaget (1896-1980) abordou o desenvolvimento do raciocínio lógico matemático na criança a partir de seis princípios de ensino, que a levarão a desenvolver a autonomia intelectual e moral. Kamii (2011) destaca:

1. Encorajar a criança a estar alerta e colocar todos os tipos de objetos, eventos e ações em todas as espécies de relações, levando-a a pensar antes de agir, para desenvolver sua autonomia;
2. Encorajar a criança a pensar sobre número e quantidade de objetos que lhes sejam significativos, a qualquer momento de suas vivências cotidianas;
3. Encorajar a criança a quantificar objetos logicamente e a comparar conjuntos, para desenvolver autonomia, responsabilidade e capacidade para resolver problemas;
4. Encorajar a criança a fazer conjuntos com objetos móveis, para compará-los e oferecer uma resposta sobre as suas quantidades;
5. Encorajar a criança a trocar ideias com seus colegas, para expor pensamentos, comentar resultados, descobrir se está certa ou não e buscar eventualmente a correção do que for consenso que está errado;
6. Imaginar como é que a criança está pensando e intervir de acordo com o raciocínio demonstrado por ela, certo ou errado, de forma que ela compreenda como chegou a qualquer um dos resultados.

Ainda, segundo a mesma autora, a criança constrói a sua autonomia intelectual quando está convencida de que errou e aceita ser corrigida por outras pessoas, como o professor, que deve reconstituir o seu raciocínio, para convencê-la, pedindo-lhe, por exemplo, que explique a

outro colega como conseguiu chegar a determinado resultado. Ao explicar, perceberá onde errou, pois se confrontará com outros pontos de vista, o que lhe permitirá construir também a autonomia moral, aceitando que pode errar e acertar e que a mesma coisa também ocorre com seus colegas.

No bojo dessa discussão, autores como Stadler, Vertena e Berg (2021) consideram que permitir que a criança construa essa autonomia a levará a avançar no desenvolvimento do pensamento lógico na próxima fase de sua vida e educação, a adolescência e os anos da segunda etapa do Ensino Fundamental, entre 10 e 14 anos, envolvendo sequência de pensamento, linguagem, encaixe, classificação e agrupamento e que resultam em comparações e abstrações. Nessa fase, por meio do raciocínio dedutivo, o indivíduo é capaz de compreender conceitos como volume, espaço, tempo, classificação e operações numéricas. O pensamento formal substitui os objetos concretos e surge a capacidade de encadear ideias para dar soluções a um determinado problema.

Além do aspecto do raciocínio verbal, relacionado à lógica das proposições, o pensamento formal é caracterizado por “operações de combinação, proporções, sistemas duplos de referência, esquemas de equilíbrio mecânico (igualdade entre ação e reação), probabilidade multiplicativa, correlações, dentre outros”, que se estabelecem de forma sincronizada. O indivíduo já não mais se contenta em verificar que existem relações entre as coisas e ultrapassa a necessidade do real, do concreto, para considerar todas as combinações possíveis, de maneira a levantar hipóteses e fazer suposições, estabelecendo as implicações da situação analisada. Passa do possível ao imaginário, do dedutivo ao hipotético dedutivo. Nesse momento em que este adolescente está se encaminhando para o Ensino Médio, é preciso que o ambiente educativo e de vida lhe ofereça meios e condições favoráveis para o exercício e desenvolvimento desse tipo de pensamento (Silva; Tarouco, 2018).

O desenvolvimento do pensamento hipotético dedutivo exige que o indivíduo desenvolva ações coordenadas e tome decisões conscientes, de acordo com os desafios que lhes são apresentados e com os objetivos a serem alcançados. Isso permite a construção de novas estruturas cognitivas e/ou reorganização das já existentes, ensejando processos de abstração reflexionante, por meio da coordenação prática e mental sobre os objetos, permitindo a construção do conhecimento e a compreensão do mundo. Nesse estágio, os jovens serão capazes de levantar hipóteses, elaborar conjecturas e utilizar-se de argumentação lógico-matemática para demonstrar suas afirmações, conseguindo refutar e/ou corrigir as hipóteses incorretas e

buscar novas soluções, adquirindo habilidades matemáticas que poderá usar por toda a vida (Molon *et al.*, 2021).

Nessa fase de desenvolvimento do pensamento hipotético dedutivo, o uso de Ambientes Virtuais de aprendizagem pode ser muito importante para que os alunos desenvolvam a criatividade, inovação, reflexão, lógica, dentre outras habilidades, associando o pensamento formal com a lógica das proposições. O Ambiente Virtual é “um espaço de significação onde seres humanos e objetos técnicos interagem, potencializando a construção de conhecimentos, logo a aprendizagem”. Deve permitir conexões envolvendo múltiplos pontos de vista, potencializar comunicação interativa em tempo real, estimular a construção do conhecimento, permitir avaliação formativa, favorecer a tomada de decisões e a integração entre os participantes (Ferreira *et al.*, 2013, p. 6690).

Nesse sentido, a reforma educativa que deu origem ao Novo Ensino Médio, instituída em 2017, pode ser considerada como tendo destinado um olhar para essas necessidades relativas ao ensino de Matemática. No âmbito federal, a reforma foi aprovada conforme o texto da Lei nº. 13.415, de 16 de fevereiro de 2017 e no estado de Goiás foi implementada por meio do Parecer COCP - CEE- 18461 nº. 32/2021, que permitiu a (re)elaboração de currículos nas instituições educacionais do Ensino Médio, de forma alinhada à BNCC.

Além da BNCC, a Secretaria de Estado da Educação (SEDUC) utilizou para a elaboração de seu documento base (Documento Curricular para Goiás - Etapa Ensino Médio –DCGOEM) as Diretrizes Curriculares para o Novo Ensino Médio (DCNEM), as Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação Profissional e Tecnológica (DCNEPT) e a Portaria do MEC nº 1.432, de 28 de dezembro de 2018, que estabelece os Referenciais Curriculares para a Elaboração de Itinerários Formativos. Estes, são de grande interesse para o ensino de Lógica no Ensino Médio e podem ser definidos da seguinte forma:

[...] conjunto de unidades curriculares ofertadas pelas instituições de ensino presentes em todas as dez competências gerais, que oportunizam ao/à estudante maior aprofundamento de conhecimentos, preparação para a continuidade dos estudos e inserção no mundo do trabalho, além da construção de soluções para problemas específicos da sua comunidade. As Unidades Curriculares são elementos com carga horária pré-definida, elaboradas a partir de estratégias que visam desenvolver competências específicas, podendo ser estruturadas em áreas do conhecimento, componentes curriculares, módulos, projetos, entre outras formas (GOIÁS, 2021, p. 498).

Os Itinerários Formativos têm como escopo a valorização do protagonismo juvenil, de forma que os adolescentes possam vivenciar situações reais nas escolas, nas comunidades e na vida social de maneira geral, criando condições para que possam empreender a construção de sua vida pessoal, social, incluindo os aspectos econômicos e profissionais. Um número de 45.651 estudantes do Ensino Médio do estado de Goiás foi entrevistado e 90,76% deles manifestaram o desejo de ter uma formação técnica e profissional, na própria escola ou fora dela, ao mesmo tempo em que cursam o Ensino Médio ou em cursos técnicos e/ou superiores. O ensino de Lógica é importante, inclusive, para alunos que desejam estudar programação, atendendo, portanto, a esse anseio dos estudantes goianos (Goiás, 2021).

### **3.2.1 A Lógica Proposicional**

Como foi mencionado no capítulo anterior, o ensino de Matemática deve ajudar os alunos a resolverem problemas, por meio do uso de determinados conceitos e procedimentos. Diante disso, as diretrizes do Novo Ensino Médio, explicitada na BNCC específica, propõem cinco competências para o ensino de Matemática, que podem ser resumidas em “resolver problemas, [...] formulá-los, descrever dados, selecionar modelos matemáticos e desenvolver pensamento computacional, por meio da utilização de diferentes recursos da área”, o que representa um aprofundamento das competências que foram desenvolvidas no Ensino Fundamental (Brasil, 2017b).

No âmbito dos Itinerários Formativos do Novo Ensino Médio foram inseridas as Trilhas de Aprofundamento, disciplinas que aprofundam aprendizagens de uma ou duas áreas do conhecimento. No caso do ensino de Matemática trata-se da Trilha de Aprofundamento Imersão na Matemática Escolar, dividida em Conhecimentos Essenciais para o Desenvolvimento da Sociedade e Matemática Escolar Aplicada ao Mercado de Trabalho. Esta última pode se voltar especialmente para os adolescentes e jovens, direcionando-os para o desenvolvimento de competências e habilidades que possam ser usadas no desenvolvimento profissional, na criação e desenvolvimento de projetos, como a montagem de circuitos de computadores. Para isso, é importante que conheçam os conceitos da Lógica Proposicional.

Utilizando “Lógica e Conjuntos: Licenciatura em Matemática”, de Cunha (2008), como livro texto, percebe-se a importância de uma linguagem formal para a Matemática, definindo

proposição e conhecendo os conectivos que compõem as proposições. O tópico 2 do livro trazos elementos da Lógica Matemática, conforme descrito abaixo.

Para compreender bem as definições, os lemas e os teoremas que constituem as teorias matemáticas, é imprescindível utilizar uma linguagem mais precisa e rigorosa do que a que usada na vida corrente. A aquisição desse hábito pode ser bastante facilitada com algumas noções e símbolos da Lógica Matemática.

A compreensão desses conceitos de Lógica Proposicional seria muito importante para os alunos do Ensino Médio que desejarem se dedicar à criação de projetos, não só na área da Computação, mas em qualquer aspecto das tecnologias que são usadas pela sociedade atual e que vierem a ser necessárias no futuro. Contudo, a Trilha de Aprofundamento que poderia contemplá-los (Matemática Escolar Aplicada ao Mercado de Trabalho) está comprometida, pois o governo federal decretou a suspensão da implementação do Novo Ensino Médio no país, por meio da Portaria nº. 627/2023.

Segundo Fraga (2023a), esse documento afetou justamente a implementação dos Itinerários Formativos, no Ensino Médio, alinhados à BNCC. Nenhuma medida será tomada antes que sejam divulgados dados de uma consulta pública encaminhada pelo Ministério da Educação e que pode sugerir modificações, mudanças ou correções no Novo Ensino Médio. Até o final de 2022 todas as escolas que oferecem essa fase da Educação Básica já haviam homologado os referenciais curriculares e implementado no primeiro ano e pretendiam implementá-los para o segundo ano em 2023 e para o terceiro ano em 2024. Com o ano letivo de 2023 já em andamento quando da publicação do documento, as escolas mantiveram o cronograma para os dois primeiros anos, mas não sabem o que acontecerá em relação ao terceiro ano, em 2024.

Em Poder Goiás (2023), consta que a SEDUC acatou a suspensão da implementação do Novo Ensino Médio, por acreditar que a proposta não havia sido discutida suficientemente com a sociedade e com as escolas. O órgão é contrário à revogação total do cronograma de implementação, devido ao alto investimento financeiro realizado, mas admite mudanças e algumas delas afetam exatamente os Itinerários Formativos, onde a Matemática Escolar Aplicada ao Mercado de Trabalho está inserida. A proposta é de aumento da carga horária da formação geral básica, em detrimento do número de Itinerários Formativos.

De acordo com Xavier (2023), no processo de implementação do Novo Ensino Médio em Goiás as escolas particulares tiveram vantagens na área de Matemática, por contarem com

laboratórios de robótica e de informática, por exemplo. Essa desvantagem é comum nas escolas públicas do estado, onde os alunos não contam com essas estruturas físicas apropriadas. Para que essas estruturas funcionassem, além dos recursos humanos, teria que haver melhorias fundamentais nas redes elétrica e de internet, que, na atualidade, não suportam o uso de vários laboratórios ao mesmo tempo, em cada escola. Também ocorre uma sobrecarga de trabalho para os professores, que não poderiam assumir disciplinas nas Trilhas de Aprofundamento e dialogar com as demais, de forma interdisciplinar.

No dia 6 de julho de 2023 a consulta pública sobre o Novo Ensino Médio foi encerrada em todo o país, com a divulgação dos resultados prevista para o mês de agosto, já podendo antecipar que o governo federal não pensa em revogar a implementação por completo, mas fazer ajustes, para cuja finalidade pretende constituir um Grupo de Trabalho, que os faria com base no relatório final da consulta pública. Já se sabe que as opiniões dos entes consultados convergem sobre aumento da carga horária básica, mas também sobre a manutenção dos Itinerários Formativos, desde que sejam oferecidas Trilhas de Aprofundamento que efetivamente sejam do interesse dos alunos de cada região do país (Fraga, 2023b).

Os autores Rodrigues, Orey e Rosa (2021) destacam que a manutenção das Trilhas de Aprofundamento na disciplina de Matemática seria relevante para a parte de resolução de problemas e o desenvolvimento de conhecimentos matemáticos de forma contextualizada. O conteúdo das Trilhas pode ser aplicado, por exemplo, na elaboração de modelos que representem sistemas da realidade, de forma que os alunos pudessem resolvê-los e interpretar as soluções na linguagem do mundo real. Poderiam propiciar a construção e transferência de conhecimentos e aprendizagem matemática, de forma interativa. Assim, os alunos poderiam mudar a sua realidade, de maneira reflexiva e crítica, com o desenvolvimento de atitudes e habilidades, preparando-se para atuarem no mercado profissional.

Esses resultados poderiam ser alcançados com o uso de *softwares* de modelagem nas Trilhas de Aprofundamento de Matemática, como é o caso do LOGISIM, por meio do qual os alunos poderiam criar projetos de circuitos lógicos, testarem e resolverem os problemas encontrados, antes de construírem na prática. Dessa forma, não só os Itinerários Formativos e suas respectivas Trilhas de Aprofundamento deveriam permanecer no Novo Ensino Médio, mais especificamente, as de Matemática, que podem se voltar para o ensino de Lógica.

Outra problemática a ser enfrentada na implementação do Novo Ensino Médio no estado de Goiás é a divisão das escolas da rede pública em regulares, com oferta de disciplinas em

somente um turno e Centros de Ensino em Período Integral (CEPIs), que oferecem os Itinerários Formativos e suas Trilhas de Aprofundamento no contraturno, o que as escolas regulares não têm condições de oferecer.

Assim, parece que estarão em oferta dois modelos de Ensino Médio, um que funcionará nas escolas regulares e possivelmente se voltará exclusivamente para os conteúdos do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e priorizará o aumento da carga horária da formação geral básica, direcionado à formação acadêmica de nível superior e outro que seguirá integralmente as diretrizes do Novo Ensino Médio, a ser ofertado pelos CEPIs, com o desenvolvimento das Trilhas de Aprofundamento, incluindo-se as de Matemática, onde poderá ocorrer o ensino de Lógica, voltado para alunos que desejam ingressar no mercado de trabalho com antecedência, por meio de uma formação profissional.

De qualquer forma, o objetivo maior da SEDUC é universalizar o Ensino Médio gratuito, para isso, está sendo implementado o Projeto Goiás Tec: Ensino Médio ao Alcance de Todos, para facilitar o acesso, a permanência, a progressão e a conclusão dessa etapa da Educação Básica em idade adequada e contemplando as exigências da sociedade atual, que envolve a articulação entre os eixos Ciência, Trabalho, Cultura e Tecnologia. A oferta de educação em período integral, nesse caso, foi implementada como forma de “criar espaços e oportunidades de aprendizagem, fomentando maior envolvimento dos outros profissionais da escola, dos familiares e demais setores sociais”, em cumprimento ao Plano Nacional de Educação (PNE - Lei nº. 10.172/2001, atualizado pela Lei nº. 13.005, de 25 de junho de 2014), organizada em sete horas diárias e carga horária mínima de 1.400 horas (Goiás, 2020).

Considera-se que somente com educação em horário integral será possível inserir o ensino de Lógica no Novo Ensino Médio, no âmbito de uma das Trilhas de Aprofundamento. Isso pode ser feito de diferentes formas e uma delas é o uso de *softwares* que simulem situações reais, para que os alunos possam aprender a construir projetos antes de testá-los no mundo real, posteriormente, profissional. Esse é o caso do uso do LOGISIM, cujas características e uso educativo são descritas a seguir.

### **3.2.2 O LOGISIM no Ensino de Lógica Matemática**

Simuladores são *softwares* ou aparelhos que reproduzem e imitam o comportamento de um sistema informacional real, de forma a permitir a condução de experimentos. No caso dos circuitos lógicos, o seu uso implica na necessidade de comprar equipamentos e componentes,

o que nem sempre os laboratórios educacionais podem fazer. O uso de um simulador que, geralmente, pode ser obtido de forma gratuita, elimina essa despesa e permite a continuidade do ensino e aprendizagem dos alunos (Miquelini; Ferrari, 2021).

Os circuitos lógicos podem ser combinacionais e sequenciais. Os circuitos combinacionais são aqueles cujo conjunto de portas lógicas determinam os valores das saídas diretamente a partir dos valores atuais das entradas, processando a informação por meio de equações booleanas (Güntzel; Nascimento, 2008). Já o circuito sequencial:

[...] é composto por um circuito combinacional e elementos de memória. As entradas e as saídas do circuito sequencial estão conectadas somente ao circuito combinacional. As saídas de um circuito sequencial dependem não apenas das entradas, mas também do estado atual, armazenado nos elementos de memória (Güntzel; Nascimento, 2008, p. 1).

O LOGISIM (Lógica e Simulação), abordado neste estudo, é um circuito lógico combinacional, disponibilizado de forma gratuita na internet, criado por Carl Burch, em 2005 e desenvolvido desde então por diversos grupos, por se tratar de um *software* de código aberto, que permite ao usuário fazer o desenho, o projeto e a simulação de circuitos digitais, por meio de uma interface gráfica. É escrito na linguagem Java e já conta com diversas versões, de acordo com os objetivos educacionais a que se destina. O aluno pode verificar a evolução do seu projeto, visto que o *software* permite a visualização dos resultados das entradas e sua propagação pelos circuitos em tempo real, trazendo motivação para o estudo da lógica (Carchedi, 2016).

Nesse aspecto, o autor Coutinho (2014) afirma que o LOGISIM pode ser considerado uma ferramenta cognitiva, ou seja, uma ferramenta digital que facilita tipos específicos de processamento cognitivo. Permite aos alunos visualizarem, representarem, organizarem, automatizarem, apoiarem ou substituírem o pensamento cognitivo, processando informações que lhes permitem realizar diversas tarefas, sabendo os fundamentos do que está sendo feito. O LOGISIM se encaixa em dois tipos de ferramentas cognitivas, que são as ferramentas de modelação de sistemas e de representação visual.

Segundo o mesmo autor, as ferramentas de modelação de sistemas permitem aos alunos modelarem experiências e fenômenos da realidade, com rigor científico, manipulando as variáveis individualmente, o que no mundo real não pode ser feito. Os alunos podem aplicar seus conhecimentos, no sentido de preverem o que pretendem modelar antes mesmo de começar o trabalho, por meio da elaboração de conjecturas, hipóteses e previsão de resultados, exigindo

que tenham capacidade de síntese. Já as ferramentas de representação visual permitem aos alunos visualizarem em uma interface gráfica o projeto que foi concebido, reunindo informações para completar as tarefas necessárias e chegarem ao resultado final.

## 4 USO DE SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS NO ENSINO DE LÓGICAMATEMÁTICA

Como foi mencionado em capítulo anterior, as dificuldades enfrentadas por alunos e professores em relação ao ensino de Matemática são inúmeras. Diante disso, conforme Cabral (2017), os professores buscam metodologias alternativas que minimizem as dificuldades de aprendizagem dos alunos. Dentre elas, estão as sequências didáticas, que buscam tornarem os objetos matemáticos inteligíveis para os alunos, de forma que tenham sentido e significado.

Neste capítulo são apresentados o conceito de Sequências Didáticas, seus objetivos e modelos principais e os princípios básicos de sua aplicação no ensino de Lógica Matemática.

### 4.1 SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS: CONCEITO E IMPLICAÇÕES NA APRENDIZAGEM

O conceito de Sequência Didática foi proposto pelo educador espanhol Antoni Zabala, em 1990 (1998, p. 18), como sendo “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos”. O diferencial em relação a outras metodologias está na forma de articular as atividades propostas, supondo, portanto, um tipo específico de ordenamento, que leva em conta a realidade global do ensino, incluindo as situações de convivência entre alunos e professores.

Segundo Zabala (1998), no modelo tradicional, uma sequência de unidade de ensino é caracterizada por quatro fases: a) o professor comunica a lição a ser aprendida aos alunos; b) os alunos realizam estudo individual sobre essa lição, no livro didático; c) os alunos repetem o conteúdo supostamente aprendido sem discuti-lo com o professor ou com os demais colegas; e d) o professor atribui uma nota para essa apresentação.

Nessa perspectiva, Cunha (2013) entende que esse é o modelo que caracteriza o ensino expositivo de uma unidade didática, que valoriza a mera memorização de fórmulas e regras e reprodução de modelos, sem que apresentem significado para os alunos, que não são desafiados a compreenderem os conceitos e, a partir deles, resolverem os problemas. O professor não interage com os alunos, não estimula a interação entre eles, considera a aula como algo estático e não valoriza o pensamento e o protagonismo dos alunos. Esse modelo não problematiza os conteúdos, não permite o trabalho em grupo e o desenvolvimento da criatividade e pode ser

considerado um dos motivos pelos quais os alunos demonstram desinteresse pelas aulas de Matemática.

Para melhor conhecimento das variáveis que interferem em uma unidade de ensino o próprio conceito de sequência didática evidencia que ela deve apresentar maior complexidade, para que a aprendizagem seja significativa, com base na ordenação, estrutura e articulação das atividades propostas e diálogo entre professor e alunos, bem como a diversidade destes. Nesse aspecto, o professor precisa considerar, na elaboração de uma sequência didática, aspectos como os conhecimentos prévios dos alunos, significação e funcionalidade do conteúdo proposto, nível de desenvolvimento individual dos alunos, possibilidade real dos alunos de realizarem o desafio proposto e criação zonas de desenvolvimento proximal e realização de intervenções, motivação, estimulação da autoestima e do autoconceito, bem como a aquisição de habilidades (Zabala, 1998).

Diante disso, é preciso considerar como aprende o adolescente, público alvo deste estudo. De acordo com os estudos de Jean Piaget (1896-1980), na adolescência o indivíduo já possui uma série de conhecimentos prévios, é capaz de pensar de forma abstrata e refletir sobre hipóteses de forma lógica e transformar as operações mentais em linguagem. Siqueira (2023) afirma que o adolescente reflete sobre acontecimentos futuros, de forma abstrata, transforma suas experiências em formulações organizadas, sendo capaz de estabelecer conexões lógicas entre elas. É capaz de refletir sobre os seus próprios pensamentos, separando a forma de raciocínio da forma de conteúdo.

Esses conhecimentos prévios permitem que o adolescente possa lidar com situações cotidianas, complexas ou não, estabelecendo estratégias para resolver os problemas, definindo soluções, avaliando e interpretando suas próprias escolhas, de forma a intervir no mundo real, assumindo as rédeas do seu destino. No momento de definir estratégias de ensino o professor do Ensino Médio precisa levar em conta essas peculiaridades, para que os conteúdos tenham significado, como no caso da proposição de uma Sequência Didática que aborde a Lógica Matemática.

Nesse aspecto, o professor de Matemática não pode ver o adolescente apenas como alguém que está passando por uma fase de transição, sujeito a diversas mudanças físicas, cognitivas e sociais, mas também como um indivíduo capaz de resolver situações mais complexas, cujas especificidades precisam ser consideradas no momento de programar o

ensino. Isso é especialmente válido no que se refere à Matemática, tida como uma disciplina de difícil compreensão, diante da qual os alunos apresentam dificuldades.

Assim, ao planejar os conteúdos a serem trabalhados os professores precisam considerar o contexto da sala de aula e as necessidades de desenvolvimento que os alunos adolescentes possuem e que, devido ao desenvolvimento do pensamento formal, avaliam e compreendem as novas informações de forma diferenciada de quando eram crianças. Com essa compreensão, os professores podem planejar as aulas para os alunos adolescentes considerando os seus aspectos positivos, tudo que já sabem, suas expectativas sobre o mundo que os rodeia, suas relações e seus afetos, bem como suas preferências, obtendo melhores resultados do que se continuarem com a velha fórmula de que a adolescência é somente um período de rebeldia e de crise (Vieira *et al.*, 2019).

De acordo com Dantas (2014), na medida em que reconhecer a subjetividade da aprendizagem de Matemática e o quanto os alunos adolescentes podem compreendê-lo, devido ao aumento da capacidade de abstração, o professor poderá superar as dificuldades encontradas no ensino da disciplina. O aluno precisa sentir que seus conhecimentos prévios têm valor e servirão para a construção de novos olhares sobre a realidade. A Matemática não pode lhe ser apresentada como uma disciplina pronta e acabada, mas como algo do qual ele poderá se valer para criar novas situações e transformar a realidade a sua volta, a partir da formação de uma base conceitual.

O fato é que o professor de Matemática do Ensino Médio precisa equilibrar os interesses dos alunos com os conceitos da ciência formal. Para isso, precisa encontrar modelos alternativos para organizar as aulas, que é o caso do uso das sequências didáticas, que podem tornar os conceitos e objetos matemáticos mais inteligíveis para os alunos, com os objetivos de reconstruir conceitos, identificar propriedades, perceber regularidades e estabelecer generalizações, ainda que numa dimensão intuitiva. Trata-se de articular o ensino, para valorizar a reconstrução de conceitos e criar um ambiente de reflexão para os alunos adolescentes (Cabral, 2017).

## **4.2 PLANO DE AULA E MODELOS DE SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS**

De acordo com os autores Castellar e Machado (2016), as principais características de uma Sequência Didática são a organização prévia do processo de ensino e aprendizagem e uma

espécie de acordo entre professores e alunos, sobre o que vai ser realizado, como vai ser feito, por que será feito e o que se pretende alcançar. Isso evita improvisações durante o desenvolvimento das aulas e possíveis conflitos entre professor e alunos e também entre eles. As atividades a serem desenvolvidas devem ser encadeadas, conforme as necessidades de aprendizagem, cada uma levando em conta a próxima, para que os alunos ampliem seus conhecimentos ou reelaborem os conhecimentos prévios.

Para Antoni Zabala isso traduz uma ideia de percurso a ser percorrido pelos alunos, tendo sido definido pelo professor no seu planejamento. Por isso, o professor precisa estar atento ao processo e não somente ao produto final, como acontece nos modelos tradicionais de organização de atividades. A descrição do trabalho docente e discente deve ser detalhada no plano de aula, contemplando aspectos como o título, caracterização dos alunos, da escola e do ambiente escolar, objetivo geral e metodologia de ensino (Giordan, 2014).

A Sequência Didática deve estar fundamentada no Projeto Político Pedagógico da escola, de forma a aproximar os alunos da instituição, definir as direções do ensino e, ao mesmo tempo, abordar o contexto social e cognitivo dos alunos. O Plano de Aula deve expressar as intenções do professor e as maneiras de prepará-las, por meio da definição de objetivos específicos, conteúdos e dinâmica das atividades de cada aula, de forma que o encadeamento promova a aprendizagem e os objetivos sejam alcançados (Castellar; Machado, 2016).

Segundo os autores Giordan e Guimarães (2012), na elaboração do Plano de Aula o professor deve elaborar um título que chame a atenção, mas não crie resistências entre os alunos; levar em conta a fase de desenvolvimento do público alvo e ainda os conhecimentos prévios e as necessidades sociais e cognitivas; considerar a estrutura e equipamentos disponibilizados pela escola e do seu entorno, como a localização, acesso e características da comunidade escolar; formular um problema que leve em conta a ciência e a sociedade; escolher objetivos factíveis e alinhados com a metodologia; promover a interdisciplinaridade; escolher dinâmicas variadas para as atividades; escolher avaliação condizente com os objetivos; apresentar o referencial teórico que fundamenta o uso da Sequência Didática e o material a ser utilizado durante o seu desenvolvimento.

A Figura 1 ilustra um Plano de Aula para o desenvolvimento de Sequência Didática.

**Figura 1** – Plano de Aula para Desenvolvimento de Sequência Didática

Plano de aula para uma SD			
Título			
Público-alvo			
Caracterização dos alunos	Caracterização da escola	Caracterização do ambiente escolar	
Problematização			
Objetivo geral			
Metodologia de ensino			
Aulas	Objetivos específicos	Conteúdos	Dinâmica das atividades
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
Avaliação			
Bibliografia	Referencial teórico		
	Material utilizado		

**Fonte:** Castellar; Machado, 2016

Em relação aos conteúdos, devem estar relacionados, com a BNCC, o que, no momento atual pelo qual passa a operacionalização do Ensino Médio no Brasil, no caso específico das Trilhas de Aprofundamento que envolvem o ensino de Matemática, ocorre uma incógnita, pois ainda não se sabe com certeza se serão apenas reduzidas ou eliminadas da grade curricular.

Com base nesse tipo de Plano de Aula, as Sequências Didáticas podem ser consideradas metodologias ativas, ou seja, procuram tornar os alunos protagonistas do seu processo de aprendizagem, fazendo com que se envolva em todas as etapas, de forma participativa e reflexiva. As estratégias de ensino são flexíveis, interligadas e híbridas, e no mundo cada vez mais tecnológico e conectado, podem ser desenvolvidas em modelos de múltiplas combinações, trazendo soluções atuais e inovadoras para os alunos, que tanto aprendem de forma individual, como na interação com os seus pares ou com a orientação de um tutor ou pessoa mais experiente, o que remete à ideia da zona de desenvolvimento proximal, preconizada por Wygotsky. É por meio da orientação e supervisão que os alunos avançam na aprendizagem e aprendem a ser protagonistas do seu desenvolvimento, trazendo uma visão positiva para a fase da vida em que se encontra, como no caso da adolescência (Bacich; Moran, 2018).

As Sequências Didáticas podem ser definidas pelo professor a partir de vários modelos, dependendo dos objetivos a serem alcançados. Os modelos a seguir apresentam contextualização; definição; caracterização; fases, etapas ou momentos do desenvolvimento; síntese geral e justificativa (Quadro 2).

**Quadro 2 – Modelos de Sequências Didáticas**

<b>Modelo</b>	<b>Engenharia Didática</b>	<b>Sequência de Zabala</b>	<b>Sequência de Dolz et al.</b>
<b>Criador</b>	Michèle Artigue (1988)	Antoni Zabala (1990)	Joaquim Dolz, Michèle Noverraz e Bernard Schneuwly (2004)
<b>Contexto</b>	Domínio da Didática da Matemática	Domínio do planejamento e avaliação da educação	Domínio da Linguística Aplicada
<b>Definição</b>	Concepção, realização, observação e análise de sequências de ensino por um professor pesquisador ou “engenheiro”	Conjunto de cenas estreitamente ligadas entre si.	Conjunto de atividades escolares organizadas, de maneira sistemática, em torno de um gênero textual oral ou escrito
<b>Caracterização</b>	Validação interna (análise a priori X análise a posteriori), aplicação em fases, uso de ferramentas técnicas	Encadeamento e articulação das diferentes atividades ao longo de uma unidade didática	Atividades planejadas a partir das dificuldades apresentadas pelos alunos
<b>Fases/etapas/momentos</b>	Análises prévias ou preliminares, análises a priori, experimentação, análise a posteriori e validação	Planejamento, aplicação e avaliação	Apresentação da situação, produção inicial, aplicação de módulos de atividades e produção final
<b>Síntese geral</b>	Esquema experimental	A aula possui uma organização social, com uso do espaço e do tempo para organizar os conteúdos.	A sequência didática é um instrumento pedagógico a ser usado nas aulas pelos professores.
<b>Justificativa</b>	Permite investigar fenômenos didáticos mais próximos possíveis da sala de aula.	A sequência didática é uma unidade preferencial para uma análise da prática ou implementação de novas práticas.	Ajuda o aluno a compreender melhor os gêneros textuais.

**Continua....**

## Continuação....

<b>Modelo</b>	<b>Sequência de Fedathi</b>	<b>Sequência Interativa</b>	<b>UARC*</b>
<b>Criador</b>	Hermínio Borges Neto (meados da década de 1990)	Maria Marly de Oliveira (2001)	Natanael Freitas Cabral (1988)
<b>Contexto</b>	Domínio do ensino da Matemática	Domínio da Didática da Matemática e formação de professores	Domínio do ensino de Matemática
<b>Definição</b>	Metodologia de ensino que busca colocar o aprendiz em uma posição próxima ao matemático quando está produzindo Matemática	Procedimento simples que compreende um conjunto de atividades conectadas entre si e que necessitam de planejamento	Unidade genética de aprendizagem ou uma unidade histórica de aprendizagem, que possibilita uma interação entre professor e aluno em torno da construção de um objetivo de ensino.
<b>Caracterização</b>	O professor é o centro do trabalho científico matemático	Integração dos conteúdos	Uso de intervenções estruturantes reflexivas e exploratórias, findando nas intervenções estruturantes formalizantes
<b>Fases/etapas/momentos</b>	Tomada de Posição, Maturação, Solução e Prova	Escolha do tema, problematização, planejamento, escolha dos objetivos e escolha da sequência de atividades	Pré-formal, formal e pós-formal
<b>Síntese geral</b>	O aluno precisa entender o problema, enfrentá-lo e reproduzir o passo a passo do trabalho do matemático.	O processo de construção de conhecimento é dinâmico, sistêmico, complexo, sendo que tudo está interligado, considerando que as partes só podem ser entendidas a partir da dinâmica do todo.	É uma sequência sustentada no discurso do professor durante todo o processo de ensino-aprendizagem e que permite a ele fazer as reformulações emergentes inevitáveis no processo de reconstrução conceitual.
<b>Justificativa</b>	Aborda os saberes matemáticos escolares por meio de problemas.	Sistematiza o processo de aprendizagem	Permite que o professor estimule os alunos com vistas à direção dos objetivos traçados, possibilitando futuras reformulações no texto que foi utilizado para mediar a aprendizagem

\* Unidade Articulável de Reconstrução Conceitual

**Fonte:** Costa; Gonçalves, 2022, adaptação.

Conforme os autores Costa e Gonçalves (2022), essas seis Sequências Didáticas possuem vários pontos em comum, mas também divergências. O foco de todas é no aluno, comoprodutor de sua própria aprendizagem, sendo que três (Engenharia Didática, Sequência Didática de Fedathi e UARCs) são específicas para o ensino de Matemática, sendo que a primeira e a

segunda têm como base a Didática da Matemática e a terceira, a Psicologia Histórico-Cultural, representada por Wygotsky. Todas se apresentam como metodologias de ensino, para educar alunos ou formação de professores e também como metodologias de pesquisa.

Em todas as Sequências Didáticas apresentadas o professor é aquele que elabora e aplica as atividades e também o mediador do processo de ensino de aprendizagem, ou seja:

[...] atua na Zona de Desenvolvimento Proximal e cria as condições adequadas, através do uso de signos e instrumentos, para que o aluno possa alcançar seu próximo nível de desenvolvimento. [...] com intencionalidade, cultura e sensibilidade, filtra, seleciona e interpreta os estímulos da maneira mais apropriada, escolhendo o momento, a ordem, a intensidade e a forma mais adequada para apresentá-los (Lima; Guerreiro, 2019, p. 6).

O professor mediador apresenta, em seu perfil, práticas educativas concatenadas com as demandas educacionais pós-sociedade informacional; articula os recursos ambientais, materiais e cognitivos para promover a mudança qualitativa das competências dos alunos; ilumina o objeto de estudo que está sob o olhar dos alunos, criando relações e experiências, para despertar interesse e atenção; é expressivo e tem competência didática; é responsável pelo seu trabalho educativo; é empático, ético e acolhedor; e domina o conjunto dos saberes necessários ao ato educativo, dentre outras características (Lima; Guerreiro, 2019).

Segundo Nunes (2022), o professor mediador, ao elaborar uma Sequência Didática sobre Lógica Matemática para alunos do Ensino Médio, leva em conta que eles já são bastante autônomos, levantam hipóteses, fazem inferências e tiram conclusões, a partir dos problemas propostos. Já são capazes de aplicar a lógica formal, ou seja, estabelecer relações entre as premissas e a conclusão, melhorando a capacidade de organização do pensamento e de criar hipóteses e tomar decisões. Os problemas propostos devem ser desafiadores, para que os alunos se sintam estimulados, contendo diagramação, tabelas, levantamento de hipóteses, relações e princípios de previsão e checagem. A resposta correta não precisa ser obtida de imediato, antes resulta da acurada análise dos dados, leitura e interpretação.

Ainda segundo o mesmo autor, na trajetória necessária para a solução dos problemas propostos pela Sequência Didática é que os alunos constroem conceitos, desenvolvem habilidades e competências, relacionando a Matemática com sua realidade. Investigam, exploram e descobrem, de forma a compreenderem que a Matemática tem utilidade para a sua vida social e para o mercado de trabalho. Assim, a resolução de problemas lógicos permite que a Matemática seja contextualizada para os alunos e se torne mais atrativa, uma vez que passa a

ser melhor compreendida. Os alunos desenvolvem atitudes positivas em relação a si mesmos e tenderão a se empenhar cada vez mais na solução de problemas, não só na Matemática, mas em todos os setores da vida.

Dessa forma, foram apresentados os pressupostos básicos dos principais modelos de Sequências Didáticas, mostrando aquelas que se aplicam ao ensino de Matemática, de forma mais específica. Com base nesses pressupostos, são apresentados, a seguir, os principais aspectos do caminho metodológico desenvolvido deste estudo, com elaboração de uma Sequência Didática destinada ao ensino de Lógica Matemática, para alunos do Ensino Médio.

## 5 METODOLOGIA

A realização de uma pesquisa, seja no âmbito da Educação ou em qualquer outra área do conhecimento, pressupõe a promoção do confronto entre os dados, as evidências, as informações coletadas sobre o tema em questão e o conhecimento teórico que foi acumulado ao longo do tempo, tendo como ponto de partida um determinado problema, que o pesquisador pretende responder, a partir da oferta de possíveis soluções. A pesquisa não só é o fruto do saber acumulado, mas também da curiosidade a respeito de um assunto novo ou que ainda não tenha sido discutido exaustivamente no meio acadêmico. Constitui uma atividade normal na vida do educador, como forma de enriquecer o seu trabalho (Lüdke; André, 2013).

Segundo Rodrigues (2014), não poderia ser diferente no que se refere aos estudos de Matemática, que geralmente são vistos de forma analítica e experimental, mas que expressam os defeitos e as virtudes presentes no sistema educacional e também o que pensam os seus educadores. O educador, enquanto professor, é o organizador da aprendizagem, escolhendo os procedimentos que levem à resolução dos problemas, sendo também o mediador das propostas apresentadas pelos alunos e incentivador da aprendizagem dos alunos. Esses, são os atores do outro lado do processo de ensino, também com sua visão de mundo, ainda em construção quando na Educação Básica e cujos valores e princípios necessitam ser levados em conta.

Nesse aspecto, os alunos passaram à frente da escola no uso das novas tecnologias, como o computador, em todas as suas formas. Ainda, segundo o mesmo autor, o desafio do professor que ensina Matemática é levar as situações vividas pelos alunos em seu cotidiano para o âmbito da escola, transformando-as em conhecimento a ser utilizado e compartilhado. A integração dessas novas tecnologias ao ensino não tem ocorrido de maneira linear e homogênea, quando se trata de tecnologias utilizadas, conceitos matemáticos envolvidos e estratégias de ensino que sejam eficazes. A exploração do ambiente pelos alunos, por meio de uma interface tecnológica, pode melhorar a resolução das tarefas e construir significados sobre as relações entre objetos matemáticos e suas representações.

Isso é o que apresenta o estudo em pauta, por meio de uma proposta de Sequência Didática no modelo Sequência Didática de Zabala para o estudo de Lógica no ensino de Matemática, onde os alunos usarão uma interface chamada LOGISIM, com fundamento na Álgebra Booleana, para simularem a construção de circuitos lógicos.

## 5.1 TIPO DE ESTUDO

Trata-se de pesquisa bibliográfica, exploratória e descritiva. A pesquisa bibliográfica parte de fontes primárias ou secundárias, já analisadas ou não por outros pesquisadores e publicadas nos mais diversos formatos. O pesquisador trabalha a partir das contribuições oferecidas pelos autores dos estudos que compõem essas fontes, com o devido cuidado quanto à forma como os dados coletados foram processados, para não comprometer suas conclusões. Facilita uma análise mais abrangente do fenômeno em estudo do que uma pesquisa de campo tradicional permitiria, principalmente quando os dados estão dispersos na literatura ou necessitariam ser coletados em um amplo território (Gil, 2019).

Diante dessa possível diversidade encontrada na pesquisa bibliográfica, a pesquisa exploratória delimita o objeto a ser estudado, mapeando as condições de sua manifestação e buscando sua compreensão e interpretação, a partir do problema formulado. No ensino de Matemática não se trata apenas de fornecer um resultado aos alunos e solicitar que seja analisado, mas de registrar os passos que foram percorridos por eles, a partir de informações fornecidas pelo professor, para que cheguem ao mesmo resultado. Tudo que acontece no campo de pesquisa passa a ser objeto de exploração e análise, pelo pesquisador (Borba; Araújo, 2019).

No momento em que o pesquisador explora e analisa o material do seu campo de estudo, tem-se uma pesquisa descritiva relacionada ao fenômeno, que é o uso da Lógica no ensino de Matemática, a partir de um *software* que apresenta uma interface gráfica, verificando como os alunos se comportam durante a sua aplicação e os resultados a serem alcançados pela proposta didática apresentada. Caberá ao pesquisador ser imparcial na observação, registro, análise e ordenação dos dados, para, em seguida, descrever a sequência dos fatos, sua natureza, características, causas e relações com outros fenômenos típicos do ensino de Matemática (Melo, 2020).

Neste contexto, o campo de estudo adota uma abordagem fenomenológica, centrando-se na realidade da sala de aula como um todo dinâmico, temporal e histórico. O encontro entre o homem e o mundo não é dissociado da percepção, manifestação e interpretação do observador, que constrói significados na intersubjetividade ao partilhar vivências e comunicar interpretações. Essa realidade é sólida, mas não rejeita a imaginação do pesquisador ou dos alunos que serão objetos da pesquisa, doando-se a uma experiência vivida, refletida, comunicada e compartilhada na espacialidade e na temporalidade, sem separar o sujeito do fenômeno (Bicudo, 2020).

## 5.2 POPULAÇÃO ALVO DO PRODUTO DA PESQUISA

A sequência didática proposta para uso do LOGISIM no ensino de Lógica Matemática destina-se aos alunos do Ensino Médio, da Educação Básica. Esses alunos já estão na fase do pensamento hipotético dedutivo, em condições de compreender o conteúdo de Lógica e os comandos apresentados pelo *software*. São capazes de desenvolver raciocínios abstratos e aplicá-los ao LOGISIM, de forma a produzirem circuitos lógicos que possam resultar em *hardwares* que, porventura, desejem produzir. Também poderá ser aplicada aos alunos do Ensino Fundamental 2 (8º e 9º ano).

Em relação à localização dos conteúdos adequados para o uso do LOGISIM, a BNCC do Ensino Médio, aponta que na 1ª série pode ser nos conteúdos de Estatística; na 2ª série, nos conteúdos de Análise Combinatória, Probabilidade e Pensamento Computacional; e na 3ª série, nos conteúdos de Grandezas e Medidas (Brasil, 2017a).

## 5.3 AVALIAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PROPOSTA

A avaliação da Sequência Didática é realizada mediante a sua aplicação pelos professores que se interessarem. Entretanto, com base nas análises conduzidas e nos estudos fundamentados nos autores pesquisados, há a expectativa de que as atividades propostas nas aulas de Matemática do Ensino Médio não apenas despertem o interesse pelo estudo da Lógica, mas também contribuam significativamente para a aprendizagem desse conteúdo. A compreensão dos alunos sobre os comandos a serem realizados são mais importantes do que os resultados obtidos, os circuitos lógicos. Esses resultados podem ser modificados, caso o *software* aponte que erros foram cometidos e isso também faz parte do aprendizado. Nesse aspecto, uma primeira forma de avaliação da Sequência Didática proposta é por meio da observação do professor quanto à trajetória percorrida pelos alunos e como eles lidaram com os possíveis erros, para chegarem ao resultado final.

Uma segunda forma de avaliação é por meio da aplicação de um questionário a ser respondido pelos alunos, após a aplicação da Sequência Didática. Nesse questionário podem ser abordados temas como satisfação e motivação no ambiente escolar, nível de interesse pela disciplina de Matemática e pelo conteúdo de Lógica e sua utilidade para um possível contexto profissional futuro, uso do computador para a realização de atividades da disciplina,

facilidade/dificuldade no uso do LOGISIM, uso coletivo ou individual do LOGISIM, percepção da aprendizagem pelos alunos, interesse pelo uso do LOGISIM fora do âmbito escolar e sobre a maneira como a aula foi organizada. Um modelo para este questionário está disposto no Apêndice 3 do trabalho.

Por meio dessas duas formas de avaliação o professor tem condições de mensurar os resultados da aplicação da Lógica ao ensino de Matemática, por meio do LOGISIM, corrigindo trajetórias, para auxiliar os alunos que tiveram dificuldades, melhorando, dessa forma, a organização da aula, o que também beneficia os alunos que não tiveram dificuldades. A expectativa é que a aplicação da Sequência Didática colabore para melhorar o desempenho entre os alunos da primeira série do Ensino Médio ou das duas séries finais, quando eles já desenvolveram melhor o pensamento hipotético dedutivo, direcionando o uso do *software* de forma mais específica.

#### 5.4 ASPECTOS ÉTICOS

Trata-se de uma proposta de Sequência Didática sobre construção de circuitos lógicos no LOGISIM, a ser aplicada na prática de sala de aula pelos professores interessados. Diante disso, não havendo pesquisa com seres humanos, foi dispensada a aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Instituição Educacional.

## 6 SEQUÊNCIA DIDÁTICA PROPOSTA PARA USO DO LOGISIM NO ENSINO DE LÓGICA MATEMÁTICA

A Sequência Didática apresentada a seguir é uma proposta para uso dos professores de Matemática, nas turmas de Ensino Médio, com aplicação do LOGISIM. A partir do momento em que os alunos tenham conhecimento sobre o *software* e suas finalidades, podem ser propostas atividades a serem realizadas por eles, sob a supervisão do professor, como se observa nas etapas propostas a seguir.

Em relação aos conhecimentos prévios dos alunos sobre o tema, é necessário que tenham noções básicas de Informática, para manusearem *hardware* e *software*, executando comandos como “clique” e “arraste”, além de saberem as operações matemáticas básicas. Quanto aos conhecimentos de Lógica Matemática, não é necessário que tenham tido aulas sobre este assunto antes de se dedicarem à Sequência Didática.

Um modelo de Plano de Aula da SD está disposto no Apêndice 4 do trabalho.

### **Etapa 1 - Usando as Portas de Entrada e Saída para Representar uma Proposição Público-**

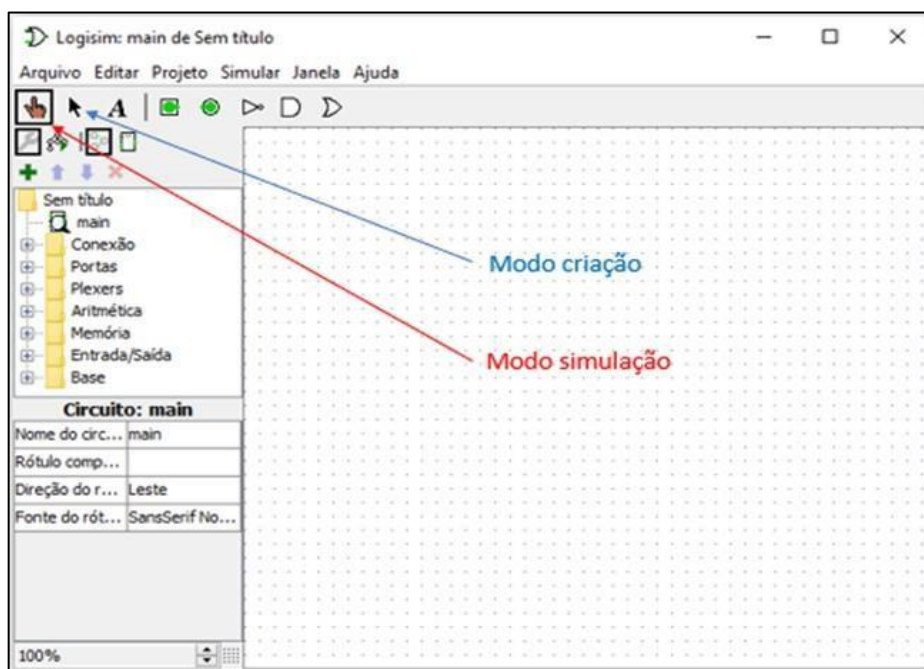
**alvo:** Estudantes do Ensino Fundamental II ou Ensino Médio

**Objetivo geral:** Aprender a criar e a testar um circuito simples, com uma entrada e uma saída.

**Metodologia:**

As portas de entrada e saída do LOGISIM representam a Proposição e o Valor Lógico, respectivamente. No primeiro momento, o professor apresenta uma Proposição, como por exemplo: “Carlos é policial”. E pede que os alunos executem o LOGISIM em seus dispositivos e explique sobre os modos criação/simulação. No modo criação, é possível incluir portas e objetos, assim como alterá-los e até mesmo conectá-los uns aos outros. Já no modo simulação é possível testar os circuitos e verificar seu funcionamento (Figura 2).

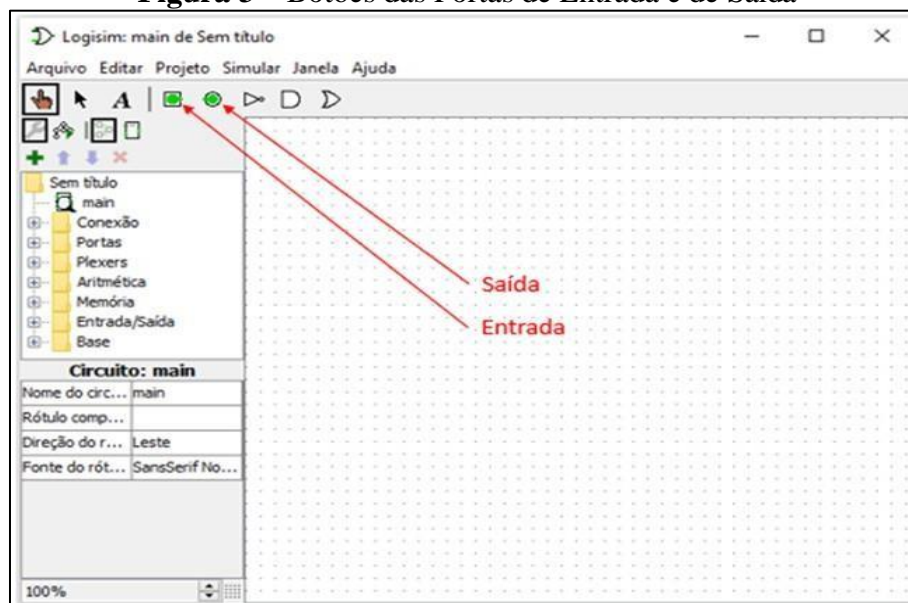
**Figura 2 – Botões dos Modos Criação e Simulação**



Fonte: O Autor, 2023.

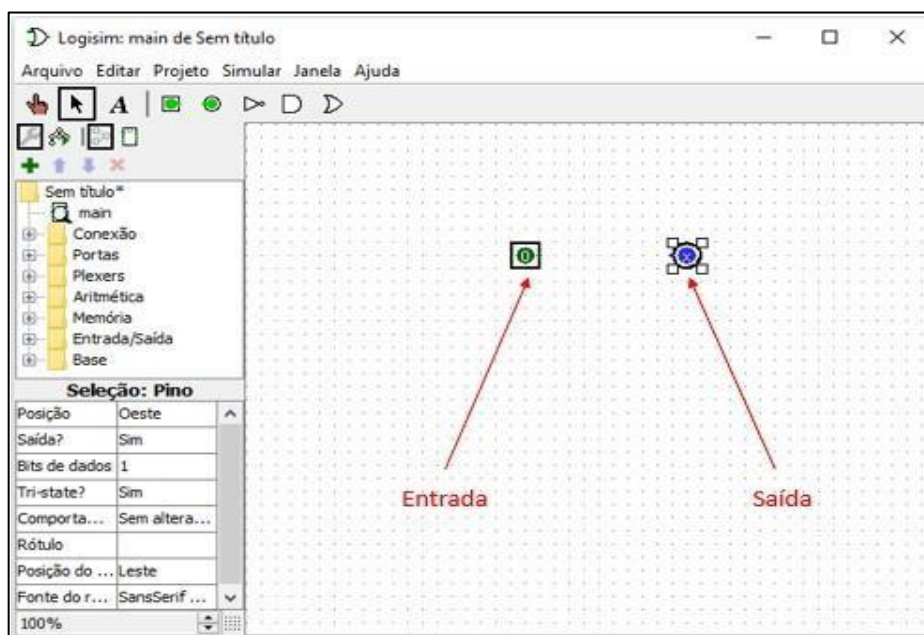
No segundo momento, o professor mostra onde ficam os botões de entrada e saída na barra de ferramentas (Figura 3) e pede que os alunos adicionem na área de trabalho uma porta de entrada e uma de saída, conforme a Figura 4.

**Figura 3 – Botões das Portas de Entrada e de Saída**



Fonte: O Autor, 2023.

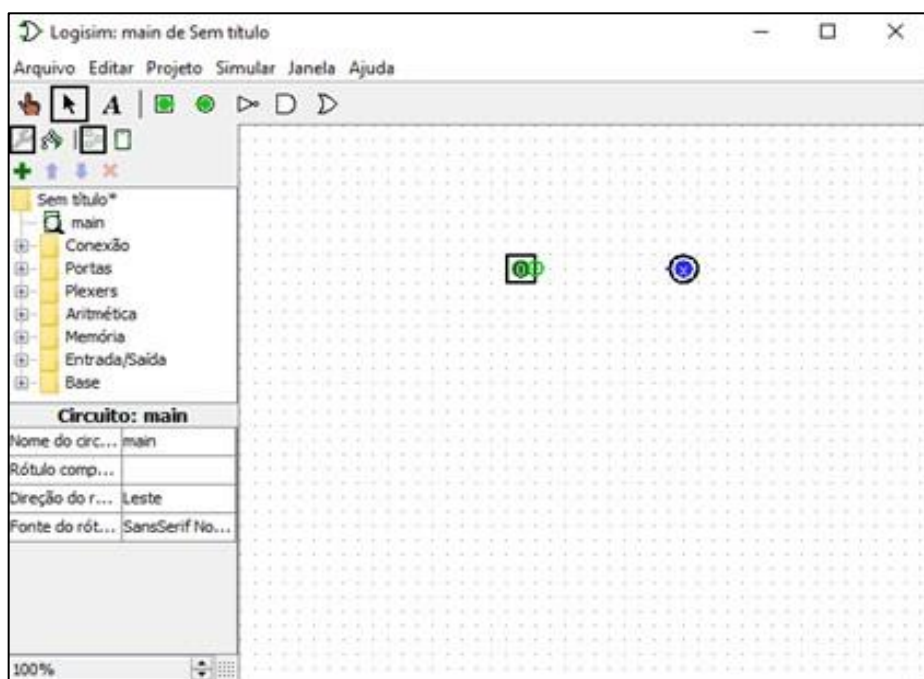
**Figura 4** – As portas de Entrada e de Saída na Área de Trabalho



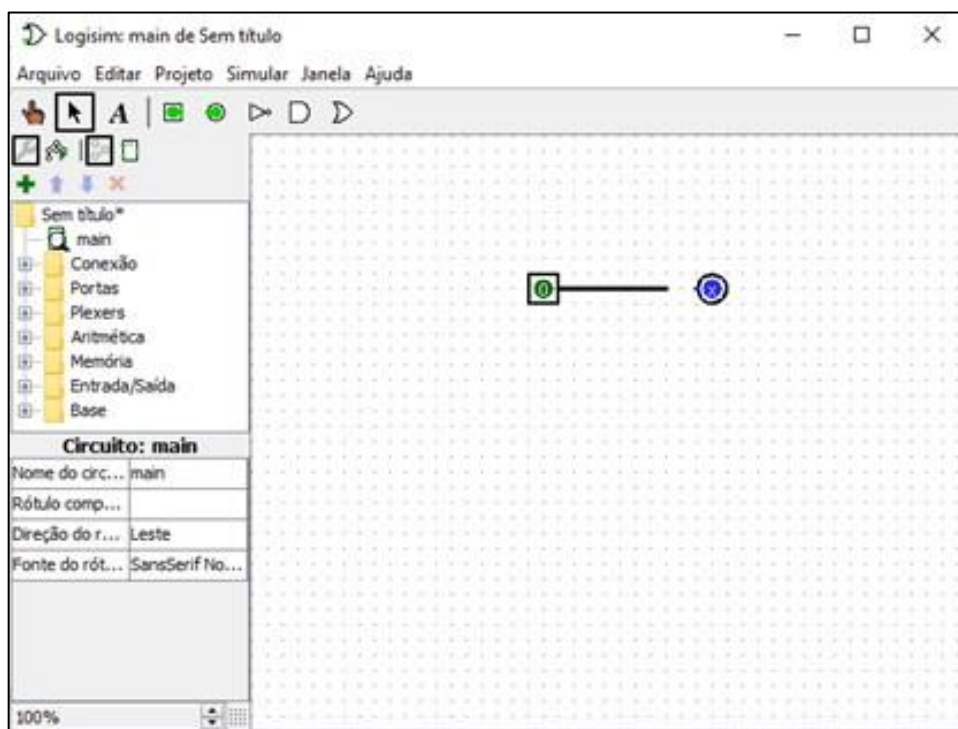
Fonte: O Autor, 2023.

No terceiro momento, o professor pede que os alunos conectem as duas portas. Para isso, é preciso “puxar” um fio de uma porta até a outra, conforme as Figuras 5, 6 e 7.

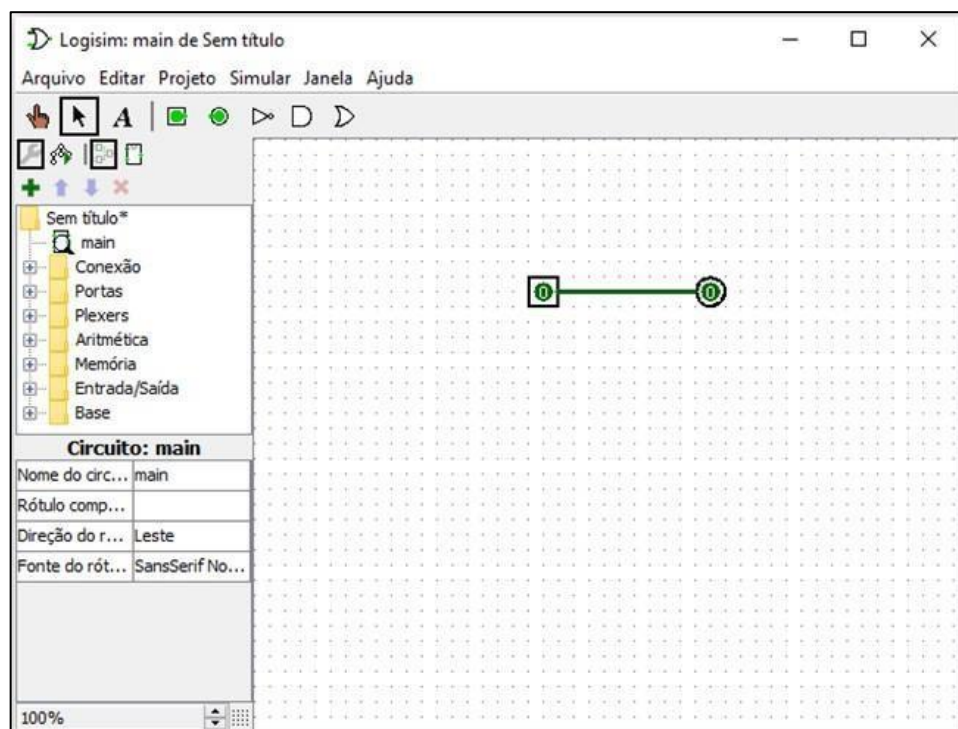
**Figura 5** – As Conexões nas Portas de Entrada e de Saída



Fonte: O Autor, 2023.

**Figura 6** – Conectando a Porta de Entrada à Porta de Saída

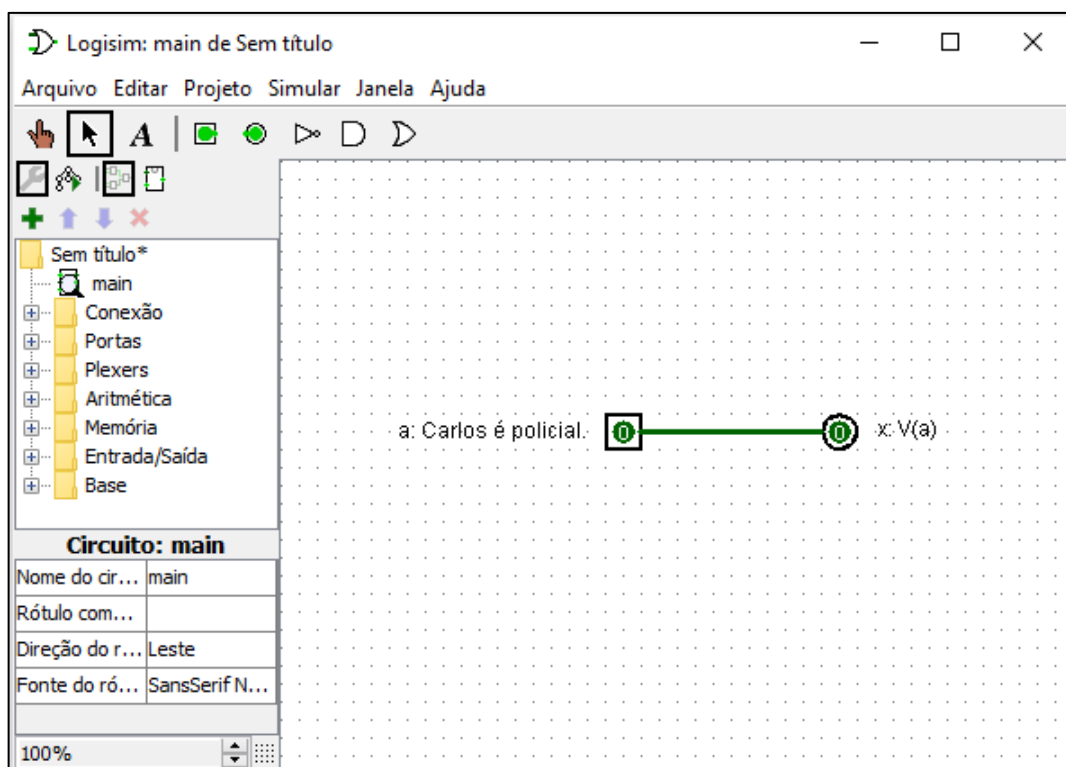
Fonte: O Autor, 2023.

**Figura 7** – As Portas de Entrada e de Saída Devidamente Conectadas

Fonte: O Autor, 2023.

No quarto momento, o professor pede aos alunos que coloquem rótulos nas portas, clicando na letra A na barra de ferramentas e depois nomeando os objetos conforme a Figura 8.

**Figura 8** – Os Rótulos das Portas de Entrada e de Saída

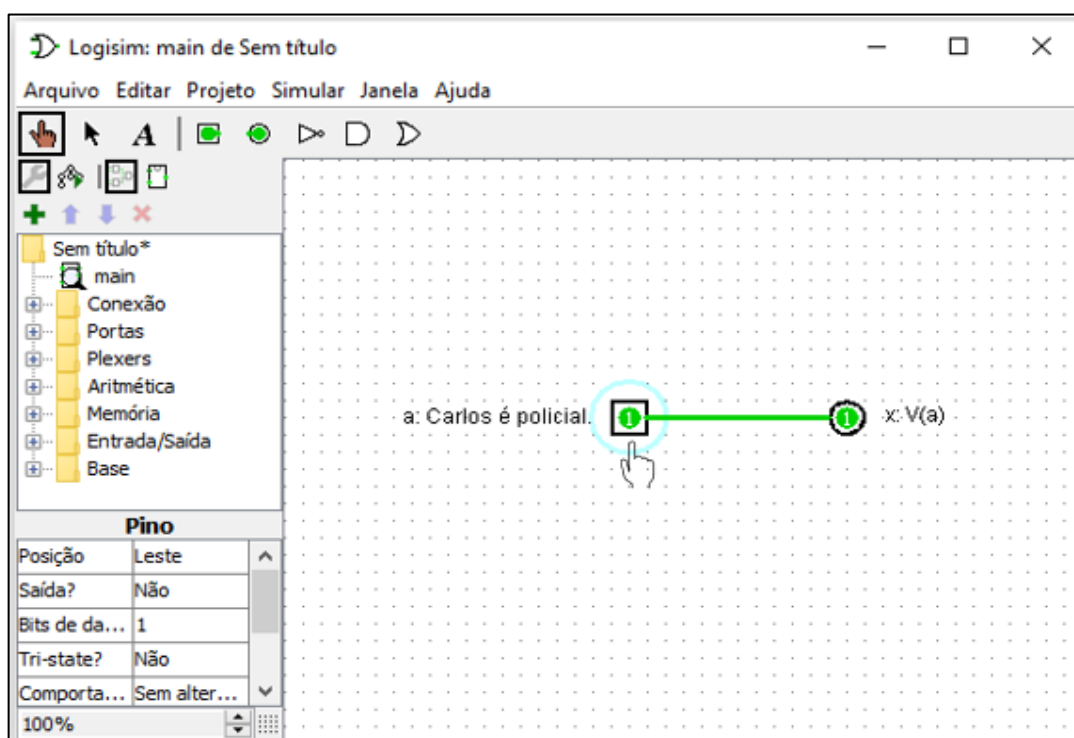


Fonte: O Autor, 2024.

No quinto e último momento, o professor ensina como simular o circuito, clicando no modo simulação na barra de ferramentas e depois na porta de entrada do circuito. Neste momento, é importante que os alunos cheguem sozinhos à conclusão de que a entrada possui apenas os valores lógicos 0 e 1 e que 0 significa desligado e 1 significa ligado (Figura 9).

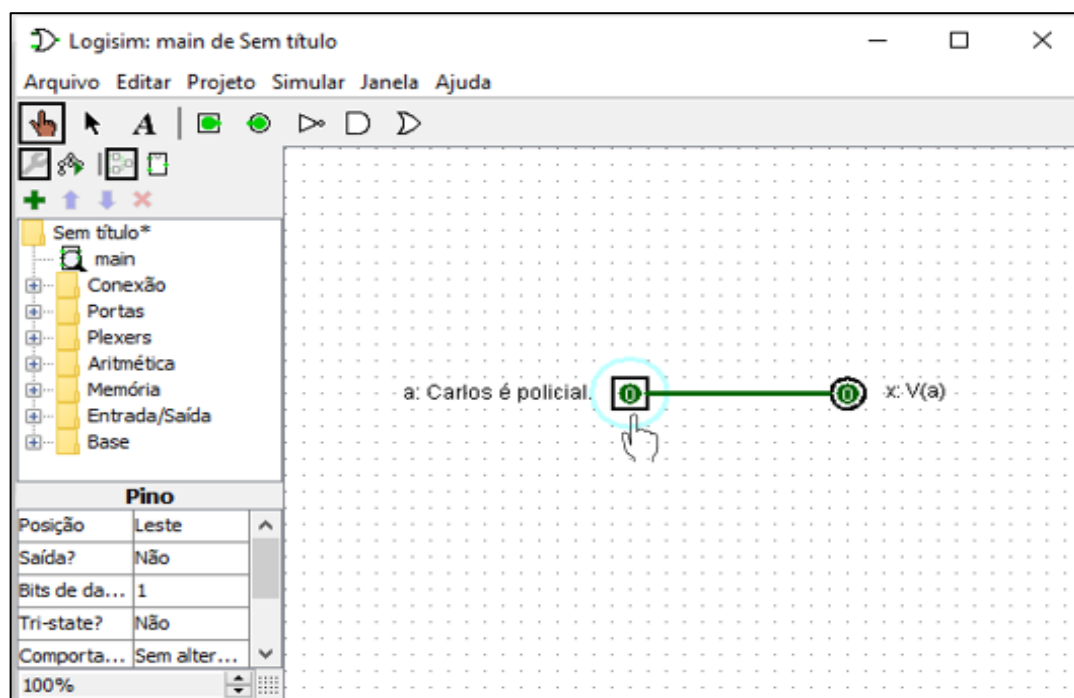
Retomando a proposição proposta, a entrada representa a Proposição  $a$ : Carlos é policial e a saída  $x: V(a)$ , Valor Lógico da Proposição “ $a$ ”. Se “Carlos é policial”, então os alunos devem clicar na entrada de modo que fique o número 1, ou seja, Verdadeiro. Senão, os alunos devem clicar na entrada de modo que fique o número 0, ou seja, Falso (Figuras 9 e 10).

**Figura 9** – Simulação do Circuito Com a Entrada Igual a 1



Fonte: O Autor, 2024.

**Figura 10** – Simulação do Circuito Com a Entrada igual a 0



Fonte: O Autor, 2024.

**Avaliação:** O professor apresenta uma lista de proposições simples e pede para que os alunos escolham uma proposição, construa o circuito e simule. Observa se os alunos conseguem executar os comandos adequadamente e chegarem aos resultados esperados.

**Bibliografia:** Site do LOGISIM (BAIXESOFT, 2023)

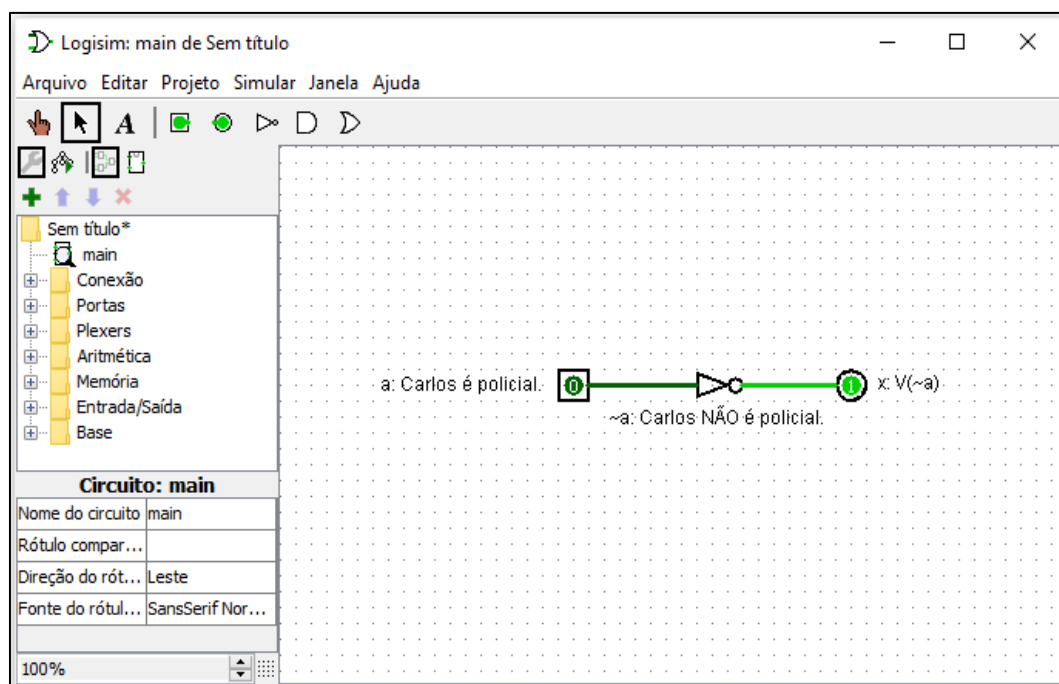
**Material utilizado:** Dispositivo eletrônico (*notebook* ou *tablet*) com o *software* LOGISIM instalado.

## Etapa 2: Usando a Porta Lógica NOT para Representar a Negação de uma Proposição

**Público-alvo:** Estudantes do Ensino Fundamental II ou Ensino Médio **Objetivo geral:** Criar um circuito simples com uma porta lógica NOT. **Metodologia:**

A porta lógica NOT, como diz a própria tradução, significa “NÃO”. Ou seja, serve para negar uma Proposição. No primeiro momento, o professor apresenta a negação de uma Proposição, como por exemplo: “Carlos NÃO é policial”. E pede que os alunos executem o LOGISIM em seus dispositivos e que adicionem uma porta de entrada, uma porta de saída e uma porta NOT entre a entrada e a saída, conforme a Figura 11. É preciso lembrar que as portas não estejam muito perto uma da outra, para melhor manuseio das conexões e rótulos.

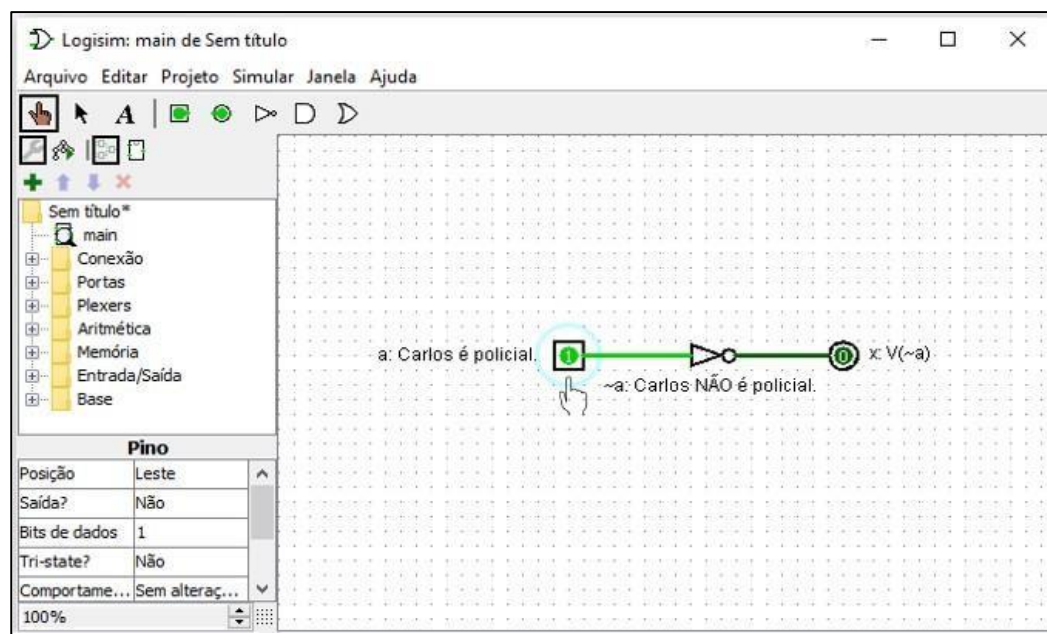
**Figura 11** – As Portas NOT, de Entrada e de Saída na Área de Trabalho



Fonte: O Autor, 2024.

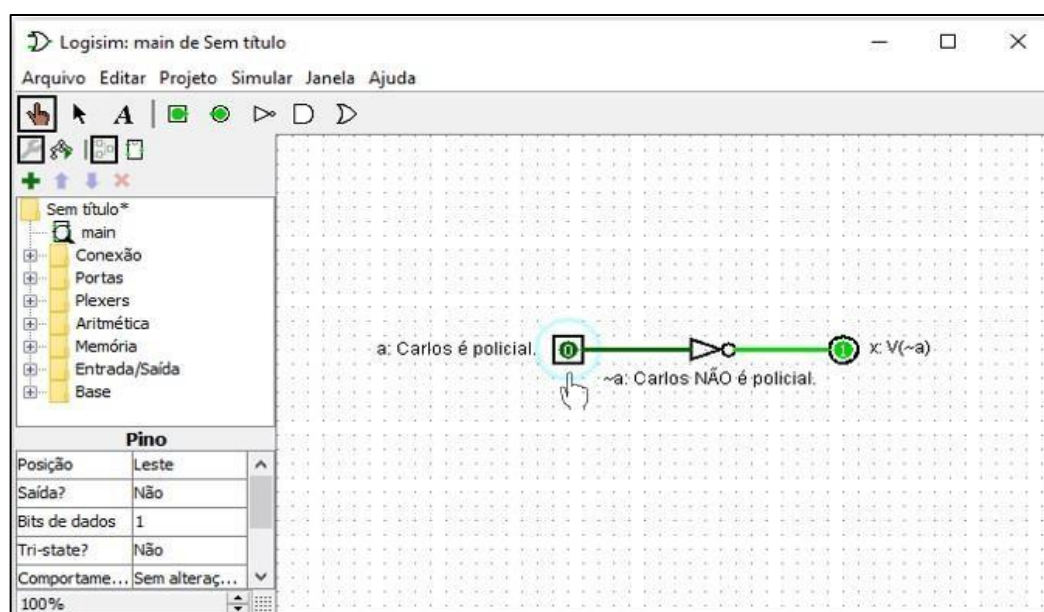
No segundo momento, o professor pede que os alunos simulem por alguns minutos o circuito criado. Neste momento, é importante que os alunos cheguem sozinhos à conclusão de que a porta NOT altera o sinal que entra.

**Figura 12** – Simulação do Circuito Com a Entrada Igual a 1



Fonte: O Autor, 2024.

**Figura 13** – Simulação do Circuito Com a Entrada Igual a 0



Fonte: O Autor, 2024.

Retomando a proposição proposta, a entrada representa a Proposição  $a$ : Carlos é policial, a porta NOT representa a Negação da Proposição  $\sim a$ : Carlos NÃO é policial e a saída  $x$ :  $V(a)$ , Valor Lógico da Proposição “ $a$ ”. Se “Carlos é policial”, então os alunos devem clicar na entrada de modo que fique o número 1. Entretanto, o Valor Lógico da Proposição “Carlos NÃO é policial” será Falso. Caso contrário, os alunos devem clicar na entrada, de modo que fique o número 0, ou seja, o Valor Lógico da Proposição “Carlos NÃO é policial” será Verdadeiro (Figuras 12 e 13).

**Avaliação:** A expectativa nessa etapa é que os alunos já tenham familiaridade com o uso das portas e que não apresentem dificuldades em criar o circuito. É desejável também que os alunos reconheçam o funcionamento da porta NOT, assim como a mudança na cor da conexão. O professor observa se os alunos conseguem executar os comandos adequadamente e chegarem aos resultados esperados.

**Bibliografia:** Site do LOGISIM (BAIXESOFT, 2023)

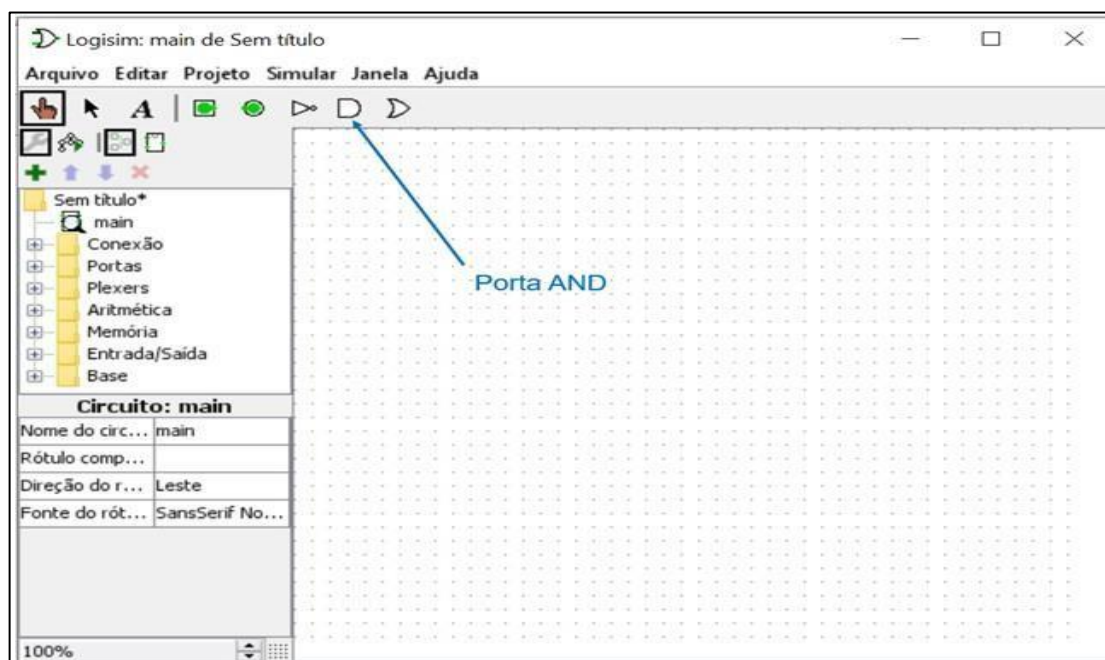
**Material utilizado:** Dispositivo eletrônico (*notebook* ou *tablet*) com o *software* LOGISIM instalado.

### **Etapa 3 - Usando a Porta Lógica AND Para Representar uma Conjunção de Proposições**

**Público-alvo:** Estudantes do Ensino Fundamental II ou Ensino Médio **Objetivo geral:** Criar um circuito simples com uma porta lógica AND. **Metodologia:**

A porta lógica AND, como diz a própria tradução, significa “E”. No primeiro momento, o professor apresenta uma Conjunção de Proposições, como por exemplo: “Carlos é policial e Tiago é bombeiro”. E pede que os alunos executem o LOGISIM em seus dispositivos e que adicionem duas portas de entrada, uma porta de saída e uma porta AND, conforme a Figura 14. É importante que as portas não estejam muito perto uma da outra, para melhor manuseio das conexões e rótulos.

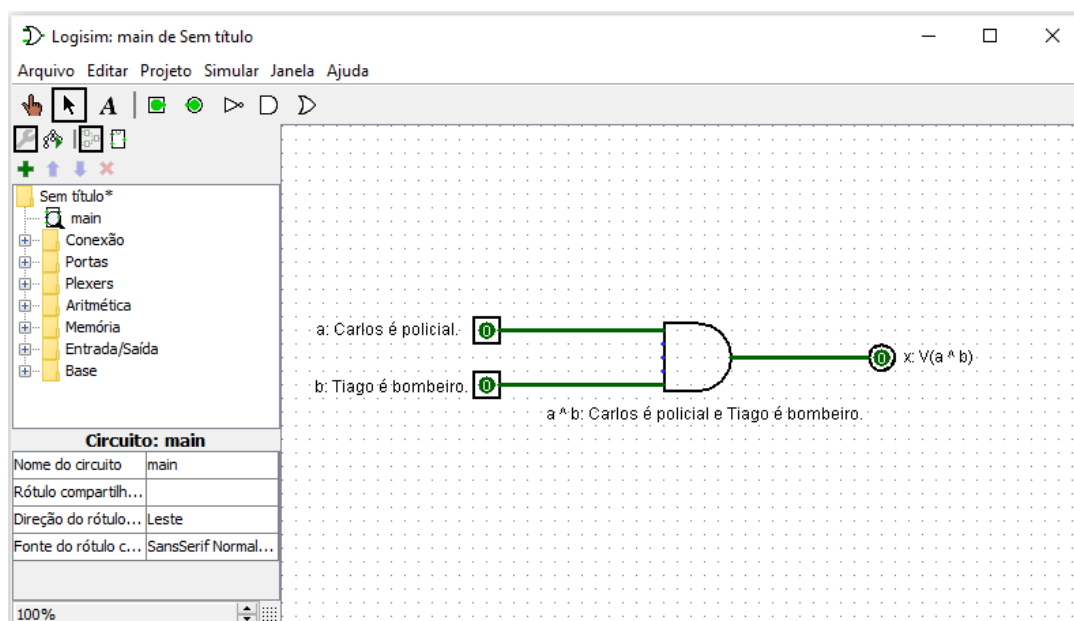
**Figura 14** – Localizando a Porta AND



Fonte: O Autor, 2023.

No segundo momento, o professor pede que os alunos conectem as duas entradas nas cinco entradas disponíveis da porta AND, sem que as conexões passem uma por cima da outra, para melhor estética do circuito.

**Figura 15** – As Portas AND, de Entrada e de Saída Devidamente Conectadas



Fonte: O Autor, 2024.

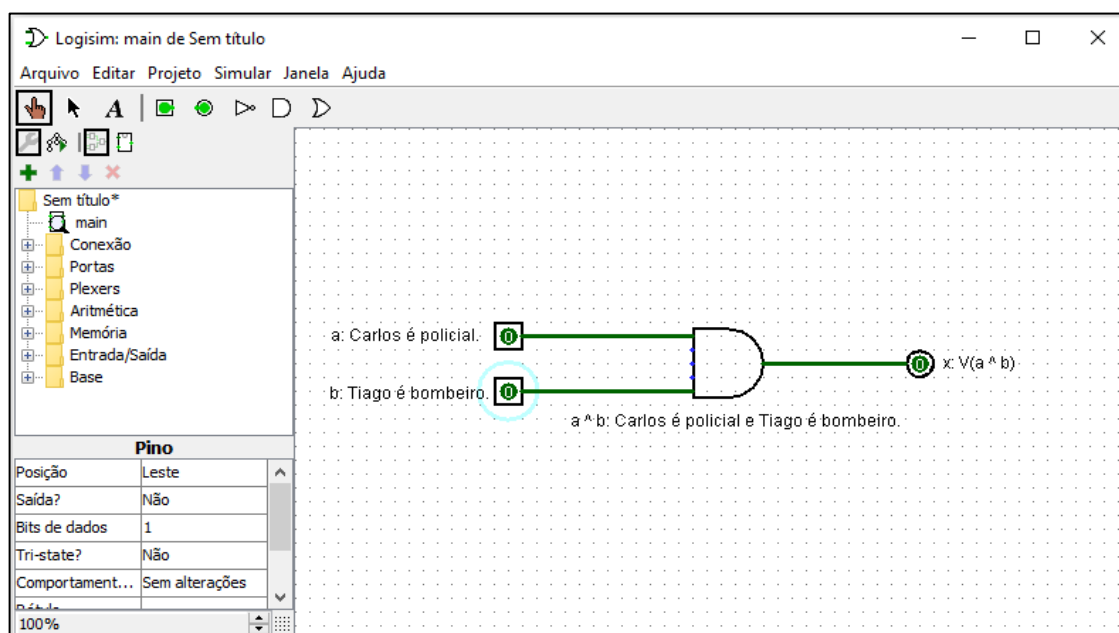
No terceiro e último momento, o professor pede que os alunos simulem por alguns minutos o circuito criado. Neste momento, é importante que os alunos cheguem sozinhos à conclusão de que a saída só fica igual a 1 (ligada), se ambas as entradas estiverem com o Valor Lógico igual a 1.

Retomando a Proposição, os alunos podem clicar nas entradas de modo que alterem Verdadeiro (1) ou Falso (0) as Proposições, porém o Valor Lógico ficará Verdadeiro (1) somente quando ambas entradas estiverem Verdadeiro.

Retomando a proposição proposta, a porta AND conecta as Proposições “a” e “b” criando a Proposição Composta  $a \wedge b$ : Carlos é policial e Tiago é bombeiro. Nessa situação, existem 4 (quatro) possibilidades:

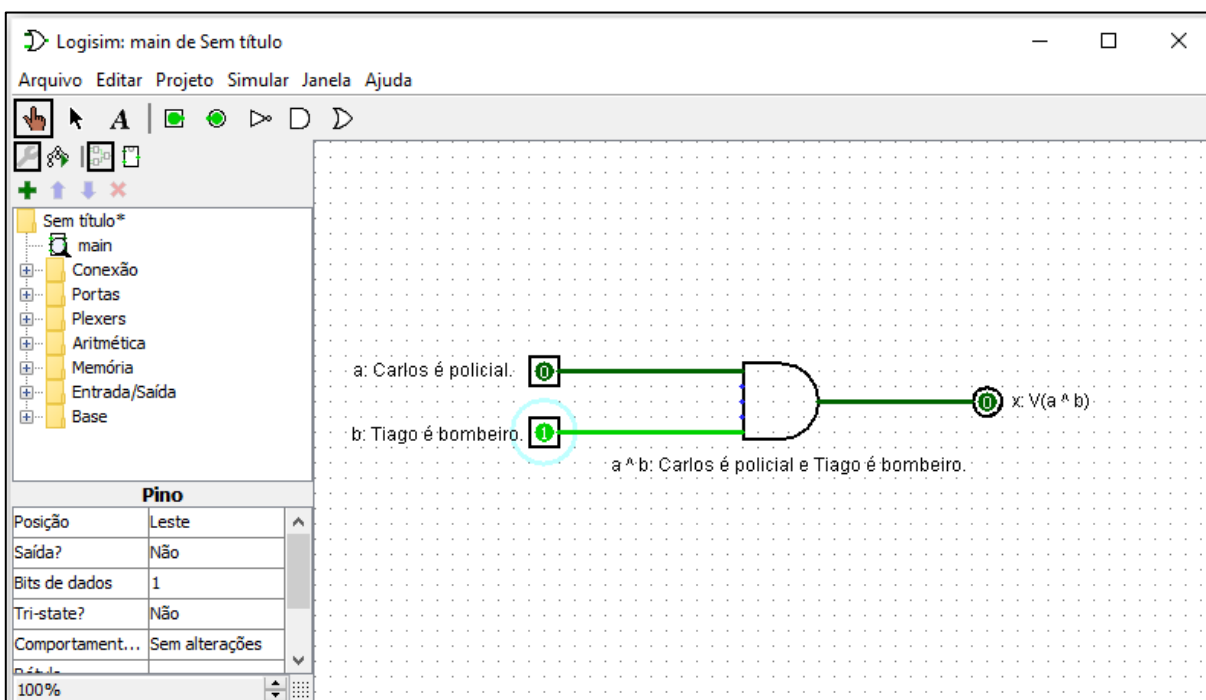
1. “Carlos é policial” é Falso e “Tiago é bombeiro” é Falso, logo a Proposição Composta  $a \wedge b$ : Carlos é policial e Tiago é bombeiro é Falso (Figura 16).
2. “Carlos é policial” é Falso e “Tiago é bombeiro” é Verdadeiro, logo a Proposição Composta  $a \wedge b$ : Carlos é policial e Tiago é bombeiro é Falso (Figura 17).
3. “Carlos é policial” é Verdadeiro e “Tiago é bombeiro” é Falso, logo a Proposição Composta  $a \wedge b$ : Carlos é policial e Tiago é bombeiro é Falso (Figura 18).
4. “Carlos é policial” é Verdadeiro e “Tiago é bombeiro” é Verdadeiro, logo a Proposição Composta  $a \wedge b$ : Carlos é policial e Tiago é bombeiro é Verdadeiro (Figura 19).

**Figura 16** – “Carlos é policial” é Falso e “Tiago é bombeiro” é Falso



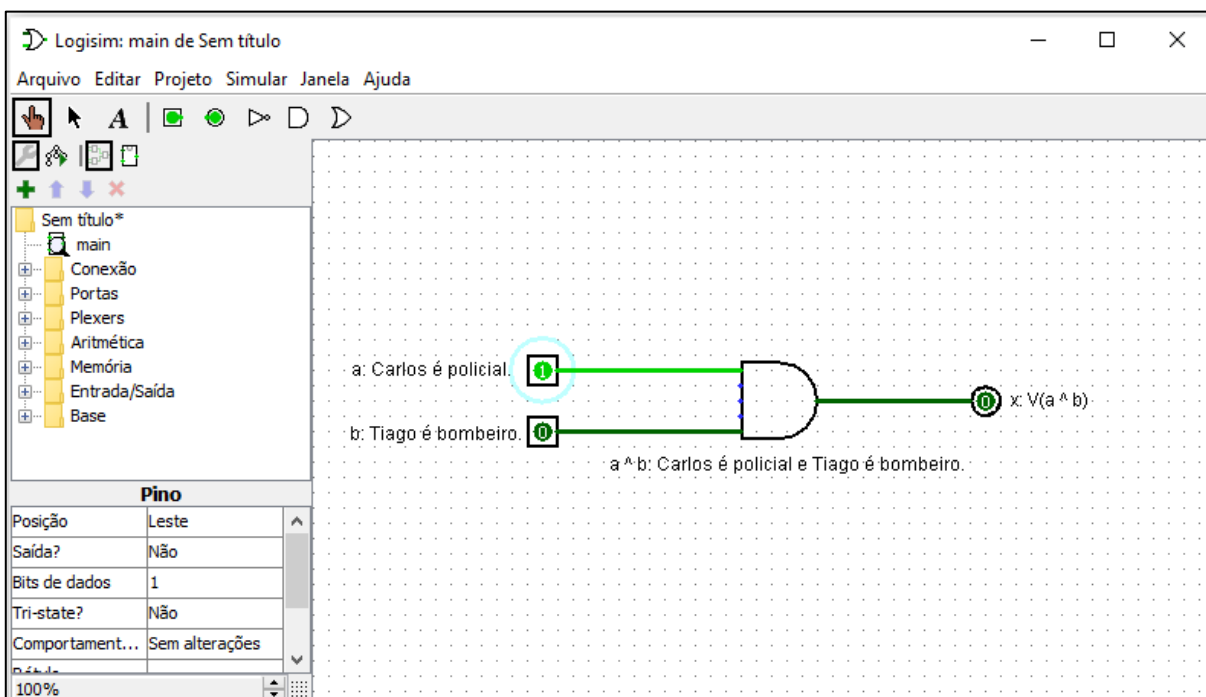
Fonte: O Autor, 2024.

**Figura 17** – “Carlos é policial” é Falso e “Tiago é bombeiro” é Verdadeiro



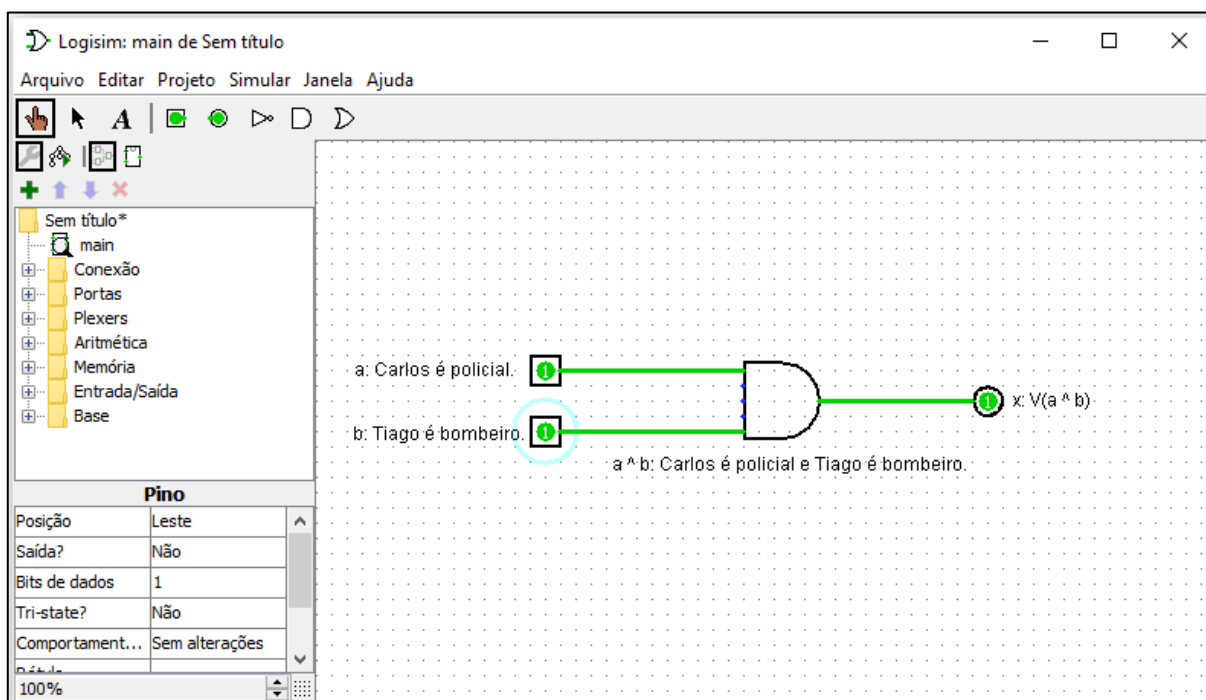
Fonte: O Autor, 2024.

**Figura 18** – “Carlos é policial” é Verdadeiro e “Tiago é bombeiro” é Falso



Fonte: O Autor, 2024.

**Figura 19** – “Carlos é policial” é Verdadeiro e “Tiago é bombeiro” é Verdadeiro



Fonte: O Autor, 2024.

**Avaliação:** O professor pode, sem explicar o que é tabela verdade, contruir uma tabela-verdade no quadro branco e verificar se os alunos conseguem completar as saídas.

**Bibliografia:** Site do LOGISIM (BAIXESOFT, 2023)

**Material utilizado:** Dispositivo eletrônico (*notebook* ou *tablet*) com o *software* LOGISIM instalado.

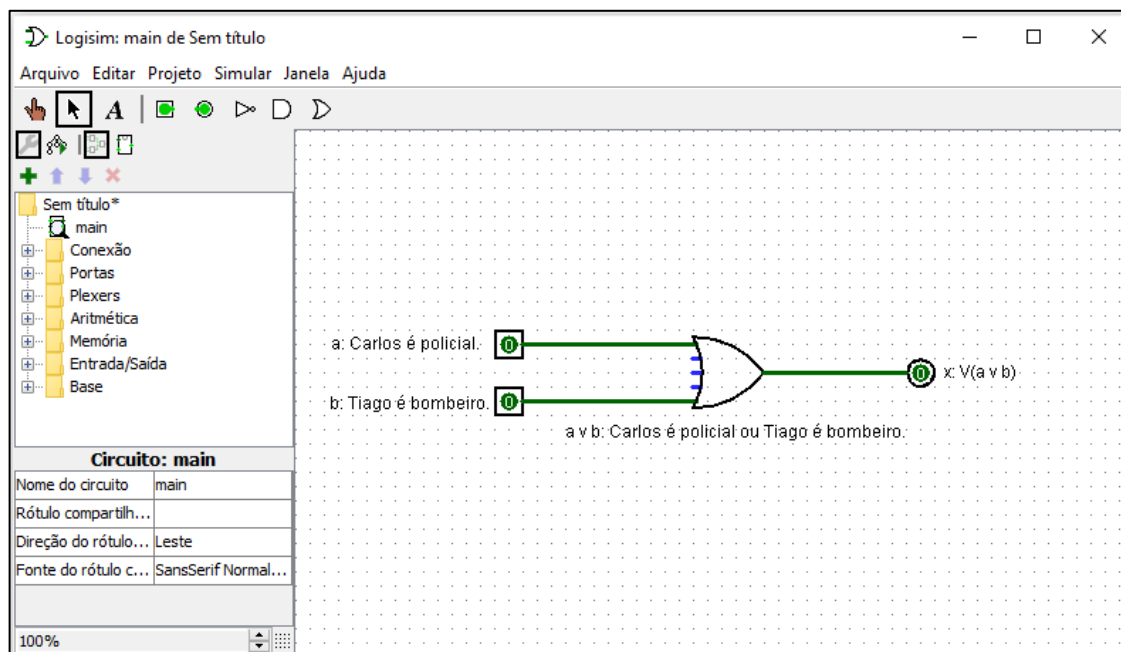
#### **Etapa 4- Usando a Porta Lógica OR Para Representar uma Disjunção de Proposições**

**Público-alvo:** Estudantes do Ensino Fundamental II ou Ensino Médio **Objetivo geral:** Criar um circuito simples com uma porta lógica OR.**Metodologia:**

A porta lógica OR, como diz a própria tradução, significa “OU”. No primeiro momento, o professor apresenta uma Disjunção de Proposições, como por exemplo: “Carlos é policial ou Tiago é bombeiro”. E pede que os alunos executem o LOGISIM em seus dispositivos e pede que adicionem duas portas de entrada, uma porta de saída e uma porta OR e as conectem. No segundo momento, o professor pede que os alunos conectem as duas entradas

nas cinco entradas disponíveis da porta OR, sem que as conexões passem uma por cima da outra, para melhor estética do circuito, conforme Figura 20.

**Figura 20** – As Portas OR, de Entrada e de Saída Devidamente Conectadas



**Fonte:** O Autor, 2024.

No terceiro e último momento, o professor pede que os alunos simulem por alguns minutos o circuito criado. Neste momento, é importante que os alunos cheguem sozinhos à conclusão de que a saída fica igual a 1 (ligada), se uma única ou ambas as entradas estiverem com o Valor Lógico igual a 1.

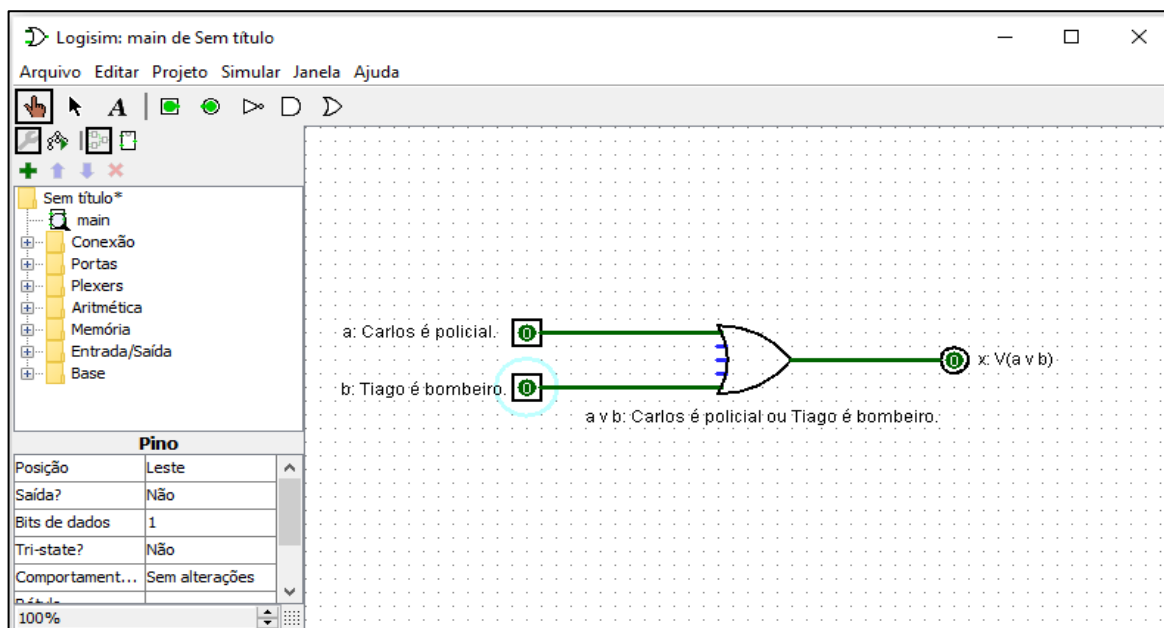
Retomando a Proposição, os alunos podem clicar nas entradas de modo que alterem Verdadeiro (1) ou Falso (0) as Proposições, porém o Valor Lógico ficará Verdadeiro (1) sempre que alguma entrada das estiverem Verdadeiro.

Retomando a proposição proposta, a porta OR conecta as Proposições “a” e “b” criando a Proposição Composta a v b: Carlos é policial ou Tiago é bombeiro. Nessa situação, existem 4 (quatro) possibilidades:

1. “Carlos é policial” é Falso e “Tiago é bombeiro” é Falso, logo a Proposição Composta a v b: Carlos é policial ou Tiago é bombeiro é Falso (Figura 21).
2. “Carlos é policial” é Falso e “Tiago é bombeiro” é Verdadeiro, logo a Proposição Composta a v b: Carlos é policial ou Tiago é bombeiro é Verdadeiro (Figura 22).

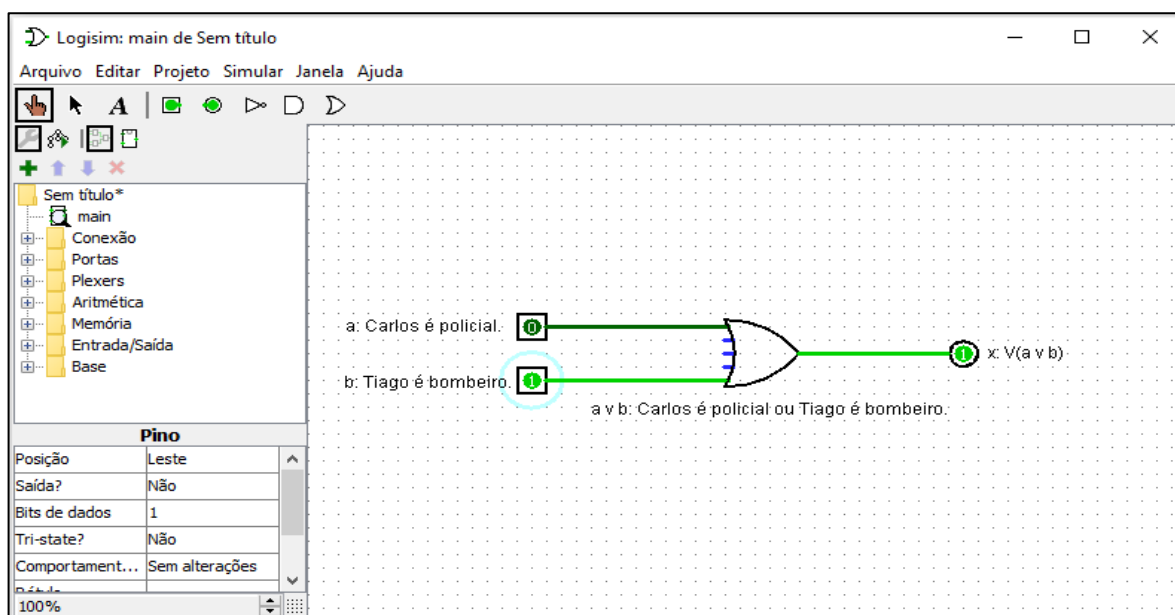
3. “Carlos é policial” é Verdadeiro e “Tiago é bombeiro” é Falso, logo a Proposição Composta  $a \vee b$ : Carlos é policial ou Tiago é bombeiro é Verdadeiro (Figura 23).
4. “Carlos é policial” é Verdadeiro e “Tiago é bombeiro” é Verdadeiro, logo a Proposição Composta  $a \vee b$ : Carlos é policial ou Tiago é bombeiro é Verdadeiro (Figura 24).

**Figura 21** – “Carlos é policial” é Falso ou “Tiago é bombeiro” é Falso



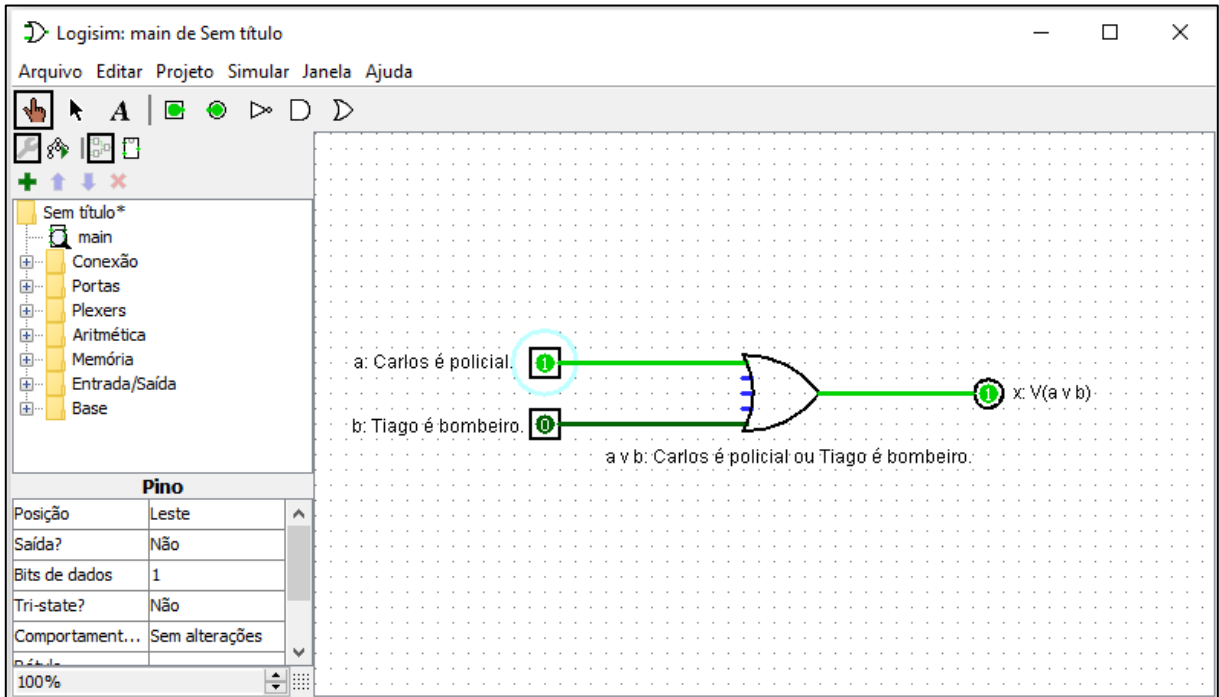
Fonte: O Autor, 2024.

**Figura 22** – “Carlos é policial” é Falso ou “Tiago é bombeiro” é Verdadeiro



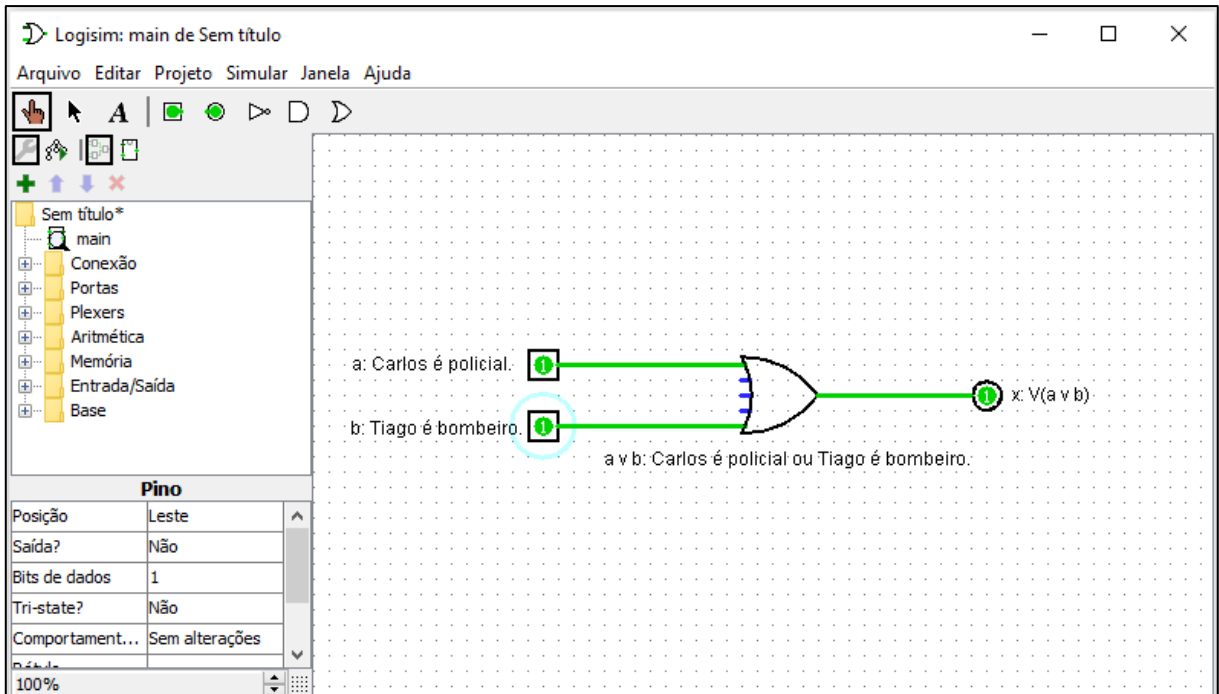
Fonte: O Autor, 2024.

**Figura 23**– “Carlos é policial” é Verdadeiro ou “Tiago é bombeiro” é Falso



Fonte: O Autor, 2024.

**Figura 24**– “Carlos é policial” é Verdadeiro ou “Tiago é bombeiro” é Verdadeiro



Fonte: O Autor, 2024.

**Avaliação:** O professor pode, sem explicar o que é tabela verdade, contruir uma tabela-verdade no quadro branco e verificar se os alunos conseguem completar as saídas.

**Bibliografia:** Site do LOGISIM (BAIXESOFT, 2023)

**Material utilizado:** Dispositivo eletrônico (*notebook* ou *tablet*) com o *software* LOGISIM instalado.

### Etapa 5 – Criando um Circuito a Partir de Várias Proposições

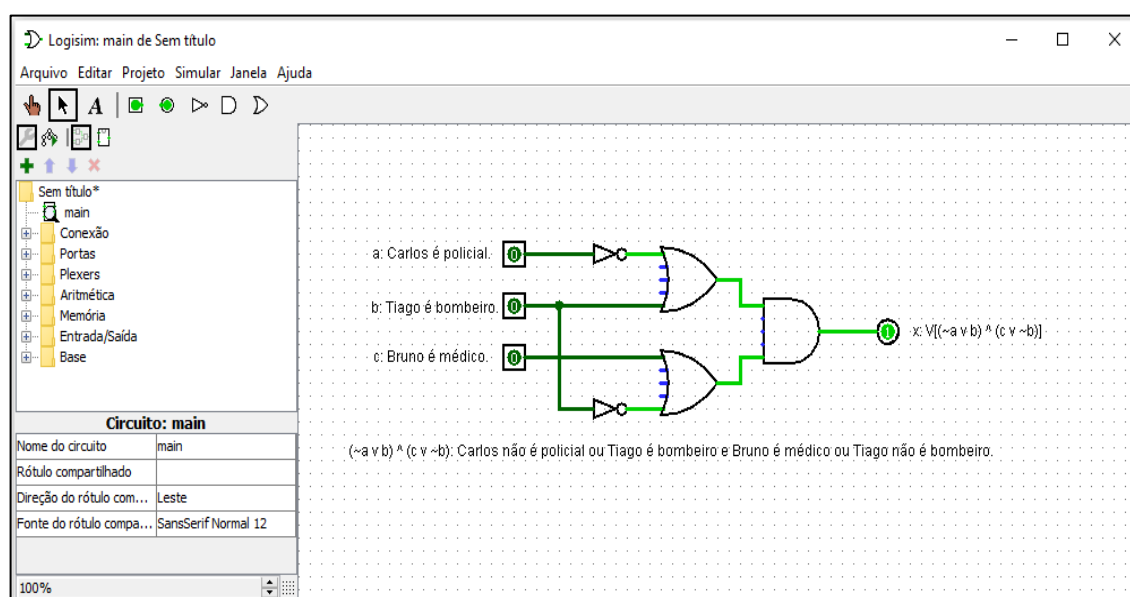
**Público-alvo:** Estudantes do Ensino Fundamental II ou Ensino Médio

**Objetivo geral:** Criar um circuito composto

**Metodologia:**

Sugere-se que as etapas 5 e 6, se possível, não sejam realizadas de forma individual. O aproveitamento dessas atividades é significativo quando os alunos analisam, em grupo, os circuitos. No primeiro momento, o professor apresenta Duas Proposições Compostas, como por exemplo: “Carlos não é policial ou Tiago é bombeiro. Bruno é médico ou Tiago não é bombeiro.”. E pede que os alunos executem o LOGISIM em seus dispositivos e pede que adicionem três portas de entrada, uma porta AND, duas portas OR, uma porta de saída e as conectem, conforme a Figura 25. É importante que as portas não estejam muito perto uma da outra, para melhor manuseio das conexões e rótulos.

**Figura 25 – Circuito Com Três Entradas**

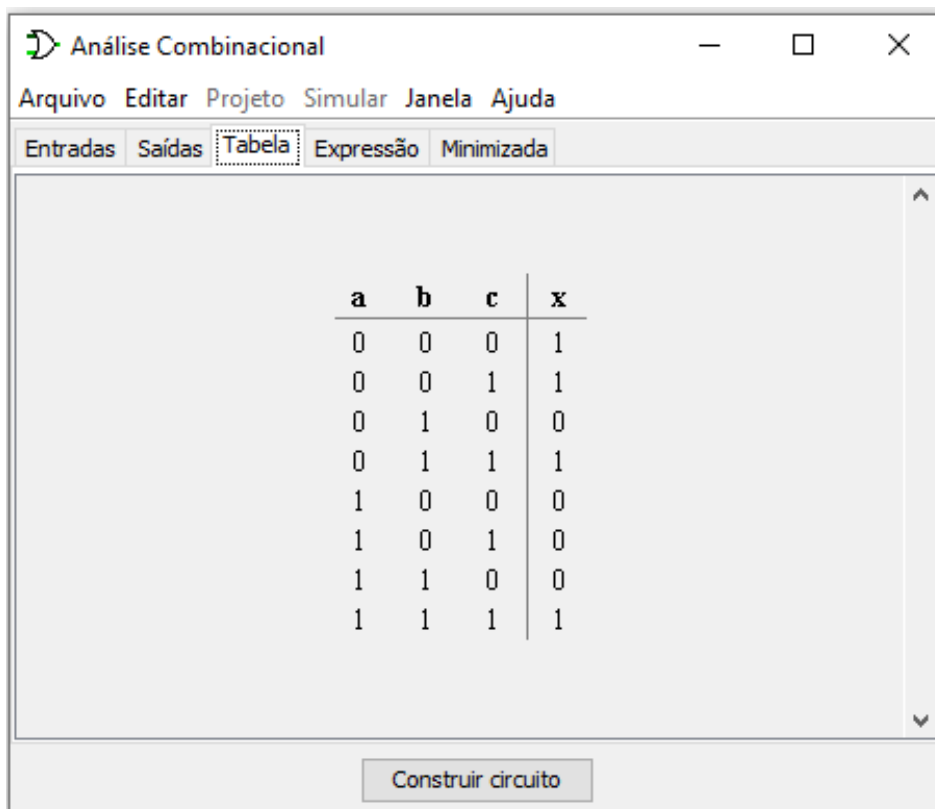


**Fonte:** O Autor, 2024.

No segundo momento, o professor pede que os alunos simulem por alguns minutos o circuito criado.

Como o circuito é composto por 3 entradas, existem  $2^3 = 8$  possibilidades de saída. Para melhor visualização, o professor deve pedir que seus alunos verifiquem a Tabela-Verdade do circuito criado, conforme a Figura 26.

**Figura 26** – Tabela-Verdade do Circuito com Três Entradas



a	b	c	x
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

Fonte: O Autor, 2024.

No terceiro e último momento, o professor mostra aos seus alunos que a Tabela-Verdade ajuda a verificar algumas verdades a respeito das Proposições, conforme a Figura 26. Se “Carlos não é policial e Tiago não é bombeiro”, então nada pode-se afirmar em relação a profissão de Bruno. Ou seja, pela Tabela-Verdade é possível ver que quando as entradas “a” e “b” estão iguais a 0, a saída fica igual a 1, independente da entrada “c” estar igual a 1 ou 0. Mas se “Carlos não é policial e Tiago é bombeiro”, então “Bruno não é médico”, isto é, pela Tabela-Verdade é possível ver que quando a entrada “a” é igual a 0 e “b”, igual a 1, então a saída só fica igual a 1 se a entrada “c” também estiver igual a 1. E se “Carlos é policial e Tiago é bombeiro”, então “Bruno é médico”. Ou seja, pela Tabela-

Verdade é possível ver que quando as entradas “a” e “b” estão iguais a 1, então a saída sófica igual a 1 se a entrada “c” também estiver igual a 1 (Figura 27).

**Figura 27** – Análise da Tabela-Verdade do Circuito Com Três Entradas

a	b	c	x
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

Fonte: O Autor, 2024.

**Avaliação:** O professor pode contruir a tabela-verdade no quadro branco e verificar se os alunos conseguem completar as saídas.

**Bibliografia:** Site do LOGISIM (BAIXESOFT, 2023)

**Material utilizado:** Dispositivo eletrônico (*notebook* ou *tablet*) com o *software* LOGISIM instalado.

### **Etapa 6 – Utilizando o LOGISIM Para Resolver Uma Questão Complexa de Lógica**

**Público-alvo:** Estudantes do Ensino Fundamental II ou Ensino Médio

**Objetivo geral:** Criar um circuito composto para visualizar a resolução de uma questão de Lógica.

### Metodologia:

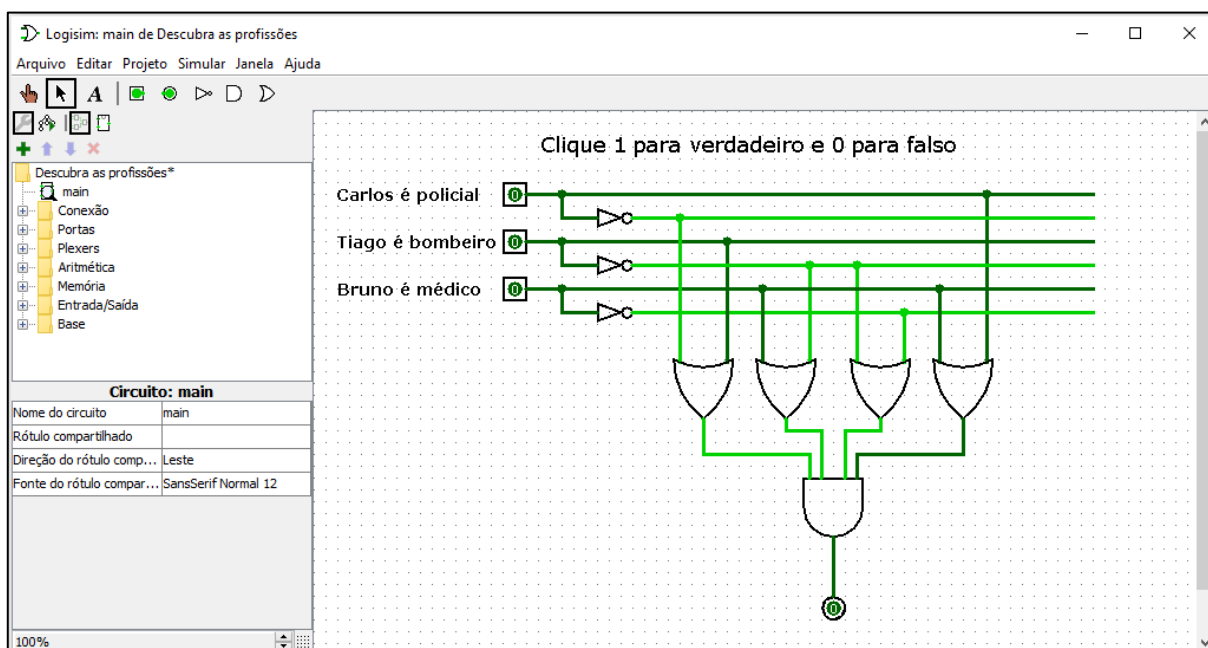
Sugere-se que as aulas 5 e 6, se possível, não sejam realizadas de forma individual. O aproveitamento dessas atividades é significativo quando os alunos analisam, em grupo, os circuitos. No primeiro momento, o professor apresenta a questão conforme enunciado abaixo:

QUESTÃO: Carlos não é policial ou Tiago é bombeiro. Bruno é médico ou Tiago não é bombeiro. Tiago não é bombeiro ou Bruno não é médico. Bruno é médico ou Carlos é policial. Pode-se concluir que:

- (A) Carlos é policial, Tiago não é bombeiro, Bruno é médico.
- (B) Carlos é policial, Tiago não é bombeiro, Bruno não é médico.
- (C) Carlos não é policial, Tiago é bombeiro, Bruno é médico.
- (D) Carlos não é policial, Tiago é bombeiro, Bruno não é médico.
- (E) Carlos não é policial, Tiago não é bombeiro, Bruno é médico.

No segundo momento, o professor pede que os alunos criem um circuito conforme a Figura 28.

**Figura 28** – Circuito “Descubra as Profissões”

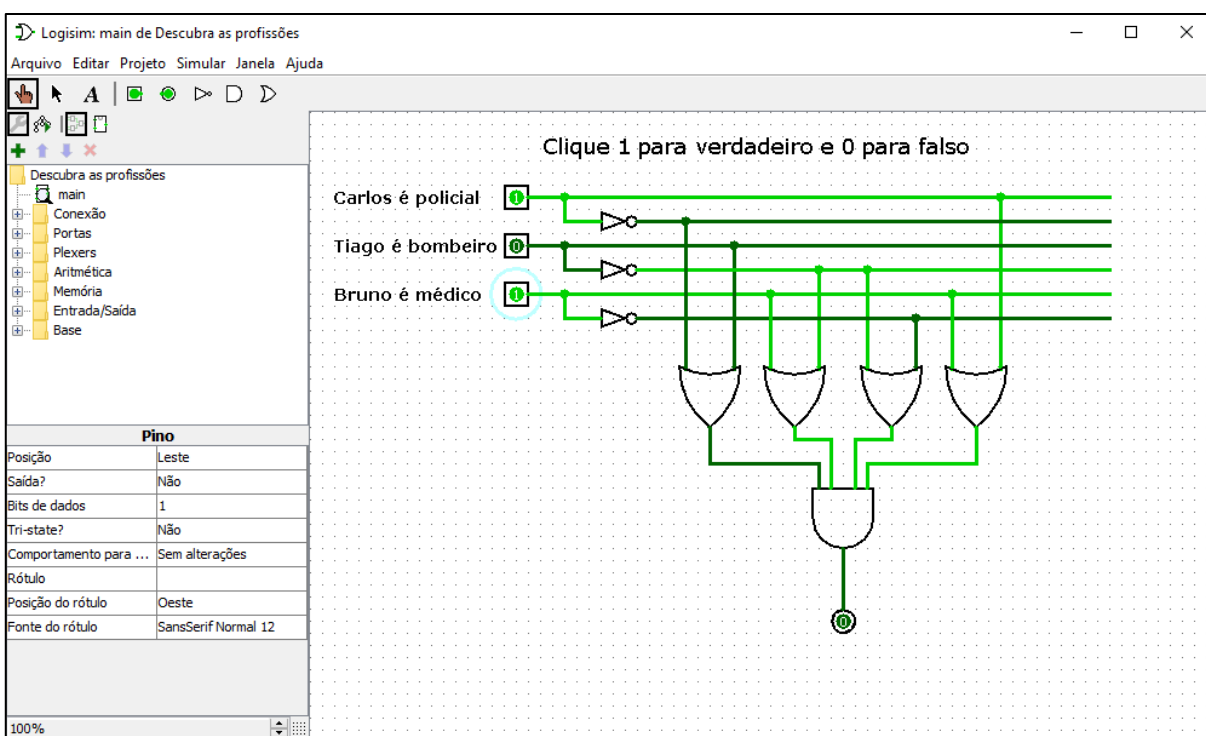


Fonte: O Autor, 2024.

No terceiro momento, após os alunos criarem o circuito, o professor deve instigar os alunos para resolverem a questão usando o LOGISIM. Alguns alunos podem apresentar dúvidas quanto ao uso do *software* para resolver a questão. O professor deve orientar que para resolver,

os alunos precisam simular as possibilidades de ter ou não determinadas profissões, clicando nos botões de entrada. Por exemplo: se o aluno acha que “Carlos é policial, Tiago não é bombeiro e Bruno é médico”, então os botões de entrada devem apresentar a ordem, conforme a Figura 29. Feito isso, deve verificar o botão de saída se alterou para 1 ou permanece 0. Lembrando que 1 corresponde à Verdade e 0, Falso.

**Figura 29** – Circuito Simulando que “Carlos é policial" é Verdadeiro, "Tiago é bombeiro" é Falso e "Bruno é médico" é Verdadeiro



Fonte: O Autor, 2024.

No quarto e último momento, o professor pede que os alunos observem a Tabela- Verdade desse circuito, a fim de verificar que a única possibilidade verdadeira é “Carlos não é policial, Tiago não é bombeiro e Bruno é médico”, pois a única linha da Tabela-Verdade com saída igual a 1 (Verdadeiro), consta a Proposição “a” igual a 0 (Falso), a Proposição “b” igual a 0 (Falso) e a Proposição “c” igual a 1 (Verdadeiro), conforme a Figura 30.

**Figura 30** – Tabela-Verdade do Circuito “Descubra as Profissões”

a	b	c	x
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	0

Construir circuito

**Fonte:** O Autor, 2024.

**Avaliação:** O professor observa se os alunos conseguem executar os comandos adequadamente e chegarem aos resultados esperados e discute com eles sobre o que aprenderam com as atividades e como podem aplicá-las na prática; aplicação de questionário sobre a Sequência Didática completa.

**Bibliografia:** Site do LOGISIM (BAIXESOFT, 2023)

**Material utilizado:** Dispositivo eletrônico (*notebook* ou *tablet*) com o *software* LOGISIM instalado.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na busca por encontrar caminhos para uma vida cada vez mais fácil o ser humano tem criado diversas técnicas e tecnologias, ao longo do tempo, especialmente nas últimas décadas, quando elas apareceram de forma vertiginosa. Isso implicou na atuação de inúmeros profissionais, que se dedicaram ao seu desenvolvimento, tanto no plano das ideias, quanto no plano de novos materiais e sua aplicação na construção de equipamentos. Para fazer o trabalho, esses profissionais usaram disciplinas de base matemática, principalmente para a construção dos circuitos lógicos que as novas tecnologias necessitavam.

Antes de divulgarem essas novas tecnologias os profissionais simularam o seu funcionamento muitas e muitas vezes, sendo que em diversas ocasiões simplesmente perderamos equipamentos, que se queimaram. Uma vez transformadas em conhecimentos, esses procedimentos, em algum momento, chegaram às escolas, principalmente na disciplina de Matemática, de forma que os alunos pudessem aprender a construir os circuitos lógicos em simuladores e depois aplicar na sua prática profissional, visto que nem sempre dispõem de equipamentos que possam ser usados para testes reais.

Diante disso, os professores necessitaram adaptar e até mesmo desenvolverem metodologias que possibilitassem executar os procedimentos, juntamente com os alunos, bem como levá-los a perceber os erros e acertos, a trabalhar tanto de forma individual, como em grupo e avaliar os resultados, de maneira compartilhada. A simulação tornou-se, portanto, o caminho metodológico a ser seguido, mas não poderia ser feita de forma fragmentada, necessitando de apoio para ser executada.

É nesse sentido, que o conceito de Sequência Didática se aplica, pois, a partir dela, é possível preparar um processo de simulação de construção de circuitos lógicos e aplica-lo em sala de aula, tendo como suporte de equipamentos no máximo um *notebook* ou um *tablet*, que muitos alunos já possuem ou que a própria escola fornece. Ao longo de algumas aulas os professores conseguem mostrar aos alunos como trabalharem com a Lógica Matemática sem que tenham a necessidade de usar um laboratório real ou colocar equipamentos caros em risco, durante as simulações.

Esse é um processo importante, pois historicamente os alunos demonstram muita aversão pelas aulas de Matemática. Contudo, são extremamente interessados em tecnologias digitais e a construção de circuitos lógicos, com o professor mostrando como fazer e para quê podem ser aplicados, pode aumentar a motivação para que os alunos se interessem e se

dediquem mais às aulas de Matemática. As novas tecnologias despertam nos alunos o interesse em resolver problemas, de forma criativa e autônoma, o que muitas vezes os professores da disciplina não conseguem propor em suas aulas, seja porque usam métodos tradicionais de ensino e aprendizagem ou porque lhes falta formação adequada, além daquela que adquiriram na Graduação.

A partir desses pensamentos é que foi apresentada a Sequência Didática deste estudo, para que os alunos percebessem a utilidade dos conceitos aprendidos nas aulas de Matemática, que pudessem aplicá-los para simular a produção de uma tecnologia e que visualizassem a sua aplicação em algo que fosse construído por eles mesmos, como um equipamento digital novo ou melhorias naqueles que já existem. E, além disso, que enxergassem os conteúdos matemáticos não como algo difícil e a ser temido, mas como auxiliares poderosos na sua trajetória de vida.

A Sequência Didática proposta exige apenas os conhecimentos básicos em Matemática, por parte dos alunos, conhecimento do *software* de simulação LOGISIM, por parte dos professores e a visão, também destes, de que é possível aplicar os conceitos de Lógica Matemática na realidade cotidiana dos alunos da Educação Básica, a partir do Ensino Fundamental II, ou seja, quando eles estão começando a desenvolver justamente o pensamento lógico formal.

Para auxiliar no processo avaliativo, foi proposto também o uso de um questionário a ser respondido pelos alunos (APÊNDICE 3), de forma que o professor possa ter um *feedback* mais efetivo e palpável a respeito do que foi executado nas aulas e dar aos próprios alunos motivos para refletirem sobre o que realizaram e como os conhecimentos matemáticos os ajudaram a alcançar os resultados desejados.

A aplicação da Sequência Didática proposta pode abrir futuras portas profissionais aos alunos, pois aprenderão a fazer algo que é considerado o futuro, senão o próprio presente, a tecnologia do dia a dia das pessoas. É o que encontrarão nas empresas e se começarem a aprender a fazer ainda na escola, usando a Matemática, não terão maiores dificuldades quando tiverem que se deparar com a realidade profissional.

Esta atividade pode abrir futuras portas profissionais aos alunos, pois alguns terão contato com uma espécie de linguagem de programação e esboço de circuitos lógicos pela primeira vez. A maioria das profissões que são consideradas hoje como “profissões do futuro” estão relacionadas ao uso da tecnologia. Diferentes tipos de *software* são encontrados nas

empresas e se começarem a aprender a fazer ainda na escola, usando a Matemática, não terão maiores dificuldades quando tiverem que se deparar com a realidade profissional.

## REFERÊNCIAS / BIBLIOGRAFIA

ALVES, Kynttino Hélyvio de Freitas. **Iniciação à Lógica na Educação Básica**. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática) – da Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2013.

ALVES, André Luciano; DENSE, Lisiane Stein. **A importância de trabalhar a matemática na educação infantil**. II Conferência Nacional de Educação Matemática, Taquara/RS, 15-17 ago. 2019. Disponível em: <https://www2.faccat.br/portal/sites/default/files/31%20CO.pdf>. Acesso em: 13 fev. 2023.

ALVES, Vânia Maria Siqueira; CARVALHO, Márcio Eurelio Rios. A formação de professores na Base Nacional Comum (BNC-FORMAÇÃO): impasses para execução dos itinerários formativos. In: CARVALHO, Carla Maria Nogueira; SOARES, Ivanete Bernardino; COSTA, Mara Lúcia Rodrigues (organizadoras). **Veredas e (re)configurações da formação docente**. Belo Horizonte: Editora UEMG, 2022.

BACICH, Liliam; MORAN, José. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018.

BAIXESOFT. **Logisim**. BaixeSoft, 6 jan. 2023. Disponível em: <https://www.baixesoft.com/download/logisim>. Acesso em: 9 jun. 2023.

BICUDO, Maria Aparecida Viggiani (organizadora). **Pesquisa em educação matemática: concepções e perspectivas**. São Paulo: Editora UNESP Digital, 2020.

BORBA, Marcelo de Carvalho; ARAÚJO, Jussara de Loiola (organizadores). **Pesquisa qualitativa em Educação Matemática**. 6. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2019.

BRASIL. Congresso Nacional. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Câmara dos Deputados, 1988. Disponível em: [https://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/legislacao/constituicao1988/arquivos/ConstituicaoTextoAtualizado\\_EC%20116.pdf](https://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/legislacao/constituicao1988/arquivos/ConstituicaoTextoAtualizado_EC%20116.pdf). Acesso em: 13 fev. 2023.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, estabelece as diretrizes e bases da educação nacional**. Brasília, D.O.U., 23 dez. 1996. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L9394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm). Acesso em: 13 fev. 2023.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática**. Brasília: MEC/SEF, 1997. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro03.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2023.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular: educação é a base**. Brasília: Ministério da Educação, 2017a. 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: 12 fev. 2023.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular: educação é a base – Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação, 2017b. Disponível em:

[http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/BNCC\\_EnsinoMedio\\_embaixa\\_site\\_110518.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/BNCC_EnsinoMedio_embaixa_site_110518.pdf). Acesso em: 24 jul. 2023.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. **Resolução CNE/CP nº 2, de 20 de dezembro de 2019, define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores para a Educação Básica e institui a Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica (BNC-Formação)**. Brasília, D.O.U., 11 mar. 2020, p. 87-90. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/dezembro-2019-pdf/135951-rcp002-19/file>. Acesso em: 16 fev. 2023.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. **Resolução CNE/CP nº 2, de 30 de agosto de 2022, altera o Art. 27 da Resolução CNE/CP nº 2, de 20 de dezembro de 2019, que define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores para a Educação Básica e institui a Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica (BNC-Formação)**. Brasília, D.O.U., 31 ago. 2022, Seção1, p. 112. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=240741-rcp002-22&category\\_slug=agosto-2022-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=240741-rcp002-22&category_slug=agosto-2022-pdf&Itemid=30192). Acesso em: 16 fev. 2023.

CABRAL, Natanael Freitas. **Sequências Didáticas: estrutura e elaboração**. Belém: SBEM/SBEM-PA, 2017.

CARCHEDI, Luiz Carlos. **Comportamento temporal de circuitos digitais utilizando o Logisim**. Monografia (Bacharelado em Ciência da Computação) – da Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2016.

CASTELLAR, Sonia M. Vanzella; MACHADO, Júlio César. (organizadores). **Metodologias ativas: sequências didáticas**. São Paulo: FTD, 2016.

COSTA, Dailson Evangelista; GONÇALVES, Tadeu Oliver. Compreensões, abordagens, conceitos e definições de Sequência Didática na área de Educação Matemática. **Bolema**, Rio Claro, v. 36, n. 72, p. 358-388, abr. 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bolema/a/TBtxkXdxLr5JnHCryWfSWL/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 19 ago. 2023.

COUTINHO, Pedro Filipe de Sá Almeida Salvador. **O Logisim como ferramenta cognitiva na aprendizagem de circuitos digitais lógicos**. Relatório de Estágio (Mestrado em Ensino de Informática) – da Universidade do Minho, Braga, 2014.

CUNHA, Francisco Gêvane Muniz. **Lógica e conjuntos: licenciatura em Matemática**. Fortaleza: UAB/IFCE, 2008. Disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/429767/2/Logica%20e%20Conjuntos%20-%20Livro.pdf>. Acesso em: 28 fev. 2023.

CUNHA, Douglas da Silva. Educação matemática e o desinteresse do aluno. **REBES – Revista Brasileira de Educação e Saúde**, v. 3, n. 3, p. 20-24, jul./set. 2013. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/REBES/article/view/2303/1800>. Acesso em: 30 jul. 2023.

DANTAS, Viviane Andrade de Oliveira. **A relação com o saber matemático de adolescentes em cumprimento de medida socioeducativa**: sentidos e significados em um espaço privado de liberdade. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) – da Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2014.

DANTE, Luiz Roberto. **Letramento matemático de bolso**: reflexões para a prática em sala de aula. Brasília: Editora do Brasil, 2022.

FERREIRA, Miliam Juliana Alves *et al.* **Ambientes Virtuais e suas potencialidades para o ensino e aprendizagem de matemática**: comunicação e colaboração. Actas del VII CIBEM, Montevideu, 16-20 set. 2013. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/328836489.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2023.

FRAGA, César. **MEC oficializa suspensão da implementação do Novo Ensino Médio**. Extraclasse, 5 abr. 2023a. Disponível em: <https://www.extraclasse.org.br/educacao/2023/04/mec-oficializa-suspensao-da-implementacao-do-novo-ensino-medio/>. Acesso em: 24 jul. 2023.

\_\_\_\_\_. **Encerrada a consulta pública sobre Novo Ensino Médio**. Extraclasse, 10 jul. 2023b. Disponível em: <https://www.extraclasse.org.br/educacao/2023/07/encerrada-a-consulta-publica-sobre-novo-ensino-medio/>.

FREITAS, Helena Costa Lopes. **Educadores resistem à BNC Formação e organizam Seminário das Licenciaturas**. Formação de Professores, 8 nov. 2021. Disponível em: <https://formacaoprofessor.com/2021/11/08/educadores-resistem-a-bnc-formacao-e-organizam-seminario-das-licenciaturas/>. Acesso em: 16 fev. 2023.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

GIORDAN, Marcelo; GUIMARÃES, Yara Araújo Ferreira. **Estudo Dirigido de Iniciação à Sequência Didática**. Especialização (Ensino de Ciências) - da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. Disponível em: [http://www.lapeq.fe.usp.br/textos/fp/fppdf/giordan\\_guimaraes-redefor-sd-2012.pdf](http://www.lapeq.fe.usp.br/textos/fp/fppdf/giordan_guimaraes-redefor-sd-2012.pdf). Acesso em: 5 ago. 2023.

GIORDAN, Marcelo. **Princípios de elaboração de SD no ensino de Ciências**. Licenciatura em Ciências USP/Univesp, Módulo 7, 2014. Disponível em: [https://midia.atp.usp.br/plc/plc0703/impressos/plc0703\\_06.pdf](https://midia.atp.usp.br/plc/plc0703/impressos/plc0703_06.pdf). Acesso em: 5 ago. 2023.

GOIÁS. Secretaria de Estado da Educação de Goiás. **Diretrizes Operacionais da Rede Pública Estadual de Educação de Goiás 2020-2022**. Goiânia, Seduc, 2020. Disponível em: [https://site.educacao.go.gov.br/files/Diretrizes-Operacionais/Diretrizes\\_Operacionais\\_Nete\\_Publica\\_Estadual\\_de\\_Educacao\\_de\\_Goias\\_2020\\_2022.pdf](https://site.educacao.go.gov.br/files/Diretrizes-Operacionais/Diretrizes_Operacionais_Nete_Publica_Estadual_de_Educacao_de_Goias_2020_2022.pdf). Acesso em: 25 jul. 2023.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Estado da Educação de Goiás. **Documento Curricular para Goiás – Etapa Ensino Médio**. Goiânia: Seduc, 2021. Disponível em: <https://www.cee.go.gov.br/files/DOCUMENTO-CURRICULAR-PARA-GOIAS-ETAPA-ENSINO-MEDIO.pdf>. Acesso em: 24 jul. 2023.

GUERREIRO, António Manuel da Conceição. **Comunicação no ensino-aprendizagem da Matemática**: práticas no 1º ciclo do Ensino Básico. Tese (Doutorado em Educação: Didática da Matemática) – da Universidade de Lisboa, Lisboa, 2011.

GUÉRIOS, Ettiène; MEDEIROS JÚNIOR, Roberto José. Resolução de problema e matemática no Ensino Fundamental. In: BRANDT, Célia Finck; MORETTI, Mércles Thadeu (organizadores). **Ensinar e aprender matemática**: possibilidades para a prática educativa. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2016. P. 209-231.

GÜNTZEL, José Luís; NASCIMENTO, Francisco Assis. **Introdução aos Sistemas Digitais**: circuitos sequenciais. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2008. Disponível em: <https://www.inf.ufsc.br/~j.guntzel/isd/isd3.pdf>. Acesso em: 30 maio 2023.

JENSKE, Grazielle. **Lógica Matemática**. Indaial: UNIASSELVI, 2015. Disponível em: <https://www.uniasselvi.com.br/extranet/layout/request/trilha/materiais/livro/livro.php?codigo=20517>. Acesso em: 3 mar. 2023.

KAMII, Constance. **A criança e o número**: implicações educacionais da teoria de Piaget para a atuação com escolares de 4 a 6 anos. 11. ed. Campinas: Papirus, 2011.

KÖNIG, Rosilene Inês. **Resolução de problemas matemáticos na formação continuada de professores**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Exatas) – do Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, 2013.

LEVADA, Alexandre Luís Magalhães. **Fundamentos de Lógica Matemática**. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 2011.

LIMA, Miriam Bastos Reis Maia; GUERREIRO, Elaine Maria Bessa Rebello. Perfil do professor mediador: proposta de identificação. **Educação**, Santa Maria, n. 44, p. 1-21, 2019. Disponível em: <https://www.redalyc.org/journal/1171/117158942023/html/>. Acesso em: 19 ago. 2023.

LORENSATTI, Edi Jussara Candido. Linguagem matemática e Língua Portuguesa: diálogo necessário na resolução de problemas matemáticos. **Conjectura**, v. 14, n. 2, p. 89-99, maio/ago. 2009. Disponível em: <https://fundacao.ucs.br/site/midia/arquivos/linguagem.pdf>. Acesso em: 13 fev. 2023.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, M.E.D.A. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. 2. ed. Rio de Janeiro: E.P.U., 2013.

MADUREIRO, Maria Engrácia Carvalho; VASCONCELOS, Francisco Herbert Lima; BARROS FILHO, Edgar Marçal. As tecnologias integradas ao ensino e a formação de professores na Educação Básica: uma revisão sistemática de literatura. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, Ano 8, Edição 2, v. 2, p. 80-94, fev. 2023. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/educacao/as-tecnologias>. Acesso em: 18 fev. 2023.

MASOLA, Wilson de Jesus; ALLEVATO, Norma Suely Gomes. Dificuldades de aprendizagem matemática: algumas reflexões. **Educação Matemática Debate**, Montes Claros, v. 3, n. 7, p. 52-67, jan./abr. 2019. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es> › descarga › articulo. Acesso em: 14 fev. 2023.

MELO, José Eronildo. **Educação Matemática: um estudo das concepções dos docentes sobre os registros de representação semiótica no ensino de álgebra na Educação Básica**. Belo Horizonte: Dialética, 2020.

MEZZOMO, Bruna Aparecida de Souza; FOSCHIERA, Elisabeth Maria. **A aprendizagem matemática das crianças de 4 a 6 anos na perspectiva piagetiana: um desafio ao professor de Educação Infantil**. Artigo (Licenciatura em Pedagogia) – da Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2019.

MIQUELINI, Rafael Augusto Albuquerque; FERRARI, Hélio Oliveira. LOGISIM: ferramenta para simulação de circuitos combinacionais e sequenciais digitais. **Intercursos Revista Científica**, Ituiutaba, v. 20, n. 2, p. 79-93, jul./dez. 2021. Disponível em: <https://revista.uemg.br/index.php/intercursosrevistacientifica/article/view/6319/3799>. Acesso em: 25 maio 2023.

MOLON, Jaqueline *et al.* Matemática dinâmica e raciocínio hipotético-dedutivo: estudo envolvendo quadriláteros com o Geogebra. **Educação Matemática em Revista**, Brasília, v.27, n. 71, p. 114-131, abr./jun. 2021. Disponível em: <http://funes.uniandes.edu.co/24042/1/Molon2021Matem%C3%A1tica.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2023.

MOREIRA, Marco Antônio. **Comportamentalismo, Construtivismo e Humanismo**. 2. ed. rev. Porto Alegre: Editora UFRGS, 2016.

MORTARI, Cezar A. **Introdução à Lógica**. 2. ed. rev. e ampl. São Paulo: Editora UNESP, 2017.

MURILLO, Antonio Marcos. **Propostas para tornar o aprendizado de Matemática mais interessante e agradável**. Monografia (Especialização em Metodologia do Ensino de Matemática e Física) – da Universidade Braz Cubas, São Paulo, 2017.

NUNES, Bárbara Maria Santiago. **Elaboração e resolução de problemas: uma proposta com Raciocínio Lógico Matemático e Ensino Híbrido**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - da Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2022.

OLIVEIRA, Kelvin Rafael Rodrigues; TEIXEIRA, Leny Rodrigues Martins. A formação inicial de professores que ensinam Matemática no ensino fundamental e as diretrizes curriculares pós-LDB 9394/96. **Colloquium Humanarum**, Presidente Prudente, v. 17, p. 27- 46, jan./dez. 2020. Disponível em: <https://revistas.unoeste.br> › article › download. Acesso em: 18 fev. 2023.

PASSOS, Cármen Lúcia Brancaglion; NACARATO, Adair Mendes. Trajetória e perspectivas para o ensino de Matemática nos anos iniciais. **Estudos Avançados**, v. 32, n. 94, p. 119-135,

2018. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/eav/article/view/152683/149157>. Acesso em: 22 fev. 2023.

PEREIRA NETO, Alípio José Viana. **Definições preliminares para uma classificação das falácias informais**. Dissertação (Mestrado em Filosofia) – da Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2019.

PODER GOIÁS. **A posição da Seduc sobre a suspensão do cronograma do Novo Ensino Médio**. Poder Goiás, 9 abr. 2023. Disponível em: <https://www.podergoias.com.br/materia/14263/a-posicao-da-seduc-sobre-a-suspensao-do-cronograma-do-novo-ensino-medio>. Acesso em: 24 jul. 2023.

RODRIGUES, Paulo Marcelo Silva. **Metodologia do ensino de matemática frente ao paradigma das novas tecnologias de informação e comunicação: a internet como recurso no ensino de matemática**. Duque de Caxias: Espaço Científico Livre Projetos Editoriais, 2014.

RODRIGUES, Jéssica; OREY, Daniel Clark; ROSA, Milton. As trilhas etnomatemáticas como uma proposta de ação pedagógica. **RIEcim – Revista Interdisciplinar em Ensino de Ciências e Matemática**, Araguaína, v. 1, n. 2, p. 125-141, 2021. Disponível em: <https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/RIEcim/article/view/12724/19416>. Acesso em: 24 jul. 2023.

SANTOS, Silvano Messias; ALMEIDA, Inês Maria Marques Zanforlin Pires. Medo de Matemática e trauma na relação com o aprender: uma leitura psicanalítica. **Bolema**, Rio Claro, v. 36, n. 74, p. 1273-1292, dez. 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bolema/a/7vQhs3s9MYBFVpJ7xLWTPyR/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 12 fev. 2023.

SANTOS, Maria Graciene Moreira; ALVES, Francisco Régis Vieira. O processo de formação de professores de Matemática: complementaridade entre Didática da Matemática e Didática Profissional. **Revista de História da Educação Matemática**, v. 8, p. 1-18, 2022. Disponível em: <https://www.histemat.com.br/index.php/HISTEMAT/article/view/483/417>. Acesso em: 17 fev. 2023.

SCHUCHTER, Lúcia Helena; LOMBA, Maria Lúcia de Resende. **Docência, profissão e formação de professores para a Educação Básica: reflexões e referenciais teóricos**. SciELO Preprints, 29 ago. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.4623>. Acesso em: 16 fev. 2023.

SILVA, Kleberon Cristiano. **Ensino de Matemática: a visão dos alunos do ensino médio, na EJA, da Escola Estadual de Ensino Infantil e Fundamental Antenor Navarro em Guarabira – PB**. Monografia (Especialização em Fundamentos da Educação: Práticas Pedagógicas Interdisciplinares) – da Universidade Estadual da Paraíba, Guarabira, 2014.

SILVA, Edimar Correa. **A história da Matemática na Educação Básica: contribuições à formação docente e à prática pedagógica**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – da Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2018.

SILVA, Patrícia F.; TAROUCO, Liane Margarida Rockenbach. **Revista Novas Tecnologias na Educação - RENOTE**, v. 16, n. 1, p. 43-52, jul. 2018. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/86024/49387>. Acesso em: 10 mar. 2023.

SIQUEIRA, Teresa Cristina Barbo. **Piaget – Teoria Psicogenética**. Goiânia: PUC Goiás, 2023. Disponível em: <https://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/1258/material/PIAGET%20%20aula%20entrevista%20do%20video.pdf>. Acesso em: 1 ago.2023.

SOUZA, Aywkslânia Nogueira; TEIXEIRA, Verônica Rejane Lima. A importância da Matemática no desenvolvimento da criança na Educação Infantil. **Id on Line Revista de Psicologia**, v. 15, n. 57, p. 816-827, out. 2021. Disponível em: <https://idonline.emnuvens.com.br/download>. Acesso em: 13 fev. 2023.

STADLER, Rosemeri Ruppel; VERTENA, Carla Luciane Blum; BERG, Juliana. Silogismo piagetiano em adolescentes superdotados. **Ensino de Matemática em Debate**, v. 8, n. 2, p. 1-22, out. 2021. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/emd/article/view/50728/37796>. Acesso em: 8 mar. 2023.

TIROLI, Luiz Gustavo; JESUS, Adriana Regina. Tensões e embates na formação docente: perspectivas históricas e análise crítica da BNC-Formação e BNC-Formação continuada. **Olhar de Professor**, Ponta Grossa, v. 25, p. 1-24, 2022. Disponível em: <https://revistas.uepg.br/index.php/olhardeprofessor/article/view/20732/209209217185>. Acesso em: 16 fev. 2023.

VALENTE, Wagner Rodrigues. Ensino de matemática ou matemática do ensino? (Des)construções curriculares para a formação inicial de professores. **Revista de Educação Matemática (REMat)**, São Paulo, v. 19, Edição Especial, p. 1-14, 2022a. Disponível em: <https://www.revistasbemsp.com.br/index.php/REMat-SP/article/view/721/354>. Acesso em: 17 fev. 2023.

\_\_\_\_\_. História da formação do professor que ensina matemática: etapas de constituição da matemática para ensinar. **Boletim Online de Educação Matemática**, Florianópolis, v. 10, n. 19, p. 10-24, fev. 2022b. Disponível em: <https://www.revistas.udesc.br/index.php/boem/article/view/21698/14006>. Acesso em: 18 fev.2023.

VIEIRA, Vania Maria de Oliveira. Aprendizagem na adolescência e práticas pedagógicas: as representações sociais de professores da Educação Básica. **Cadernos da Fucamp**, v. 18, n. 33, p. 83-104, 2019. Disponível em: <https://www.revistas.fucamp.edu.br/download>. Acesso em: 1 ago. 2023.

XAVIER, Lucas. **Novo Ensino Médio**: gestores escolares de Goiânia e Aparecida aprovam suspensão do cronograma. *Sagres*, 9 abr. 2023. Disponível em: <https://sagresonline.com.br/novo-ensino-medio-gestores-escolares-de-goiania-e-aparecida-aprovam-suspensao-do-cronograma/>. Acesso em: 24 jul. 2023.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa: como ensinar.** Tradução de Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre: Arned, 1998.

## APÊNDICE 1 – INTRODUÇÃO À LÓGICA MATEMÁTICA

Na Matemática, ou em qualquer campo científico, interessa saber quando uma afirmação (ou proposição) é verdadeira ou não em um determinado contexto. A linguagem usada na Matemática compreende designações (também chamados nomes ou termos) e proposições (ou frases). As designações servem para definir ou denominar determinados objetos matemáticos, como ponto, reta, plano, funções, figuras geométricas, equações, entre outros. Já as Proposições exprimem afirmações que podem ser Verdadeiras ou Falsas. Vejamos alguns exemplos:

- Existem sacis ou não existem sacis.
- O número de alunos da UAB é divisível por 3.
- Todos os alunos de Matemática são malucos e alguns alunos de Matemática não são malucos.

Não é necessário muito esforço, nem uma teoria especial para afirmar que a alternativa 1 é Verdadeira, a 2 pode ser Verdadeira ou não, e 3 é Falsa, pois enseja uma contradição. A partir da necessidade de se estabelecer o que é verdadeiro ou não, de forma a evitar contradições, surgiu um conjunto de axiomas, isto é, princípios evidentes que dispensam demonstração, bem como um conjunto de regras que nos permitem deduzir verdades (como teoremas, lemas) das nossas hipóteses originais.

São escolhidos como elementos básicos da linguagem as sentenças, e definem-se regras para determinar como elas podem ser formadas a partir de sentenças mais simples. A primeira noção que se deve ter na formalização da linguagem é a de Proposição.

**Definição 1:** Proposição é toda sentença (conjunto de palavras ou símbolos) declarativa, afirmativa que expresse um pensamento de sentido completo cujo conteúdo (asserção) pode ser tomado como verdadeiro ou falso.

Uma Proposição pode ser escrita na linguagem usual ou na forma simbólica. Vejamos alguns exemplos de Proposições:

- A lua é quadrada.
- A neve é branca.
- $\sin \pi = 1$ .

Uma Proposição é necessariamente dada por uma sentença afirmativa, pois não se pode atestar a verdade diante de sentenças interrogativas ou exclamativas, como por exemplo:

- Os réus foram condenados?
- Venha à nossa festa!

Em nenhum desses casos, faz sentido questionar se é uma sentença Verdadeira ou Falsa. Agora que se sabe o que é uma Proposição, caracterizada por suas qualidades e os princípios básicos da Lógica Proposicional, pode-se fornecer a definição de Valor Lógico de uma Proposição.

**Definição 2:** Denomina-se Valor Lógico de uma Proposição a verdade (que representamos por V), se a Proposição for Verdadeira ou a Falsidade (representada por F), se a Proposição for Falsa.

Indica-se o Valor Lógico de uma Proposição  $p$  por  $V(p)$ . Desse modo, exprime-se que a Proposição  $p$  é Verdadeira escrevendo  $V(p) = V$  e que  $p$  é Falsa escrevendo  $V(p) = F$ .

Exemplos: Considere as afirmações (Proposições):

- Os homens são mortais.
- As pedras são seres vivos.

É fácil constatar que o Valor Lógico da Proposição (1) é Verdadeiro (V) e o da Proposição (2) é Falso (F). Para a Matemática, é preciso que as asserções sejam claras, objetivas, e que algumas regras sejam previamente conhecidas. Pode-se estabelecer uma analogia com um jogo. Para entrar em um jogo (xadrez, futebol, etc.), seja ele qual for, é preciso conhecer as regras (ou leis) que regulam esse jogo. Da mesma forma, na Lógica Matemática, tem-se os seguintes princípios (ou axiomas), que funcionam como regras fundamentais:

- Princípio da Não-Contradição: uma Proposição não pode ser Verdadeira e Falsa ao mesmo tempo.
- Princípio do Terceiro Excluído: toda Proposição ou é Verdadeira ou é Falsa. Verifica-se sempre uma dessas possibilidades e nunca uma terceira.

Os princípios da Não-Contradição e do Terceiro Excluído permitem afirmar que as Proposições podem ser Simples ou Compostas. A caracterização de cada uma pode ser vista nas definições abaixo.

**Definição 3:** Proposição Simples é aquela que não contém nenhuma outra Proposição como parte integrante de si mesma.

Indicamos as Proposições Simples por letras minúsculas ( $p, q, r, s \dots$ ). Vejamos alguns exemplos:

- $p$ : a lua é plana.

- $q$ :  $\sin \pi = 0$ .
- $r$ : o homem é mortal.

**Definição 4:** Proposição Composta é aquela formada pela composição de duas ou mais Proposições.

Indicamos as Proposições Compostas por letras maiúsculas (P, Q, R, S ...). Quando se deseja destacar ou explicitar que uma dada Proposição Composta P é formada pela combinação das Proposições Simples p, q, r, ..., escreve-se: P(p, q, r, ...). Vejamos alguns exemplos:

- P: o sol brilha e a lua reflete a luz.
- Q: Ceará ganha ou o Ceará perde.
- R: se  $3 < \pi$  e o número 8 é cubo perfeito, então 25 é um número primo.

Notamos que cada Proposição acima contém outras Proposições como suas partes integrantes. As Proposições componentes da Proposição R são t:  $3 < \pi$  ; u: o número 8 é cubo perfeito; e v: 25 é um número primo.

Ao se proferir um discurso na língua natural, necessita-se de conexões apropriadas de ideias. A materialização dessas conexões é realizada por partículas da linguagem comumente chamadas de conectivos. De modo análogo, na Matemática, são necessários conectivos que interliguem sentenças para gerar sentenças mais complexas (mais ricas em significados).

Na próxima definição são apresentados os principais tipos de conectivos usados na Lógica, para que se possa reconhecê-los nas diversas situações e, posteriormente, conhecer as regras para determinar os Valores Lógicos das Proposições compostas formuladas com esses conectivos a partir dos valores lógicos das Proposições componentes.

**Definição 5:** Conectivos são as palavras que usamos para formar novas Proposições a partir de outras. Os principais conectivos são as palavras (ou termos): “e”, “ou”, “não”, “se ... então”, e “... se e somente se ...”.

Na maioria dos casos, os conectivos ligam duas ou mais Proposições (ou afirmações). Vejamos alguns exemplos, em que estão destacados os conectivos usados para compor a Proposição:

- O número 2 é par **e** 5 é ímpar.
- Um triângulo ABC é escaleno **ou** isósceles.
- Neste ano, **não** houve inverno (esta proposição deriva da proposição “Neste ano, houve inverno”).
- **Se** sabe Matemática, **então** faça Medicina.

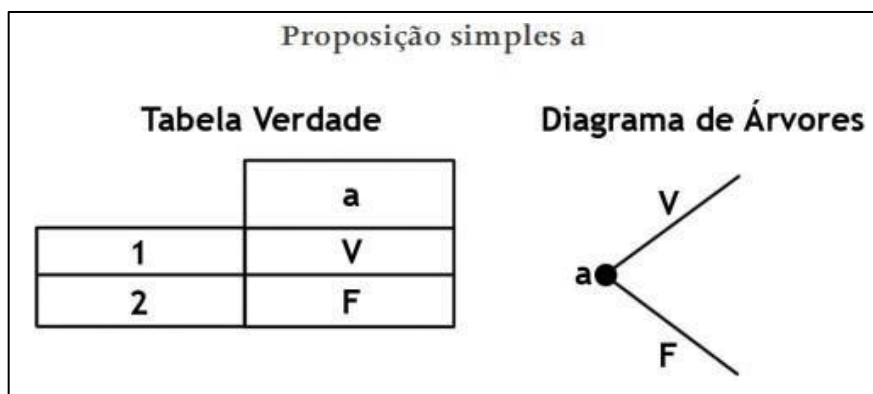
- Um triângulo é retângulo **se, e somente se**, satisfaz o Teorema de Pitágoras.

Para a construção de Tabelas-Verdade, é necessário o uso do Princípio do Terceiro Excluído, que já foi explicitado, e diz que toda proposição ou é Verdadeira (V) ou é Falsa (F). São indicadas todas as possibilidades de Valores Lógicos para uma dada Proposição, correspondentes a cada atribuição de Valores Lógicos às suas Proposições Simples componentes, por meio de tabelas denominadas “Tabelas-Verdades” ou, alternativamente, usando o que é chamado de “diagrama de árvore”. Vejamos alguns casos:

i. Para uma Proposição Simples a

Neste caso, pelo Princípio do Terceiro Excluído, temos 2 possibilidades para o Valor Lógico de a. Cada uma dessas possibilidades está representada na Tabela-Verdade de a (Figura1) que tem duas linhas.

**Figura 1** – Tabela-Verdade e Diagrama de Árvore de uma Proposição Simples a



Fonte: O Autor, 2024.

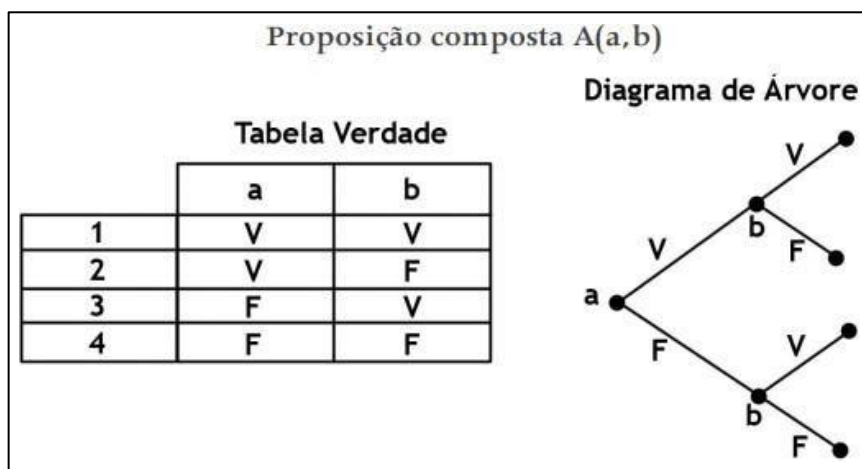
Vejamos agora como ficam essas representações para Proposições Compostas.

ii) Para uma Proposição A, composta por duas Proposições Simples a e b, representada por A(a, b)

Neste caso, deve-se examinar cada par possível de Valores Lógicos para as Proposições Simples a e b, para determinar o Valor Lógico da Proposição Composta A. Tem-se um total de  $2^2 = 4$  possibilidades. Cada uma dessas possibilidades está representada na Tabela-Verdade de A (Figura 2) que tem 4 linhas. Nela, os valores V e F se alternam de dois em dois para a Proposição a e de

um em um para a Proposição b.

**Figura 2** – Entradas da Tabela-Verdade e do Diagrama de Árvore de uma Proposição Composta A (a, b)

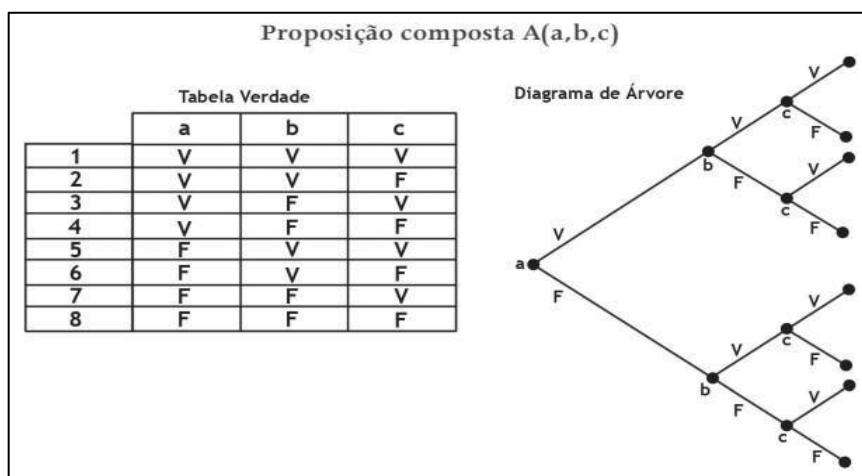


Fonte: O Autor, 2024.

iii) Para uma Proposição A, composta por três Proposições Simples a, b e c, representada por A (a, b, c)

Neste caso, deve-se examinar cada terna possível de Valores Lógicos para as Proposições Simples a, b e c, para determinar o Valor Lógico da Proposição Composta A. Tem-se um total de  $2^3 = 8$  possibilidades. Cada uma dessas possibilidades está representada na Tabela-Verdade de A (Figura 3) que tem 8 linhas. Nela, os valores V e F se alternam de quatro em quatro para a Proposição a, de dois em dois para a Proposição b e de um em um para a Proposição c.

**Figura 3** – Entradas da Tabela-Verdade e do Diagrama de Árvore de uma Proposição Composta A(a, b, c)



Fonte: O Autor, 2024.

iv) No caso geral de uma Proposição  $A$ , composta por  $n$  proposições simples  $a_1, a_2, \dots, a_n$ , representada por  $A(a_1, a_2, \dots, a_n)$

Neste caso, deve-se examinar cada  $n$ -upla possível de Valores Lógicos para as Proposições Simples  $a_1, a_2, \dots, a_n$ , para determinar o Valor Lógico da Proposição Composta  $A$ . Tem-se um total de  $2^n$  possibilidades, ou seja, a Tabela-Verdade de  $A$  tem  $2^n$  linhas.

No tópico 2, são definidas as principais operações lógicas com Proposições e construídas as Tabelas-Verdades dessas operações. Estas tabelas possibilitam determinar os Valores Lógicos das Proposições Compostas resultantes de cada operação para cada atribuição de Valores Lógicos às suas Proposições componentes. As Proposições se ligam através de expressões chamados conectivos para formar novas Proposições. Os conectivos são muito importantes nas operações lógicas sobre Proposições. Nessas operações, os operadores, também chamados operadores lógicos, são os conectivos, enquanto os operandos são as proposições. No Quadro 1, são listadas as principais ideias veiculadas por conectivos, bem como os símbolos usados para representá-las.

**Quadro 1** – Símbolos dos Conectivos

Conectivo	Símbolo
Negação	$\sim$
Conjunção	$\wedge$
Disjunção	$\vee$
Condicional	$\rightarrow$
Bicondicional	$\leftrightarrow$

**Fonte:** O Autor, 2024.

As operações obedecem algumas regras de um tipo de cálculo, chamado de cálculo proposicional, que são semelhantes às regras sobre conjuntos (como interseção, união, dentre outras).

## NEGAÇÃO DE UMA PROPOSIÇÃO

**Definição 6:** A negação de uma Proposição “ $p$ ” é a Proposição “não  $p$ ”, que representaremos por “ $\sim p$ ”, cujo Valor Lógico é o oposto ao da Proposição “ $p$ ”.

A Tabela-Verdade de  $\sim p$  é bastante simples (Figura 4).

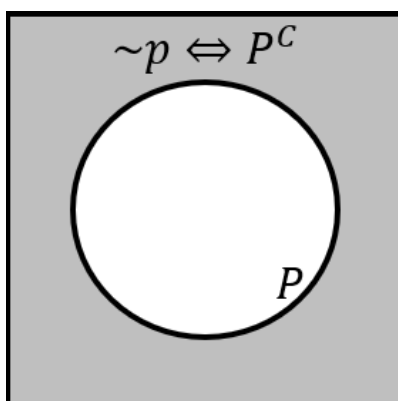
**Figura 4** – Tabela-Verdade de  $\sim p$  na Negação de Proposição

P	$\sim P$
V	F
F	V

Fonte: O Autor, 2024.

Se a Proposição “p” for representada como conjunto, por meio de um diagrama, a negação da Proposição “ $\sim p$ ” corresponde a  $P^C$ , o complementar do conjunto P (Figura 5).

**Figura 5** – Negação da Proposição “ $\sim p$ ” como Complemento do Conjunto P



Fonte: O Autor, 2024.

Notamos que o Valor Lógico de  $\sim p$  é F quando o Valor Lógico de p é V; e é V quando o Valor Lógico de p é F. Considerando as igualdades:  $\sim V = F$ ,  $\sim F = V$ , tem-se  $V(\sim p) = \sim V(p)$ . Vejamos alguns exemplos.

a) p: Fortaleza é a capital do Ceará.

$\sim p$ : Fortaleza não é a capital do Ceará.

Notamos que  $V(p) = V$  e  $V(\sim p) = F$  e a relação  $V(\sim p) = \sim V(p)$  é verificada, pois  $V(\sim p) = F = \sim V = \sim V(p)$ .

b) q:  $\sin \pi = 1$

$\sim q$ :  $\sin \pi \neq 1$

Então,  $V(q) = F$  e  $V(\sim q) = V$ .

## CONJUNÇÃO DE PROPOSIÇÕES

**Definição 7:** A conjunção de duas Proposições  $p$  e  $q$  é a Proposição “ $p$  e  $q$ ”, que são representadas por “ $p \wedge q$ ”, cujo Valor Lógico é a Verdade (V), se ambas as Proposições  $p$  e  $q$  forem Verdadeiras e é a Falsidade (F) nos outros casos.

A Tabela-Verdade de  $p \wedge q$  é (Figura 6):

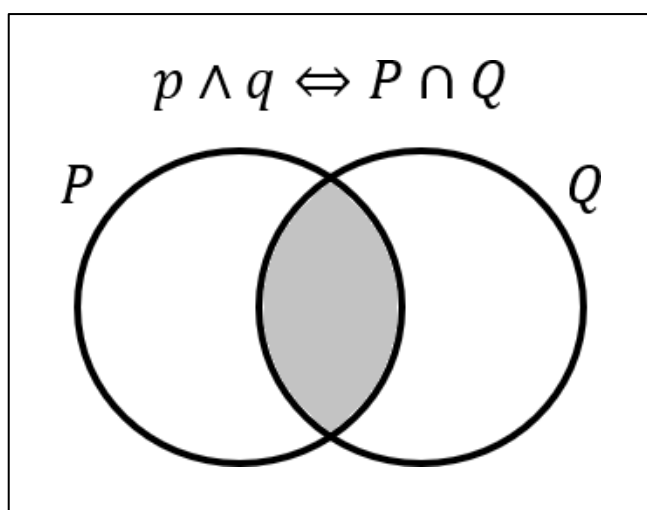
**Figura 6** – Tabela-Verdade de  $p \wedge q$  na Conjunção de Proposições

P	q	$P \wedge q$
V	V	V
V	F	F
F	V	F
F	F	F

Fonte: O Autor, 2024.

Se as Proposições  $p$  e  $q$  forem representadas como conjuntos, por meio de um diagrama, a conjunção “ $p$  e  $q$ ” corresponde à interseção do conjunto  $P$  com o conjunto  $Q$ . Tem-se que (Figura 7):

**Figura 7** – Conjunção “ $p$  e  $q$ ” como Interseção do Conjunto  $P$  com o Conjunto  $Q$



Fonte: O Autor, 2024.

Exemplos:

a) p: A Terra orbita ao redor do Sol.

q: O oxigênio é essencial para o ser humano.

$p \wedge q$ : A Terra orbita ao redor do Sol e o oxigênio é essencial para o ser humano.

Notamos que  $V(p) = V$ ,  $V(q) = V$  e  $V(p \wedge q) = V$ .

b) p: O corpo humano é composto de água.

q: Uma pessoa pode viver sem oxigênio.

$p \wedge q$ : O corpo humano é composto de água e uma pessoa pode viver sem oxigênio.

Notamos que  $V(p) = V$ ,  $V(q) = F$  e  $V(p \wedge q) = F$ .

c) p: Cachorros podem voar.

q: 2 é um número par.

$p \wedge q$ : Cachorros podem voar e 2 é um número par.

Notamos que  $V(p) = F$ ,  $V(q) = V$  e  $V(p \wedge q) = F$ .

d) p: A lua é feita de queijo verde.

q: O número 7 é um número par.

$p \wedge q$ : A lua é feita de queijo verde e o número 7 é um número par.

Notamos que  $V(p) = F$ ,  $V(q) = F$  e  $V(p \wedge q) = F$ .

## DISJUNÇÃO DE PROPOSIÇÕES

**Definição 8:** A Disjunção de duas Proposições  $p$  e  $q$  é a Proposição “ $p$  ou  $q$ ”, que é representada por “ $p \vee q$ ”, cujo Valor Lógico é a Verdade (V) se pelo menos uma das Proposições  $p$  e  $q$  for Verdadeira e é a Falsidade (F) se ambas,  $p$  e  $q$ , forem falsas.

A Tabela-Verdade de  $p \vee q$  é (Figura 8):

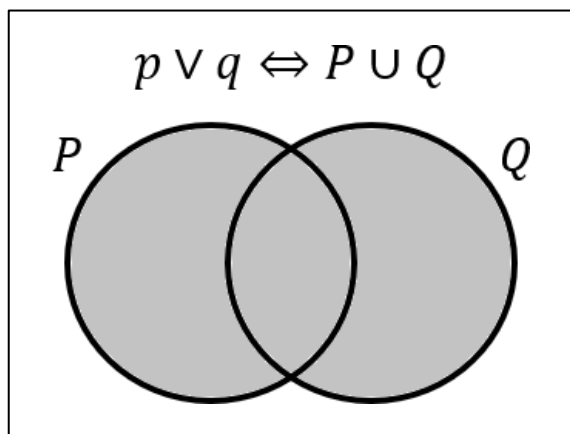
**Figura 8** – Tabela-Verdade de  $p \vee q$  na Disjunção de Proposições

p	q	$p \vee q$
V	V	V
V	F	V
F	V	V
F	F	F

Fonte: O Autor, 2024.

Se as Proposições  $p$  ou  $q$  forem representadas como conjuntos, por meio de um diagrama, a disjunção “ $p$  ou  $q$ ” corresponde à união do conjunto  $P$  com o conjunto  $Q$ . Temos que (Figura 9):

**Figura 9** – Disjunção “ $p$  ou  $q$ ” como União do Conjunto  $P$  com o Conjunto  $Q$



Fonte: O Autor, 2024.

Exemplos:

- a)  $p$ : A Terra orbita ao redor do Sol.  
 $q$ : O oxigênio é essencial para o ser humano.  
 $p \vee q$ : A Terra orbita ao redor do Sol ou o oxigênio é essencial para o ser humano.

Notamos que  $V(p) = V$ ,  $V(q) = V$  e  $V(p \vee q) = V$ .

- b)  $p$ : O corpo humano é composto principalmente de água.  
 $q$ : Uma pessoa pode viver sem oxigênio.  
 $p \vee q$ : O corpo humano é composto principalmente de água ou uma pessoa pode viver sem oxigênio.

Notamos que  $V(p) = V$ ,  $V(q) = F$  e  $V(p \vee q) = V$ .

- c)  $p$ : Cachorros podem voar.  
 $q$ : 2 é um número par.  
 $p \vee q$ : Cachorros podem voar ou 2 é um número par.

Notamos que  $V(p) = F$ ,  $V(q) = V$  e  $V(p \vee q) = V$ .

- d)  $p$ : A lua é feita de queijo verde.  
 $q$ : O número 7 é um número par.  
 $p \vee q$ : A lua é feita de queijo verde ou o número 7 é um número par.

Notamos que  $V(p) = F$ ,  $V(q) = F$  e  $V(p \vee q) = F$ .

## PROPOSIÇÃO CONDICIONAL

**Definição 9:** A Condicional de duas Proposições  $p$  e  $q$  é a Proposição “se  $p$ , então  $q$ ”, que é representada por “ $p \rightarrow q$ ”, cujo Valor Lógico é a Falsidade (F) quando  $p$  for Verdadeira e  $q$  for Falsa e é a Verdade (V) nos demais casos.

A Tabela-Verdade de  $p \rightarrow q$  é (Figura 10):

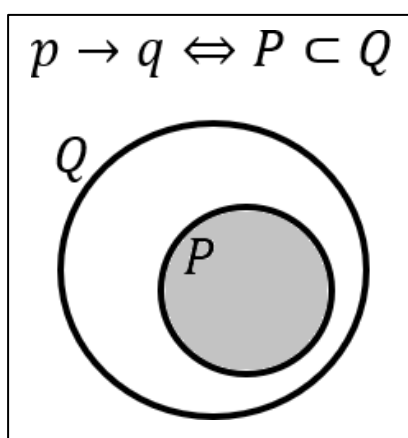
**Figura 10** – Tabela-Verdade de  $p \rightarrow q$  na Condicional de Duas Proposições

$p$	$q$	$p \rightarrow q$
V	V	V
V	F	F
F	V	V
F	F	V

**Fonte:** O Autor, 2024.

Se as proposições  $p$  e  $q$  forem representadas como conjuntos, por meio de um diagrama, a proposição condicional “Se  $p$  então  $q$ ” corresponde à inclusão do conjunto  $P$  no conjunto  $Q$  ( $P$  está contido em  $Q$ ), como se mostra na Figura 11:

**Figura 11** – Proposição Condicional “Se  $p$  então  $q$ ” como Inclusão do Conjunto  $P$  no Conjunto  $Q$



**Fonte:** O Autor, 2024.

Além de “se p, então q”, há outras maneiras de se ler a Condicional “ $p \rightarrow q$ ”, a saber “p é condição suficiente para q” e “q é condição necessária para p”.

Exemplos:

a) p: A Terra orbita ao redor do Sol.

q: O oxigênio é essencial para o ser humano.

$p \rightarrow q$ : Se a Terra orbita ao redor do Sol, então o oxigênio é essencial para o ser humano.

Notamos que  $V(p) = V$ ,  $V(q) = V$  e  $V(p \rightarrow q) = V$ .

b) p: O corpo humano é composto de água.

q: Uma pessoa pode viver sem oxigênio.

$p \rightarrow q$ : Se o corpo humano é composto de água, então uma pessoa pode viver sem oxigênio.

Notamos que  $V(p) = V$ ,  $V(q) = F$  e  $V(p \rightarrow q) = F$ .

c) p: Cachorros podem voar.

q: 2 é um número par.

$p \rightarrow q$ : Se os cachorros podem voar, então 2 é um número par.

Notamos que  $V(p) = F$ ,  $V(q) = V$  e  $V(p \rightarrow q) = V$ .

d) p: A lua é feita de queijo verde.

q: O número 7 é um número par.

$p \rightarrow q$ : Se a lua é feita de queijo verde, então o número 7 é um número par.

Notamos que  $V(p) = F$ ,  $V(q) = F$  e  $V(p \rightarrow q) = F$ .

## PROPOSIÇÃO BICONDICIONAL

**Definição 10:** A Bicondicional de duas Proposições p e q é a Proposição “p se, e somente se, q”, que são representadas por “ $p \leftrightarrow q$ ”, cujo Valor Lógico é Verdadeiro (V) quando p e q têm o mesmo Valor Lógico, ou seja, se p e q são ambas Verdadeiras, ou ambas Falsas, e a Falsidade (F) nos demais casos, ou seja, quando os Valores Lógicos de p e q são opostos.

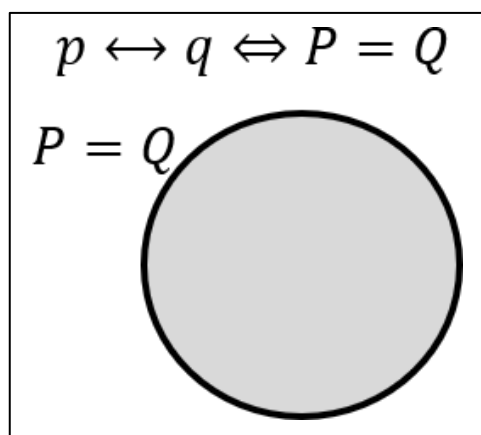
A Tabela-Verdade de  $p \leftrightarrow q$  é (Figura 12):

**Figura 12** – Tabela-Verdade de  $p \leftrightarrow q$  na Bicondicional de Duas Proposições

p	q	$p \leftrightarrow q$
V	V	V
V	F	F
F	V	F
F	F	V

Fonte: O Autor, 2024.

Se as proposições  $p$  e  $q$  forem representadas como conjuntos, por meio de um diagrama, a proposição bicondicional “ $p$  se e somente se  $q$ ” corresponde à igualdade dos conjuntos  $P$  e  $Q$  (Figura 13).

**Figura 13** – Proposição Bicondicional “ $p$  se e somente se  $q$ ” como Igualdade dos Conjuntos  $P$  e  $Q$ 

Fonte: O Autor, 2024.

Exemplos:

a)  $p$ : A Terra orbita ao redor do Sol.

$q$ : O oxigênio é essencial para o ser humano.

$p \leftrightarrow q$ : A Terra orbita ao redor do Sol, se e somente se, o oxigênio é essencial para o ser humano.

Notamos que  $V(p) = V$ ,  $V(q) = V$  e  $V(p \leftrightarrow q) = V$ .

b)  $p$ : O corpo humano é composto de água.

$q$ : Uma pessoa pode viver sem oxigênio.

$p \leftrightarrow q$ : O corpo humano é composto de água, se e somente se, uma pessoa pode viver sem oxigênio.

Notamos que  $V(p) = V$ ,  $V(q) = F$  e  $V(p \leftrightarrow q) = F$ .

c)  $p$ : Cachorros podem voar.

$q$ : 2 é um número par.

$p \leftrightarrow q$ : Cachorros podem voar, se e somente se, 2 é um número par.

Notamos que  $V(p) = F$ ,  $V(q) = V$  e  $V(p \leftrightarrow q) = F$ .

d)  $p$ : A lua é feita de queijo verde.

$q$ : O número 7 é um número par.

$p \leftrightarrow q$ : A lua é feita de queijo verde, se e somente se, 7 é um número par.

Notamos que  $V(p) = F$ ,  $V(q) = F$  e  $V(p \leftrightarrow q) = V$ .

Deve-se enfatizar que uma Tabela-Verdade é uma forma muito útil e prática de representar uma função na Álgebra Booleana. Ela relaciona todas as combinações possíveis para os valores das variáveis de entrada da função, com o valor correspondente da saída da função booleana.

A Álgebra Booleana foi criada pelo matemático inglês George Boole (1815- 1864) e consiste no uso de técnicas algébricas para lidar com expressões cujas variáveis trabalham somente com dois valores: Falso (0) ou Verdadeiro (1). Atualmente, todos os sistemas digitais são baseados nela, relacionando os níveis lógicos 0 (Falso) e 1 (Verdadeiro) com a presença ou ausência de corrente elétrica. O fato de as constantes e variáveis poderem ter apenas dois valores possíveis, 0 ou 1, caracteriza-se como a principal diferença entre a Álgebra Booleana e a Álgebra Convencional. Em circuitos elétricos, as variáveis booleanas (variáveis da Álgebra Booleana) podem representar o nível de tensão presente em um determinado ponto do circuito.

Na Álgebra Booleana as Tabelas-Verdade usam os valores 0 ou 1, conforme o livro texto “Lógica e Álgebra de Boole” (Daghlian, 2008).

## NEGAÇÃO (‘)

Seja  $p$  uma Proposição. Denota-se a Proposição composta pelo modificador NÃO por  $p'$  e lê-se: “não  $p$ ”. Então,  $V(p') = 0$  (Falsidade) quando  $V(p) = 1$  (Verdade) e  $V(p') = 1$  (Verdade) quando  $V(p) = 0$  (Falsidade).

O Valor Lógico da Negação de uma Proposição  $p$  é definida pela Tabela-Verdade (Figura 14):

**Figura 14** – Tabela-Verdade do Valor Lógico da Negação de uma Proposição

$p$	$p'$
0	1
1	0

**Fonte:** O Autor, 2024.

### CONJUNÇÃO ( $\cdot$ )

Chamamos  $p \cdot q$  a Conjunção de  $p$  e  $q$  e lê-se: “ $p$  e  $q$ ”. O Valor Lógico da Conjunção de duas Proposições é definido pela Tabela-Verdade (Figura 15):

**Figura 15** – Tabela-Verdade do Valor Lógico da Conjunção de Duas Proposições

$p$	$q$	$p \cdot q$
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

**Fonte:** O Autor, 2024.

### DISJUNÇÃO INCLUSIVA OU SOMA LÓGICA ( $+$ )

Chama-se este conectivo Disjunção Inclusiva ou Soma Lógica; denota-se a Disjunção de  $p$  e  $q$  por  $p + q$ , e lê-se: “ $p$  ou  $q$ ”.

O Valor Lógico da Disjunção de duas Proposições é definido pela Tabela-Verdade (Figura 16):

**Figura 16** – Tabela-Verdade do Valor Lógico da Disjunção de Duas Proposições

p	q	$p + q$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

**Fonte:** O Autor, 2024.

### CONDICIONAL ( $\rightarrow$ )

Representamos o Condicional de p e q por  $p \rightarrow q$  e lê-se: “se p então q”. O Valor Lógico da Condicional de duas Proposições é definido pela Tabela-Verdade (Figura 17):

**Figura 17** – Tabela-Verdade do Valor Lógico da Condicional de Duas Proposições

p	q	$p \rightarrow q$
0	0	1
0	1	1
1	0	0
1	1	1

**Fonte:** O Autor, 2024.

### BICONDICIONAL ( $\leftrightarrow$ )

Denotamos a Bicondicional de p e q por  $p \leftrightarrow q$  e lê-se: “p se e somente se q”. O Valor Lógico da Bicondicional de duas Proposições é definido pela Tabela-Verdade (Figura 18):

**Figura 18** – Tabela-Verdade do Valor Lógico da Bicondicional de Duas Proposições

p	q	$p \leftrightarrow q$
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Fonte: O Autor, 2024.

### RELAÇÃO DE EQUIVALÊNCIA

Dizemos que uma Proposição  $p$  é equivalente a uma Proposição  $q$  quando, em suas Tabelas-Verdade, não ocorrem 10 e nem 01.

Notação:  $p \Leftrightarrow q$

Exemplo: Verificar se  $p \cdot q \Leftrightarrow (p' + q)'$ .

Solução (Figura 19):

**Figura 19** – Tabela-Verdade da Equivalência Entre Duas Proposições  $p$  e  $q$ 

p	q	$p \cdot q$	$p'$	$q'$	$p' + q'$	$(p' + q)'$
0	0	0	1	1	1	0
0	1	0	1	0	1	0
1	0	0	0	1	1	0
1	1	1	0	0	0	1

Fonte: O Autor, 2024.

Comparando as Tabelas-Verdade de  $p \cdot q$  e  $(p' + q)'$ , verificamos que não ocorrem 10 nem 01 numa mesma linha. Portanto,  $p \cdot q \Leftrightarrow (p' + q)'$ .

## EQUIVALÊNCIAS NOTÁVEIS

Algumas equivalências são muito importantes para o estudo da Lógica. Essas equivalências são usadas, na Matemática, em várias demonstrações de Proposições, lemas e teoremas. Elas são chamadas de equivalências notáveis e cada uma recebe um nome específico, conforme consta no Quadro 3.

**Quadro 3** – Equivalências Notáveis em Lógica Proposicional

Dupla negação: $(p')' \Leftrightarrow p$	Leis de idempotentes: $p + p \Leftrightarrow p$ $p \cdot p \Leftrightarrow p$
Leis de comutativas: $p + q \Leftrightarrow q + p$ $p \cdot q \Leftrightarrow q \cdot p$	Leis de associativas: $p + (q + r) \Leftrightarrow (p + q) + r$ $p \cdot (q \cdot r) \Leftrightarrow (p \cdot q) \cdot r$
Leis de De Morgan: $(p \cdot q)' \Leftrightarrow p' + q'$ $(p + q)' \Leftrightarrow p' \cdot q'$	Leis de distributivas: $p \cdot (q + r) \Leftrightarrow (p \cdot q) + (p \cdot r)$ $p + (q \cdot r) \Leftrightarrow (p + q) \cdot (p + r)$
Bicondicional: $p \leftrightarrow q \Leftrightarrow (p \rightarrow q) \cdot (q \rightarrow p)$	Contrapositiva $p \rightarrow q \Leftrightarrow (q' \rightarrow p')$

Fonte: O Autor, 2024.

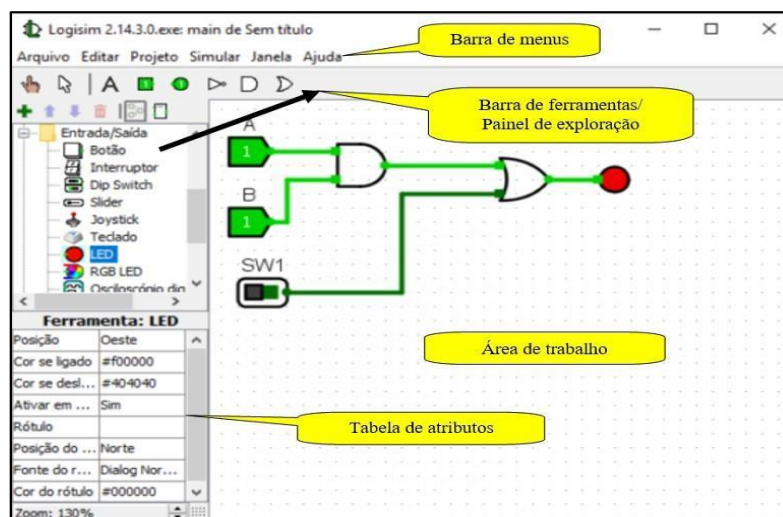
## REFERÊNCIA

DAGHLIAN, Jacob. **Lógica e Álgebra de Boole**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

## APÊNDICE 2 – TUTORIAL LOGISIM

A tela inicial do LOGISIM apresenta quatro partes, que são a barra de menu, a barra de ferramentas, o painel de exploração e a área de trabalho (Figura 1). Na barra de menu estão os itens Arquivo, Editar, Projeto, Simular, Janela e Ajuda. Na barra de ferramentas estão os componentes e ferramentas usados na construção dos circuitos lógicos, que também podem ser acessados via painel de exploração, onde estão quase todos os componentes do LOGISIM. Na área de trabalho são colocados os componentes a serem utilizados na construção dos circuitos lógicos, buscando-os no painel de exploração. Abaixo do painel de exploração está a Tabela de atributos, que permite configurar os componentes da tela principal (Oliveira, 2017).

**Figura 1** – Tela Inicial do LOGISIM



Fonte: BaixeSoft, 2023, p. 3, com Adaptações.

A barra de menus é que confere funcionalidade ao LOGISIM. No painel de exploração estão bibliotecas como (Nepomuceno; Rodrigues Júnior, 2015):

- Conexão: componentes que interagem diretamente com os fios;
- Portas: componentes que executam funções lógicas simples;
- Plexers: combinações mais complexas de componentes, como multiplexadores e decodificadores;
- Aritmética: componentes que executam operações aritméticas;
- Memória: componentes que guardam dados, como flip-flops, registradores e RAM;
- Entrada/Saída: componentes que tem a finalidade de interagir com o usuário;

- Base: ferramentas essenciais para se usar o *software*.

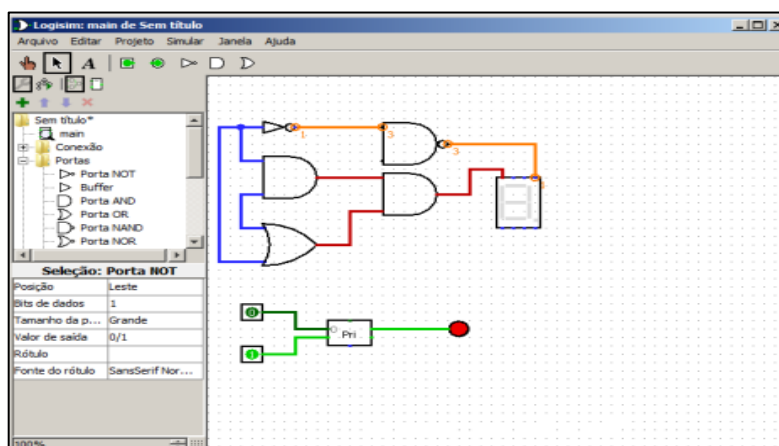
A tabela de atributos permite configurar os componentes da tela principal, composição, quantidade de entradas, tamanho do componente, dentre outros, enquanto na barra deferramentas estão componentes como (Nepomuceno; Rodrigues Júnior, 2015):

- Testar (🖱️): ferramenta que interage com os componentes realizando a simulação do circuito;
- Selecionar/Editar (🖱️): seleciona, move e conecta os componentes do circuito uns aos outros usando fios;
- Rótulo (A): acrescenta texto ao circuito e rotula os componentes com um clique sobre eles.
- Pino de Entrada (🟩): entrada de nível lógico;
- Pino de Saída (🟢): saída de nível lógico;
- Porta NÃO (NOT) (🔍): acrescenta porta lógica NÃO;
- Porta E (AND) (🔍): acrescenta porta lógica E;
- Porta OU (OR) (🔍): acrescenta porta lógica OU.

Para que o aluno construa um circuito lógico usando o LOGISIM é necessário que ele coloque os componentes/portas lógicas na área de trabalho, levando em conta as ligações posteriores que são feitas entre elas, sendo que os fios só podem ser colocados na horizontal ou na vertical. As cores das conexões feitas possuem significados específicos. A Figura 2 mostra essas cores (Coutinho, 2014).

- Cinzento: o tamanho de bits transmitido pelo fio é de um tamanho desconhecido. Isto ocorre quando um fio não está conectado a nenhuma componente;
- Azul: o fio transmite bits de tamanho 1, mas não se conhece ainda o seu valor;
- Verde escuro: o fio transmite bits de tamanho 1, com o valor 0;
- Verde claro: o fio transmite bits de tamanho 1, com o valor 1;
- Preto: o fio transmite bits de tamanho superior a 1;
- Vermelho: ocorreu erro na transmissão de dados, usualmente causado por valores conflituosos de dados.

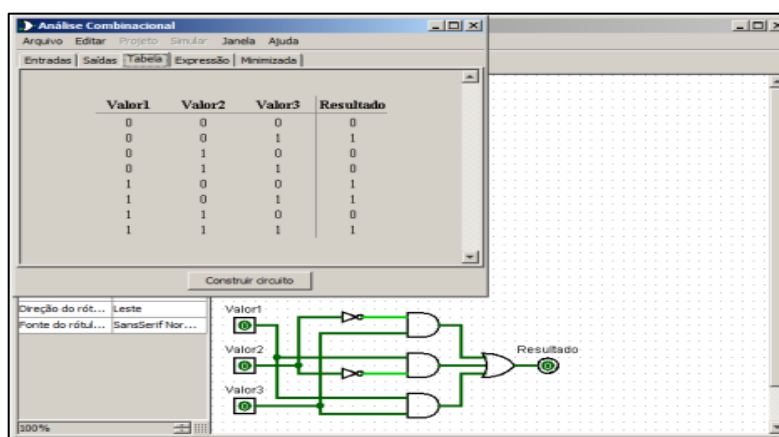
**Figura 2 – As Cores no LOGISIM**



Fonte: Coutinho, 2014

As cores finais do circuito lógico elaborado devem ser verde escuro ou verde claro. Se aparecerem outras cores, significa que houve erro e é necessário revisar os dados. Acionando o símbolo de mão, na barra de ferramentas, é possível testar o circuito, cujo comportamento pode ser resumido na forma de circuitos lógicos, expressões booleanas, ou Tabelas-Verdades, por meio de um módulo de Análise Combinatória que converte essas três representações, como se observa na Figura 3 (Coutinho, 2014).

**Figura 3 – Análise Combinacional no LOGISIM**



Fonte: Coutinho, 2014.

Simuladores como o LOGISIM agregam valor ao ensino e aprendizagem de Lógica Matemática, facilitando a assimilação de conhecimentos, ajudando na construção de processos mentais, permitindo que o aluno acompanhe o resultado do seu trabalho, em vez de receber o

circuito pronto. Para usá-lo, o professor precisa ter amplo conhecimento sobre a sua aplicação no ensino de Lógica, sobre quem são os seus alunos e os objetivos que pretende alcançar. A formação do professor, dessa forma, é absolutamente necessária, para que esteja preparado e tenha interesse em incorporar o *software* a sua prática educacional, como uma tecnologia que possa aumentar o nível do aprendizado entre os alunos (Castro *et al.*, 2021).

O autor do LOGISIM, Carl Burch, orienta os professores a cadastrarem suas escolas em uma aba do seu sítio eletrônico, quando começam a usar o *software* com seus alunos. Em 2023, escolas de 35 países, em quatro continentes, estavam usando o *software*, sendo que a maioria se encontrava nos Estados Unidos (74). No Brasil consta o seu uso em três universidades (Universidade de São Paulo, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul e PUC Minas), mas o autor esclarece que há subnotificação, visto que a notificação não é obrigatória e os professores podem não ter essa informação (Burch, 2023).

## REFERÊNCIAS

BAIXESOFT. **Logisim**. BaixeSoft, 6 jan. 2023. Disponível em: <https://www.baixesoft.com/download/logisim>. Acesso em: 9 jun. 2023.

BURCH, Carl. **Schools using Logisim**. Logisim, 2023. Disponível em: <http://www.cburch.com/logisim/usage.html>. Acesso em: 13 jun. 2023.

CASTRO, George Harinson Martins *et al.* Aprendizados discentes sobre eletrônica digital através de práticas de ensino com uso de *softwares*. **Revista do Instituto de Políticas Públicas de Marília**, v. 7, n. 1, p. 67-90, jan/jun., 2021. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/356947547\\_Aprendizados\\_discentes\\_sobre\\_eletronica\\_digital\\_atraves\\_de\\_praticas\\_de\\_ensino\\_com\\_uso\\_de\\_softwares](https://www.researchgate.net/publication/356947547_Aprendizados_discentes_sobre_eletronica_digital_atraves_de_praticas_de_ensino_com_uso_de_softwares). Acesso em: 11 jun. 2023.

COUTINHO, Pedro Filipe de Sá Almeida Salvador. **O Logisim como ferramenta cognitiva na aprendizagem de circuitos digitais lógicos**. Relatório de Estágio (Mestrado em Ensino de Informática) – da Universidade do Minho, Braga, 2014.

NEPOMUCENO, Erivelton Geraldo; RODRIGUES JÚNIOR, Heitor M. **Introdução ao Logisim**. São João del-Rei: Universidade Federal de São João del-Rei, 2015. Disponível em: <https://www.ufsj.edu.br/portal2-repositorio/File/nepomuceno/introdlogsim.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2023.

OLIVEIRA, Diego. **Manual de Logisim completo e ilustrado**. Vitória da Conquista: Edição do Autor, 2017.

**APÊNDICE 3 - QUESTIONÁRIO AVALIATIVO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA**

**Caro(a) aluno(a):**

Sobre as sete atividades que compõem a Sequência Didática a respeito do uso de Lógica Matemática, por meio do LOGISIM, peço que avalie sua participação:

1. Sendo 1 totalmente desinteressado e 10 totalmente interessado, qual é o seu nível de interesse pela disciplina de Matemática?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

2. Sendo 1 totalmente desmotivado e 10 totalmente motivado, qual é seu nível de motivação durante as aulas de Matemática?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

3. O que você achou do conteúdo de Lógica Matemática?

- ( ) Muito interessante e útil na prática  
 ( ) Muito interessante, mas sem utilidade prática  
 ( ) Interessante, talvez possa usar  
 ( ) Interessante, mas não vou usar  
 ( ) Não interessante e sem utilidade prática

4. Você já conhecia o *software* LOGISIM?

- ( ) Sim                      ( ) Não

5. Você achou difícil usar o LOGISIM?

- ( ) Sim                      ( ) Não                      ( ) Em alguns momentos

Em quais momentos?

- 
- 
- 
6. De que forma você achou que o uso do LOGISIM foi mais fácil e mais proveitoso?
- De forma individual  
 De forma coletiva  
 As duas, conforme a atividade desenvolvida
7. Você considera que aprendeu os conteúdos da Sequência Didática e que será capaz de reproduzi-la sem a ajuda do professor?
- Sim                       Não                       Talvez
8. Você acha que esse tipo de aula e suas atividades contribuem para o seu futuro profissional?
- Sim                       Não                       Talvez
9. Você considera que os objetivos de cada aula da Sequência Didática foram atingidos?
- Sim                       Não                       Em parte
- Qual(is) objetivo(s) você acha que não foram atingidos?
- 
- 
- 
10. Você acha que o uso de Sequências Didáticas nas aulas de Matemática contribui para mudar a imagem da disciplina diante dos alunos e fazer com que se sintam mais motivados?
- Sim                       Não

## APÊNDICE 4 – MODELO DE PLANO DE AULA DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Plano de aula para uma SD			
Título O uso do LOGISIM para o ensino de Lógica Matemática			
Público-alvo			
Caracterização dos alunos	Caracterização da escola	Caracterização do ambiente escolar	
Estudantes do Ensino Fundamental II ou Ensino Médio	Não se aplica.	Não se aplica.	
Problematização	O uso da tecnologia, e mais especificamente, o uso do software LOGISIM, em conjunto com o processo de ensino de Matemática, contribui para aumentar o interesse dos alunos pela disciplina?		
Objetivo geral	Inserir o ensino da Matemática em uma perspectiva mais atual, utilizando ferramentas tecnológicas que são comuns ao cotidiano dos alunos.		
Metodologia de ensino			
Aulas	Objetivos específicos	Conteúdos	Dinâmica das atividades
1	Aprender a criar e a testar um circuito simples, com uma entrada e uma saída.	Portas de Entrada e Saída	Produção de circuitos lógicos
2	Criar um circuito simples com uma porta lógica NOT.	Porta NOT	Produção e simulação de circuitos lógicos
3	Criar um circuito simples com uma porta lógica AND.	Porta AND	Produção e simulação de circuitos lógicos
4	Criar um circuito simples com uma porta lógica OR.	Porta OR	Produção e simulação de circuitos lógicos
5	Criar um circuito composto	Circuito composto por mais de uma proposição	Produção e simulação de circuitos lógicos
6	Criar um circuito composto para visualizar a resolução de uma questão de Lógica.	Circuito composto por mais de uma proposição	Produção e simulação de circuitos lógicos
Avaliação	O professor observa se os alunos conseguem executar os comandos adequadamente e chegarem aos resultados esperados.		
Bibliografia	Referencial teórico	Site do LOGISIM (BAIXESOFT, 2023)	
	Material utilizado	Dispositivo eletrônico ( <i>notebook</i> ou <i>tablet</i> ) com o <i>software</i> LOGISIM instalado.	