

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ARQUITETURA, ARTES E COMUNICAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MÍDIA E TECNOLOGIA

Edriano Carlos Campana

**ENSINO DE LÓGICA FORMAL E PROPOSICIONAL PARA
ESTUDANTES DO ENSINO TÉCNICO INTEGRADO AO MÉDIO.
PROPOSTA DE MELHORIA NO ENSINO DE PROGRAMAÇÃO DE
COMPUTADORES E MATEMÁTICA**

**BAURU/SP
2021**

Edriano Carlos Campana

**ENSINO DE LÓGICA FORMAL E PROPOSICIONAL PARA
ESTUDANTES DO ENSINO TÉCNICO INTEGRADO AO MÉDIO.
PROPOSTA DE MELHORIA NO ENSINO DE PROGRAMAÇÃO DE
COMPUTADORES E MATEMÁTICA**

Tese de Doutorado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Mídia e Tecnologia, da Faculdade de Artes, Arquitetura e Comunicação - FAAC, Universidade Júlio de Mesquita Filho - UNESP, para obtenção do título de Doutor em Mídia e Tecnologia sob a orientação do Prof. Dr. Eduardo Martins Morgado.

**BAURU/SP
2021**

Campana, Edriano Carlos.

Ensino de Lógica Formal e
Proposicional para Estudantes do Ensino
Técnico Integrado ao Médio. Proposta de
Melhoria no Ensino de Programação de
Computadores e Matemática / Edriano Carlos
Campana, 2021.

70 f. : il.

Orientador: Eduardo Martins Morgado.

Tese (Doutorado)- Universidade Estadual
Paulista (Unesp). Faculdade de
Arquitetura, Artes e Comunicação, Bauru,
2021.

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA TESE DE DOUTORADO DE EDRIANO CARLOS CAMPANA, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MÍDIA E TECNOLOGIA, DA FACULDADE DE ARQUITETURA, ARTES, COMUNICAÇÃO E DESIGN - CÂMPUS DE BAURU.

Aos 20 dias do mês de julho do ano de 2021, às 14:00 horas, por meio de Videoconferência, realizou-se a defesa de TESE DE DOUTORADO de EDRIANO CARLOS CAMPANA, intitulada **Ensino de lógica formal e proposicional para estudantes do ensino técnico integrado ao médio. Proposta de melhoria no ensino de programação de computadores e matemática**. A Comissão Examinadora foi constituída pelos seguintes membros: Professor Associado EDUARDO MARTINS MORGADO (Orientador(a) - Participação Virtual) do(a) Departamento de Computação da Faculdade de Ciências / Universidade Estadual Paulista, Prof^ª. Dr^ª. KETILIN MAYRA PEDRO (Participação Virtual) do(a) Área de Ciência Humanas e Sociais / Centro Universitário Sagrado Coração de Bauru, Prof^ª. Dr^ª. MYRIAN LUCIA RUIZ CASTILHO (Participação Virtual) do(a) Educação / Universidade de Marília. Após a exposição pelo doutorando e arguição pelos membros da Comissão Examinadora que participaram do ato, de forma presencial e/ou virtual, o discente recebeu o conceito final: APROVADO. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelo(a) Presidente(a) da Comissão Examinadora.

A handwritten signature in black ink, which appears to be "Eduardo", is written over a faint rectangular stamp.

Professor Associado EDUARDO MARTINS MORGADO

Edriano Carlos Campana

**ENSINO DE LÓGICA FORMAL E PROPOSICIONAL PARA ESTUDANTES DO
ENSINO TÉCNICO INTEGRADO AO MÉDIO. PROPOSTA DE MELHORIA NO
ENSINO DE PROGRAMAÇÃO DE COMPUTADORES E MATEMÁTICA**

Área de Concentração: Ambientes Midiáticos e Tecnológicos

Linha de Pesquisa: Tecnologias Midiáticas

BANCA EXAMINADORA:

Presidente/Orientador: Prof. Dr. Eduardo Martins Morgado

Instituição: Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação – UNESP Bauru/SP

Professor 1: Prof.^a. Dr^a. Ketilin Mayra Pedro

Instituição: Centro Universitário Sagrado Coração / Faculdade de Ciências – UNESP Bauru/SP.

Professor 2: Prof.^a. Dr^a. Myrian Lucia Ruiz Castilho

Instituição: Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza / Universidade de Marília.

Resultado: _____

Bauru, _____/_____/2021

A Samanta, Lucas, Júlia, Carlos e Rosa
Não conseguiria sem o apoio incondicional de vocês.

AGRADECIMENTOS

São muitos agradecimentos que preciso fazer, pois sem o apoio de pessoas tão competentes, generosas e colaborativas teria muito mais dificuldades para escrever esta tese. Primeiramente agradeço meu orientador o Professor Eduardo Morgado por sempre me apoiar em minhas propostas e por sempre expor seu ponto de vista com clareza e inteligência.

Agradeço muito também aos docentes do PPGMIT, em nome do coordenador e professor Marcos Américo. Pois todos me ajudaram muito para evoluir na maturidade da pesquisa e no aprendizado constante sobre pesquisa científica. Em especial agradeço aos professores que participaram da minha banca de qualificação, pois me indicaram caminhos importantes para a melhoria do texto final da tese.

Tenho também que agradecer ao corpo administrativo do programa que sempre colaborou com valiosos esclarecimentos sobre o regimento e preparação da parte documental. Todos são muito solícitos.

Agradeço também ao Centro Paula Souza por me conceder afastamento de parte da carga horária de aulas, o que me permitiu ter mais tempo para me dedicar a minha tese.

Agradeço ao meu amigo Carlos Eduardo da Trindade Ribeiro, também doutorando do programa, que me ajudou bastante nos momentos mais difíceis tanto com apoio em questões técnicas como de conteúdo.

E por fim agradeço a todos que indiretamente me ajudaram, não caberiam todos os nomes aqui, mas são muitos. Pessoas que com uma dica simples, ou um apoio nos momentos complicados, ajudaram muito esta caminhada que ao mesmo tempo é gratificante e difícil.

*Podemos ter a imaginação como companheira,
Mas devemos seguir a razão como nosso guia.
(Samuel Johnson)*

CAMPANA, E. C. **Ensino de Lógica Formal e Proposicional Para Estudantes do Ensino Técnico Integrado ao Médio. Proposta de Melhoria no Ensino de Programação de Computadores e Matemática.** Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Mídia e Tecnologia - FAAC - UNESP, sob a orientação do Prof. Dr. Eduardo Martins Morgado, Bauru, 2021.

RESUMO

O objetivo desta pesquisa busca um enfoque diferenciado em relação as abordagens sobre ensino e aprendizagem de matemática e programação de computadores no ensino técnico integrado ao ensino médio. A abordagem do objetivo é se há correlação positiva entre ensino de lógica formal e proposicional e melhora no ensino de matemática e lógica de programação, tomando como base as notas obtidas por alunos de três diferentes turmas do 1º ano do ensino técnico integrado ao médio nas disciplinas de lógica de programação (área técnica) e matemática (base nacional comum curricular). A pesquisa também, a luz dos resultados apresentados, visa contribuir no processo de como se daria o ensino da lógica formal e proposicional, em seus conteúdos, para que assim possa ocorrer contribuição efetiva no processo de aprendizagem de programação de computadores e matemática. O estudo se baseia em um experimento natural onde é avaliado a evolução das notas dos estudantes de lógica de programação e matemática da primeira série do ensino técnico integrado ao médio ao longo dos quatro bimestres do ano letivo. As conclusões aqui apresentadas também levam em consideração conclusões de outros artigos na literatura científica e que tenham interesse direto ou correlato na abordagem que esta tese se propõe a avaliar.

Palavras-Chave: Lógica Formal e Proposicional, Ensino Técnico Integrado ao Médio, Lógica de Programação, Matemática.

CAMPANA, E. C. **The Teaching of Formal and Propositional Logic to Integrated Technical High School Students. A proposal for Teaching Improvements in Computer Programming and Mathematics.** Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Mídia e Tecnologia - FAAC - UNESP, sob a orientação do Prof. Dr. Eduardo Martins Morgado, Bauru, 2021.

ABSTRACT

The aim of this study seeks to provide a different focus to approaches about teaching and learning Mathematics and Computer Programming in integrated technical high school education. The approach to the objective is whether there is a positive correlation between Formal and Propositional Logic teaching and an improvement in Mathematics and Logical Programming teaching, considering the grades obtained by students from three different 1st year classes of integrated technical high school in the subjects of Logical Programming (technical area) and Mathematics (Common National Curriculum Base). The research also, in light of the results presented, aims to contribute to the process of how Formal and Propositional Logic would be taught, in its contents, so that an effective contribution to the learning process of Computer Programming and Mathematics can occur. The study is based on a natural experiment where the students' grades progress in Logical Programming and Mathematics in the first year of integrated technical high school is evaluated throughout the four bimesters of the school year. The conclusions presented here also take into consideration findings from other articles in the scientific literature that are of direct interest or correlation to the approach that this thesis proposes to evaluate.

Keywords: Formal and Propositional Logic, Integrated Technical High School Education, Logical Programming, Mathematics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Hipótese de Pesquisa.....	22
Figura 2: Variáveis Operacionais e Teóricas da Hipótese.....	23
Figura 3: Representa a Amostra a ser estudada.....	24
Figura 4: Argumento Indutivo.....	28
Figura 5: Exemplo de Silogismo 1	29
Figura 6: Exemplo de Silogismo 2	30
Figura 7: Exemplo Diagrama de Venn 1	38
Figura 8: Exemplo Diagrama de Venn 2	39
Figura 9: Exemplo de Diagrama de Venn 3	39
Figura 10: Qualificação Profissional Dividida por Série.....	47
Figura 11: Plano de Aula da Disciplina de Lógica de Programação.	49
Figura 12: Plano de Aula da Disciplina de Matemática	50
Figura 13: Plano de Aula da Disciplina de Filosofia.....	51
Figura 14: 1º Bimestre - Turma 1	55
Figura 15: 2º Bimestre - Turma 1	56
Figura 16: 3º Bimestre - Turma 1	56
Figura 17: 4º Bimestre - Turma 1	57
Figura 18: 1º Bimestre - Turma 2	57
Figura 19: 2º Bimestre - Turma 2	58
Figura 20: 3º Bimestre - Turma 2	58
Figura 21: 4º Bimestre - Turma 2	59
Figura 22: 1º Bimestre - Turma 3	59
Figura 23: 2º Bimestre - Turma 3	60
Figura 24: 3º Bimestre - Turma 3	60
Figura 25: 4º Bimestre - Turma 3	61
Figura 26: Ensino de Lógica Formal Associado ao Aprendizado de Programação e Matemática	64
Figura 27: Pirâmide Lógica das Conclusões	65

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Primeiros Princípios da Lógica	27
Quadro 2: Alfabeto da Lógica Proposicional	31
Quadro 3: Operadores Lógicos.....	32
Quadro 4: Tabela-Verdade da Negação.....	33
Quadro 5: Tabela-Verdade da Conjunção	33
Quadro 6: Tabela-Verdade da Disjunção Inclusiva.....	33
Quadro 7: Tabela-Verdade da Disjunção Exclusiva.....	34
Quadro 8: Tabela-Verdade da Condicional	34
Quadro 9: Tabela-Verdade da Bicondicional	35
Quadro 10: Tabela-Verdade com 2 Proposições	35
Quadro 11: Tabela-Verdade com 3 Proposições.	36
Quadro 12: Resolução de Proposição Composta.....	36
Quadro 13: Tautologia.....	37
Quadro 14: Contradição.....	38
Quadro 15: Lista de Falácias mais Comuns	41

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Correlação: Desempenho de Lógica de Programação e Matemática - Turma 1	53
Gráfico 2: Correlação: Desempenho de Lógica de Programação e Matemática - Turma 2	54
Gráfico 3: Correlação: Desempenho de Lógica de Programação e Matemática - Turma 3	54

LISTA DE SIGLAS

STEM – Science, Technology, Engineering e Mathematics (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática, em português)

ETIM – Ensino Técnico Integrado ao Médio.

BNCC – Base Nacional Comum Curricular.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	17
1.1 Objetivo Geral	18
1.2 Objetivos Específicos	18
1.3 Problemática	18
1.4 Estrutura da Tese	19
CAPÍTULO 2 - METODOLOGIA	21
2.1 Objeto da Pesquisa	21
2.2 Delineamento do Estudo.....	21
2.2.1 Variáveis Operacionais.....	22
2.2.2 Variáveis Teóricas	22
CAPÍTULO 3 - REFERENCIAL TEÓRICO.....	25
3.1 Breve Introdução aos Conceitos de Lógica	25
3.1 Lógica na História, Ciência e Educação	26
3.1.1 Silogismo	29
3.1.2 Lógica Proposicional	30
3.1.3 Aplicação das Quadros-Verdade	35
3.1.4 Desenvolvimento de Quadros-Verdade.....	36
3.1.5 Diagramas de Venn	38
3.1.6 Falácias	40
3.2 Lógica de Programação	42
3.3 Matemática e Lógica: Conceitos Formais e Base Empírica	43
3.3.1 Principia Mathematica.....	43
3.3.2 Tractatus Logico-Philosophicus	44
3.3.3 Introdução a Lógica	44
3.3.4 A linguagem Lógica	45

3.3.5 Use a Lógica: Um Guia para o Pensamento Eficaz.....	45
3.4.6 Pensamento Crítico: O Poder da Lógica da Argumentação	45
3.4.7 Fundamentos de Lógica Matemática	46
CAPÍTULO 4 - APRESENTAÇÃO DO PLANO DE CURSO DO ENSINO TÉCNICO INTEGRADO AO MÉDIO (ETIM).	47
4.1 Disciplina de Lógica de Programação	48
CAPÍTULO 5 – ANÁLISE E RESULTADOS	53
CAPÍTULO 6 - DISCUSSÃO DAS CONCLUSÕES	62
CAPÍTULO 7 - PRINCIPAIS CONCLUSÕES	65
Recomendações	66
Sugestões	67
REFERÊNCIAS	68
ANEXO 1	70
Autorização da Escola para Análise dos Dados	70

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

STEM é uma sigla em inglês que define quatro áreas profissionais que serão de vital importância no atual, e também no futuro próximo, momento de transformação digital que a sociedade e a economia mundial vêm passando. A saber, STEM em inglês se traduz como *Science, Technology, Engineering e Mathematics*.

A tradução do termo para português se refere a Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática, e como estas áreas de conhecimento e formação serão muito importantes para que os países consigam diversificar sua economia na rápida transformação digital que inclusive vem sendo acelerada pela pandemia de Covid-19.

Pois muitas das transformações que ainda levariam algum tempo a serem assimiladas estão sendo implementadas com maior rapidez em virtude das imposições de distanciamento social que infelizmente a pandemia nos coloca.

Um exemplo notório é o chamado *Home Office* que é quando profissionais de algumas áreas possíveis conseguem trabalhar a partir de suas residências, utilizando a tecnologia para exercer seu trabalho neste novo formato.

A introdução a despeito deste assunto se dá no sentido de introduzir ao tema desta tese, que visa apresentar formas diferenciadas de ampliar e aprimorar o aprendizado nas áreas de programação e matemática em cursos técnicos integrados ao ensino médio. Pois uma boa formação na área de exatas é vital para continuidade dos estudos em áreas conectadas ao termo STEM.

A formação técnica acoplada a formação no ensino médio visa preparar o estudante tanto para o mercado de trabalho como também a formação para estar apto a continuar seus estudos em nível superior.

A proposta inicial desta pesquisa visa encontrar um ponto comum entre os conhecimentos de programação, que envolve desenvolvimento de aplicativos digitais e soluções computacionais, e a área de matemática.

A questão que esta tese procura entender é se o aprendizado de lógica formal e proposicional, e como o seu estudo mais aprofundado pelos estudantes, pode contribuir para a melhoria da qualidade dos resultados nas áreas de conhecimento citadas.

Tal proposta de pesquisa de tese se alinha aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável da ONU (Agenda 2030 | ONU Brasil, 2015), mais especificamente com o Tema 8: Emprego Digno e Crescimento Econômico, bem como o tema 10: Redução das Desigualdades.

Ambos os temas evocam a importância da educação como forma de proporcionar melhor qualidade de vida bem como proporcionar empregos de boa qualidade e propiciar crescimento economicamente sustentável para as pessoas e o país.

Isto posto, é importante estrategicamente para o Brasil que ocorra uma formação em larga escala de profissionais em áreas relacionadas a tecnologia, pois assim o país não será somente um mercado consumidor nesta área, mas também poderá se tornar um promissor produtor de novas tecnologias.

1.1 Objetivo Geral

Avaliar se o aprendizado de lógica formal e proposicional está associado positivamente (correlação) ao aprendizado de matemática e programação de computadores, e como se estabelece esta relação entre os conhecimentos.

1.2 Objetivos Específicos

- Analisar se existe associação positiva entre desempenho nas disciplinas de lógica de programação e matemática.
- Verificar se o aprendizado da lógica formal e proposicional pode contribuir com o ensino da programação e da matemática.
- Avaliar a integração do ensino de lógica formal e proposicional ao ensino técnico integrado ao médio através de uma disciplina que se integre de maneira interdisciplinar a outras disciplinas que envolvam o aprendizado dos diferentes tipos de lógica.

1.3 Problemática

O objetivo desta tese vem acompanhada de uma profunda curiosidade que envolve o estudo da lógica e seus desdobramentos no ensino. Para tanto foram lidos muitos artigos, livros e demais materiais de cunho científico.

Neste texto os meus dados e consequentemente resultados e conclusões, buscam estar alinhados ao ensino técnico integrado ao médio (ETIM), em que o desejo de entender como a lógica atua no aprendizado foi se sedimentando como uma proposta de pesquisa.

A pergunta geradora do problema de pesquisa que aqui faço é: os estudos da lógica formal e proposicional têm efetividade no aprendizado de disciplinas correlatas ao seu aprendizado?

Através da análise de notas de diferentes turmas, como detalhado na metodologia, busco esta resposta e na sequência embasar uma proposta que reforce o aprendizado da lógica formal e proposicional relacionada às disciplinas que já compõem a base curricular do curso.

1.4 Estrutura da Tese

A tese está estruturada a partir da metodologia, onde detalho a análise dos dados e o delineamento do estudo a fim de propiciar a perenidade e a reprodutibilidade do estudo para outros pesquisadores que tenham interesse na área desta pesquisa.

Em seguida realizo um breve referencial teórico sobre os principais tópicos que são importantes para a melhor compreensão desta tese. Passo pela introdução a lógica formal, em seguida pela lógica proposicional, Quadros-verdade, operadores lógicos, bem como a compreensão das falácias e a aplicação dos diagramas de Venn nos estudos de lógica.

O texto deste capítulo se adequa também como uma proposta de ensino de alguns tópicos importantes referentes ao ensino de lógica para os estudantes do ensino técnico integrado ao médio.

Na sequência apresento o plano de aula das disciplinas que envolvem diretamente o estudo da lógica no ensino técnico integrado ao médio (ETIM). Nesta parte especificamente estou baseado no plano de curso do ensino técnico integrado ao médio para informática para internet (PAULA SOUZA, 2016).

Os planos de aula apresentam de forma mais detalhada como os docentes devem atuar no sentido de aplicar o ensino da lógica em seus diferentes contextos e disciplinas distintas, no caso especificamente: Matemática, Lógica de Programação e Filosofia.

Dando prosseguimento o estudo traz a seção de resultados e a análise dos dados coletados. A partir dos dados das notas, que são aplicadas de forma qualitativa pela instituição escolar, esta pesquisa busca traçar um panorama da efetividade do estudo da lógica e como se estabelece sua correlação especificamente com a disciplina de matemática.

Por fim, no capítulo de conclusões busco teorizar a partir das variáveis operacionais do estudo (a saber as notas das disciplinas) considerações acerca do aprendizado de lógica, bem como ele pode contribuir para o aprendizado de matemática e também programação de computadores.

Neste tópico também efetuou recomendações e sugestões sobre o estudo de lógica formal e proposicional, e como o mesmo poderia ser aplicado nas instituições de ensino, visando assim melhor rendimento em diferentes áreas do ensino em disciplinas do ensino formal segundo a base nacional comum curricular (BNCC) (BRASIL, 2016).

Como sugestão apresento tópicos de estudo que seriam úteis aos estudantes no que se refere ao estudo da lógica formal e da lógica proposicional. E que podem efetivamente contribuir para o aprendizado de matemática, bem como de outras disciplinas da grade curricular do curso.

CAPÍTULO 2 - METODOLOGIA

2.1 Objeto da Pesquisa

Notas de Estudantes que cursam a primeira Série do Ensino Técnico Integrado ao Ensino Médio em Escolas Técnicas do Centro Paula Souza nas disciplinas de Matemática e Lógica de Programação. E ao final dos três anos de estudo o aluno recebe um título de técnico em informática para internet, além da conclusão do ensino médio.

2.2 Delineamento do Estudo

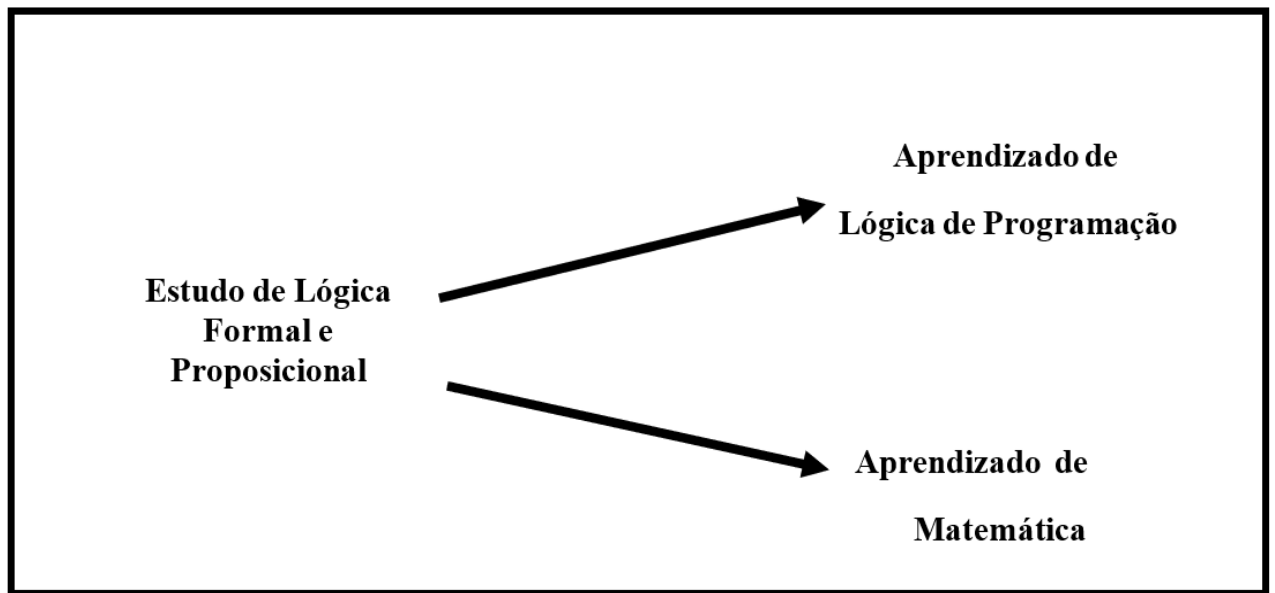
Os dados são analisados a partir das notas dos alunos que cursam o ensino técnico integrado ao médio comparando as notas da disciplina lógica de programação (eixo tecnológico) com as notas da disciplina de matemática (base nacional comum curricular).

Este estudo se caracteriza como um experimento natural, em que uma amostra da população é avaliada durante os quatro bimestres que compõem a primeira série do ensino técnico integrado ao médio do ano escolar. Avaliando o desempenho dos alunos em Matemática e Lógica de Programação.

Além disso, o presente estudo leva em consideração os resultados e conclusões correlatos ao objetivo desta pesquisa presente em outras obras científicas e que tenham relevância para o desenvolvimento das conclusões deste trabalho.

Há pesquisa levará em consideração o teste da hipótese exposta abaixo, que busca entender como a lógica formal pode contribuir para o ensino das disciplinas de programação e matemática. Além disso, os resultados e conclusões apresentados buscam evidenciar formas e possibilidades de a lógica contribuir para o melhor rendimento dos estudantes nas disciplinas analisadas.

Figura 1: Hipótese de Pesquisa



Fonte: Desenvolvido pelo Próprio Autor, (2019)

Abaixo busco delinear o estudo a partir das variáveis que serão apreendidas para compor a base empírica do trabalho, bem como estruturar suas correlações no estudo.

2.2.1 Variáveis Operacionais

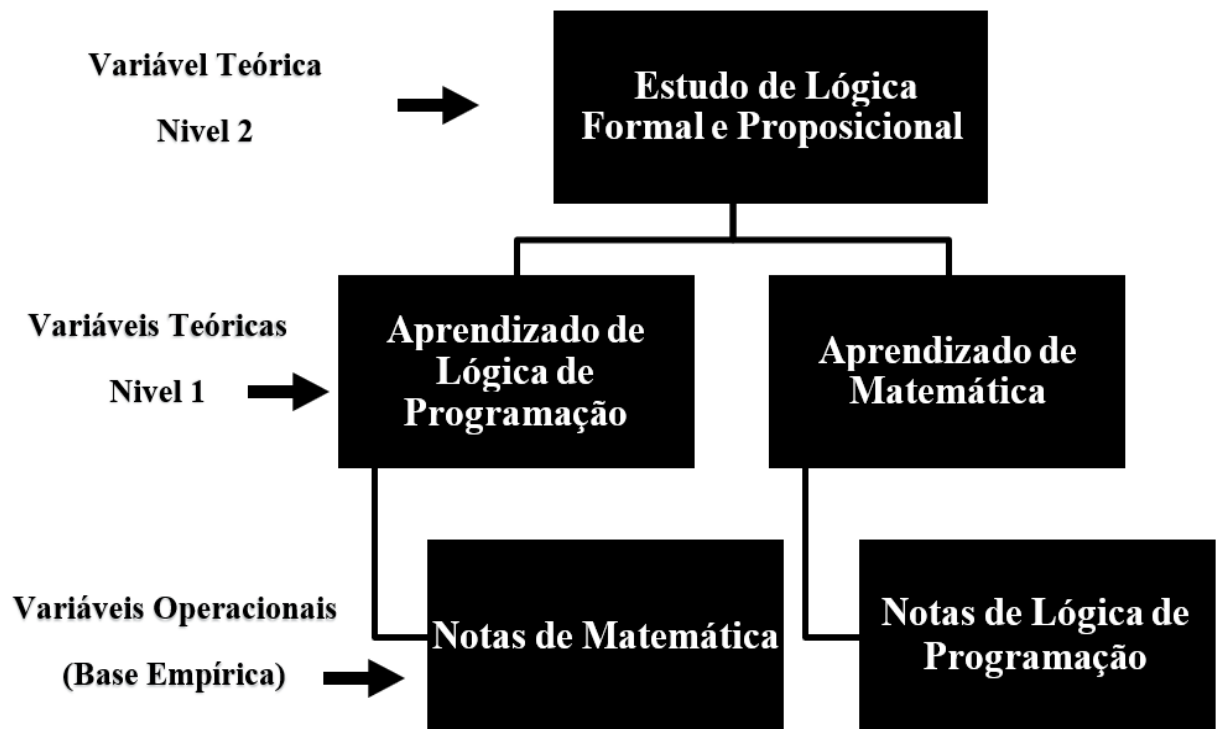
- Nota do Aluno em Lógica de Programação;
- Nota do Aluno em Matemática;

2.2.2 Variáveis Teóricas

- Aprendizado de Lógica de Programação;
- Aprendizado de Matemática;

Abaixo é realizado graficamente o delineamento das variáveis operacionais e teóricas do estudo:

Figura 2: Variáveis Operacionais e Teóricas da Hipótese



Fonte: Desenvolvido pelo Próprio Autor, (2019)

Por fim, é importante destacar que a proposta de análise dos dados se baseia nas notas de duas disciplinas: lógica de programação e matemática em três turmas de primeiro ano do ensino técnico integrado ao médio.

Desta forma, a partir das notas (variáveis operacionais) infere-se a aprendizagem das respectivas disciplinas (variáveis teóricas – nível 1) e por fim o estudo de lógica formal e proposicional (variáveis teóricas - nível 2) propiciam melhora no aprendizado em matemática e lógica de programação.

A instituição adota os seguintes critérios qualitativos para atribuição de Nota:

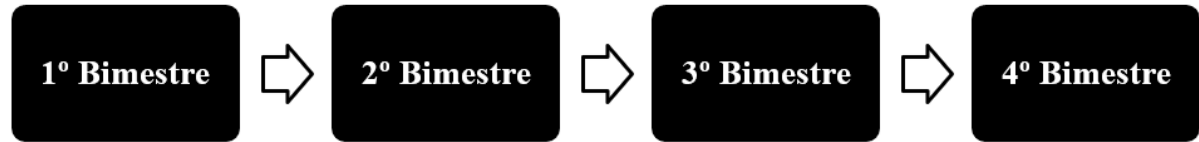
- **MB:** Muito Bom.
- **B:** Bom.
- **R:** Regular.
- **I:** Insatisfatório.

No caso somente o conceito I reprova o estudante.

A coleta foi baseada nas notas conforme os quatro bimestres do ano letivo, como representado

abaixo:

Figura 3: Representa a Amostra a ser estudada durante o Período Anual Escolar por Bimestre



Fonte: Desenvolvido pelo Próprio Autor, (2020)

CAPÍTULO 3 - REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Breve Introdução aos Conceitos de Lógica

Desde os inícios do estudo da Lógica como uma área do conhecimento e posteriormente como um ramo da ciência, os cientistas e pesquisadores da área, todos tinham um objetivo: que a lógica provesse respostas objetivas aos problemas cotidianos e posteriormente aos científicos.

Desta forma, não haveria a subjetividade nos resultados e conclusões de pesquisas científicas, por exemplo. Poderíamos sublimar aspectos indesejáveis e alguns vieses da raça humana quando chegamos a uma determinada informação, como o viés de confirmação, por exemplo. (WASON, 1960)

Para os estudiosos do início do século XIX, como os participantes do círculo de Viena¹, um dos vilões destas interpretações errôneas era a linguagem, pois esta, diferente da matemática e lógica, que são ciências formais, permitiam interpretações que escapam a interpretação factual e abria assim espaço para abordagens da ciência que seriam mais próximas a metafísica.

Os participantes do círculo de Viena, por exemplo, acreditavam que a lógica pura poderia ser o âmago do pensamento científico humano e que a indução como método científico não era possível. (SIGMUND, 2017).

Com a atual percepção de ciência que temos atualmente tais propostas parecem ingênuas e inviáveis, porém o avanço da ciência possui inúmeros casos de pesquisadores que tentaram o que ninguém havia estudado, e desta forma através de seus estudos abriram outros caminhos que ao longo do tempo se provaram promissores, como por exemplo, os estudos na área da computação.

E a ciência é formada pelo rigor do pensamento lógico, mas também por criatividade e imaginação. Assim mesmo projetos inviáveis acabam por possibilitar uma contribuição significativa para a ciência avançar por outros caminhos inexplorados.

Assim como a Lógica, a Matemática é também uma ciência formal e desta forma compõe importante base para o raciocínio humano, sendo usadas como suporte para diversas áreas do conhecimento humano, como na construção do conhecimento científico, ou seja, na ciência empírica. (VOLPATO, 2019).

Note como o suporte matemático, em estatística por exemplo, é amplamente utilizado em artigos em diversas áreas do conhecimento científico, como artigos de Física e Química, por exemplo. Ou atualmente, o novo ramo de ciência de dados que cursos da área de humanas

¹ Grupo de importantes estudiosos que se reunia na Capital da Áustria, Viena, que tinham por objetivo debater os grandes temas filosóficos e científicos da época.

também estão incluindo em seus currículos e desta forma ampliando o uso de ferramentas estatísticas praticamente em todas as áreas do saber.

Desta forma, as ciências formais, tendo uma estrutura rígida de lógica interna, levou diversos filósofos do século passado, do porte de Bertrand Russell e Ludwig Wittgenstein, a se debruçar no desenvolvimento de métodos que utilizassem este rigor formal para uma ciência, e também uma filosofia, que obtivesse o mínimo de interferência de interpretações subjetivas.

Assim, em uma abordagem mais atual, podemos afirmar que a ciência, em seus métodos, deve priorizar o conhecimento mais próximo do objetivo, e que traga a melhor explicação, sempre provisória, ao objeto ou sujeito estudado naquele momento. E a lógica e a matemática podem ser consideradas importantes ferramentas para esta finalidade.

3.1 Lógica na História, Ciência e Educação

A lógica possui origem na filosofia grega e o filósofo Aristóteles foi quem primeiro lançou um conjunto de procedimentos de demonstração e prova e desta forma criou os fundamentos da lógica. (CHAUÍ, 2000). A esta primeira lógica podemos defini-la como lógica aristotélica ou clássica.

Naquele período grego, por volta de 300 a. C., Aristóteles argumentava que o diferencial do ser humano em relação a outros seres vivos era a linguagem. E a linguagem possuía uma estrutura que poderia prover um suporte adequado para que as argumentações fossem providas de sentido e não produzissem argumento falhos ou falsos.

Em sua obra *Órganon*, Aristóteles (2010) lança as bases teóricas para a construção de argumentos válidos, bem como a sua base como ciência, e desta forma alguns tópicos abordados pelo autor se mantiveram importantes por séculos e foram objeto de estudo de filósofos por muito tempo após os estudos de Aristóteles.

Basicamente, o filósofo grego definiu um caminho simples: um argumento é válido se suas premissas decorrem necessariamente de suas conclusões. (NISBETT, 2018). Este modo de raciocinar podemos chamar também de lógica dedutiva. Partimos de afirmativas mais gerais para conclusões mais específicas. Desta forma, quando temos enunciados verdadeiros, chegamos a uma conclusão verdadeira. (VOLPATO *et al.*, 2013). Ainda segundo Medelson (1987), é importante destacar que a lógica tem uma maior preocupação com a estrutura e a forma dos argumentos, e não necessariamente com o conteúdo em si.

Segundo McInerney (2006), a lógica em seus princípios básicos deve, de forma considerada ideal, nortear a nossa forma de raciocinar de maneira quase que inconsciente,

podendo assim contribuir para argumentos claros. Segue abaixo Quadro descrevendo os princípios elementares da lógica:

Quadro 1: Primeiros Princípios da Lógica

Princípio da(o):	Explicação
Identidade	Todo objeto tem sua estrutura que o define, e não é algo diferente do que esta composição define. Por exemplo, uma maçã é simplesmente uma maçã não pode ser algo diferente.
Terceiro Excluído	Um objeto existe ou não existe. Por exemplo, ou o vaso está sobre a mesa ou não está sobre a mesa. Na lógica clássica não existe um estado intermediário.
Razão Suficiente ou Causalidade	Tudo existente possui uma explicação para sua existência. Dentro deste contexto nenhum objeto ou pessoa se autoexplica ou é a causa de si próprio. Existe, portanto, uma razão suficiente para tudo.
Contradição	Não há possibilidade de algo ser e não ser ao mesmo tempo e da mesma forma. Este princípio está ligado ao princípio da identidade, pois se A é A, não pode ao mesmo tempo ser não-A.

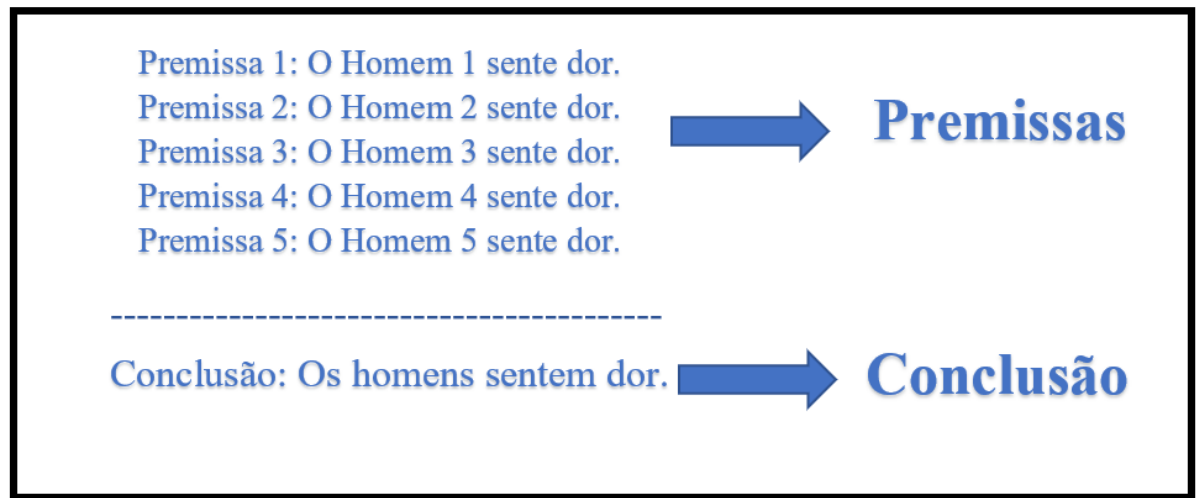
Fonte: Adaptado de McInerny, (2006)

Ainda sobre princípios importantes da lógica formal, é importante destacar a lógica chamada de indutiva. Nesse princípio extraímos alguma ocorrência que é comum as premissas do argumento, e assim formulamos a conclusão. Note que neste tipo de raciocínio lógico, diferente do raciocínio dedutivo, não é possível garantir nada definitivo (MCINERNY, 2006).

É importante aqui destacar que o método científico utiliza a indução com frequência, pois em um experimento científico é muito raro conseguirmos dados de toda a população para a realização de um estudo científico, trabalhando assim com amostras representativas desta população.

Desta forma, utilizamos a indução para concluir de maneira provisória, enquanto esta não é falseada por uma conclusão melhor ou mais explicativa. (POPPER, 1972). Segue abaixo exemplo da indução na lógica formal:

Figura 4: Argumento Indutivo



Fonte: Adaptado de Volpato (2019)

Ainda sobre a indução, Vickers (2006) argumenta que se determinada conclusão se sustenta sobre todos os casos observados, esta teoria se mantém verdadeira até que apareça uma prova empírica que a falseie, este seria o princípio da indução. Portanto a indução no âmbito científico se sustenta enquanto as evidências demonstram que o argumento contém a melhor explicação até o momento.

Ao princípio da indução de Vickers, pode-se acrescentar também o princípio da refutação, (POPPER, 2004), também chamado de contradição. Por este princípio toda teoria científica está sempre aberta a ser refutada, e não deve ser considerada científica se não estiver aberta a esta possibilidade.

Cabe observar que se um novo conhecimento científico se estabelece em uma área não significa que todo o conhecimento anterior desta é invalidado. Porém em alguns casos novos paradigmas (KUHN, 2020) podem emergir e novas teorias mais abrangentes substituírem as teorias anteriores, ou ainda que provoquem duas teorias que competem para a melhor explicação científica em determinada área do conhecimento. (WAZLAWICK, 2020)

Concluindo este tópico na lógica clássica tanto o pensamento dedutivo quanto o indutivo são importantes, porém podemos argumentar que o pensamento indutivo confere um grau maior de incerteza, porém de maior sofisticação aos argumentos. Mas não podemos menosprezar o pensamento dedutivo, principalmente na construção dos argumentos nas ciências formais.

Carraher (2008), faz uma analogia interessante entre o pensamento dedutivo e a matemática básica, ou seja, para aprender operações matemáticas mais complexas é necessário que se saiba as operações mais simples como somar, subtrair e multiplicar por exemplo.

Da mesma forma na lógica para que consigamos compreender argumentos mais sofisticados precisamos primeiramente entender os princípios elementares. Assim conhecer o método dedutivo com clareza efetiva amplia o entendimento dos argumentos lógicos que utilizam o método indutivo.

3.1.1 Silogismo

A esses raciocínios criados por Aristóteles podemos classificá-los Silogismo Clássico, onde a Matemática também se apropria deste conceito para criar regras gerais. O raciocínio silogístico mais simples envolve as seguintes premissas: se todos os As são Bs, todos os Bs são Cs, portanto todos os As são Cs. (NISBETT, 2018).

Este é um argumento dedutivo logicamente válido que nos ajuda a evitar erros de validade na matemática, na linguagem e na ciência. Um exemplo menos abstrato poderia ser construído da seguinte forma:

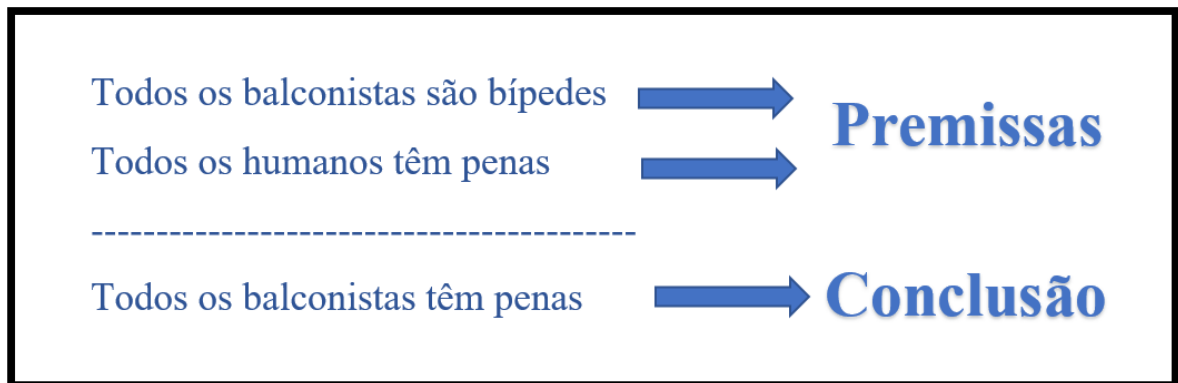
Figura 5: Exemplo de Silogismo 1



Fonte: Adaptado de Nisbett, (2018)

Em sua lógica interna, o silogismo não tem a preocupação de sempre encontrar a verdade dos argumentos, mas verificar se eles possuem coerência, o que chamamos de validade dos argumentos. Um exemplo segue abaixo:

Figura 6: Exemplo de Silogismo 2



Fonte: Adaptado de Nisbett, (2018)

Note que a conclusão é falsa, porém isto não interfere na validade dos argumentos, o que pode ser especialmente útil para verificar erros de argumentação e falácias (padrões típicos de um raciocínio equivocado). As falácias, dada a sua importância, serão também objetos de explicação logo a frente em um subcapítulo dedicado às falácias mais comuns.

O silogismo se mostrou uma importante contribuição à sua época até a Idade Média, porém limitada a construção de argumentos e verificação de sua validade e verdade. Porém, é a partir do início do século XIX com a chamada lógica proposicional que os estudos sobre lógica ganham novo impulso e servem inclusive de base para o desenvolvimento e programação de computadores. (DE SOUZA, 2008).

A partir da lógica proposicional houve o incremento de operadores chamados de lógicos, como o “e” (conjunção) o “ou” (disjunção), por exemplo, que são imprescindíveis nas linguagens de programação de computadores atualmente.

3.1.2 Lógica Proposicional

Os conceitos da lógica proposicional ampliaram o escopo de estudo da lógica permitindo a construções de aplicações que iam além da formulação correta de argumentos da lógica clássica.

A lógica proposicional é definida por uma linguagem formal, sendo assim constituída por um alfabeto e suas proposições. (LEVADA, 2017).

O alfabeto pode ser resumido na Quadro a seguir:

Quadro 2: Alfabeto da Lógica Proposicional

Símbolo	Exemplo
Símbolos de Pontuação	(e)
Símbolos de Verdade	V (Verdadeiro) e F (Falso)
Símbolos de Proposições Atômicas	Representados por letras minúsculas. Ex.: p, q, r, s etc.
Conectivos ou Operadores Lógicos	$\neg$, $\wedge$, $\vee$, $\underline{\vee}$, $\rightarrow$, $\leftrightarrow$ (que serão detalhados na Quadro posterior).

Fonte: Adaptado de Levada, (2017)

A lógica proposicional foi sendo implementada por estudiosos de lógica durante o período que varia entre 300 a.C. a 1300 d.C. (NISBETT, 2018). Porém foi a partir do século XIX que a lógica proposicional ganha impulso significativo e apresenta novos componentes que propiciam cálculos de ordem lógica que são utilizados desde o início da era da computação até os dias atuais.

Basicamente a dois tipos de proposições: as simples e as compostas. As simples ou atômicas são aquelas que não possuem nenhuma outra proposição que é integrante de sua estrutura (LEVADA, 2017). As proposições simples são definidas por letras minúsculas.

Por exemplo:

- p: Maria é alta;
- q: João é corredor;
- r: O número 100 é múltiplo de 10.

Já as proposições compostas são aquelas que são formadas por duas ou mais proposições e são representadas por letras maiúsculas. Segue abaixo alguns exemplos adaptados de Levada, (2017):

- P: Maria é Alta e João é Corredor;
- Q: Carlos é vendedor e Ana é recepcionista;
- R: Se um jogador recebe cartão vermelho em um jogo, então ele deve ser expulso.

Uma das contribuições importantes da lógica proposicional é a respeito do uso de operadores, como já citado, que podem ser nomeados de operadores lógicos. Abaixo uma Quadro com os principais operadores lógicos utilizados na lógica proposicional.

Quadro 3: Operadores Lógicos

Operador	Símbolo	Uso Lógico	Explicação
Negação	$\neg$	Não A	O homem <u>não</u> esteve aqui
Conjunção	$\wedge$	A e B	João é professor e Maria é cientista
Disjunção Inclusiva	$\vee$	A ou B	João é Professor ou João é Cientista
Disjunção Exclusiva	$\underline{\vee}$	ou A ou B	Ou João é Professor ou João é Motorista
Condicional	$\rightarrow$	Se A então B	Se nasci em Bauru então sou Paulista
Bicondicional	$\leftrightarrow$	A se e somente se B	Quatro é maior que dois se e somente se dois for menor que quatro.

Fonte: Adaptado de Filho, (2002)

As operações com operadores lógicos são definidas na literatura como operações lógicas e podemos fazer uma analogia com os operadores aritméticos relacionados aos números e o objetivo é justamente o estudo lógico das operações que envolvam proposições simples em um primeiro momento e compostas logo em seguida (LEVADA, 2017).

Os operadores ou conectivos lógicos podem também ter outros símbolos associados ao seu uso, bem como a sua utilização se dá no âmbito da lógica matemática também. Para o melhor entendimento dos operadores lógicos uma ferramenta bastante utilizada é a Tabela-Verdade, em que é construída a partir do uso de várias proposições combinados pelos operadores lógicos. (FILHO, 2002).

O conceito de Tabela-Verdade foi construído ao longo do final do século XIX e começo do século XX, por importantes matemáticos, lógicos e filósofos dentre eles George Boole, Gottlob Frege, Ludwig Wittgenstein, dentre outros.

Estas brilhantes mentes buscavam estudos de interseção entre estas fascinantes áreas do conhecimento, assim o uso das Quadros-verdade permite definir se uma fórmula lógica é válida ou não e em quais situações.

Um ponto importante a destacar no desenvolvimento das Quadros-verdade é que os argumentos que compõem suas premissas só podem possuir dois tipos de conclusão, ou são verdadeiros (V) ou são falsos (F).

Segue abaixo a Quadro verdade dos operadores relacionados na Quadro 2 e uma breve contextualização de seu uso.

Quadro 4: Tabela-Verdade da Negação

A	B	$\neg A$	$\neg B$
V	V	F	F
V	F	F	V
F	V	V	F
F	F	V	V

Fonte: Desenvolvido pelo Autor, (2021)

Note que o uso deste operador apenas inverte o resultado de uma proposição, sendo assim uma proposição que é verdadeira torna-se falsa e vice-versa. É interessante notar que se a mesma premissa é negada duas vezes ela retorna ao ser valor original.

Quadro 5: Tabela-Verdade da Conjunção

A	B	$A \wedge B$
V	V	V
V	F	F
F	V	F
F	F	F

Fonte: Desenvolvido pelo Autor, (2021)

A conjunção é um operador que somente possibilita um resultado verdadeiro se ambas as premissas que a compõem também forem verdadeiras. Em quaisquer outras situações o resultado é falso.

Quadro 6: Tabela-Verdade da Disjunção Inclusiva

A	B	$A \vee B$
V	V	V
V	F	V
F	V	V
F	F	F

Fonte: Desenvolvido pelo Autor, (2021)

Já a disjunção inclusiva apresentada na Quadro acima somente apresentará um valor falso se todas as premissas que a compõem forem falsas. Podemos dizer que conjunção e disjunção são operadores antagônicos em seu uso.

Quadro 7: Tabela-Verdade da Disjunção Exclusiva

A	B	$A \vee B$
V	V	F
V	F	V
F	V	V
F	F	F

Fonte: Desenvolvido pelo Autor, (2021)

A disjunção exclusiva apresenta um componente diferente em relação a disjunção inclusiva, ela será falsa tanto se ambas as premissas que a compõem forem verdadeiras ou falsas. Quando são combinações de premissas que tanto podem ser verdadeiras ou falsas, o seu resultado é sempre verdadeiro.

Quadro 8: Tabela-Verdade da Condicional

A	B	$A \rightarrow B$
V	V	V
V	F	F
F	V	V
F	F	V

Fonte: Desenvolvido pelo Autor, (2021)

O operador condicional será falso somente se a primeira premissa for verdadeira e a segunda for falsa, em todas as outras possibilidades o resultado será verdadeiro. Ou seja, se algo que é verdadeiro resulta em algo falso, o resultado necessariamente é falso.

Quadro 9: Tabela-Verdade da Bicondicional

A	B	$\neg A$
V	V	V
V	F	F
F	V	F
F	F	V

Fonte: Desenvolvido pelo Autor, (2021)

O operador bicondicional se apresenta como resultado verdadeiro quando ambas as premissas são iguais, sejam elas verdadeiras ou falsas.

3.1.3 Aplicação dos Quadros-Verdade

Como já citado, as Quadros-verdade têm especial uso na lógica proposicional, lógica matemática e na lógica de programação, a partir de um conjunto de proposições (proposição composta) e os operadores (ou também chamados de conectivos) lógicos utilizados é possível determinar em que casos esta é verdadeira ou falsa. (FILHO, 2002)

A quantidade de linhas que irá compor uma Tabela-verdade está diretamente relacionada com a quantidade de proposições, sendo definido pelo seguinte teorema: 2^n . Sendo n definido pela quantidade de proposições e o valor de base dois é definido pelo valor que cada proposição pode conter pois a proposição só pode ser verdadeira (V) ou falsa (F).

Por exemplo, em uma Quadro verdade composta por apenas duas proposições teremos apenas as atribuições de valores explícitas na Quadro posterior:

Quadro 10: Tabela-Verdade com 2 Proposições

	p	q
	V	V
	V	F
	F	V
	F	F

Fonte: Desenvolvido pelo Autor, (2021)

Já uma Quadro verdade composta por três proposições, só pode conter os oito valores como definido na Quadro abaixo:

Quadro 11: Quadro Verdade com 3 Proposições.

	p	q	r
	V	V	V
	V	V	F
	V	F	V
	V	F	F
	F	V	V
	F	V	F
	F	F	V
	F	F	F

Fonte: Desenvolvido pelo Autor, (2021)

Cabe aqui ressaltar que um teorema é justamente uma proposição que pode ser provada através de um processo puramente lógico, como exemplo podemos citar o famoso Teorema de Pitágoras: “A soma dos quadrados dos catetos é igual ao quadrado da hipotenusa.”

3.1.4 Desenvolvimento de Quadros-Verdade

Voltando às Quadros-verdade, podemos montar, como um exemplo, uma proposição como a proposta abaixo:

$$(A \vee \neg B) \wedge (C \wedge \neg A)$$

Quadro 12: Resolução de Proposição Composta

A	B	C	$\neg B$	$\neg A$	$(A \vee \neg B)$	$(C \wedge \neg A)$	$(A \vee \neg B) \wedge (C \wedge \neg A)$
V	V	V	F	F	V	F	F
V	V	F	F	F	V	F	F
V	F	V	V	F	V	F	F
V	F	F	V	F	V	F	F
F	V	V	F	V	F	V	F
F	V	F	F	V	F	F	F

F	F	V	V	V	V	V	V
F	F	F	V	V	V	F	F

Fonte: Desenvolvido pelo Autor, (2020)

Note que ao analisar o resultado da Tabela-verdade na última coluna notamos que somente na sétima linha da Tabela-verdade (em destaque) é que podemos atingir o resultado verdadeiro, ou seja, somente nas condições estabelecidas na linha 7 o resultado será verdadeiro. Também é importante destacar que a Tabela-verdade foi resolvida em partes para facilitar o entendimento e evitar erros na resolução.

Sobre a montagem das Quadros-verdade, como demonstrado na Quadro acima, a partir de proposições compostas que envolvam o uso de operadores lógicos, os seus resultados se dividem em três tipos: contingência, tautologia e contradição.

A Tabela-verdade representada na Quadro 9 representa um caso de contingência em que o resultado da proposição pode tanto conter valores verdadeiros (V) ou falsos (F), o que ocorre na maioria das proposições lógicas.

Já a tautologia é uma operação lógica que o resultado em todas as linhas que a compõem sempre será verdadeiro independente dos valores das proposições simples que a constituem (MORTARI, 2001). A Quadro abaixo apresenta uma fórmula em que o resultado será uma tautologia.

Quadro 13: Tautologia

A	B	$(A \vee B)$	$A \rightarrow (A \vee B)$
V	V	V	V
V	F	V	V
F	V	V	V
F	F	F	V

Fonte: Adaptado de Mortari, (2001)

Já uma Tabela-verdade onde o resultado de sua fórmula sempre será falso (F) atribuímos o nome de contradição. Como descrito no exemplo da Quadro abaixo:

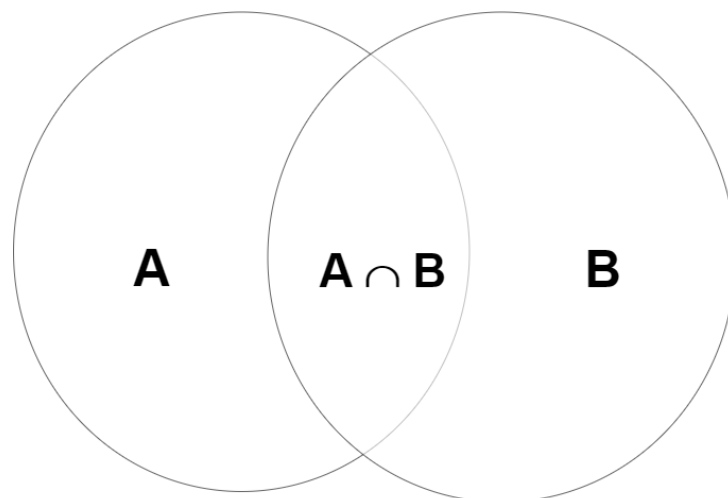
Quadro 14: Contradição

A	$\neg A$	$A \wedge \neg A$
V	F	F
F	V	F

Fonte: Adaptado de Mortari, (2001)

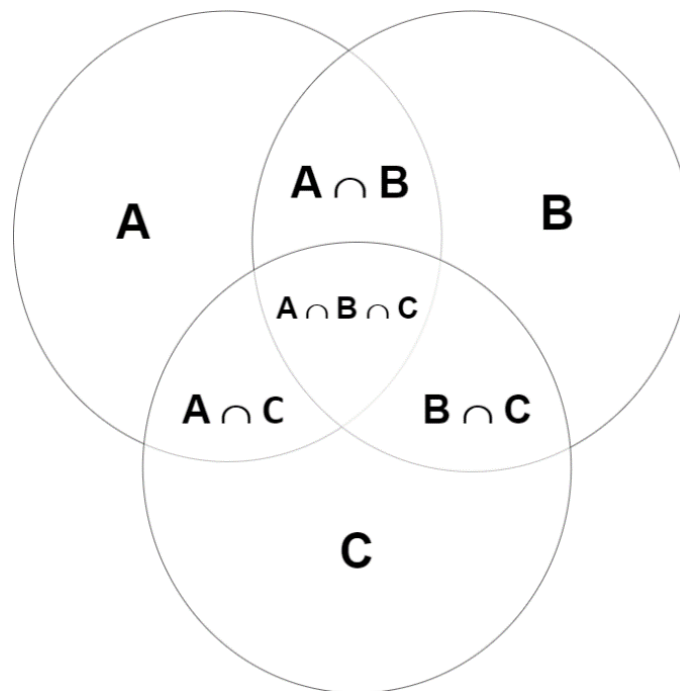
3.1.5 Diagramas de Venn

Um outro recurso muito útil são os chamados de Diagramas de Venn, que tem este nome em homenagem ao especialista em lógica do século XIX, John Venn. (NISBETT, 2018). Trata-se de recurso útil em várias situações que exigem representação entre categorias de forma gráfica, ou seja, acaba sendo mais fácil visualizar as informações do que simplesmente descrevê-las textualmente.

Figura 7: Exemplo Diagrama de Venn 1

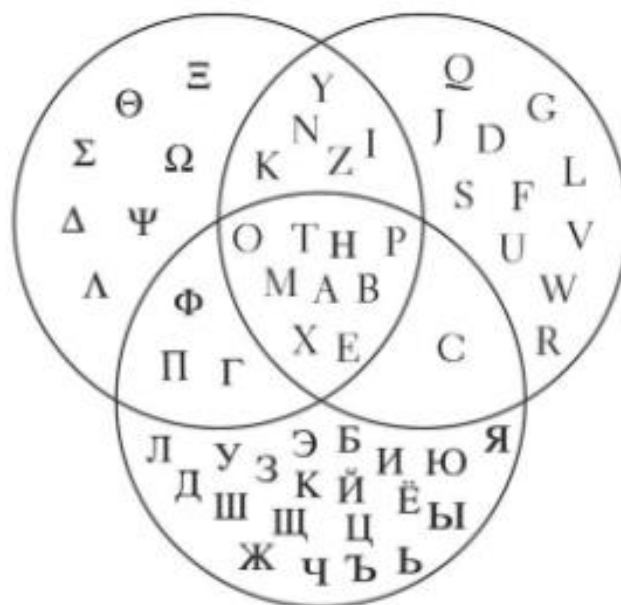
Fonte: Desenvolvido pelo Autor, (2020)

Figura 8: Exemplo Diagrama de Venn 2



Fonte: Adaptado de Nisbett, (2018)

Figura 9: Exemplo de Diagrama de Venn 3



Fonte: Nisbett, (2018)

No primeiro exemplo podemos representar uma situação em que somente alguns, porém não todos, esportistas jogam futebol (representado pelo conjunto A). E por outro lado alguns

outros esportistas, não todos, jogam basquete (representado pelo conjunto B). Porém alguns esportistas praticam simultaneamente os dois esportes, futebol e basquete. Sendo esse grupo o que está inserido na interseção entre A e B, representado graficamente por $A \cap B$.

Já no segundo exemplo, envolve uma explicação envolvendo as figuras 8 e 9, e se trata de uma situação mais complexa. A figura 8 exemplifica um modelo de intersecção entre categorias. Pois alguns As são Bs e vice-versa. Também alguns As são Cs e vice-versa. Desta forma, alguns Bs são Cs e vice-versa. E o diagrama de Venn apresentado na figura 9 exemplifica o diagrama da figura anterior.

Pois este diagrama mostra a interseção entre as letras encontradas no alfabeto grego (esquerda acima), latino (acima, a direita) e cirílico (abaixo) (NISBETT, 2018). Note que representar o mesmo exemplo de forma escrita ou verbal gera uma dificuldade muito maior, sendo assim os diagramas de Venn representam uma forma gráfica muito útil para categorização com interseção lógica.

3.1.6 Falácias

Ao adentrar ao campo da argumentação das proposições há o perigoso caminho das falácias, que podem ser classificadas como padrões típicos de raciocínio mal formulado. (MCINERNY, 2006).

Segundo o autor, podemos classificá-las como formais ou informais. As falácias formais tratam apenas da estrutura lógica do argumento, já os informais tratam de qualquer forma de erro lógico e não apenas de erros formais.

Um aspecto importante das falácias de ordem informal é que elas podem ser usadas de maneira persuasiva e podem conter uma estrutura que aparentemente pareça conferir maior validade do que os argumentos construídos de forma logicamente correta. (MCINERNY, 2006)

Especialmente na construção do conhecimento científico temos que estar atentos a estes erros lógicos que decorrem não apenas de atitudes que fogem a boa ética na pesquisa científica, mas também ao já citado viés de confirmação (WASON, 1960), que é quando buscamos corroborar nossas hipóteses sem respaldo em dados ou conclusões que indiquem esta tendência.

O método científico em seus protocolos busca minimizar esta tendência a confirmar nossas hipóteses, criando estratégias metodológicas que visam retirar esse viés do cientista/pesquisador em seus experimentos, como é o caso da estratégia metodológica do duplo cego, amplamente utilizada cientificamente, onde nem o cientista e nem o sujeito da pesquisa sabem qual a manipulação ou condição foram expostos (VOLPATO *et al.*, 2013).

Abaixo são apresentadas algumas das falácias mais comuns, destacando que o assunto é vasto e possui uma literatura extensa:

Quadro 15: Lista de Falácias mais Comuns

Falácia	Explicação
Apelo à autoridade	Usada frequentemente quando a conclusão principal do argumento se dá pela suposta autoridade de quem está argumentando.
Ad Hominem	Seria o contrário da falácia anterior, o objetivo é desqualificar não o argumento, mas sim o seu autor.
Falsa Causa	Utilizado para estabelecer uma relação entre causa e efeito entre dois elementos quando essa relação é inexistente.
Falsa Dicotomia	Recorrente quando o autor apresenta apenas duas opções para a resolução de um problema, sem levar em consideração outras possibilidades.
Petitio principii	Muito utilizada quando a conclusão já está contida nas premissas do argumento.
Teoria Irrefutável	Apresenta argumentos que não podem ser testados. Desta forma, em um contexto de pesquisa científica não possuem valor por não poderem ser falseáveis (POPPER, 1972).
Ad hoc	Falácias dessa natureza são explicações, o que são diferentes de argumentos. Geralmente, uma explicação Ad hoc se aplicam somente àquele fato específico, ou seja, uma explicação para o argumento ter mais sentido. Quanto mais explicação Ad hoc há em um argumento, mais frágil ele se torna.
Analogia vaga	Muito usado quando se quer estabelecer uma falsa comparação entre duas situações não comparáveis.

Argumentum Ad antiquitatem	Esta falácia é usada para justificar algo porque a explicação é antiga. Ou seja, se sempre foi feito desta forma é porque está correto.
Argumentum Ad Baculum	Utiliza-se do recurso da força e do medo para que os outros acreditem ou hajam conforme suas convicções. Falácias desta natureza são muito utilizadas por maus políticos e religiosos.
Argumentum Ad Nauseam	Consiste em repetir um suposto argumento até que a audiência se canse e acredite que o orador realmente irá fazer o que está prometendo. É frequentemente utilizada em discursos políticos.
Argumentum Ad Populum	É usada quando o argumento se baseia em uma grande parcela da população para atingir a aceitação da proposição. A linguagem emotiva é muito utilizada neste tipo de falácia.

Fonte: McInerny (2006); Carnielli, Epstein (2011)

Cabe um rápido comentário ao final desta explanação sobre falácias, que o recente termo *fake News* (notícias falsas, em português) que é um fenômeno intimamente ligado às redes sociais e aos meios de comunicação digital, e que se vale muitas vezes, e de maneira proposital, de falácias lógicas para disseminar rapidamente informações erradas e enganosas pelas vias digitais (como redes sociais e aplicativos de troca de mensagens), e desta forma se disseminam de maneira muito mais rápida e possivelmente perigosa.

Uma pessoa que conhece razoavelmente a estrutura lógica dos argumentos, conhece desta forma a estrutura das falácias apresentados e pode identificar esses erros de argumentação, e desta forma evitar ser alvo de equívocos conceituais. Por muitas vezes essas informações erradas podem desinformar em larga escala, o que pode ser perigoso para a população por diversos aspectos que analisemos o fenômeno.

3.2 Lógica de Programação

A lógica de programação é uma área de estudo que busca propiciar aos estudantes de áreas ligadas a tecnologia o embasamento necessário a implementação de aplicativos digitais para os diferentes tipos de dispositivos eletrônicos que temos disponível atualmente.

O nome não é um consenso na ciência da computação, alguns currículos de curso da área de tecnologia nomeiam como Algoritmos e Programação, Programação de Computadores dentre outras definições.

Em sua base teórica há muitos dos conceitos de matemática e lógica. Tais conceitos foram adaptados as especificidades da ciência da computação. Por exemplo, o conceito de variável existe tanto na matemática quanto na lógica, porém na lógica de programação há o seu uso com o objetivo de armazenamento de dados na memória do computador, com o objetivo de prover respostas aos programas desenvolvidos. (DE SOUZA, 2008)

Os conceitos apresentados anteriormente sobre lógica proposicional formam uma importante base onde a lógica de programação, ou seja, o uso dos recursos computacionais através de comandos de linguagens de programação, pudesse fluir e se desenvolver da forma como presenciamos nas últimas décadas.

Um ponto importante é que a matemática e a lógica são muito importantes para o desenvolvimento da ciência da computação, porém o quanto da lógica pode-se afirmar que seu estudo pode contribuir com conhecimentos como matemática e áreas correlatas? Esta é uma questão que esta pesquisa busca base empírica para suscitar a discussão do aprendizado da lógica na educação básica.

Abaixo apresentamos algumas obras que propiciam enxergar esta relação entre lógica formal, lógica de programação e matemática. Os subcapítulos posteriores vão desde obras clássicas até materiais voltados a cursos nas áreas de tecnologia, dando assim uma visão abrangente para a aplicação dos conceitos da lógica no ensino técnico integrado ao médio.

3.3 Matemática e Lógica: Conceitos Formais e Base Empírica

Neste subcapítulo irei apresentar alguns trabalhos filosóficos e científicos que buscam evidenciar a intrínseca ligação entre lógica e matemática, bem como seus frutos vindos de outras áreas. Essa abordagem se dará tanto por obras clássicas quanto por obras que visam destrinchar o uso da lógica no cotidiano.

3.3.1 Principia Mathematica

Há uma obra em especial que procura ligar matemática, lógica e filosofia e que é considerada uma das importantes obras do século XX neste tema. Trata-se do Principia Mathematica escrito em três volumes por Alfred North Whitehead e Bertrand Russell na década de 1910.

Os autores tinham o objetivo de usar o rigor formal da lógica para integrar a matemática e a filosofia, como se estão duas últimas pudessem ser parte da lógica, ou seja, explicar toda a matemática a partir de princípios lógicos. Sendo assim, a lógica poderia possibilitar o uso dos seus conceitos para resolver problemas matemáticos de maior complexidade. (RUSSELL; WHITEHEAD, 1997).

O projeto se mostrou complexo e inviável com o tempo, como demonstrou Kurt Godel com seu teorema da incompletude (Nagel e Newman, 2009), mas possui o mérito de demonstrar que a matemática possui lógica em sua construção, bem como a lógica possibilita importante instrumental para a produção matemática coerente.

3.3.2 Tractatus Logico-Philosophicus

Esta obra foi escrita pelo filósofo Ludwig Wittgenstein e sua primeira edição foi publicada em 1921. Nela o autor coloca como função da filosofia a elucidação das proposições através da lógica. Pois segundo Wittgenstein as proposições se dividiriam em três categorias: as empíricas, baseadas em fatos e desta forma providas de sentido e valor de verdade.

Teríamos também as proposições lógicas, que sozinhas não teriam sentido algum, porém ajudariam na definição de validade e por fim as proposições metafísicas que não teriam valor algum, pois não estariam calcadas em fatos e seriam desprovidas de sentido. (WITTGENSTEIN, 2017)

3.3.3 Introdução a Lógica

O professor Irving Marmer Copi estudou com Bertrand Russell nos EUA e escreveu um importante livro sobre Introdução à Lógica, que foi lançado em 1978 em língua portuguesa. Na obra o autor envolve a importância filosófica e as importantes aplicações técnicas da lógica. Copi cita autores importantes para o desenvolvimento da lógica durante os últimos séculos.

A obra é dividida em três partes: a linguagem, a dedução e a indução. Na primeira parte o interesse está mais relacionado aos estudos dos filósofos do final século XIX e início do século XX. Já a segunda parte o autor usa os famosos Diagramas de Venn para decidir sobre a validade dos raciocínios silogísticos. E na terceira parte ele dedica a explicação a lógica da explicação científica utilizando de ilustrações selecionadas para este fim. (COPPI, 1978)

3.3.4 A linguagem Lógica

Este artigo escrito para a revista do professor de matemática, propõe que o estudo da lógica deve permear a estrutura curricular como um todo. E não se basear em apenas mais uma disciplina que pode muitas vezes ficar desconectada do todo.

A autora propõe que sempre que seja possível as disciplinas devem propor interdisciplinaridade com a lógica. Tanto no sentido de direcionar um discurso correto, podendo também identificar falácias na argumentação.

Assim, seria mais proveitoso a conexão da lógica na grade curricular do que necessariamente um curso específico de lógica formal ou aristotélica, podendo assim usar dos próprios exemplos que naturalmente decorrem do estudo de diversas disciplinas envolvidas no ensino. (DRUK, 1998)

3.3.5 Use a Lógica: Um Guia para o Pensamento Eficaz

Esta pequena obra escrita pelo professor D. Q. McInerny nos conduz no sentido da argumentação lógica como fonte do raciocínio correto. O autor apresenta conceitos para tirarmos proveito da lógica no dia a dia, tanto no sentido da formulação correta de bons argumentos como também evitar o pensamento considerado ilógico e desta forma evitar os erros mais comuns de lógica.

O professor McInerny aprofunda a importante abordagem sobre o argumento no sentido de entender as premissas e as conclusões na construção de argumentos robustos (MCINERNY, 2006).

3.4.6 Pensamento Crítico: O Poder da Lógica da Argumentação

Esta obra é baseada na versão americana de Critical Thinking de Richard Epstein, professor Americano, e no Brasil foi traduzida e os direitos foram reservados ao Professor Walter A. Carnielli da Unicamp que também foi colaborador da obra em sua versão americana, a obra já se encontra em sua terceira edição.

O livro é um tratado denso de como a estruturação lógica e coerente de argumentos pode ser ferramenta útil para profissionais das mais variadas áreas do conhecimento. Os autores tratam desde as bases fundamentais da lógica, passando pela estruturação correta de argumentos, o que também envolve evitar a elaboração de argumentos ruins.

O livro também possui muitos exemplos, resumos e estudos complementares, o que enriquece ainda mais a obra que é base para cursos nas mais diferentes áreas.

3.4.7 Fundamentos de Lógica Matemática

A obra foi lançada em sua primeira edição em 2010 e visa dar um referencial teórico importante sobre lógica matemática e proposicional a estudantes ingressantes nos cursos de Sistemas de Informação.

O material é estruturado para que o estudante compreenda a importância dos operadores lógicos para as proposições no ensino de computação.

O conteúdo aborda o importante conceito de Tabela-verdade, já abordado aqui na tese, bem como os conceitos de álgebra proposicional, bem como os mecanismos que a lógica formal dispõe para inferências lógicas e técnicas dedutivas. Um ponto importante a ser destacado nesta obra é que há muitos exercícios e referências complementares, desta forma os conceitos são explicitados de maneira muito clara e didática.

CAPÍTULO 4 - APRESENTAÇÃO DO PLANO DE CURSO DO ENSINO TÉCNICO INTEGRADO AO MÉDIO (ETIM).

O Centro Paula Souza é uma instituição que oferta cursos de ensino técnico (nível médio) e ensino tecnológico (nível superior). Para tanto se vale de duas instituições vinculadas. As escolas técnicas de nível médio, conhecidas como Etecs, e as escolas tecnológicas, conhecidas como Fatecs e que oferecem cursos de nível superior.

O foco desta pesquisa foca nos cursos de nível técnico, onde o objetivo é a verificação do ensino da lógica formal e proposicional como apoio para o ensino da programação no curso técnico integrado ao médio de informática para internet. Também se busca uma relação entre o ensino da lógica formal com o apoio e melhoria da disciplina de matemática.

O plano de curso norteia a aplicação do curso em todos seus aspectos e foca em um curso de três anos que une as disciplinas da base nacional comum ao Ensino Médio com disciplinas relacionadas ao Ensino Técnico. Sendo assim, o estudante ao concluir os três anos de curso ele terá habilitação para prestar o vestibular para ingresso no ensino superior, bem como também receberá um diploma de Técnico de Informática para Internet.

O curso técnico envolve três módulos divididos em três anos, e cada uma possui sua habilitação em cada ano escolar, com definido na imagem abaixo:

Figura 10: Qualificação Profissional Dividida por Série



Fonte: Paula Souza, (2016)

Sendo assim cada série referente aos três anos é complementar para a formação integral de Profissional de Técnico em Informática para Internet preconizada ao fim dos três anos de ensino médio regular. O curso possui uma carga horário completa de 4440 horas/aula. Sendo 1440 dedicadas exclusivamente as disciplinas do curso técnico de informática para internet.

Em cada série são divididas proporcionalmente uma carga horária de 480 horas aulas, divididas em três qualificações, como exposto na figura 10:

- 1ª Série: Auxiliar de Informática para Internet;
- 2ª Série: Auxiliar em Design de *Websites*.
- 3ª Série: Técnico em Informática para Internet.

4.1 Disciplina de Lógica de Programação

A disciplina de lógica de programação busca dar base aos conceitos do ensino de programação que irão fundamentar o seu ensino que se estenderá pelas três séries de formação técnica. Portanto, sua aplicação já se dá na primeira série do curso técnico.

Abaixo apresentamos às competências, habilidades e bases tecnológicas (conteúdos) do componente curricular e apresentamos o plano de aula das disciplinas de matemática e filosofia, pois estas também apresentam conceitos relacionados aos estudos da lógica que são importantes para a correlação entre os conteúdos, bem como a proposta de uma disciplina de lógica formal e proposicional que integre conhecimentos que estejam conectados às três disciplinas.

Figura 11: Plano de Aula da Disciplina de Lógica de Programação.

I.13 – LÓGICA DE PROGRAMAÇÃO						
Função: Lógica, Algoritmos e Métodos de Desenvolvimento de Aplicativos						
COMPETÊNCIAS		HABILIDADES		BASES TECNOLÓGICAS		
1. Desenvolver e interpretar algoritmos, fluxogramas e pseudocódigos para codificar programas.		1.1. Identificar situações problema, propondo soluções computacionais. 1.2. Utilizar técnicas de programação estruturada, através de modelos, pseudocódigos e ferramentas.		1. Introdução à Lógica de Programação: - conceitos básicos; - construção de algoritmos: - fluxogramas e pseudocódigos 2. Definição e criação de Variáveis e Constantes 3. Operadores Aritméticos e Expressões Aritméticas 4. Operadores Relacionais 5. Operadores Lógicos e Expressões Lógicas 6. Comandos de Entrada, Processamento e Saída 7. Funções pré-definidas 8. Estruturas de Controle: - Sequencial; - Condicional; - Repetição 9. Vetores e Matrizes Sugestão de Ferramentas de Apoio: Anexo I		
Carga Horária (horas-aula)						
Teórica	00	Prática	120	Total	120 Horas-aula	Prática em Laboratório

Fonte: Paula Souza, (2016)

Figura 12: Plano de Aula da Disciplina de Matemática

I.9 – MATEMÁTICA	
Temas	
Números e Álgebra • Conjunto: ✓ Teoria dos Conjuntos (*); ✓ Conjuntos Numéricos. • Variação de Grandezas: ✓ Noção de Função; ✓ Função Afim; ✓ Função Quadrática. • Matrizes e Determinantes; • Sistemas Lineares. Geometria e Medidas • Geometria Analítica: ✓ Reta. Análise de Dados • Estatística: ✓ População e Amostra; ✓ Séries Estatísticas; ✓ Distribuição de frequência: Frequência absoluta, Frequência relativa e Frequência acumulada. ✓ Representação Gráfica: Barras, Segmentos e Setores.	
Carga Horária	160 horas-aula (4 aulas semanais)
OBS.: (*)	Trabalhar “Noções de Lógicas” (Conectivos, tabela-verdade, negação, conjunção, disjunção, implicação, equivalência e quantificadores).

Fonte: Paula Souza, (2016)

Figura 13: Plano de Aula da Disciplina de Filosofia

I.7 – FILOSOFIA	
Temas	
Ser humano e a condição humana • Natureza ou cultura? Um ser entre dois mundos; • Filosofia antropológica, visões sobre o ser humano: Concepções platônica, aristotélica e cartesiana; • Concepções de ser humano; • Dignidade humana. A Lógica • Proposições e argumentos Lógicos; • Argumentação; • Indução e dedução; • Sofismas e falácias; • Lógica tradicional e lógica matemática. O Mundo e a Natureza • A relação homem com a Natureza na história; • Desencantamento do mundo; • Metafísica: a busca da realidade essencial; • Tendências contemporâneas: como se concebe o mundo hoje. O fazer humano • Descobrir, inventar, criar; • Trabalho; • A evolução da técnica; • Trabalho e alienação; • Tecnocracia.	
Carga Horária	40 horas-aula (1 aula semanal)
OBS.: (*)	

Fonte: Paula Souza, (2016)

Os três planos de aula apresentados acima detalham os conceitos de lógica formal, proposicional e de programação que se completam durante sua abordagem na primeira série do ensino técnico integrado ao médio, porém que efetivamente não apresentam um conteúdo que aprofunde o estudante nos conceitos de lógica no nível que seria o desejado.

Geralmente, na disciplina de matemática, os conceitos de lógica são relegados a um plano secundário, ou seja, são pouco abordados. Pois acabam por ceder mais espaço aos conceitos de álgebra e geometria, pois são conteúdos que são foco dos vestibulares que os estudantes se preparam durante o ensino médio.

Já na filosofia há explicações no campo da lógica dedutiva e indutiva, bem como falácias e argumentos lógicos, porém em uma disciplina que possui apenas uma aula por semana, esse

aprendizado não agrega o poder que esses conceitos podem proporcionar aos estudantes que no futuro ingressarão na faculdade e tais conhecimentos serão de vital importância, principalmente em cursos na área de exatas. Bem como para o conhecimento de cunho científico que se vale da lógica formal para a construção de seus argumentos empírica ou logicamente sustentados.

Enquanto na disciplina de lógica de programação os conceitos de operadores ou conectivos lógicos são aprofundados de uma forma que são usados com operadores aritméticos para resolução de algoritmos e conseqüentemente na construção de aplicativos computacionais. Porém, restrito ao universo de desenvolvimento de software sua aplicação acaba se tornando limitada.

Cabe ressaltar que a disciplina de matemática possui carga horária anual de 160 horas/aula (4 aulas por semana), Lógica de Programação possui 120 horas/aula (3 aulas por semana). E por último filosofia, possui 40 horas/aula por semana (1 aula por semana). Isso durante a primeira série do ano letivo do curso, que é o foco da análise da seção resultados desta tese.

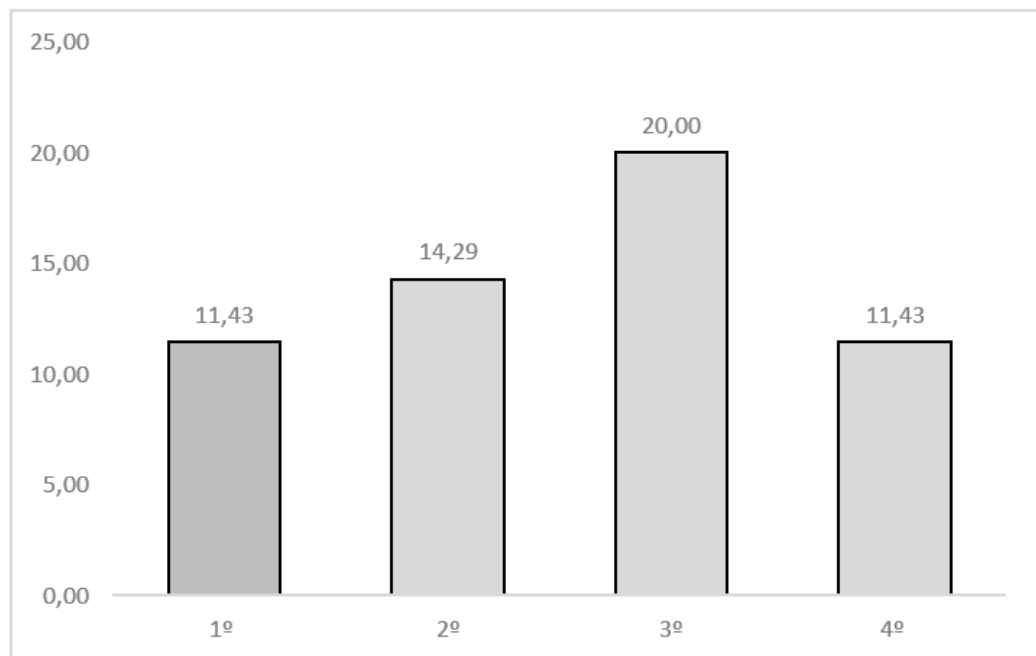
Outro aspecto importante a ser destacado é que os conceitos de lógica de programação são aprofundados em outras disciplinas no segundo e terceiro ano do ensino técnico, sendo assim importante base teórica para a continuidade dos estudos em programação.

CAPÍTULO 5 – ANÁLISE E RESULTADOS

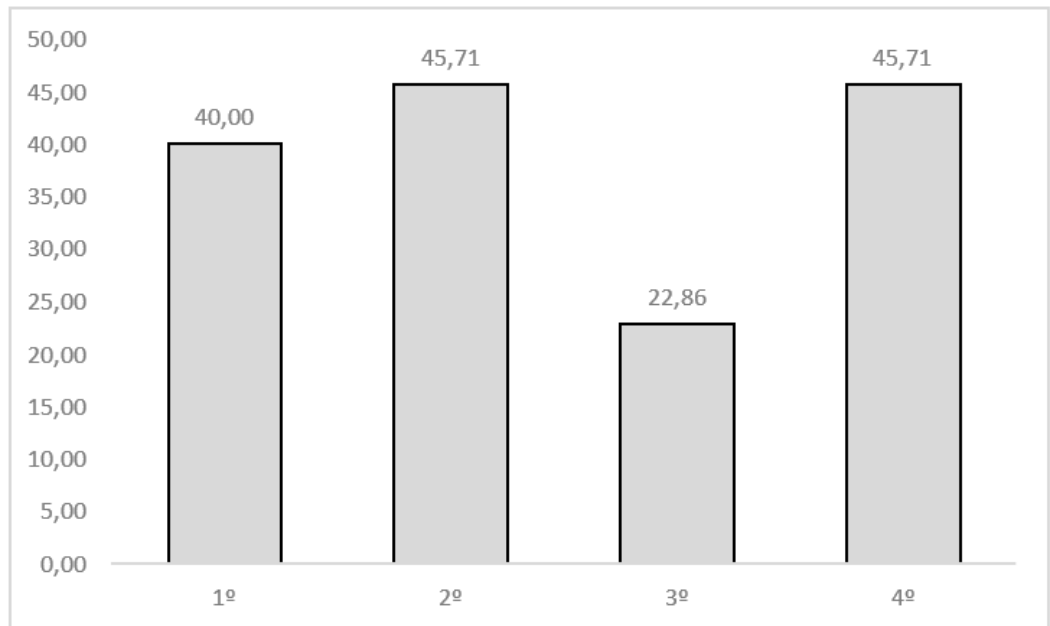
Os dados analisados levam em consideração os alunos que obtiveram melhora no desempenho de Lógica de Programação e Matemática. O percentual de aumento é apresentado apenas em matemática, o objetivo é que a variável independente seja considerada a nota de lógica de programação e a dependente (a resposta) a nota de matemática.

Os gráficos apresentados abaixo são de três diferentes turmas que cursaram a primeira série do ensino técnico integrado ao médio em Informática para a Internet:

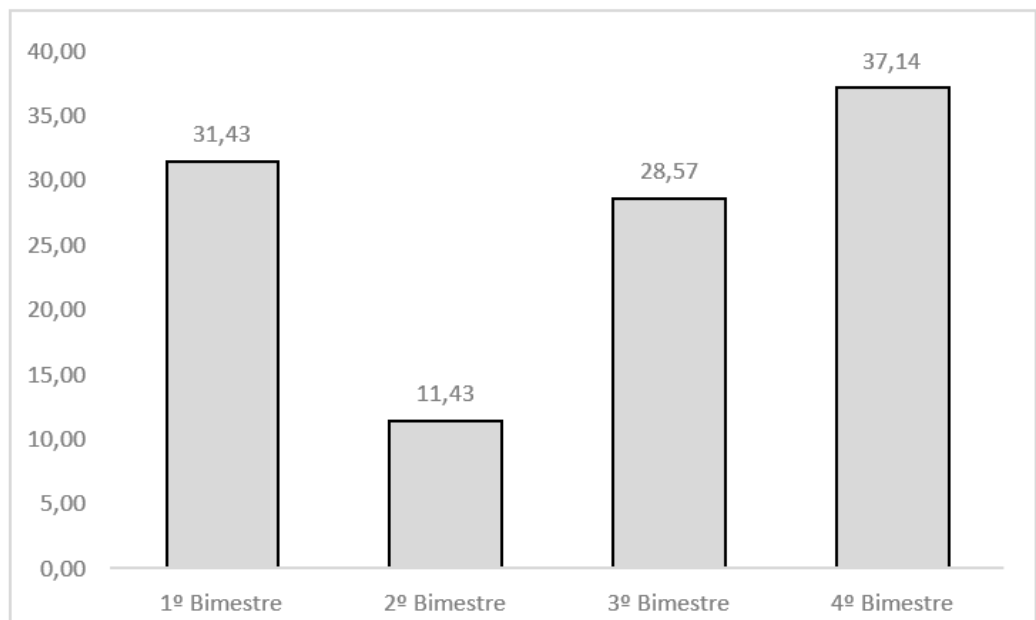
Gráfico 1: Correlação: Desempenho de Lógica de Programação e Matemática - Turma 1



Fonte: Desenvolvido pelo Próprio Autor, (2020)

Gráfico 2: Correlação: Desempenho de Lógica de Programação e Matemática - Turma 2

Fonte: Desenvolvido pelo Próprio Autor, (2020)

Gráfico 3: Correlação: Desempenho de Lógica de Programação e Matemática - Turma 3

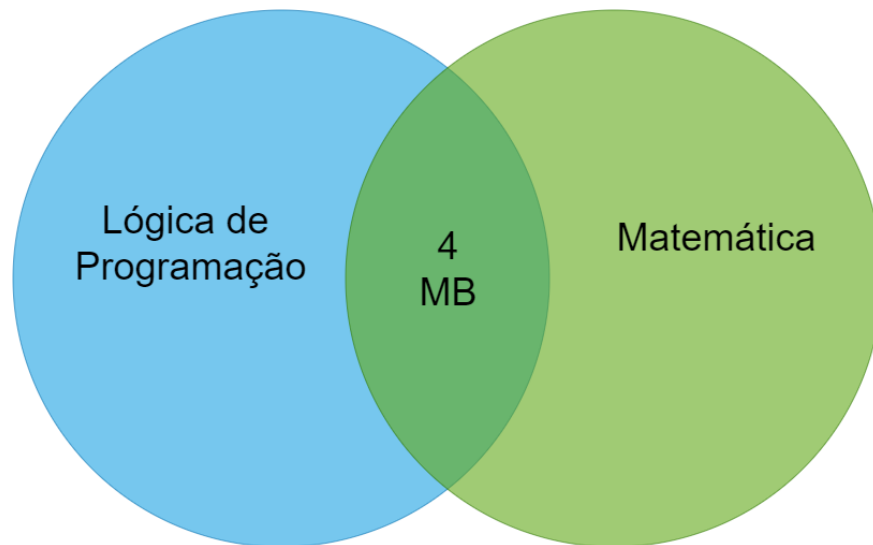
Fonte: Desenvolvido pelo Próprio Autor, (2020)

Analisando os três gráficos acima apresentados, levando-se em consideração as notas de matemática a partir do segundo bimestre, nota-se que há um padrão nas três turmas analisadas. Os dados evidenciam aumento em dois bimestres e queda em um bimestre.

Abaixo as figuras desenvolvidas usando o conceito de Diagrama de Venn, evidenciam a quantidade de estudantes em cada bimestre do ano letivo que obtiveram o conceito MB (Muito Bom, a nota mais elevada) nas duas disciplinas deste estudo (lógica de programação e matemática).

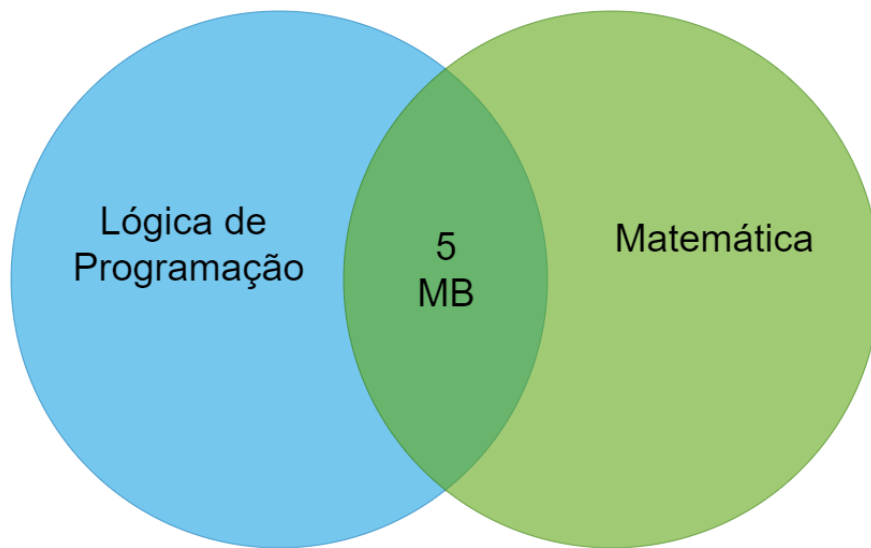
Foram 3 turmas analisadas, portanto são 12 diagramas (4 bimestres em cada ano) que colocam de forma quantitativa os dados. Desta forma, temos em diferentes turmas, que possuem rendimentos diferentes um padrão parecido, ou seja, a cada dois bimestres ocorre uma melhora em relação aos bimestres anteriores. E por sua vez em um bimestre ocorre queda em relação ao bimestre anterior.

Figura 14: 1º Bimestre - Turma 1



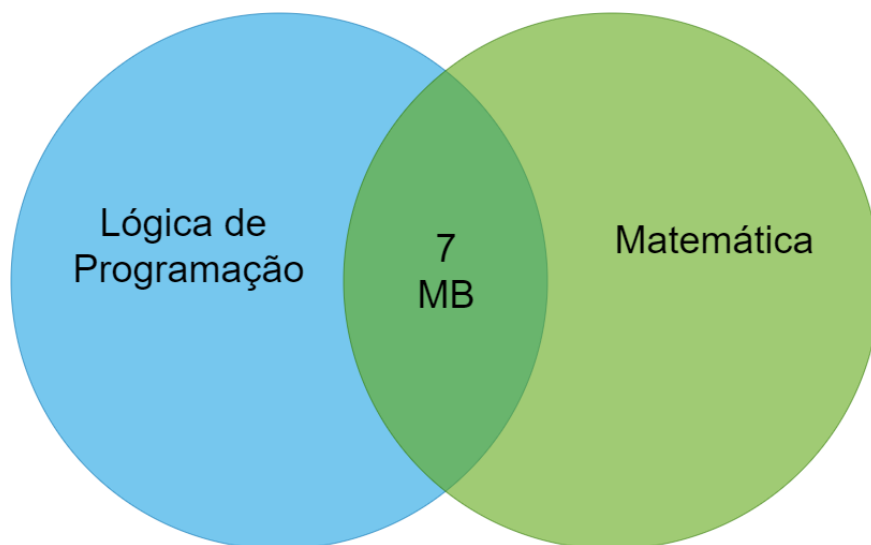
Fonte: Desenvolvido pelo Próprio Autor, (2020)

Figura 15: 2º Bimestre - Turma 1



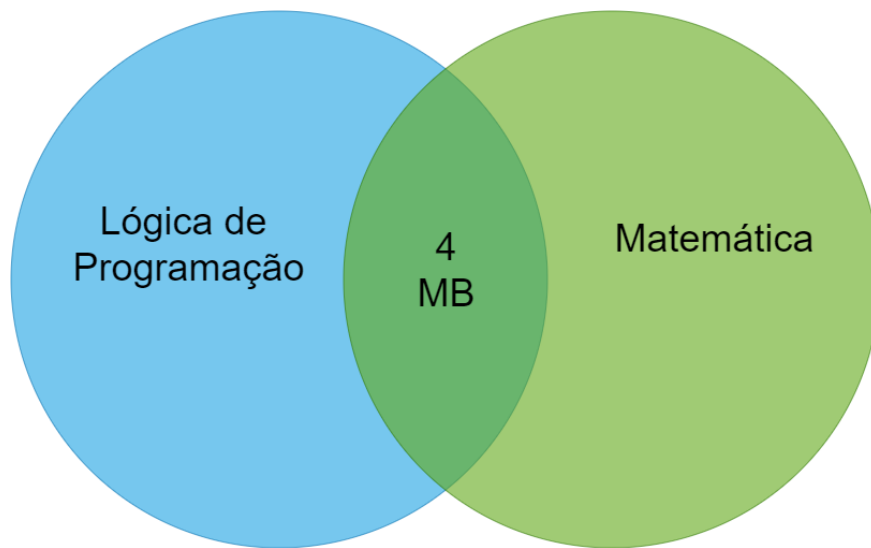
Fonte: Desenvolvido pelo Próprio Autor, (2020)

Figura 16: 3º Bimestre - Turma 1



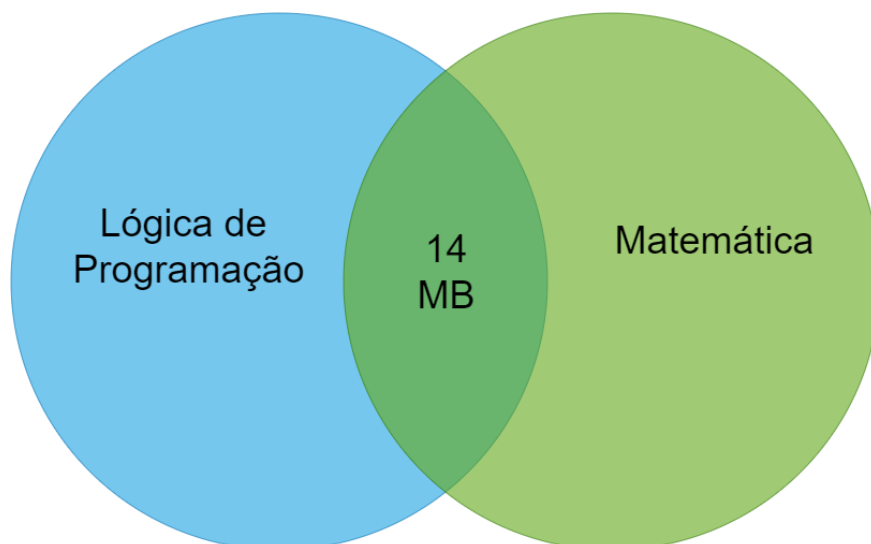
Fonte: Desenvolvido pelo Próprio Autor, (2020)

Figura 17: 4º Bimestre - Turma 1



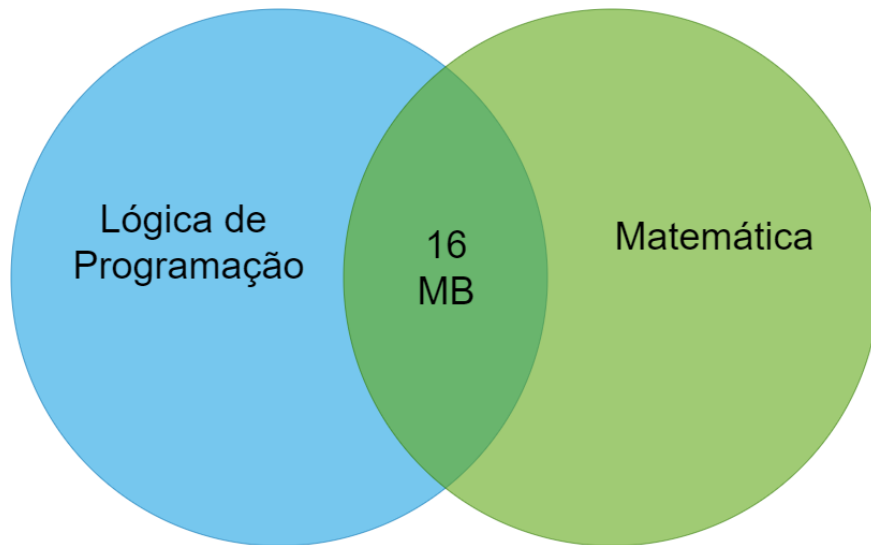
Fonte: Desenvolvido pelo Próprio Autor, (2020)

Figura 18: 1º Bimestre - Turma 2



Fonte: Desenvolvido pelo Próprio Autor, (2020)

Figura 19: 2º Bimestre - Turma 2



Fonte: Desenvolvido pelo Próprio Autor, (2020)

Figura 20: 3º Bimestre - Turma 2

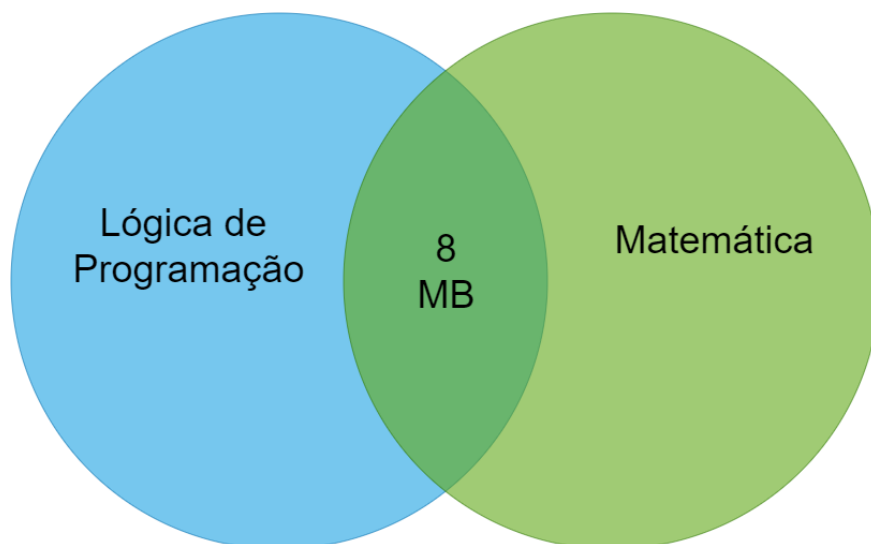
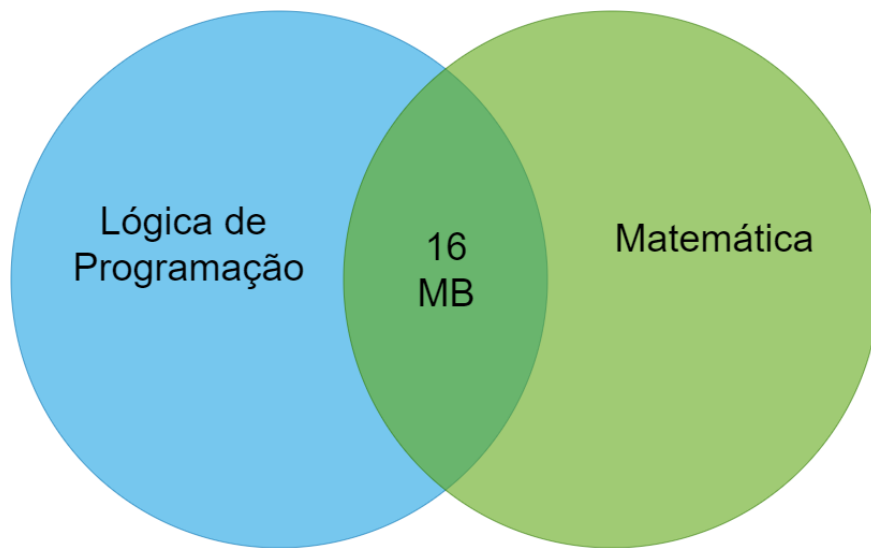
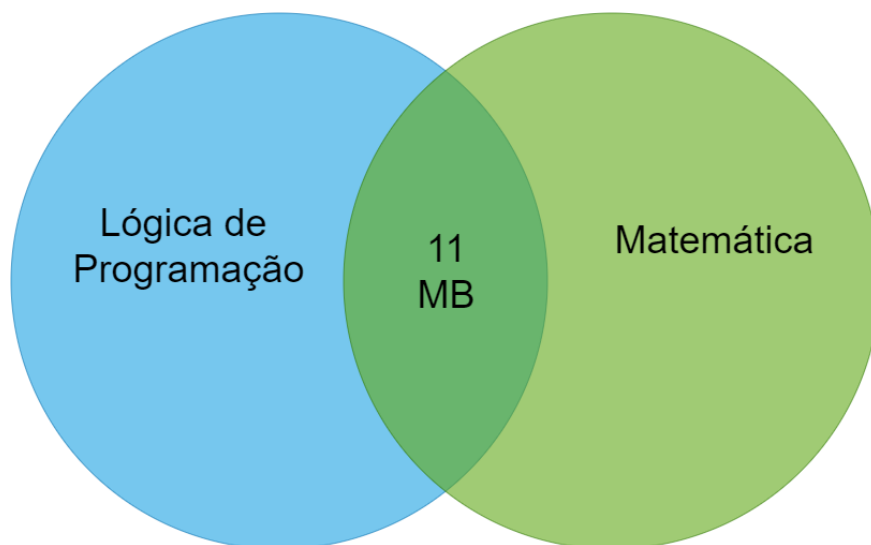


Figura 21: 4º Bimestre - Turma 2



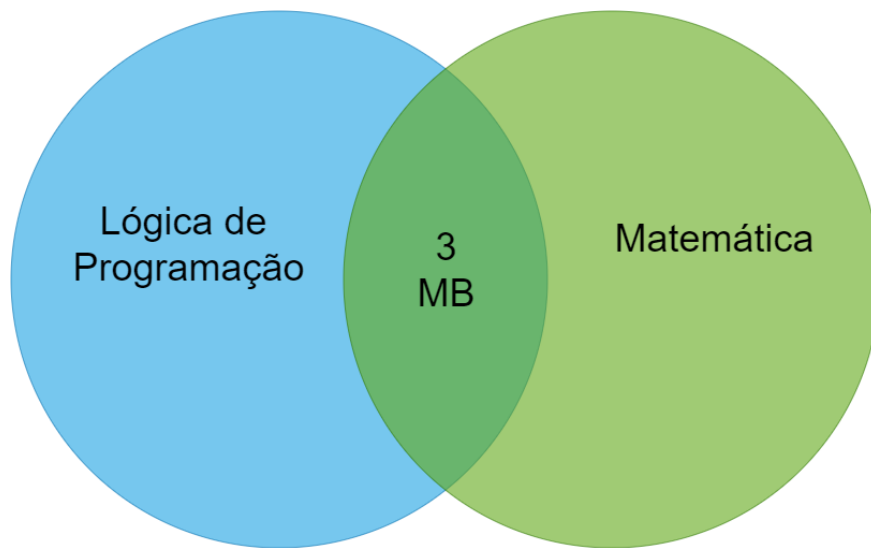
Fonte: Desenvolvido pelo Próprio Autor, (2020)

Figura 22: 1º Bimestre - Turma 3



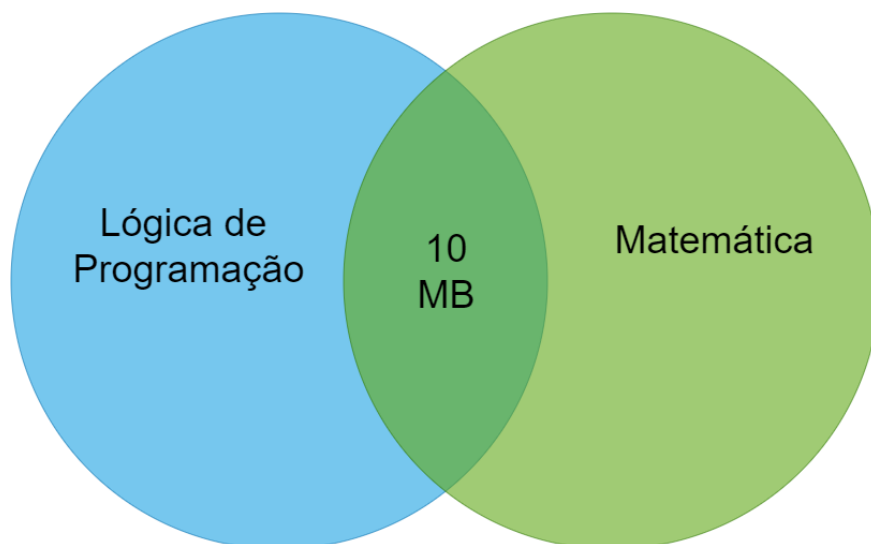
Fonte: Desenvolvido pelo Próprio Autor, (2020)

Figura 23: 2º Bimestre - Turma 3



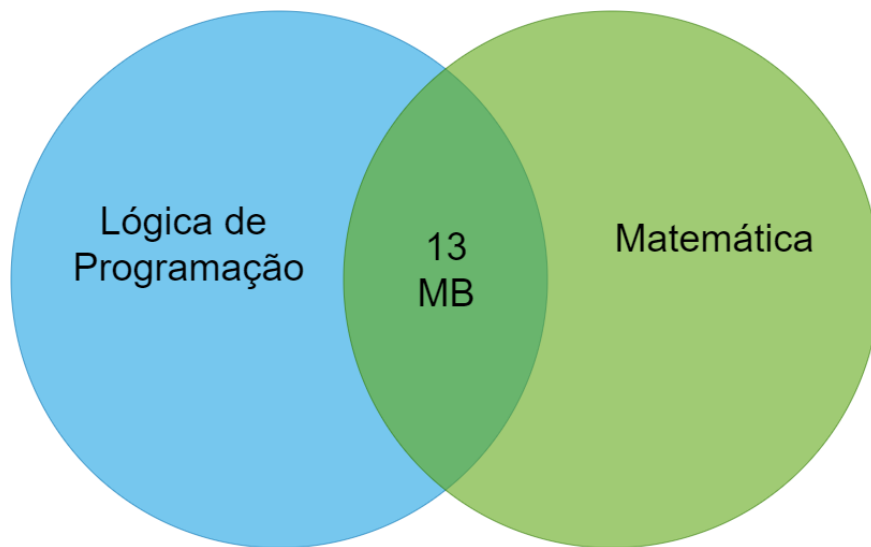
Fonte: Desenvolvido pelo Próprio Autor, (2020)

Figura 24: 3º Bimestre - Turma 3



Fonte: Desenvolvido pelo Próprio Autor, (2020)

Figura 25: 4º Bimestre - Turma 3



Fonte: Desenvolvido pelo Próprio Autor, (2020)

CAPÍTULO 6 - DISCUSSÃO DAS CONCLUSÕES

A conclusão desta pesquisa, baseado em um experimento natural, ou seja, avaliando notas de estudantes que já estudam programação de computadores em suas grades curriculares do ensino médio, é discretamente positivo para o aprendizado da matemática, na correlação com lógica de programação, na maioria dos bimestres.

Ou seja, há uma tendência de alta na maior parte dos bimestres, porém a conclusão aqui sustentada visa evidenciar que há uma associação entre os conhecimentos destas duas áreas do conhecimento, porém de forma indireta.

O melhor desempenho em matemática (variável dependente), na correlação com lógica de programação (variável independente), não seria explicado somente por uma relação direta entre as variáveis, ou seja, aprender programação melhora matemática e vice-versa.

Mas sim, que há um terceiro componente que está associado às duas e que acarreta uma melhora do desempenho para as duas disciplinas. E este componente associado é a lógica formal e a lógica proposicional.

A lógica entendida aqui como a ciência formal que estuda a construção de métodos e princípios que possam dar sustentação quanto a validade de suas proposições em diferentes campos do conhecimento. Bem como também entendida no sentido de distinguir bons e maus argumentos.

Desta forma a lógica proposicional, que acrescenta o conceito dos operadores lógicos, como conjunção e disjunção, e como já citado no referencial teórico, influenciou de forma decisiva o progresso na área de programação de computadores.

No plano de curso apresentado no capítulo 4 desta tese, conhecimentos de lógica formal são comentados de forma discreta e por um período curto no ensino médio na disciplina de filosofia, como explicitado no plano da disciplina.

A lógica formal e proposicional, tanto estudada e aplicada na matemática e principalmente em lógica de programação, proporcionam uma visão mais elaborada e qualificada pelos alunos, o que sugere melhora no rendimento dos alunos quanto a aprendizagem.

O conceito aqui apresentado nesta conclusão passa por uma estratégia que envolve não puramente o uso mais intensificado de tecnologia para o seu aprendizado. As conclusões apresentadas no trabalho de SOSIN, *et al.* (2004) evidencia que o rendimento referente as notas entre turmas que utilizam mais recursos tecnológicos das que usam poucos recursos tecnológicos é pequeno, porém positivo. Com base em seus resultados os autores defendem que

o apropriado não é discutir se há ou não uso de tecnologia, mas sim, como esta tecnologia é aplicada.

Desta forma, destaca-se aqui que o aprendizado da lógica formal e proposicional possibilita melhor rendimento em programação de computadores e matemática. O que é importante para formação de profissionais na área de tecnologia e que necessariamente tenham sólida base em matemática.

Portanto, a importância do uso e aprendizado de recursos tecnológicos não pode ser um fim em si mesmo. Mas possibilitar que o estudante tenha uma visão de como essas tecnologias foram desenvolvidas tendo assim não somente uma visão de usuário, mas de desenvolvedor de aplicações digitais.

As conclusões apresentadas no estudo de Lehman e Nisbett (1990), apresentou ganhos significativos quando em estudantes de graduação, principalmente nas áreas de exatas. Em que o entendimento de princípios lógicos contribuiu para uma melhor compreensão não só da estatística, que usa conceitos da lógica e matemática, mas também com regras inferenciais que auxiliam em um melhor raciocínio para resolução de problemas em outras áreas.

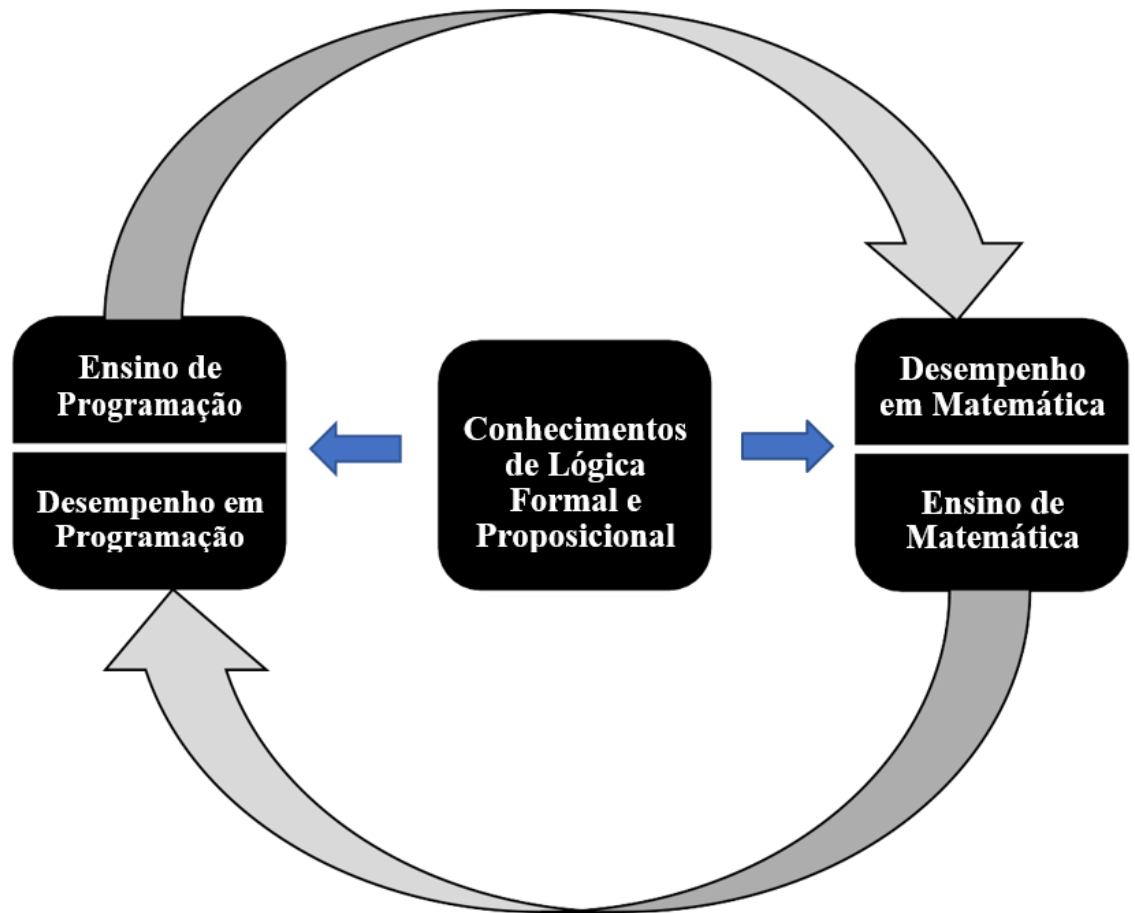
Os dados aqui apresentados na seção resultados apoiam estas conclusões dos artigos acima citados no sentido que o uso de recursos tecnológicos por si só não promove aumento de rendimento no aprendizado.

Porém quando a tecnologia é aplicada com estudos de lógica forma e proposicional o entendimento e a produtividade de seu uso podem ser potencializados e desta forma propiciar uma gradativa melhora do aprendizado do estudante.

Pois ao se associar a tecnologia há uma forma de resolver problemas, com apoios da lógica formal e proposicional, e que se integre ao currículo da base nacional comum, os resultados e conclusões aqui apresentados parecem demonstrar maior solidez.

A figura abaixo busca caracterizar a forma como as variáveis teóricas do estudo se associariam:

Figura 26: Ensino de Lógica Formal Associado ao Aprendizado de Programação e Matemática



Fonte: Desenvolvido Pelo Autor, (2020)

7. PRINCIPAIS CONCLUSÕES

Abaixo apresento uma relação entre as conclusões seguindo uma pirâmide lógica das conclusões. Tendo como base os resultados aqui apresentados bem como as conclusões que dialogam com a conclusão desta pesquisa.

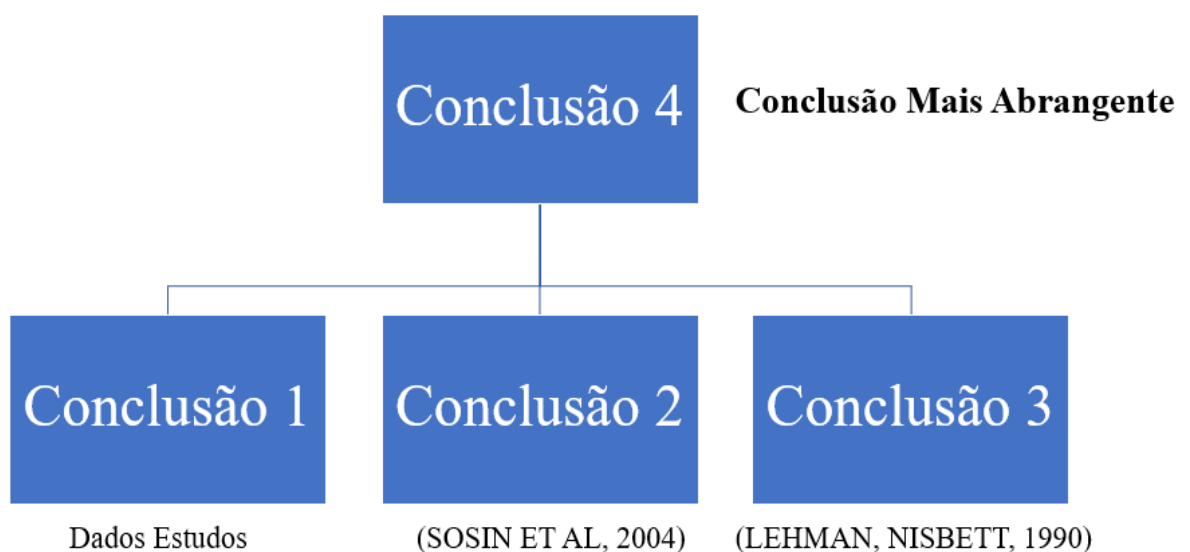
Conclusão 1: Dados das notas avaliadas na seção resultados apontam correlação discretamente positiva para o aprendizado de programação associado ao ensino de matemática na maioria dos bimestres em cursos do ensino técnico integrado ao médio em informática para internet.

Conclusão 2 (Literatura): Os autores defendem que o apropriado não é discutir se há ou não uso de tecnologia, mas sim, como esta tecnologia é aplicada. (SOSIN *et al.*, 2004)

Conclusão 3 (Literatura): entendimento de princípios lógicos contribuiu para uma melhor compreensão não só da estatística, que usa a lógica, mas também com regras inferenciais que auxiliam em um melhor raciocínio para resolução de problemas em outras áreas. (LEHMAN, NISBETT, 1990)

Conclusão 4: O Ensino e Aprendizagem de Programação de Computadores e Matemática estão relacionados através da Lógica Formal e Proposicional. Sendo assim, o aprofundamento dos seus conceitos pode melhorar o rendimento dos estudantes tanto em disciplinas relacionadas a programação de computadores como para disciplinas relacionadas a área de exatas.

Figura 27: Pirâmide Lógica das Conclusões



Fonte: Desenvolvido pelo Próprio Autor, (2021)

Recomendações

A partir da análise dos dados referentes aos conteúdos do plano de curso de cada disciplina (PAULA SOUZA, 2016). A presente pesquisa recomenda a inclusão de uma disciplina que inclua conceitos de lógica formal e proposicional nos cursos técnicos integrados ao ensino médio, tal recomendação se sustenta no fato de que os princípios da lógica podem contribuir para a melhoria do rendimento das disciplinas aqui analisadas: como lógica de programação e matemática.

A disciplina de lógica formal geralmente é incluída em cursos de lógica aristotélica em cursos de filosofia no ensino superior. E a lógica proposicional que é tema frequente em cursos de graduação na área de exatas.

Porém sua inclusão no ensino médio, em consonância interdisciplinar com outras disciplinas, além das citadas no primeiro parágrafo, poderia trazer ganhos de aprendizado que rompam apenas o uso da lógica para identificação de argumentos dedutivos, indutivos ou sua utilização no universo da lógica proposicional como geralmente ocorre no ensino técnico integrado ao médio.

McInerny (2006), argumenta que o estudo da lógica seria como uma espinha dorsal para uma educação efetivamente eficaz, porém não é trabalhada com o devido valor, geralmente colocado em pontos isolados de algumas disciplinas. No entender do autor, a lógica é a disciplina que ainda falta e que pode oferecer subsídios importantes para o aprendizado de linguagens, matemática e ciências.

Sugestões

Por fim, a partir dos resultados e conclusões aqui apresentados sugere-se também a inclusão do ensino de lógica formal e proposicional tanto no ensino fundamental quanto no ensino médio tradicionais referentes a base nacional comum curricular. (BRASIL, 2016) Onde ocorra um ensino que trata de conhecimento referente aos princípios e métodos da lógica.

No ensino fundamental os conhecimentos podem incluir a explicação detalhada dos métodos dedutivo e indutivo e outros conhecimentos próximos. Já no ensino médio o estudo pode ser ampliado a falácias de argumentação e correntes filosóficas que detalham maior sofisticação no uso da lógica, como a lógica proposicional e a lógica matemática.

Tal sugestão se sustenta no sentido de a lógica possibilitar maior amplitude nos conhecimentos de diversas disciplinas. Pois a argumentação com clareza, seja em qual área do conhecimento for, é um princípio que a lógica estuda e busca subsidiar com seus vastos conhecimentos estendidos por áreas tão diversas como filosofia, direito, programação, estatística, etc.

REFERÊNCIAS

- Agenda 2030 | Onu Brasil. Disponível em: <<https://Nacoesunidas.Org/Pos2015/Agenda2030/>>. Acesso em Fevereiro De 2021.
- ARISTÓTELES, **Órganon**: Categorias, Da Interpretação, Analíticos Anteriores, Analíticos Posteriores, Tópicos, Refutações Sofísticas. São Paulo: Edipro, 2010.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Base nacional comum curricular**. Brasília, DF, 2016. Disponível em: < <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/#/site/inicio>>. Acesso em: dez. 2020.
- CARNIELLI, W. A.; EPSTEIN, R. L. **Pensamento crítico: o poder da lógica e da argumentação**. São Paulo: Rideel, 2011.
- CARRAHER, D. W. **Senso crítico. Do dia a dia às ciências humanas**. São Paulo: Cengage Learning, 2008.
- CHAUÍ, M. **Convite à filosofia**. São Paulo: Ática, 2000.
- COPI, I. **Introdução à lógica**. São Paulo: Mestre Jou, 1978.
- DRUK, I. F. **A linguagem Lógica**. Revista do Professor de Matemática, 17, p. 10 – 18, 1998.
- DE SOUZA, J. N. **Lógica para ciência da computação**. Elsevier Brasil, 2008.
- FILHO, E. A. **Introdução à Lógica Matemática**. São Paulo. Nobel, 2002.
- KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. Editora Perspectiva SA, 2020.
- LEHMAN, D. R.; NISBETT, R. E. **A longitudinal study of the effects of undergraduate training on reasoning**. Developmental Psychology, v. 26, n. 6, p. 952, 1990.
- LEVADA, A. L. M. **Fundamentos de lógica matemática**. Coleção UAB-UFSCAR, Sistemas de Informação, 2017.
- MCINERNEY, D. Q. **Use a Lógica**. Rio de Janeiro: Best Seller, 2006.
- MORTARI, C. A. **Introdução à lógica**. Unesp, 2001.
- NAGEL, E.; NEWMAN J. **A prova de Gödel**. Trad. Gita K. Guinsburg. 2ª. ed. São Paulo: Editora Perspectiva, 2009.
- NISBETT, R. **Mindware: ferramentas para um pensamento mais eficaz**. Objetiva, 2018.
- PAULA SOUZA, Centro Estadual de Educação Tecnológica. **Habilitação Profissional De Técnico em Informática Para Internet Integrado Ao Ensino Médio**. Carga Horária 3924 horas, 2016.
- POPPER, K. R. **A lógica da pesquisa científica**. Editora Cultrix, 2004.
- POPPER, K. **Conjeturas e refutações**. Brasília: UnB, 1972.
- RUSSELL, B.; WHITEHEAD, A. N. **Principia Mathematica to* 56**. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1997.

SIGMUND, K. **Exact thinking in demented times: The Vienna circle and the epic quest for the foundations of science.** Basic Books, 2017.

SOSIN, K., L., B. J., A., R., BARTLETT, R. L., Daniel, J. I. **Efficiency in the use of technology in economic education: Some preliminary results.** *American Economic Review*, v. 94, n. 2, p. 253-258, 2004.

VICKERS, J. **The Problem of Induction.** In: *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Stanford, CA: Stanford University, 2006.

VOLPATO, L. G. **Ciência: da filosofia à publicação.** Botucatu: Best Writing, 2019.

VOLPATO, L. G. *et al.* **Dicionário crítico para redação científica.** Botucatu: Best Writing, 2013.

WASON, P. C. **On the failure to eliminate hypotheses in a conceptual task.** *Quarterly journal of experimental psychology*, v. 12, n. 3, p. 129-140, 1960.

WAZLAWICK, R. S. **Metodologia de pesquisa para ciência da computação.** Rio de Janeiro: LTC, 2020.

WITTGENSTEIN, L. **Tractatus Logico-Philosophicus** (Luiz Henrique Lopes dos Santos, Trad.) São Paulo. SP: Edusp, 2017.

ANEXO 1**Autorização da Escola para Análise dos Dados****REQUERIMENTO**

Eu, Edriano Carlos Campana, venho por meio deste requerer junto a direção da Etec Comendador João Rays acesso as notas bimestrais e finais das turmas do ensino médio e ensino técnico integrado ao ensino médio (curso Informática para Internet) das turmas de 2015-2017, 2016-2018 e 2017-2019.

O objetivo é realizar análises de cunho científico dos dados para verificação se há correlação entre o ensino de disciplinas de tecnologia e a consequente melhora, ou não, do desempenho dos discentes nas disciplinas relacionadas a exatas e humanas. A pesquisa busca evidências empíricas quanto a efetividade do ensino e uso de tecnologia na educação tradicional.

Esclareço ainda que sou docente desta unidade escolar e discente do programa de pós-graduação em Mídia e Tecnologia da Unesp (Universidade Estadual Paulista) no campus de Bauru/SP e os dados serão utilizados para a produção de minha tese de doutorado envolvendo testes estatísticos sem o uso de qualquer informação de cunho pessoal dos discentes.

Barra Bonita, 06 de Fevereiro de 2020.


Edriano Carlos Campana

Defiro

Barra Bonita, 06 de fevereiro de 2020


Sônia Dalva Tozatto
Diretora de Escola Técnica