INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO PROFISSIONAL EM MATEMÁTICA EM REDE NACIONAL – PROFMAT
INSTITUIÇÃO ASSOCIADA: IFPI – CAMPUS FLORIANO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

RACIOCÍNIO LÓGICO: INSTRUMENTAÇÃO DIDÁTICA PARA O ENSINO NA EDUCAÇÃO BÁSICA

ANTONIO LUIZ GOMES DE LIMA JÚNIOR

Orientador: Prof. Dr. Ezequias Matos Esteves

Coorientador: Prof. Msc. Ricardo de Castro Ribeiro Santos

Setembro/2021

Floriano – PI

ANTONIO LUIZ GOMES DE LIMA JÚNIOR

RACIOCÍNIO LÓGICO: INSTRUMENTAÇÃO DIDÁTICA PARA O ENSINO NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional - PROFMAT do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, como requisito para obtenção do título de Mestre em Matemática. Área de concentração: Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Ezequias Matos Esteves

Coorientador: Prof. Msc. Ricardo Castro dos Santos

Setembro/2021

Floriano - PI

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

Lima Júnior, Antonio Luiz Gomes de

L732r Raciocínio lógico : instrumentação didática para o ensino na educação básica / Antonio Luiz Gomes de Lima Júnior. - 2021.
66 p.

Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática) - Instituto Federal do Piauí, Campus Floriano, 2021.
Orientador : Prof. Dr. Ezequias Matos Esteves.
Coorientador : Prof. Me. Ricardo de Castro Ribeiro Santos.

1. matemática-ensino. 2. raciocínio lógico. 3. material didático. 4. formação de professores. I.Título.

CDD - 510

Elaborado por Neuda Fernandes Dias CRB 3/1375

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ - IFPI
CAMPUS FLORIANO
MESTRADO PROFISSIONAL EM MATEMÁTICA EM REDE NACIONAL – PROFMAT

ANTONIO LUIZ GOMES DE LIMA JUNIOR

"RACIOCÍNIO LÓGICO: INSTRUMENTAÇÃO DIDÁTICA PARA O ENSINO NA EDUCAÇÃO BÁSICA"

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional (PROFMAT) do Instituto Federal do Piauí, como parte integrante dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Matemática.

Aprovada em: 08/06/2021.

BANCA EXAMINADORA

Ezequias Matos Esteves

Prof. Dr. Ezequias Matos Esteves
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí - IFPI
Orientador

Ronaldo Campelo da Costa

Prof. Dr. Ronaldo Campelo da Costa
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí - IFPI
Avaliador Interno

Afonso Norberto da Silva

Prof. Dr. Afonso Norberto da Silva
Universidade Estadual do Piauí - UESPI
Avaliador Externo

Dedicatória

Este trabalho é dedicado aos meus pais, irmãos, familiares e amigos, que de muitas formas me incentivaram, ajudaram e torceram para que a conclusão do mestrado se concretizasse.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por permitir que tudo isso acontecesse ao longo de minha vida, e não somente nestes anos como acadêmico, mas que em todos os momentos é o maior Mestre que alguém pode conhecer; por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades. Ao Instituto Federal do Piauí- IFPI, pela oportunidade de conclusão do mestrado; pelo ambiente criativo e amigável a mim proporcionado; ao seu corpo docente, direção e administração por oportunizarem a janela para hoje eu vislumbrar um horizonte maior, sonho almejado por muitos e que estou tendo a oportunidade de realizar. A todos os professores, por me proporcionarem não apenas o conhecimento racional, mas a manifestação do caráter e afetividade da educação no processo de formação profissional, pela dedicação, e não somente por terem ensinado, mas por nos terem feito aprender. A palavra mestre nunca fará justiça aos professores dedicados, os quais, sem nominar terão os meus eternos agradecimentos.

Grato especialmente ao professor orientador Ezequias, pela orientação, confiança, apoio, motivação nos momentos difíceis e por ter acreditado e aceito esse desafio, possibilitando assim a concretização deste trabalho. Aos meus pais, especialmente à minha mãe Rosário, pelo amor, incentivo e apoio incondicional e apesar de todas as dificuldades me fortalece e me proporciona o entendimento que o futuro é feito a partir da constante dedicação no presente. A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, muito obrigado!

RESUMO

É cada vez mais recorrente a inclusão do raciocínio lógico em atividades diferenciadas, haja vista que esses conhecimentos favorecem a complementação da formação de pessoas que acompanham a evolução do chamado “mundo moderno”, que necessita de mentes preparadas para resolver situações-problema com rapidez e eficiência. Este trabalho apresenta processo de construção e consolidação de um material didático para o ensino da lógica matemática para Educação Básica, com ênfase no desenvolvimento do Raciocínio Lógico dos estudantes. Para o embasamento teórico, a principal referência foi a Base Nacional Comum Curricular. A questão norteadora da pesquisa foi a seguinte: Com base na experiência do professor/pesquisador é possível construir um material didático sobre o ensino de lógica matemática que possa contribuir para a prática de outros professores que trabalham a temática do desenvolvimento do raciocínio lógico dos estudantes? É um trabalho de caráter bibliográfico com a contribuição de vários autores. A partir da elaboração deste material com apresentação de questões relacionadas, espera-se chamar a atenção para a importância destes conteúdos e ampliar a disponibilidade de materiais de estudo nesta importante área da matemática.

Palavras-chave: Raciocínio Lógico. Material didático. Formação de professores.

ABSTRACT

The inclusion of logical reasoning in differentiated activities is increasingly recurrent, given that this knowledge favors the complementation of the training of people who follow the evolution of the so-called "modern world", which needs prepared minds to solve problem-situations quickly and efficiency. This work presents the process of construction and consolidation of a didactic material for the teaching of mathematical logic for Basic Education, with an emphasis on the development of the students' Logical Reasoning. For the theoretical basis, the main reference was the Common National Curriculum Base. The guiding question of the research was the following: Based on the experience of the teacher/researcher, is it possible to build a didactic material on the teaching of mathematical logic that can contribute to the practice of other teachers who work on the topic of the development of logical reasoning in students? It is a bibliographical work with the contribution of several authors. From the preparation of this material with presentation of related questions, it is expected to draw attention to the importance of these contents and expand the availability of study materials in this important area of mathematics.

Keywords: Logical reasoning. Courseware. Teacher training.

ÍNDICE DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC – Base Nacional Comum Curricular
CESPE - Centro de Promoção e Seleção de Eventos
CNH- Carteira Nacional de Habilitação
ESAF – Escola de Administração Fazendária
FCC – Fundação Carlos Chagas
FNDE- Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação
IBADE- Instituto Brasileiro de apoio e desenvolvimento executivo
IBFC – Instituto Brasileiro de Formação e Capacitação
IDECAN – Instituto de Desenvolvimento Educacional, Cultural e Assistencial Nacional
NUCEPE – Núcleo de Concursos e Promoção de Eventos
OBMEP – Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas
PNE – Plano Nacional de Educação
VUNESP – Fundação para o Vestibular da Universidade Estadual Paulista

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO

Usualmente, o desenvolvimento do raciocínio lógico é associado ao ensino da Matemática, tendo na argumentação, o cerne da lógica, enquanto ciência, embora seja pertinente ressaltar que argumentar não é atividade exclusiva desse campo, visto que uma boa argumentação é questão de prática. No entanto, não se pode deixar de constatar que a Matemática é realmente um terreno muito promissor para a prática do raciocínio lógico.

De acordo com Brasil (2018) a BNCC é um documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica, de modo a que tenham assegurados seus direitos de aprendizagem e desenvolvimento, em conformidade com o que preceitua o Plano Nacional de Educação (PNE). E, dentre essas aprendizagens essenciais, o desenvolvimento da lógica é imprescindível para garantir tais aprendizagens.

Conceber e pôr em prática situações e procedimentos para motivar e engajar os alunos nas aprendizagens, assim como criar e disponibilizar materiais de orientação para os professores, bem como manter processos permanentes de formação docente que possibilitem o contínuo aperfeiçoamento dos processos de ensino e aprendizagem são algumas das prerrogativas expostas nesse documento.

O desenvolvimento da lógica faz com que o pensamento proceda corretamente a fim de chegar a conhecimentos verdadeiros. Assim, infere-se que a lógica trata do estudo do raciocínio, isto é, formas que definem como pensar de forma mais crítica no que diz respeito a opiniões, inferências e argumentos, dando sentido ao pensamento. Para Abar (2006), o aprendizado da lógica auxilia os estudantes no raciocínio, na compreensão de conceitos básicos, na verificação formal de programas e os prepara para o entendimento do conteúdo de tópicos mais avançados.

É sabido que muitos estudantes têm apresentado, em sua maioria, grande aversão a áreas do conhecimento relacionadas às ciências exatas, talvez pelo fato de muitos professores não terem acesso a materiais de ensino que realmente facilitem o seu trabalho pedagógico, o que dificulta o processo de aprendizagem. Diante deste contexto surgiu a motivação em produzir um material que pudesse servir de apoio aos professores de Matemática no tocante ao ensino do Raciocínio Lógico; material esse que possibilite ao professor e ao aluno, maior compreensão dos conteúdos apresentados e resolução das questões propostas, auxiliando, inclusive, os alunos que buscam a aprovação em concursos públicos. No entanto, é preciso conciliar este material com outras fontes de pesquisa para obtenção dos resultados esperados.

Os estudantes apresentam, em sua maioria, grandes dificuldades com as disciplinas da área de ciências exatas, muito pela metodologia à qual eles são submetidos ao longo da vida estudantil, como também pelas afinidades individuais de cada um em relação à área citada. Diante disso, é importante traçar algumas estratégias para minimizar essas dificuldades. O treinamento é fundamental e deve direcionar-se pelas quatro fases da resolução de problemas propostas por Polya (2006, p. 03): “compreensão do problema, estabelecimento de um plano, execução do plano, retrospecto,” que levam em consideração a necessidade de saber interpretar o problema claramente e a percepção do mesmo. É fundamental a observação do problema sob vários aspectos e, se necessário, subdividi-lo em etapas mais simples, ou seja, buscar estratégias diversas que atendam às condições explicitadas no problema e facilitem sua resolução.

Feitas estas considerações, percebe-se que o estudo da lógica matemática é um campo fértil para o desenvolvimento de outras habilidades necessárias no processo de formação de um cidadão crítico e que este estudo é imprescindível na formação dos professores de matemática que irão atuar na educação básica. Nesta perspectiva, esta dissertação tem como objetivo geral a organização de um material didático com diretrizes explicativas para professores trabalharem com foco no aprimoramento do raciocínio lógico dos alunos. Para tanto, o material produzido terá uma sequência apropriada de conteúdos para o ensino de lógica matemática.

Este trabalho está estruturado em capítulos para melhor compreensão dos conteúdos. Foi feito pesquisas na BNCC sobre a importância do raciocínio lógico, logo após foi buscado em livros e em materiais na internet o conteúdo teórico do raciocínio lógico, bem como algumas aplicações envolvendo a utilização dos conteúdos sistematizados no material produzido. A introdução contextualiza a temática, apresenta o objetivo geral, bem como a motivação para a realização desse trabalho. O capítulo 2 traz considerações teóricas acerca da área de matemática e raciocínio lógico, com discussões embasadas nos pressupostos adotados pela BNCC, destacando algumas competências específicas de matemática para o Ensino Básico, trazendo ainda, alguns conceitos de raciocínio lógico para melhor compreensão. Em seguida, apresentam-se os fundamentos e estruturação do material didático que foi elaborado e apresentado no apêndice.

O capítulo 3 traz os procedimentos metodológicos utilizados na elaboração do trabalho. O capítulo 4 discorre sobre a análise e discussão do processo de construção do material didático, destacando os pontos em consonância e os diferenciados em relação à outros materiais sobre a temática de lógica matemática na literatura.

No capítulo 5 foi apresentado as considerações gerais ponderando que o desenvolvimento do raciocínio lógico nos alunos é uma necessidade para fazê-los pensar de forma mais crítica acerca dos conteúdos das diferentes disciplinas, tornando-os mais argumentativos com base em critérios e em princípios logicamente validados.

2 MATERIAL PEDAGÓGICO E O ENSINO DE LÓGICA MATEMÁTICA.

Nesta seção foi apresentado algumas considerações sobre o ensino da matemática e estudo da lógica matemática na Educação Básica à luz da BNCC e de alguns pesquisadores brasileiros, na perspectiva da construção de material didático que venha subsidiar à prática dos professores e favorecer o desenvolvimento do raciocínio lógico dos estudantes deste nível de Ensino.

O raciocínio lógico é uma das disciplinas considerada pelos alunos como uma das mais difíceis, isso porque ela é constantemente associada a cálculos. No entanto, os testes de lógica vêm sendo mais utilizados em processos seletivos, necessitando, portanto, de profissionais capacitados para desenvolver nos estudantes o hábito de ler para estimular a imaginação e formação de habilidades que auxiliam na resolução de problemas.

De acordo com a BNCC (BRASIL, 2018) o conhecimento matemático é necessário para todos os alunos da Educação Básica, seja por sua grande aplicação na sociedade contemporânea, seja pelas suas potencialidades na formação de cidadãos críticos, cientes de suas responsabilidades sociais.

2.1 A área de matemática e o raciocínio lógico

A matemática não se limita apenas à quantificação de fenômenos determinísticos – probabilidade, contagem, medidas de áreas e conversões – e das técnicas de cálculo com os números, pois também estuda a incerteza oriunda de fenômenos de caráter aleatório.

Segundo a BNCC (BRASIL, 2018) a matemática cria sistemas abstratos, que organizam e inter-relacionam fenômenos do espaço, do movimento, das formas e dos números, associados ou não, a fenômenos do mundo físico. Esses sistemas contêm ideias e objetos que são fundamentais para a compreensão de fenômenos, a construção de representações significativas e argumentações consistentes nos mais variados contextos.

Embora a Matemática seja, por excelência, uma ciência dedutiva é muito importante levar em conta o papel heurístico das experimentações na sua aprendizagem. No Ensino Fundamental, essa área, por meio dos vínculos de seus diversos campos – Aritmética, Álgebra, Estatística, Probabilidade e Geometria – é fundamental garantir que os alunos confraternizem com as observações empíricas do mundo real e associem essas representações a uma atividade matemática, fazendo induções e conjecturas. De acordo com a BNCC, (Brasil, 2018, p. 267) existem competências específicas de matemática para o ensino fundamental, entre elas:

> 1 Reconhecer que a Matemática é uma ciência humana, uma ciência viva, que contribui para solucionar problemas científicos e tecnológicos e para alicerçar descobertas e construções, inclusive com impactos no mundo do trabalho.
> 2 Desenvolver o raciocínio lógico, o espírito de investigação e a capacidade de produzir argumentos convincentes, recorrendo aos conhecimentos matemáticos para compreender e atuar no mundo.

A BNCC orienta-se pelo pressuposto de que a aprendizagem em Matemática está intrinsecamente relacionada à compreensão, ou seja, à apreensão de significados dos objetos matemáticos, sem deixar de lado suas aplicações. Os significados desses objetos resultam das conexões que os alunos estabelecem entre eles e os demais componentes, entre eles e seu cotidiano e entre os diferentes temas matemáticos.

Em face de uma situação educacional em que os alunos demonstram dificuldades em interpretar e aprender os conteúdos, aumentando o insucesso na matemática, novas metodologias foram criadas. O raciocínio lógico está ligado a conceitos capazes de organizar e direcionar situações cotidianas, preparando os jovens para situações mais adversas. De acordo com as ideias construtivistas de Piaget, a Matemática ensinada através da imposição de fórmulas, exercícios repetitivos e conceitos limitados impossibilitam o aprendizado, gerando alunos passivos e pouco criativos. O raciocínio lógico pode apresentar peculiaridades e capacidades importantes de um indivíduo. Segundo Ferreira (2010, p. 26), lógica significa:

> 1 Coerência de raciocínio, de ideias. 2. Modo de raciocinar peculiar a alguém ou a um grupo. 3. Sequência coerente, regular e necessária de acontecimentos, de coisas. 4. Filos. A ciência dos princípios normativos e formais do raciocínio; Raciocínio significa 1. Encadeamento aparentemente lógico, de juízo ou pensamentos. 2. Capacidade de raciocinar; Lógico significa 1. Conforme a lógica. 2. Que raciocina com justeza, coerência. 3. Que resulta, natural ou inevitavelmente, de uma certa situação, de um dado, de um fato.

Então o raciocínio lógico pode ser definido como um processo que utiliza justeza e coerência de raciocínio para avaliar se uma sentença é verdadeira ou falsa. A utilização desse recurso metodológico influi em resultados positivos, contribuindo para a leitura, escrita e resolução de problemas.

Ainda de acordo com a BNCC, segundo Brasil (2018), na matemática escolar, o processo de aprender uma noção em um contexto, abstrair e depois aplicá-la em outro contexto envolve capacidades essenciais, como formular, empregar, interpretar e avaliar – criar, enfim –, e não somente a resolução de enunciados típicos que são, muitas vezes, meros exercícios e apenas simulam alguma aprendizagem. Nessa conjuntura está implícito que se pretende não apenas a resolução do problema, mas também que os alunos reflitam e questionem o que ocorreria se algum dado do problema fosse alterado ou se alguma condição fosse acrescida ou retirada. Daí a importância da adoção do ensino de raciocínio lógico na grade curricular dos sistemas de ensino, com horas aulas semanais voltadas para o desenvolvimento dos conteúdos relacionados a esse tema.

O raciocínio lógico pode ser dividido em raciocínio dedutivo (dedução), indutivo (indução) e abdutivo (abdução). Segundo o FNDE (2017, Online), os tipos de raciocínio lógico são caracterizados por:

> Dada uma premissa, uma conclusão, e uma regra segundo a qual a premissa implica a conclusão, eles podem ser explicados da seguinte forma: Dedução corresponde a determinar a conclusão. Utiliza-se da regra e sua premissa para chegar a uma conclusão. Exemplo: "Quando chove, a grama fica molhada. Choveu hoje. Portanto, a grama está molhada." É comum associar os matemáticos com este tipo de raciocínio. Indução é determinar a regra. É aprender a regra a partir de diversos exemplos de como a conclusão segue da premissa. Exemplo: "A grama ficou molhada todas as vezes em que choveu. Então, se chover amanhã, a grama ficará molhada." É comum associar os cientistas com este estilo de raciocínio. Abdução significa determinar a premissa. Usa-se a conclusão e a regra para defender que a premissa poderia explicar a conclusão. Exemplo: "Quando chove, a grama fica molhada. A grama está molhada, então pode ter chovido." Associa-se este tipo de raciocínio aos diagnosticistas e detetives

Existem muitas situações em que o raciocínio lógico é utilizado, seja em testes de aptidão e/ou testes de QI como, por exemplo, a avaliações para obter a Carteira Nacional de Habilitação (CNH). Diante disso, vemos a relevância do conteúdo de raciocínio lógico, pois as habilidades do raciocínio ajudam nos problemas do dia a dia.

É importante também iniciar os alunos, gradativamente, na compreensão, análise e avaliação da argumentação matemática. Isso envolve a leitura de textos matemáticos e o desenvolvimento do senso crítico em relação à argumentação neles utilizada. Segundo Strapason (2011, p. 19), “[...] o objetivo principal do ensino da Matemática é desenvolver o raciocínio lógico, o pensamento independente e a criatividade”. Estes fatos podem ser observados pelo uso de metodologias inovadoras em sala de aula pelo professor, como por exemplo desafios, rompendo com as metodologias tradicionais, que empregam apenas a exposição dos conteúdos e a memorização, o que torna o processo de ensino cansativo e com pouca aceitação.

O uso de desafios em sala de aula gera uma mudança na rotina das aulas de Matemática, fazendo assim com que os estudantes utilizem seu raciocínio lógico para conseguir resolvê-los, o que tende a ser motivador, por estes se sentirem desafiados. Outro aspecto importante e que deve ser observado é a possibilidade de trabalho em duplas ou em grupos, o que, quando bem planejado pelo docente, pode resultar em uma interação interessante para o aprendizado.

2.2 Diretrizes para construção do material didático

Entende-se por material didático um instrumento pedagógico que expõe de forma leve e dinâmica um conteúdo e serve como base, apoio e orientação ao leitor. Um material didático pode conter jogos, questões, tabelas, entre outros. O material didático desenvolvido neste trabalho sobre o conteúdo de raciocínio lógico terá uma parte teórica e outra prática com a resoluções de questões aplicando os conhecimentos desenvolvidos na parte teórica, visando oferecer praticidade ao trabalho do professor, além de transformar o ambiente de sala de aula em um lugar mais prazeroso e o aprender, mais dinâmico e lúdico por parte dos alunos, além de propiciar interação com os colegas, resultando em um trabalho coletivo na busca para solucionar os desafios propostos.

O ensino de Matemática, na atualidade, faz com que o professor estabeleça uma prática diferenciada, evitando a reprodução de uma atuação pautada apenas no repasse dos conhecimentos matemáticos. Costa (2013, p. 16) indica que o docente precisa “[...] dar conta de um ensino mais eficiente e uma aprendizagem de Matemática de melhor qualidade”.

Levando em conta a intenção de formar um aluno melhor e mais preparado para intervir na realidade social, é importante que este tenha em mente o significado do saber que está assimilando, representando um importante avanço quando que em anos anteriores (década de 80,90) se considerava que o principal indicativo da aprendizagem em Matemática era a memorização do conteúdo. Assim, acredita-se que a elaboração desse material didático direcionado aos profissionais da área de matemática será de grande valia para o processo de ensino e aprendizagem.

Ao se referenciar o conhecimento matemático, emprega-se o raciocínio lógico-matemático, cuja intenção maior é propiciar que o estudante possa compreender e assimilar saberes que permitem a resolução das mais variadas atividades relacionadas à Matemática. Cabe ressaltar, conforme indica Alarcão (2003, p. 73) que:

> A prática docente não é um fator pronto, que não possa ser modificado, mas apresenta uma natureza flexível e dinâmica, pelo fato de incorporar novos referenciais que permitam o seu aprimoramento, fazendo com que tenha melhor condição de atender aos anseios e necessidades dos alunos no ensino de Matemática.

Importante pontuar que o atendimento desses fatores envolve também o desenvolvimento de novos elementos que propiciem uma interação maior com os conteúdos, fazendo com que as aulas se tornem mais dinâmicas e haja maior motivação e interação, visando o aprendizado.

O material didático desenvolvido neste trabalho traz desafios e modos de resolução que propiciem ao aluno o desenvolvimento de sua capacidade de dedução, adquirindo e aprimorando seu raciocínio lógico conforme o nível de dificuldade dos desafios apresentados ao longo do processo de ensino da Matemática. Mezzaroba (2009, p. 14) aduz que:

> O uso de desafios proporciona aos educandos a condição de empregarem seu raciocínio lógico para resolvê-los, fator que é relevante no âmbito do ensino de Matemática, por ser uma capacidade a ser aprimorada no decurso da prática docente nesta disciplina.

Os desafios propostos têm a intenção de colaborar para que a prática pedagógica no ensino de Matemática seja feita de modo a motivar os educandos a se identificarem com a disciplina. Por meio deles, acredita-se que seja possível instigar os alunos a refletirem, procurando encontrar a resolução, empregando seu raciocínio lógico, demonstrando que o aprendizado de Matemática pode ser desafiador e prazeroso.

Muitas vezes, os professores não estão preparados para ensinar os alunos a resolverem problemas, e como consequência, estes não estão aptos para analisar enunciados, traçar conjecturas, identificar variáveis de entrada e saída, e assim por diante. Ressalte-se que esses são fatores determinantes à compreensão, interpretação e solução de problemas que envolvem o raciocínio lógico.

Este material englobará a descrição de vários desafios, que terão seu nível de dificuldade aumentado conforme o desempenho dos educandos, para que percebam, ao longo da intervenção, a própria evolução desta capacidade. Tem-se a intenção de que as atividades propostas neste material contribuam para que os professores identifiquem a importância de incorporar recursos alternativos, como os desafios, no ensino de Matemática.

O material didático desenvolvido tem como objetivo oportunizar aos professores e aos alunos uma sequência didática para estudo do Raciocínio Lógico. Inicialmente são abordados os princípios, que são a base para os conteúdos que são apresentados ao longo do material. Após o estudo dos princípios lógicos serão apresentadas as proposições e as tabelas verdades. Além disso, dar-se-á a classificação das proposições e a quantificação do número de linhas de uma tabela verdade.

Posteriormente são apresentados os modificadores e os operadores lógicos. Estes serão de grande importância para a análise das proposições compostas, bem como para a criação de suas tabelas. Após o conhecimento das tabelas, conectivos e proposições, o material traz os conceitos sobre sentenças tautológicas, contraditórias e as contingências, bem como exemplos de cada uma.

É fundamental o aprendizado dessas definições para uma boa base em raciocínio lógico. O material apresenta o conceito de recíproca e contrapositiva, além de exemplificar, para melhor entendimento. Na sequência, é apresentada as leis de Morgan, estas, fundamentais para o aprendizado da negação de algumas das proposições compostas. As leis de Morgan também auxiliam no desenvolvimento do raciocínio lógico dos alunos e professores. Será apresentado mais à frente, como negar as proposições simples. Logo após, é apresentado o modo de negar as proposições compostas, de acordo com cada operador lógico apresentado.

São apresentadas as proposições quantificadas e logo após orienta como devem ser negadas as proposições quantificadas. Continuando, apresenta-se as equivalências lógicas, que são formas de reescrever uma frase mantendo o seu valor inicial. Em seguida, são apresentadas todas as definições necessárias para o aprendizado e desenvolvimento do raciocínio lógico, são apresentadas aplicações que serão classificadas quanto ao conteúdo abordado no material didático. E no capítulo seguinte são apresentadas as resoluções das aplicações.

Esta estrutura foi pensada de modo a favorecer a construção de um sequenciamento lógico, pois apresenta uma sequência que possibilita ao professor e ao aluno o desenvolvimento do raciocínio por meio da resolução de questões que certamente diminuirão o nível de dificuldades de entendimento e transformarão o ensino de Matemática em algo dinâmico e prazeroso.

3 METODOLOGIA

A parte metodológica desta dissertação descreve o caminho percorrido para o desenvolvimento do estudo aqui apresentado, com a utilização de métodos que possibilitaram a realização da pesquisa caracterizada como exploratória, que visa proporcionar maior familiaridade com o problema com vistas a torná-lo explícito ou a construir hipóteses.

Enquanto "método", etimologicamente, refere-se a caminho, ou seja, refere-se à ordenação de uma série de etapas a serem cumpridas para o estudo de uma ciência na busca de uma verdade para se chegar a um determinado fim, "metodologia" pode ser definida como o estudo dos caminhos a serem seguidos para se fazer ciência (SIQUEIRA, 2008).

O desenvolvimento do raciocínio lógico nos alunos é uma necessidade para fazê-los pensar de forma mais crítica acerca dos conteúdos das diferentes disciplinas, tornando-os mais argumentativos com base em critérios e em princípios logicamente validados.

Para a realização deste estudo, a seleção do método de pesquisa utilizado é de fundamental importância. Assim, este trabalho utilizou a pesquisa bibliográfica como metodologia, que de acordo com Severino (2010) é aquela realizada a partir do registro disponível, decorrente de pesquisas anteriores em documentos impressos como livros, artigos científicos, dados teóricos já trabalhados por outros pesquisadores e sites que abordam a temática.

Para a construção do material didático sobre o tema de Raciocínio Lógico foi observado os mais variados materiais sobre a temática e buscou identificar os pontos positivos destes materiais e os pontos negativos que dificultavam o entendimento para os professores e alunos da Educação Básica. Esse processo de construção considerou a experiência do autor como professor de Cursinho, Escolas Públicas e Particulares de Teresina e por não encontrar um material voltado para o ensino de lógica numa linguagem acessível e que tivesse um repertório de questões que vinculasse diretamente os conteúdos de lógica à resolução de problemas. Na resolução dos problemas propostos buscou discorrer de forma didática e destacando a teoria estudada na parte teórica do material.

Consolidar o Raciocínio Lógico Matemático de forma programática, em todos os anos do Ensino Básico, através da utilização de métodos e ferramentas didático-pedagógicas para o desenvolvimento das funções intelectuais requer recursos metodológicos e especialização dos docentes. Acredita-se que este material contribuirá de forma significativa para o desenvolvimento do trabalho dos professores nessa área, visto que é fundamental que os alunos compreendam e raciocinem sobre o que está sendo proposto, e não somente decorem e apliquem fórmulas.

Importante considerar que o tema abordado sobre raciocínio lógico foi bem delimitado para que tanto as informações quanto as aplicações práticas fossem adequadas ao público-alvo, gerando um entendimento mais efetivo.

Sendo mais específico quanto à composição do material didático desenvolvido e disponibilizado no apêndice deste trabalho, esclarecemos que inicialmente foi apresentado os princípios do raciocínio lógico, seguido dos conceitos de proposições, modificadores e operadores lógicos. Essa abordagem é fundamental para alicerçar os fundamentos de toda a lógica proposicional. Em seguida foi apresentado o significado de cada um dos itens apresentados, como proposição, conectivos, tabela verdade e determinação do seu número de linhas, negação de proposições, etc.

Foi apresentado cada um dos conectivos, com exemplos e demonstrado as suas tabelas verdades. Também foi apresentado as leis de Morgan e como é feita a negação lógica de uma proposição simples e composta. Foi exibido as principais equivalências lógicas. Para consolidar o aprendizado, foi apresentado algumas questões, orientado por conteúdos, para que o leitor conseguisse desenvolver o senso crítico e, consequentemente, o raciocínio lógico. Por fim, foi apresentada a resolução de todas as questões das aplicações.

O texto foi construído em uma linguagem compreensível para um público da Educação Básica e de maneira a favorecer um diálogo com o leitor.

O material produzido como fruto desta pesquisa foi disponibilizado no Apêndice, de forma a possibilitar ao leitor uma análise comparativa entre os principais pontos inovados no material produzido neste trabalho com os outros materiais encontrados na literatura.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Neste capítulo analisam-se e discutem-se o conteúdo abordado material didático construído, com base nos instrumentos e procedimentos metodológicos previstos para a pesquisa.

No tocante aos fundamentos do raciocínio lógico, elencamos os seus princípios, com base nos princípios da Identidade, não contradição e do terceiro excluído, onde constatamos que são fundamentais para o início do aprendizado do raciocínio lógico. Entendemos que para uma aprendizagem significativa é necessária uma boa fundamentação teórica e, com isso, o aprendizado de assuntos como proposições que requerem um prévio conhecimento destes princípios.

Intentamos com esse trabalho trazer essas considerações acerca desses princípios como forma de orientar o aluno a compreender a interdependência entre os conteúdos, a exemplo do que vemos nas ideias de Carvalho e Campos (2010) que não explicitam o conteúdo de fundamentos do raciocínio lógico, já iniciando o estudo do raciocínio lógico diretamente explicando o que é uma proposição, não orientando, portanto, os fundamentos teóricos da lógica proposicional.

No estudo das proposições, este material traz esclarecimentos sobre as proposições, o porquê de ser ou não ser proposição, diferentemente do que é observado em outras literaturas que tratam do assunto. Nessas literaturas são apenas informados o que é uma proposição e o que não é, entretanto não é explicado o real motivo de ser ou não ser proposição, o que comprovamos na concepção de Araújo (2017) ao informar que uma proposição ou sentença é uma oração declarativa que pode ser classificada em verdadeira ou falsa.

Importante esclarecer que no material didático desenvolvido é apresentado o que é uma proposição e explicado o motivo, visto que na literatura explicitam que uma proposição é uma sentença declarativa e no material desenvolvido traz-se uma análise mais profunda sobre a sentença declarativa, isto é, mostra-se que como é uma sentença declarativa, logo, é uma oração, com isso deve possuir verbo e a partir dessa ideia concluímos que sentença no modo imperativo, exclamativo e interrogativo não são proposições.

Ainda com relação a parte conceitual, é destacado o que é o modificador para que o aluno entenda ao ver aquele símbolo aplicado em proposições, qual o seu significado. Na literatura encontramos poucos trabalhos com essa abordagem, a exemplo de Araújo (2017, p.4) que demonstra este conceito de forma aleatória quando apenas informa: “Uma proposição simples ~p tem valor lógico oposto ao de p, ou seja, quando p é falsa, ~p é verdadeira e vice-versa.”. Entretanto é necessário explicar o real significado do símbolo “~”, para quando o aluno efetuar uma leitura saber o que é aquele símbolo, e consequentemente conseguir aplicar de forma correta em uma proposição.

Outro aspecto observado neste trabalho refere-se à construção das tabelas verdades, onde explicamos previamente o porquê do número de linhas da tabela verdade e como é feita a sua construção. Na literatura de Carvalho e Campos (2010) é apenas exibida a tabela verdade com os conectivos lógicos, não havendo uma prévia explicação do motivo da tabela ter 4 linhas, podendo ser feita essa mesma observação em Araújo (2017). No material didático produzido é explicado a necessidade da utilização do determinado número de linhas da tabela verdade para o entendimento do leitor, inclusive é feita a demonstração de uma tabela, onde também são aplicados os modificadores, conteúdo que já foi previamente explicado. Para que haja um aprendizado mais eficaz é necessário seguir essa sequência didática, visto que não deixa conteúdo a ser esclarecido.

Com relação aos conectivos, corroboramos com o posicionamento de Araújo (2017), Carvalho e Campos (2010) que demonstram as tabelas verdade e também explicam sua simbologia. Na condicional foi explicitado o significado do que é uma condição suficiente e uma condição necessária, fazendo ainda uma análise de cada uma das possibilidades da condicional. Na bicondicional também é feita uma análise crítica, demonstrando a reescritura equivalente de uma bicondicional como a conjunção de duas condicionais, o que não é observado na maioria dos trabalhos na literatura.

Seguindo uma sequência lógica, o item seguinte apresentado referiu-se a tautologia, contradição e contingência. Foi explicado pontualmente cada um dos itens e demonstrados através da composição de suas tabelas verdade, esclarecendo que uma sentença tautológica ocorre quando a proposição tiver todo o valor lógico de verdade independentemente das proposições simples que a compõem e demonstramos também a contradição que ocorre quando a proposição tiver todo o valor lógico de falsidade, independentemente das proposições simples que a compõem, e a contingência, ocorre quando a sentença não for tautológica nem contraditória. Entretanto podemos observar esses conceitos em alguns autores, como Carvalho e Campos (2010) e Araújo (2017), embora eles não demonstrem as tabelas verdades, dificultando assim o aprendizado, pois deixa uma lacuna a ser preenchia no raciocínio do leitor.

O material produzido traz o conceito de recíproca e contra positiva, trazendo ainda, antes de iniciar o conteúdo de negação lógica, o conteúdo das leis de Morgan, que é a negação da conjunção e da disjunção. Foi explicado todas as negações de todos os conectivos lógicos e demonstrado também em tabelas verdade. Interessante pontuar que outros autores tratam a temática de maneira análoga à apresentada no material produzido. Sobre as equivalências lógicas foram exibidas as principais equivalências, a saber: Idempotência, Dupla negação, Comutatividade, Associatividade, Propriedade Distributiva, Absorção, Equivalências envolvendo afirmações condicionais, Equivalências envolvendo bicondicionais.

Para o desenvolvimento das habilidades adquiridas com a leitura dos conteúdos explicitados no material didático produzido, foi desenvolvido um capítulo com aplicações práticas, em que o leitor poderá desenvolver o senso crítico e a capacidade resolutiva, de forma a compreender os conteúdos abordados. Para melhor orientar o leitor, as aplicações foram divididas de acordo com a sequência lógica dos tópicos apresentados no material didático teórico.

Para o fechamento do material didático desenvolvido, foi apresentado as resoluções das aplicações propostas. A resolução dos problemas proposto é parte importante do material construído, pois é apresentado ao leitor metodologias de resolução de problemas que favoreça o aprofundamento dos conteúdos e sirvam de modelo para resolver outros problemas matemáticos em distintas situações posteriores.

5 CONSIDERAÇÕES

A Lógica é uma ciência que trata, sobretudo, da argumentação, ou seja, trata da validação de conclusões. Já a Matemática, como ciência, se fundamenta como um extenso edifício lógico dedutivo, embora outros tipos de raciocínio e muitas outras habilidades sejam necessários à sua construção, em que os fatos matemáticos apresentados são logicamente justificados e os alunos são convocados a explicar seus raciocínios, justificar suas conclusões e demonstrar, eles próprios, fatos matemáticos, realizando ações que contribuem para uma compreensão significativa dos fatos matemáticos.

Considerando a abordagem realizada neste trabalho sobre a exploração de conteúdos de raciocínio lógico através da elaboração de um material didático direcionada à formação de professores para o trabalho na área de matemática junto aos alunos, apresentando questões de raciocínio lógico e discutindo estratégias de resolução dessas questões, é importante enfatizar a importância dessa temática na atualidade por conta da vasta utilização dessa disciplina em áreas diferenciadas, quer seja em entrevistas de emprego, avaliações de capacidade cognitiva, concursos públicos e outras situações.

Este trabalho buscou oferecer ao professor maior embasamento para a revisão de conhecimentos na área de raciocínio lógico, com enfoque maior na resolução de questões, pois esta prática ajuda a solidificar a aprendizagem dos alunos. Trata-se, na verdade, de defender um modo de ensinar que acolha e até mesmo provoque o questionamento dos alunos. O material oportuniza ao professor explicar não apenas como, mas o porquê, que justifique os fatos matemáticos apresentados, que os demonstre através de exemplificações.

Vale ressaltar que o domínio dos conteúdos apresentados neste trabalho depende não somente da dedicação e esforço do professor que vai ministrar os conteúdos, mas também, diretamente do interesse, foco e dedicação de quem pretende aprendê-los. É preciso se apropriar de livros, artigos e sites que apresentam estratégias diversificadas de aprendizagem, sem deixar de lado a importância de aulas presenciais com um professor bem preparado, pois, em matemática, quanto maior a prática de exercícios, melhor a velocidade e qualidade na resolução de questões.

REFERÊNCIAS

ABAR, C. 2006**. Noções de Lógica Matemática**. Disponível em: www.pucsp.br/~logica/ Acesso em: 15 jan. 2021.

ARAUJO, E. L. 2017. **Raciocínio Lógico para Concursos.** Disponível em: https://sca.profmat-sbm.org.br/sca_v2/get_tcc4.php?cod=3882_33e911718c83b788187496d5c290e37970fbae92 Acesso em: 05 set 2021.

ARISTÓTELES. **Métafisica.** 1011 b 28-30 (não precisa de mais informações para a referência?)

ARISTÓTELES. **Métafisica.** 1005 b 22-44

ALARCÃO, Isabel. **Professores reflexivos em uma escola reflexiva**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2003.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. 1. ed. Brasília: Ministério da Educação, 2018.

CARVALHO, Sérgio; CAMPOS, Weber. **Raciocínio Lógico Simplificado**. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

COPI, Irving M.; COHEN, Carl; MCMAHON, Kenneth. **Introduction to Logic** . 14. ed. [S.I.]: Pearson New International Edition, 2014.

COSTA, M. S. **Ensino-aprendizagem-avaliação de proporcionalidade através da resolução de problemas**: uma experiência na formação inicial de (futuros) professores de matemática. 2012. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2013.

ESTRATÉGIA CONCURSOS. **Questões**. Disponível em: https://questoes.estrategiaconcursos.com.br. Acesso em: 1 fev. 2021.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Miniaurélio Século XXI Escolar**: O minidicionário da língua portuguesa. 4. ed- Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2010.

FNDE. **Raciocínio Lógico.** Disponível em: http://www.fnde.gov.br/component/k2/item/4080-raciocínio-lógico. Acesso em: 13 fev. 2021.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002.

LEIBNIZ, Gottfried. **Novos Ensaios sobre o Entendimento Humano.** 1. Ed. 1765

MEZZAROBA, C. D. **Problemas de lógica como motivadores no fazer matemática no sexto ano**. 2009. 147 f. Dissertação (Mestrado em Educação). Brasília: UNB, 2009

MOTARI, Cesar A. **Introdução à lógica**. 3. ed. São Paulo: UNESPI, 2001.

OLIMPÍADA BRASILEIRA DE MATEMÁTICA DAS ESCOLAS PÚBLICAS. **Provas**. Disponível em: http://www.obmep.org.br. Acesso em: 1 fev. 2021.

POLYA, George. **Arte de resolver problemas**. Rio de Janeiro: Interciência, 2006.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do Trabalho Científico.** 24. ed. São Paulo: Cortez, 2010.

SIQUEIRA, M. M. M. **Medidas do comportamento organizacional: ferramentas de diagnóstico e de gestão.** Porto alegre: Ed. Artmed, 2008. 344 p.

STRAPASSON, L. P. R. **O uso de jogos como estratégia de ensino e aprendizagem da matemática no 1º Ano do ensino médio.** 2011, 143 f.

VILELA, R. A. T. **A pesquisa sociológica: novas perspectivas para a análise da realidade educacional e de práticas pedagógicas.** Belo horizonte: Puc Minas, 2009.

APÊNDICE

RACIOCÍNIO LÓGICO: INSTRUMENTAÇÃO DIDÁTICA PARA O ENSINO NA EDUCAÇÃO BÁSICA

SUMÁRIO

1 - CONCEITOS BÁSICOS DO RACIOCÍNIO LÓGICO

Neste capítulo serão estudados todos os conceitos básicos e definições de raciocínio lógico necessários para resoluções de questões dessa área aplicadas em Olimpíadas e Concursos públicos.

1.1 Fundamentos do raciocínio lógico

No estudo do Raciocínio Lógico não se pode considerar proposições como sendo parcialmente verdadeiras, parcialmente falsas ou inconclusivas. Tem como base três princípios que deverão sempre ser seguidos: Princípio da Identidade, Princípio da Não contradição e Princípio do Terceiro Excluído.

1.1.1 Leis do Pensamento (Princípios do Raciocínio Lógico)

1.1.1.1 Identidade:

O princípio da identidade diz que uma proposição verdadeira é verdadeira e uma proposição falsa é falsa.

"Cada coisa é aquilo que é" (LEIBNIZ,1765).

Nesta afirmação de Leibniz podemos afirmar o princípio da identidade. Nota-se que uma proposição verdadeira é verdadeira e uma proposição falsa é falsa.

1.1.1.2 Não contradição:

Segundo o princípio da não contradição, nenhuma proposição pode ser verdadeira e falsa, ou seja, dada uma proposição e sua negação, ambas não podem ser verdadeiras.

"Efetivamente, é impossível a quem quer que seja acreditar que uma mesma coisa seja e não seja" (ARISTÓTELES, 1005).

De acordo com a citação de Aristóteles, podemos afirmar que nenhuma coisa é e não é a mesma coisa. Aplicando no raciocínio lógico, temos que nenhuma proposição pode ser verdadeira e falsa ao mesmo tempo, logo não pode ser ambas.

1.1.1.3 Terceiro Excluído (Lógica Bivalente):

Pelo princípio do terceiro excluído temos que uma proposição ou será verdadeira ou será falsa, jamais, ambas.

"Quem diz de uma coisa que é ou que não é, ou dirá o verdadeiro ou dirá o falso. Mas se existisse um termo médio entre os dois contraditórios, nem do ser nem do não ser poder-se-ia dizer que é ou que não é" (ARISTÓTELES, 1011).

A citação de Aristóteles deixa claro que para uma proposição, somente poderá ser atribuído um único valor logico, isto é, ou verdadeiro ou falso e jamais ambas.

1.1.2 Proposições

É uma sentença declarativa, afirmativa ou negativa, de sentido completo, a qual se pode atribuir, dentro de certo contexto, somente um de dois valores lógicos possíveis: verdadeiro ou falso.

Exemplo: O Instituto Federal do Piauí possui programa de mestrado.

Podemos representar uma proposição por um símbolo ou letra. Se for uma letra, ela pode ser maiúscula ou minúscula. Daí podemos escrever o exemplo acima como:

P: O Instituto Federal do Piauí possui programa de mestrado.

O que fizemos foi dar um nome a proposição acima citada, agora chamada de proposição P.

Por ser uma sentença declarativa, não pode ser exclamativa, interrogativa, imperativa ou optativa. Note ainda que por ser uma sentença declarativa (Oração) deve possuir verbo e ainda deve possuir sujeito e predicado.

Exemplo de sentenças que não são proposições:

i) Que dia maravilhoso! (Exclamativo)

ii) Que dia é hoje? (Interrogativo)

iii) Escute os conselhos de seu pai (Imperativo)

iv) Que você seja feliz (optativa – exprime desejo)

1.1.3 Modificadores

O modificador é um operador lógico que muda o valor lógico das proposições. Se há uma proposição verdadeira, então, ao aplicar o modificador, teremos uma proposição falsa. De maneira análoga se temos uma proposição falsa, então, ao aplicar o modificador, teremos uma proposição verdadeira.
Simbologia do modificador: ˜ ou ¬

A proposição modificada é chamada de Negação da proposição original.
Exemplos:

P: João é professor.

˜P: João não é professor.

Podemos ainda usar outras formas para ˜P tais como:

˜P: É falso que João é professor.

˜P: Não é verdade que João é professor.

1.1.4 Tabela verdade e classificação do Nº de Linhas dessa tabela

A Tabela verdade é um dispositivo utilizado no estudo do raciocínio lógico que consiste em uma tabela em cujas colunas são colocadas as proposições simples e/ou compostas e nas linhas os valores lógicos das proposições simples. Para sua construção, podemos determinar, a princípio, para tanto, é suficiente conhecer o número de proposições simples na sua composição, pois cada proposição pode assumir dois valores V ou F, que se excluem. Neste caso, se considerarmos uma tabela com n proposições simples distintas, pelo princípio fundamental da contagem existem 2^n possibilidades de combinações de valores lógicos, isto é, 2^n linhas. Por exemplo, se existirem 2 proposições simples que compõem uma proposição composta, então a tabela verdade terá $2^2 = 4$ linhas.

Exemplo: Tabela com as proposições simples p e q

Tabela 1 – Tabela com proposições simples p e q

p	q	$\sim p$	$\sim q$
V	V	F	F
V	F	F	V
F	V	V	F
F	F	V	V

Fonte: Próprio autor (2021)

1.1.5 Operadores Lógicos (Conectivos)

Em Lógica o conectivo, também chamado de operador lógico, é um símbolo ou palavra que é usado para conectar duas ou mais sentenças de modo que produza uma sentença composta gramaticalmente válida produzida apenas pelas sentenças originais.

1.1.5.1 - Conjunção: “e”; Símbolo: $\wedge$

Quando temos duas proposições simples unidas pelo conectivo “e” para formar uma proposição composta, chamamos de conjunção das proposições originais. Simbolicamente, se temos as proposições simples *p* e *q,* podemos escrever a proposição composta por $p \wedge q$ para representar a conjunção das duas proposições.

Exemplo: João é professor e Carlos é enfermeiro.

Existem outras formas de se formar uma conjunção, como por exemplo as palavras “nem”, “mas” que quando unem duas proposições simples, formam uma conjunção.

A tabela verdade do p ∧ q está mostrada abaixo, note que na conjunção somente é verdadeiro quando as duas proposições simples são verdadeiras.

Tabela 2 – Conjunção

p	**q**	**p ∧ q**
V	V	V
V	F	F
F	V	F
F	F	F

Fonte: Próprio autor (2021)

1.1.5.2 - Disjunção inclusiva: “ou”; Símbolo: v

Quando temos duas proposições simples unidas pelo conectivo “ou” para formar uma proposição composta, chamamos de disjunção ou disjunção inclusiva das proposições originais. Simbolicamente se temos as proposições simples *p* e *q* podemos escrever a proposição composta por p v q para representar a disjunção inclusiva das duas proposições.

Exemplo: João é professor ou Carlos é enfermeiro.

A tabela verdade do p **v** q está mostrada abaixo. Note que na disjunção somente é falso quando as duas proposições simples são falsas.

Tabela 3 – Disjunção inclusiva

p	q	p v q
V	V	V
V	F	V
F	V	V
F	F	F

Fonte: Próprio autor (2021)

1.1.5.3 - Disjunção exclusiva: “ou *p* ou *q*”; Símbolo: $\veebar$

Quando temos duas proposições simples unidas onde o início da sentença é “ou” e logo após a primeira proposição simples vem outra palavra “ou” para formar uma proposição composta, chamamos de disjunção exclusiva das proposições originais. Simbolicamente, se temos as proposições simples *p* e *q,* podemos escrever a proposição composta por p $\veebar$ q para representar a disjunção exclusiva das duas proposições.

Exemplo: Ou João é professor ou Carlos é enfermeiro.

A tabela verdade do p $\veebar$ q está mostrada abaixo, note que na disjunção exclusiva somente é verdadeiro quando as duas proposições simples têm valores lógicos diferentes.

Tabela 4 – Disjunção Exclusiva

p	q	p $\veebar$ q
V	V	F
V	F	V
F	V	V
F	F	F

Fonte: Próprio autor (2021)

1.1.5.4 - Condicional: “Se *p* então *q*”; Símbolo: →

Quando temos duas proposições simples unidas, onde o início da sentença é a palavra “se” e logo após a primeira proposição simples vem a palavra “então” para formar uma proposição composta, chamamos de condicional das proposições originais. Simbolicamente, se temos as proposições simples *p* e *q*, podemos escrever a proposição composta por $p \rightarrow q$.

A condicional também é chamada de implicação.

Exemplo: Se Antônio é teresinense, então Antônio é piauiense.

Note que temos uma condição suficiente e uma condição necessária.

Condição suficiente: Antônio é teresinense

Condição necessária: Antônio é piauiense

Podemos chamar ainda de antecedente e consequente as respectivas proposições “Antônio é teresinense” e “Antônio é piauiense”.

Observe que para ser uma condicional não é obrigatório apenas as palavras “se” e ”então”, podem existir palavras sinônimas, ou até de mesmo sentidos, o importante é que a condicional tem uma condição suficiente e uma condição necessária em sua composição.

Exemplo: Como Antônio é teresinense, logo Antônio é piauiense.

Analisando a proposição composta mostrada no exemplo temos as seguintes possibilidades:

Tabela 5 – Análise da condicional

	Antônio é teresinense	Antônio é piauiense
1ª possibilidade	Verdadeiro	Verdadeiro
2ª possibilidade	Verdadeiro	Falso
3ª possibilidade	Falso	Verdadeiro
4ª possibilidade	Falso	Falso

Fonte: Próprio autor (2021)

Analisando as possibilidades temos:

1ª possibilidade: Antecedente e consequente ambos verdadeiros. Neste caso é verdadeiro pois é possível Antônio ser teresinense e ser piauiense.

2ª possibilidade: Antecedente verdadeiro e consequente falso. Neste caso é impossível de acontecer, pois se Antônio for teresinense, ele nasceu no Piauí; logo seria obrigado ele ser piauiense. Daí, essa possibilidade é falsa.

3ª possibilidade: Antecedente falso e consequente verdadeiro. Neste caso é verdadeiro, pois é possível Antônio não ser teresinense e ser piauiense, um exemplo é: caso Antônio tenha nascido em Altos – PI, ele não é teresinense, mas continua piauiense.

4ª possibilidade: Antecedente e consequente, ambos falsos. Neste caso é verdadeiro, pois é possível Antônio não ser teresinense e não ser piauiense, um exemplo é caso Antônio tenha nascido no Rio de Janeiro - RJ, ele não é teresinense nem piauiense, mas é plausível essa possibilidade.

Montando a tabela verdade temos:

Tabela 6 – Condicional

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

Fonte: Próprio autor (2021)

Observe que o único caso para que seja falso é quando o antecedente é verdadeiro e o consequente é falso.

1.1.5.5 - Bicondicional: “...se e somente se...”; Símbolo: $\leftrightarrow$

Quando unimos duas proposições simples através do conectivo bicondicional, obtemos uma proposição composta, que se unem por “se e somente se”.

Exemplo: Augusto faz aniversário, se e somente se hoje for 14 de abril.

Note que temos duas proposições simples, que chamaremos de *p* e *q*. Esta proposição composta do exemplo acima está escrita como $p \leftrightarrow q$. A bicondicional pode ser escrita como a conjunção de duas condicionais, isto é:

$$p \leftrightarrow q = (p \rightarrow q) \wedge (q \rightarrow p)$$

A tabela verdade do $p \leftrightarrow q$ está mostrada abaixo, note que na bicondicional somente é verdadeiro quando as duas proposições simples têm valores lógicos iguais.

Tabela 7 – Bicondicional

p	**q**	**p ↔q**
V	V	V
V	F	F
F	V	F
F	F	V

Fonte: Próprio autor (2021)

Resumindo todas as tabelas verdades em uma única tabela:

Vamos simplificar todas as tabelas em uma única tabela, usando *p* e *q* para fazer a conjunção, disjunção, disjunção exclusiva, condicional e bicondicional, respectivamente. Essa simplificação é útil para ajudar na memorização de cada um dos conectivos.

Tabela 8 – Resumo dos conectivos lógicos

P	**q**	**p ∧ q**	**p ∨ q**	**p $\underline{\vee}$ q**	**p → q**	**p ↔q**
V	V	V	V	F	V	V
V	F	F	V	V	F	F
F	V	F	V	V	V	F
F	F	F	F	F	V	V

Fonte: Próprio autor (2021)

1.1.6 Tautologia, Contradição e Contingência

1.1.6.1 - Tautologia**:** Tautologia é uma proposição cujo valor lógico é sempre verdadeiro, independentemente do valor lógico das proposições simples que a compõem (MOTARI, 2001).

Exemplo: A proposição p ∨ (~p) é uma tautologia, pois o seu valor lógico é sempre V, conforme a tabela verdade abaixo.

Tabela 9 – Tautologia

p	**~p**	**p v ~ p**
V	F	V
F	V	V

Fonte: Introduction to Logic (2014)

1.1.6.2 - Contradição**:** Contradição é uma proposição cujo valor lógico é sempre falso, independentemente do valor lógico das proposições simples que a compõem (MOTARI, 2001).

Exemplo: A proposição (p Λ ~p) é uma contradição, pois o seu valor lógico é sempre F, conforme observado na tabela-verdade.

Tabela 10 – Contradição

p	~p	p ∧ ~ p
V	F	F
F	V	F

Fonte: Próprio autor (2021)

1.1.6.3 - Contingência

Quando uma proposição não é tautológica e não é contradição, a chamamos de contingência ou proposição contingente ou proposição indeterminada (MOTARI, 2001).

1.1.7 Recíprocas e Contrapositiva

Sejam as proposições simples *p* e *q.* Diremos que recíproca é quando invertemos a posição do antecedente com a do consequente, ou seja, a recíproca de p → q é a condicional q → p. Já a contrapositiva de uma sentença é quando o antecedente e o consequente são invertidos e negados, ou seja, a contrapositiva da condicional p → q é a condicional ~q → ~p

1.1.8 Leis de Morgan

Augustus de Morgan foi o primeiro a utilizar o termo “indução matemática”. Foi um dos responsáveis por reformular o estudo da Lógica Matemática no que conhecemos atualmente. Sua obra “Formal Logic” (Lógica Formal), em 1847, apresentou o que hoje conhecemos como Leis de Morgan.

1.1.8.1 Primeira Lei de Morgan:

A primeira lei de Morgan consiste em negar duas proposições ligadas por uma conjunção é o mesmo que negar as duas proposições ligadas por uma disjunção.

Em forma simbólica temos: $\sim(p \wedge q) = (\sim p) \vee (\sim q)$

1.1.8.2 Segunda Lei de Morgan:

A segunda lei de Morgan consiste em negar duas proposições ligadas por uma disjunção é o mesmo que negar as duas proposições ligadas por uma conjunção.

Em forma simbólica temos: $\sim(p \vee q) = (\sim p) \wedge (\sim q)$

1.1.9 Negações Lógicas

1.1.9.1 Proposições simples

Considere a proposição simples abaixo:

"Antônio jogou um ovo na cabeça de Luiz".

A negativa, de acordo com a Lógica, limita-se a trocar o valor-verdade da afirmação feita. Limita-se a dizer que a afirmativa é falsa. Entretanto, essa falsidade pode recair em vários itens da afirmação.

i) Não jogou, apenas encostou.
ii) Não foi um ovo, e sim, uma maçã.
iii) Não foi na cabeça, e sim, no braço.
iv) Não foi em Luiz, e sim, em Carlos.
v) Não foi Antônio quem jogou o ovo, foi Augusto.

Daí surge a problemática: como negar uma proposição simples de tal forma que englobe todas as possibilidades? Tal questionamento é respondido de maneira simples, basta apenas modificar o verbo, daí a negação da proposição é "Antônio não jogou um ovo na cabeça de Luiz".

1.1.9.2 Proposições compostas

As leis de Morgan nos ensinam a negar a conjunção e a disjunção, mas ainda temos que negar a disjunção exclusiva, a condicional e a bicondicional.

1.1.9.2.1 Conjunção

Pela primeira lei de Morgan temos que:

$$\sim(p \wedge q) = (\sim p) \vee (\sim q)$$

Observe que a tabela verdade de $\sim(p \wedge q)$ tem valores iguais a de $(\sim p) \vee (\sim q)$:

Tabela 11 – Primeira lei de Morgan

p	q	~p	~q	p ∧ q	~(p ∧ q)	(~p) v (~q)
V	V	F	F	V	F	F
V	F	F	V	F	V	V
F	V	V	F	F	V	V
F	F	V	V	F	V	V

Fonte: Próprio autor (2021)

1.1.9.2.2 Disjunção

Pela segunda lei de Morgan temos que:

$$\sim(p \vee q) = (\sim p) \wedge (\sim q)$$

Observe que a tabela verdade de $\sim(p \vee q)$ tem valores iguais a de $(\sim p) \wedge (\sim q)$:

Tabela 12 – Segunda lei de Morgan

p	q	~p	~q	$p \vee q$	$\sim(p \vee q)$	(~p) ∧ (~q)
V	V	F	F	V	F	F
V	F	F	V	V	F	F
F	V	V	F	V	F	F
F	F	V	V	F	V	V

Fonte: Próprio autor (2021)

1.1.9.2.3 Disjunção Exclusiva

A negação da disjunção exclusiva se dará por uma bicondicional, daí:

$$\sim (p \veebar q) = (p \leftrightarrow q)$$

Observe que a tabela verdade de ~ (p $\veebar$ q) tem valores iguais a de $(p \leftrightarrow q)$:

Tabela 13 – Negação da disjunção exclusiva

p	q	(p $\veebar$ q)	~ (p $\veebar$ q)	(p ↔ q)
V	V	F	V	V
V	F	V	F	F
F	V	V	F	F
F	F	F	V	V

Fonte: Próprio autor (2021)

1.1.9.2.4 Condicional

A negação da condicional se dará por uma conjunção especifica que é:

$$\sim(p \rightarrow q) = (p \wedge \sim\mathrm{q})$$

Observe que a tabela verdade de $\sim(p \rightarrow q)$ tem valores iguais a de $(p \wedge \sim\mathrm{q})$

Tabela 14- Negação da condicional

p	q	$\sim q$	$(p \rightarrow q)$	$\sim (p \rightarrow q)$	$(p \wedge \sim\mathrm{q})$
V	V	F	V	F	F
V	F	V	F	V	V
F	V	F	V	F	F
F	F	V	V	F	F

Fonte: Próprio autor (2021)

1.1.9.2.5 Bicondicional

A negação da bicondicional se dará por uma disjunção exclusiva, dai:

$$\sim(p \leftrightarrow q) = (\mathrm{p} \veebar \mathrm{q})$$

Observe que a tabela verdade de $\sim(p \leftrightarrow q)$ tem valores iguais a de (p $\veebar$ q)

Tabela 15 – Negação da bicondicional

p	q	(p ↔ q)	~(p ↔ q)	(p $\veebar$ q)
V	V	V	F	F
V	F	F	V	V
F	V	F	V	V
F	F	V	F	F

Fonte: Próprio autor (2021)

1.1.9.3 Negação de proposição quantificada

Existem proposições simples quantificadas ou até mesmo proposições compostas, basta que nelas tenha alguns tipos de expressões ou palavras que indiquem que houve quantificação. Algumas destas palavras ou expressões são: Todo, nenhum, algum, pelo menos um, existe.

Uma proposição é dita categórica quando é caracterizada um por quantificador seguido por um atributo ou classe.

Exemplos de proposições quantificadas:

Tabela 16 – Proposições quantificadas.

Tipo de proposição quantificada	Exemplo
Proposição universal afirmativa	Todo teresinense é piauiense.
Proposição universal negativa	Nenhum teresinense é piauiense.
Proposição particular afirmativa	Algum teresinense é piauiense.
Proposição particular negativa	Algum teresinense não é piauiense.

Fonte: Próprio autor (2021)

Para negar as proposições quantificadas basta seguir o padrão:

- Se o quantificador utilizado for universal, a negação utilizará um quantificador particular.
- Se o quantificador utilizado for particular, a negação utilizará um quantificador universal.
- Se o verbo for afirmativo, a negação utilizará um verbo negativo.
- Se o verbo for negativo, a negação utilizará um verbo afirmativo.

Tabela 17 – Negações de proposições quantificadas.

Proposição	Negação
Universal afirmativa ("Todo...")	Particular negativa ("Algum... não...")
Universal negativa ("Nenhum...")	Particular afirmativa ("Algum...")
Particular afirmativa ("Algum...")	Universal negativa ("Nenhum...")
Particular negativa ("Algum... não...")	Universal afirmativa ("Todo...")

Fonte: Próprio autor (2021)

Exemplos:

p: Todo aluno será aprovado.

~p: Algum aluno não será aprovado.

q: Nenhum aluno será aprovado.
~q: Algum aluno será aprovado.

r: Algum professor é sábio.
~r: Nenhum professor é sábio.

w: Algum professor não é sábio.
~w: Todo professor é sábio.

1.1.10 Equivalências Lógicas

No raciocínio lógico afirmamos que duas proposições são logicamente equivalentes quando possuem o mesmo conteúdo lógico, ou seja, possuem o mesmo valor na tabela verdade. A equivalência lógica de p e q é em alguns casos expressa como $p \equiv q$ ou ainda $\mathrm{E}pq$, ou $p \iff q$ (COPI, 2014).

1.1.10.1 Idempotência

Idempotência é uma propriedade que uma proposição mesmo com várias aplicações tem o seu valor inalterado.

Exemplos:

$\boldsymbol{p} \vee \boldsymbol{p} \equiv \boldsymbol{p}$

$\boldsymbol{p} \wedge \boldsymbol{p} \equiv \boldsymbol{p}$

1.1.10.2 Dupla negação

A negação da negação de uma proposição é a afirmação da proposição.

Exemplos:

$\sim(\sim\boldsymbol{p}) \equiv \boldsymbol{p}$

1.1.10.3 Comutatividade

A ordem das proposições não altera a tabela verdade.

Exemplos:

$\boldsymbol{p} \vee \boldsymbol{q} \equiv \boldsymbol{q} \vee \boldsymbol{p}$

$\boldsymbol{p} \wedge \boldsymbol{q} \equiv \boldsymbol{q} \wedge \boldsymbol{p}$

1.1.10.4 Associatividade

A associatividade é quando uma proposição composta utiliza os mesmos conectivos e a ordem da montagem não altera o valor da tabela verdade.

Exemplos:

$$(\boldsymbol{p} \vee \boldsymbol{q}) \vee \boldsymbol{r} \equiv \boldsymbol{p} \vee (\boldsymbol{q} \vee \boldsymbol{r})$$
$$(\boldsymbol{p} \wedge \boldsymbol{q}) \wedge \boldsymbol{r} \equiv \boldsymbol{p} \wedge (\boldsymbol{q} \wedge \boldsymbol{r})$$

1.1.10.5 Propriedade Distributiva

A propriedade distributiva diz que uma proposição utilizando os conectivos E e OU pode-se distribuir o conectivo de fora dos parênteses para dentro.

Exemplos:

$$(\boldsymbol{p} \vee (\boldsymbol{q} \wedge \mathbf{r}) \equiv (\boldsymbol{p} \wedge \mathbf{q}) \vee (\boldsymbol{p} \wedge \mathbf{r})$$
$$(\boldsymbol{p} \wedge (\mathbf{q} \vee \mathbf{r}) \equiv (\boldsymbol{p} \vee \mathbf{q}) \wedge (\mathbf{p} \vee \mathbf{r})$$

1.1.10.6 Absorção

A propriedade da Absorção é quando temos várias proposições simples iguais ligadas por conectivos e o valor da proposição é inalterado, isto é, mantendo o valor da proposição simples que compõe a proposição composta.

Exemplos

$$\boldsymbol{p} \vee (\boldsymbol{p} \wedge \mathbf{q}) \equiv \boldsymbol{p}$$
$$\boldsymbol{p} \wedge (\mathbf{p} \vee \mathbf{q}) \equiv \boldsymbol{p}$$

1.1.10.7 Equivalências envolvendo afirmações condicionais

Dizemos que proposições são equivalentes quando tem o mesmo valor lógico na tabela verdade.

Exemplos

1. $\boldsymbol{p} \rightarrow \boldsymbol{q} \equiv \sim\boldsymbol{p} \vee \boldsymbol{q}$
2. $\boldsymbol{p} \rightarrow \boldsymbol{q} \equiv \sim\boldsymbol{q} \rightarrow \sim\boldsymbol{p}$
3. $\boldsymbol{p} \vee \boldsymbol{q} \equiv \sim\boldsymbol{p} \rightarrow \boldsymbol{q}$
4. $\boldsymbol{p} \wedge \boldsymbol{q} \equiv \sim(\boldsymbol{p} \rightarrow \sim\boldsymbol{q})$
5. $\sim(\boldsymbol{p} \rightarrow \boldsymbol{q}) \equiv \boldsymbol{p} \wedge \sim\boldsymbol{q}$
6. $(\boldsymbol{p} \rightarrow \boldsymbol{q}) \wedge (\boldsymbol{p} \rightarrow \boldsymbol{r}) \equiv \boldsymbol{p} \rightarrow (\boldsymbol{q} \wedge \boldsymbol{r})$
7. $(\boldsymbol{p} \rightarrow \boldsymbol{q}) \vee (\boldsymbol{p} \rightarrow \boldsymbol{r}) \equiv \boldsymbol{p} \rightarrow (\boldsymbol{q} \vee \boldsymbol{r})$
8. $(\boldsymbol{p} \rightarrow \boldsymbol{q}) \wedge (\boldsymbol{p} \rightarrow \boldsymbol{r}) \equiv (\boldsymbol{p} \vee \boldsymbol{q}) \rightarrow \boldsymbol{r}$
9. $(\boldsymbol{p} \rightarrow \boldsymbol{q}) \vee (\boldsymbol{q} \rightarrow \boldsymbol{r}) \equiv (\boldsymbol{p} \wedge \mathbf{q}) \rightarrow \boldsymbol{r}$

1.1.10.8 Equivalências envolvendo bicondicionais

Dizemos que proposições são equivalentes quando tem o mesmo valor lógico na tabela verdade.

Exemplos:

1. $p \leftrightarrow q \equiv (p \rightarrow q) \wedge (q \rightarrow p)$
2. $p \leftrightarrow q \equiv \sim p \leftrightarrow \sim q$
3. $p \leftrightarrow q \equiv (p \wedge q) \vee (\sim p \wedge \sim q)$
4. $\sim(p \leftrightarrow q) \equiv p \leftrightarrow \sim q$

2 APLICAÇÕES PRÁTICAS

Neste capítulo vamos apresentar algumas questões que irão nos ajudar a compreender a aplicação prática dos conteúdos abordados acima. Essas questões foram selecionadas para facilitar o aprendizado e vão seguir uma sequência lógica que irá ajudar na compreensão do conteúdo.

Começaremos mostrando questões sobre os princípios do raciocínio lógico, as quais servirão de base para assimilar todos os demais conteúdos, pois todos eles serão baseados nestes princípios.

Dando continuidade, exibiremos questões de proposições, que ajudarão os alunos entenderem o que são as proposições e o que não são proposições. Continuaremos as aplicações práticas com questões sobre os operadores lógicos, conectivos e modificadores, para logo em seguida apresentar questões sobre a classificação do número de linhas da tabela verdade. Os operadores são fundamentais, porém, devemos saber organizar as tabelas verdades e para isso é necessário saber o número de linhas que compõe a tabela.

Sabendo classificar as tabelas e conhecendo os operadores lógicos, iremos apresentar uma aplicação sobre tautológica, contradição e contingência. Em seguida será apresentado aplicações sobre as leis de Morgan, um conteúdo fundamental no raciocínio lógico. Elas servirão para o aprendizado das negações equivalentes que será o conteúdo apresentado posteriormente.

E finalizando, teremos as aplicações sobre as afirmações equivalentes. Neste momento apresentaremos aplicações que irão fazer a reescrita de afirmações de forma equivalente.

2.1 Questões sobre princípios do raciocínio lógico

Exibiremos algumas questões de princípios do raciocínio lógico com o intuito de mostrar como é cobrado as questões e gerar o senso crítico para a análise e resolução das questões.

2.1.1 (CESPE - 2011) Segundo os princípios da não contradição e do terceiro excluído, a uma proposição pode ser atribuído um e somente um valor lógico. (Classifique como CERTO ou ERRADO)

2.1.2 (VUNESP - 2014) A lógica clássica possui princípios fundamentais que servem de base para a produção de raciocínios válidos. Esses princípios foram inicialmente postulados por Aristóteles (384 a 322 a. C.) e até hoje dão suporte a sistemas lógicos. Tais princípios são os

A) da inferência, da não contradição e do terceiro incluído.

B) da diversidade, da dedução e do terceiro incluído.

C) da identidade, da inferência e da não contradição.

D) da identidade, da não contradição e do terceiro excluído.

E) da diversidade, da indução e da não contradição.

2.1.3 (VUNESP - 2014) Um dos princípios fundamentais da lógica é o da não contradição. Segundo este princípio, nenhuma proposição pode ser simultaneamente verdadeira e falsa sob o mesmo aspecto. Uma das razões da importância desse princípio é que ele permite realizar inferências e confrontar descrições diferentes do mesmo acontecimento sem o risco de se chegar a conclusões contraditórias. Assim sendo, o princípio da não contradição.

A) fornece pouco auxílio lógico para investigar a legitimidade de descrições.

B) permite conciliar descrições contraditórias entre si e relativizar conclusões.

C) exibe propriedades lógicas inapropriadas para produzir inferências válidas.

D) oferece suporte lógico para realizar inferências adequadas sobre descrições.

E) propicia a produção de argumentos inválidos e mutuamente contraditórios.

2.1.4 (PRÓPRIO AUTOR – 2021) Acerca dos princípios de raciocínio lógico, analise as seguintes afirmativas:

I. O princípio da identidade indica que uma proposição é somente verdadeira.

II. O princípio da não contradição indica que nenhuma proposição poderá ser falsa.

III. O princípio do terceiro excluído indica que uma proposição ou será verdadeira ou será falsa, jamais, ambas.

Analisando as afirmativas acima, marque a alternativa correta.

A) Apenas as afirmativas I e II estão corretas.

B) Apenas as afirmativas II e III estão corretas.

C) Apenas as afirmativas I e III estão corretas.

D) Apenas a afirmativa III está correta.

E) Todas as afirmativas estão corretas.

2.2 Questões sobre proposições

Exibiremos algumas questões sobre proposições. As questões sobre proposições podem vir perguntando o conceito de proposições ou até mesmo cobrando se determinado enunciado é uma proposição. Quando temos questões sobre proposições podemos trabalhar tanto proposições simples como compostas e ainda podem mostrar um determinado enunciado e perguntar se é ou não proposição.

2.2.1 (NUCEPE – 2014) Assinale, dentre as alternativas a seguir, aquela que NÃO caracteriza uma proposição.

A) 10^7 - 1 é divisível por 5

B) Sócrates é estudioso.

C) $3 - 1 > 1$

D) $\sqrt{8} < 4$ e $3 < \sqrt{8}$

E) Este é um número primo.

2.2.2 (IBFC – 2020) Considere que os símbolos →, ↔, ∧ e ∨ representam os operadores lógicos “se…então”, “se e somente se”, “e” e “ou”, respectivamente. Analise as sentenças abaixo e dê valores Verdadeiro (V) ou Falso (F).

A) ( ) (7 – 2 ÷ 2 = 5) v (3 > 2)

B) ( ) (3 + 2 = 4) ↔ (1 > 3)

C) ( ) (3 x 5 + 6 = 21) → (18 ÷ 3 - 1 = 7)

D) ( ) (4 x 4 + 3 = 19) ^ (9 - 2 = 7)

Assinale a alternativa que apresenta a sequência correta de cima para baixo.

A) V, V, F, V

B) F, V, F, V

C) V, V, V, F

D) V, F, F, V

E) V, V, F, F

2.2.3 (OBMEP - 2010) Adriano, Bruno, Carlos e Daniel participam de uma brincadeira na qual cada um é um tamanduá ou uma preguiça. Tamanduás sempre dizem a verdade e preguiças sempre mentem.

• Adriano diz: “Bruno é uma preguiça.”

• Bruno diz: “Carlos é um tamanduá.”

• Carlos diz: “Daniel e Adriano são diferentes tipos de animais.”

• Daniel diz: “Adriano é uma preguiça.”

Quantos dos quatro amigos são tamanduás?

A) 0

B) 1

C) 2

D) 3

E) 4

2.2.4 (CESPE - 2011) A frase “Que dia maravilhoso!” consiste em uma proposição objeto de estudo da lógica bivalente. (Classifique como CERTO ou ERRADO)

2.2.5 (PRÓPRIO AUTOR – 2021) A sentença “Joaquim ouça os conselhos do seu pai e inicie os estudos.” Trata-se de uma proposição composta. (Classifique como CERTO ou ERRADO)

2.3 Questões sobre operadores lógicos

Exporemos algumas questões sobre operadores lógicos, nestas questões é possível ver que são cobradas a simbologia e literalidade do conectivo, isto é, qual o conectivo que está na proposição composta. Para a resolução desse tipo de questão é fundamental o prévio conhecimento da sua tabela verdade e também da forma simbólica de cada conectivo.

2.3.1 (IBADE – 2020) Considerando a proposição: “Fernando estuda e não passa no concurso”. Nesta proposição, o conectivo lógico é uma:

A) conjunção.

B) condicional.

C) disjunção inclusiva.

D) disjunção exclusiva.

E) bicondiconal.

2.3.2 (CESPE - 2008) Considere as proposições seguintes.

Q: “Se o Estrela Futebol Clube vencer ou perder, cairá para a segunda divisão”;

A: “O Estrela Futebol Clube vence”;

B: “O Estrela Futebol Clube perde”;

C: “O Estrela Futebol Clube cairá para a segunda divisão”.

Nesse caso, a proposição Q pode ser expressa, simbolicamente, por

$A \wedge B \rightarrow C$. (Classifique como CERTO ou ERRADO)

2.4 Questões sobre nº de linhas da tabela verdade

Nas questões sobre o nº de linhas da tabela verdade é necessário lembrar da formula que é 2^n onde n é o número de proposições simples que compõe a tabela. Neste tipo de questão é cobrado informando as proposições em si ou a proposição em forma simbólica.

2.4.1 (CESPE - 2010) Considerando os símbolos lógicos ~ (negação), $\wedge$ (conjunção), v (disjunção), $\rightarrow$ (condicional) e as proposições:

S: $(p \wedge \sim q) \vee (\sim p \wedge r) \rightarrow q \vee r$

T: $((p \wedge \sim q) \vee (\sim p \wedge r)) \wedge (\sim q \wedge \sim r)$

Podemos concluir que as tabelas-verdade de S e de T possuem, cada uma, 16 linhas. (Classifique como CERTO ou ERRADO)

2.4.2 (FUNDATEC – 2020) Se A, B e C são proposições simples, então o número de linhas da tabela-verdade de $(A \wedge B) \rightarrow C$ será:

A) 6.

B) 8.

C) 10.

D) 12.

E) 14.

2.4.3 (PRÓPRIO AUTOR – 2021) - Considerando os símbolos lógicos ~ (negação), ∧ (conjunção), v (disjunção), → (condicional) e a proposição:

A: $(p \wedge \sim p) \vee (\sim r \wedge p) \rightarrow q \vee r$

Podemos concluir que o número de linhas da tabela-verdade de A será:

A)2

B)4

C)8

D)16

E)32

2.5 Questão sobre tautológica, contradição e contingência

2.5.1 (NUCEPE – 2014)

Dê o somatório dos itens verdadeiros:

(1) Uma sentença composta é chamada Tautologia quando seu valor lógico for sempre verdade, independentemente dos valores lógicos das sentenças simples que a compõem.

(2) Todas as sentenças contraditórias são equivalentes.

(4) A sentença $\sim P \wedge P$ é uma tautologia.

(8) Existem duas sentenças tautológicas que não são equivalentes.

A) 3

B) 7

C)11

D)14

E)15

2.6 Questões sobre leis de Morgan

As questões sobre leis de Morgan invocam a negação das conjunções e negações. Nestas questões o enunciado deixa claro que quer a correspondência com a negação de tais afirmações.

2.6.1 (FCC – 2017) Considere a afirmação:

Ontem trovejou e não choveu.

Uma afirmação que corresponde à negação lógica desta afirmação é

A) se ontem não trovejou, então não choveu.

B) ontem trovejou e choveu.

C) ontem não trovejou ou não choveu.

D) ontem não trovejou ou choveu.

E) se ontem choveu, então trovejou

2.6.2 (FCC – 2015) Um casal está no supermercado fazendo compras do mês e o marido diz para a esposa: “Vamos comprar macarrão ou arroz integral”. A esposa negando a afirmação diz:

A) Se vamos comprar macarrão, então não vamos comprar arroz integral.

B) Não vamos comprar macarrão ou não vamos comprar arroz integral.

C) Se não vamos comprar macarrão, então não vamos comprar arroz integral.

D) Não vamos comprar macarrão e não vamos comprar arroz integral.

E) Se não vamos comprar macarrão, então vamos comprar arroz integral.

2.6.3 (FCC – 2016) Marcos gosta de comer arroz com feijão e Luiza gosta de comer macarrão. A negação lógica dessa afirmação é:

A) Marcos gosta de comer arroz com feijão ou Luiza não gosta de comer macarrão.

B) Marcos não gosta de comer macarrão e Luiza não gosta de comer arroz com feijão.

C) Marcos não gosta de comer arroz com feijão e Luiza gosta de comer macarrão.

D) Marcos não gosta de comer arroz com feijão ou Luiza não gosta de comer macarrão.

E) Marcos não gosta de comer arroz com feijão ou Luiza gosta de comer macarrão)

2.6.4 (PRÓPRIO AUTOR – 2021) Considere como verdadeira a seguinte sentença: “João vai ao shopping ou ao mercado”. A negação dessa sentença, por definição, será dada por

A) “João não vai ao shopping e não vai ao mercado”.

B) “João vai ao shopping e não vai ao mercado”.

C) “João não vai ao shopping ou vai ao mercado”.

D) “João vai ao shopping ou não vai ao mercado”.

E) “João não vai ao shopping ou não vai ao mercado”.

2.7 Questões sobre negações lógicas

Nas questões que discorrem sobre negações lógicas é necessário saber a negação de cada conectivo lógico. As questões cobram em si a correspondência da afirmação apresentada com sua respectiva negação lógica.

2.7.1 (ESAF – 2012) A negação da proposição “se Curitiba é a capital do Brasil, Então, Santos é a capital do Paraná” é logicamente equivalente à proposição:

A) Curitiba não é a capital do Brasil e Santos não é a capital do Paraná.

B) Curitiba não é a capital do Brasil ou Santos não é a capital do Paraná.

C) Curitiba é a capital do Brasil e Santos não é a capital do Paraná.

D) Se Curitiba não é a capital do Brasil, então Santos não é a capital do Paraná.

E) Curitiba é a capital do Brasil ou Santos não é a capital do Paraná.

2.7.2 (IDECAN – 2015) Seja a proposição composta a seguir. “Se a garagem estiver trancada, então Marcos viajou.” A NEGAÇÃO dessa proposição é:

A) A garagem não está trancada e Marcos viajou.

B) A garagem está trancada e Marcos não viajou.

C) Se a garagem não estiver trancada, então Marcos viajou.

D) Se a garagem estiver trancada, então Marcos não viajou.

2.7.3 (IDECAN – 2015) Negar que "se Flávia é morena, Lívia não é loira" é o mesmo que dizer

A) Flávia é morena e Lívia é loira.

B) Flávia é loira ou Lívia é morena.

C) Se Lívia é loira, Flávia não é morena.

D) Flávia não é morena, nem Lívia é loira

2.7.4 (PRÓPRIO AUTOR – 2021) Seja a proposição composta a seguir. "Carlos é médico se e somente se João é advogado". A Negação é dada por:

A) Carlos é médico e João é advogado

B) Se Carlos é médico então João é advogado

C) Carlos não é médico ou João não é advogado.

D) Ou Carlos não é médico ou João não é advogado

E) Ou Carlos é médico ou João é advogado

2.8 Questões sobre equivalências lógicas

As questões sobre equivalências lógicas podem ser cobrada de várias formas. Uma das formas que são cobradas é pedindo a conclusão de um argumento e para chegar a conclusão é feito a equivalência das afirmações. Uma outra forma é cobrar em si a reescritura de uma afirmação equivalente, quando eles dão dada afirmação e pedem uma afirmação equivalente.

2.8.1(OBMEP 2007) A mãe de César deu a ele as seguintes instruções para fazer um bolo:

• se colocar ovos, não coloque creme.

• se colocar leite, não coloque laranja.

• se não colocar creme, não coloque leite.

Seguindo essas instruções, César pode fazer um bolo com:

A) ovos e leite, mas sem creme.

B) creme, laranja e leite, mas sem ovos.

C) ovos e creme, mas sem laranja.

D) ovos e laranja, mas sem leite e sem creme.

E) leite e laranja, mas sem creme.

2.8.2 (FCC – 2010) Durante uma sessão no plenário da Assembleia Legislativa, o presidente da mesa fez a seguinte declaração, dirigindo-se às galerias da casa:

“Se as manifestações desrespeitosas não forem interrompidas, então eu não darei início à votação”.

Esta declaração é logicamente equivalente à afirmação:

A) se o presidente da mesa deu início à votação, então as manifestações desrespeitosas foram interrompidas

B) se o presidente da mesa não deu início à votação, então as manifestações desrespeitosas não foram interrompidas

C) se as manifestações desrespeitosas forem interrompidas, então o presidente da mesa dará início à votação

D) se as manifestações desrespeitosas continuarem, então o presidente da mesa começará a votação

E) se as manifestações desrespeitosas não continuarem, então o presidente da mesa não começará a votação.

2.8.3 (ESAF – 2012) A afirmação “A menina tem olhos azuis ou o menino é loiro” tem como sentença logicamente equivalente:

A) se o menino é loiro, então a menina tem olhos azuis.

B) se a menina tem olhos azuis, então o menino é loiro.

C) se a menina não tem olhos azuis, então o menino é loiro.

D) não é verdade que se a menina tem olhos azuis, então o menino é loiro.

E) não é verdade que se o menino é loiro, então a menina tem olhos azuis.

3 RESOLUÇÕES DAS APLICAÇÕES

Neste capítulo demonstraremos as resoluções das aplicações exibidas no capítulo anterior. Para um estudo do raciocínio lógico mais procedente é necessário um estudo das aplicações pois são a partir delas que conseguimos desenvolver o senso crítico para a resolução das questões.

3.1 Resoluções das questões sobre princípios do raciocínio lógico

3.1.1 - Segundo os princípios lógicos temos que o princípio da não contradição diz que uma proposição verdadeira é verdadeira e falsa é falsa, e do terceiro excluído, que ou é verdadeira ou é falsa, mas não ambas, logo a uma proposição pode ser atribuído um e somente um valor lógico. Desde modo temos que a alternativa a ser escolhida é: CORRETO.

3.1.2 – Conforme apresentado no texto do material, temos que os princípios são o da identidade, da não contradição e do terceiro excluído. Logo temos como opção correta a alternativa D (da identidade, da não contradição e do terceiro excluído.)

3.1.3 – Temos que o princípio da não-contradição diz que uma proposição não pode ser verdadeira e falsa simultaneamente. Com isso temos que ele oferece suporte lógico para realizar inferências adequadas sobre descrições. Logo temos como opção correta a alternativa D.

3.1.4 -

I. O princípio da identidade indica que uma proposição verdadeira é verdadeira e uma proposição falsa é falsa, ou seja, ele não diz que uma proposição é somente verdadeira, logo item FALSO.

II. O princípio da não contradição indica que nenhuma proposição poderá ser verdadeira e falsa ao mesmo tempo, logo item FALSO

III. O princípio do terceiro excluído indica que uma proposição ou será verdadeira ou será falsa, jamais, ambas. Logo item VERDADEIRO

Logo temos como opção alternativa D.

3.2 Resoluções das questões sobre proposições

3.2.1 – A alternativa A traz a expressão “10^7 - 1 é divisível por 5”, isto é uma proposição simples. A alternativa B traz a expressão “Sócrates é estudioso” que também é uma proposição simples. A alternativa C traz a expressão “$3 - 1 > 1$” isto é $2 > 1$, que é uma proposição simples e podemos valorar como verdadeira. Na alternativa D temos a expressão "$\sqrt{8} < 4$ e $3 < \sqrt{8}$", isto é uma proposição composta com conectivo “e”, vale ainda ressaltar que na questão quer apenas saber qual é a alternativa que não é proposição e neste tipo de questão deve ficar claro ao aluno e ao professor que independe do valor da proposição, ou seja, a questão quer apenas saber qual é proposição ou não. Dentre as alternativas temos que a expressão “Este é um número primo” está aberta, e, portanto, não é proposição. Logo temos como opção correta a alternativa E.

3.2.2 - (V) $(7 - 2 \div 2 = 6) \vee (3 > 2)$

Podemos observar que a proposição simples $7 - 2 \div 2 = 6$ é falsa, pois $7 - 2 \div 2 = 7 - 1 = 6 \neq 5$. Por outro lado, a proposição simples $3 > 2$ é verdadeira.

Para que a disjunção inclusiva seja verdadeira, basta que uma das proposições simples seja verdadeira, que é o caso da sentença apresentada na questão. Ou seja, $((F) \vee (V)) = V$.

(V) (3 + 2 = 4) ↔ (1 > 3)

Podemos observar que a proposição simples 3 + 2 = 4 é falsa, pois 3 + 2 = 5. Note ainda que a proposição simples 1 > 3 também é falsa, pois 1 é menor do que 3. Para que a bicondicional seja verdadeira é necessário que ambas as proposições simples possuem valores lógicos iguais, que é o caso da sentença, ou seja, ((F) ↔ (F)) = V

(F) (3 x 5 + 6 = 21) → (18 ÷ 3 - 1 = 7)

A proposição simples 3 x 5 + 6 = 21 é verdadeira. Temos ainda que a proposição simples 18 ÷ 3 - 1 = 7 é falsa, pois 18 ÷ 3 - 1 = 6 - 1 = 5. Segundo o que foi apresentado no material a condicional é falso somente quando o antecedente é verdadeiro e o consequente é falso, que é o caso da sentença. Ou seja, $((V) \rightarrow (F)) = F$.

(V) $(4 \times 4 + 3 = 19) \wedge (9 - 2 = 7)$

A proposição simples $4 \times 4 + 3 = 19$ é verdadeira. Temos ainda que proposição simples $9 - 2 = 7$ também é verdadeira. Para que a conjunção seja verdadeira, as duas proposições simples devem ser verdadeiras, que é o caso da sentença. Ou seja, $((V) \wedge (V)) = V$.

Portanto, a sequência correta de cima para baixo é V, V, F, V. Logo alternativa D.

3.2.3 - No problema podemos ter as seguintes narrativas:

1. Primeira possibilidade: Adriano - Tamanduá, Bruno - Preguiça, Carlos - Preguiça, Daniel - Tamanduá. Note que nesta estrutura o resultado é falso, pois se Adriano fala a verdade, logo Bruno e Carlos mentem. Como Carlos mente logo Daniel e Adriano seriam o mesmo animal, e, consequentemente Daniel é um Tamanduá, logo sempre fala a verdade. Contradição, pois sua afirmação é que Adriano é uma preguiça, o que contraria a hipótese de Adriano ser um Tamanduá.
2. Segunda possibilidade Adriano-Preguiça, Bruno-Tamanduá, Carlos-Tamanduá, Daniel - Tamanduá. Já nesta forma temos que Adriano mente, logo, Bruno é tamanduá. Se Bruno é tamanduá e por falar a verdade Carlos também é tamanduá. Como Carlos fala a verdade então Daniel e Adriano são animais distintos, logo Daniel é preguiça e Adriano é um tamanduá, o que é confirmado na afirmação do Daniel.

Daí, podemos concluir que Bruno, Carlos e Daniel são tamanduás. Logo alternativa correta é a alternativa D.

3.2.4 - Note que a frase está no modo exclamativo, e de acordo com o material didático temos que frases no modo exclamativo não são proposições, logo a frase apresentada não é uma proposição. Deste modo a alternativa a ser escolhida é: Errado.

3.2.5 -

Note que a frase está no modo imperativo, e de acordo com o material didático temos que frases no modo imperativo não são proposições, logo a frase apresentada não é uma proposição. Deste modo a alternativa a ser escolhida é: Errado.

3.3 Resoluções das questões sobre operadores lógicos

3.3.1 - A questão pede conhecimento sobre conectivo lógico. Na proposição: “Fernando estuda e não passa no concurso” temos uma conjunção representada pela letra "e". logo o conectivo lógico é uma conjunção. Daí podemos concluir que a alternativa a ser escolhida é a alternativa A.

3.3.2 - Escrevendo simbolicamente segundo as proposições dadas na questão temos: Q: $A \vee B \rightarrow C$. Note que a questão indicou que a expressão simbólica era $A \wedge B \rightarrow C$. A afirmação está errada, não está de acordo com o que foi apresentado, pois na questão tinha uma disjunção inclusiva e na alternativa a ser analisada temos uma conjunção. Logo a alternativa a ser escolhida é: Errado.

3.4 Resoluções das questões sobre nº de linhas da tabela verdade

3.4.1 – O material didático apresenta que o número de linhas da tabela verdade é calculado pela fórmula 2^n, onde n é o número de proposições simples. Como S e T têm 3 proposições simples, concluímos que suas tabelas-verdade serão compostas por $2^3 = 8$ linhas, cada. Com a questão afirma que as proposições S e T possuem 16 linhas, cada, concluímos que a alternativa a ser escolhida é: Errada.

3.4.2 – O material didático apresenta que o número de linhas da tabela verdade é calculado pela fórmula 2^n, onde n é o número de proposições simples. Como a proposição destacada na questão é composta pelas as proposições simples A, B e C, então a tabela-verdade será composta por $2^3 = 8$ linhas. Portanto a alternativa a ser escolhida é a alternativa B.

3.4.3 – O material didático apresenta que o número de linhas da tabela verdade é calculado pela fórmula 2^n, onde n é o número de proposições simples. Como A têm 3 proposições simples, concluímos que suas tabelas-verdade serão compostas por $2^3 = 8$ linhas, cada. Portanto a alternativa a ser escolhida é a alternativa C.

3.5 Resoluções da questão sobre tautológica, contradição e contingência

3.5.1 - (1) Correto. É a definição de tautologia.
(2) Correto. Toda contradição tem valor lógico F, logo, todas as sentenças contraditórias são equivalentes.
(4) Errado. Basta observar que o valor lógico da proposição $\sim p \wedge p$ é falso. Numa tautologia o valor lógico é sempre verdadeiro, independente das proposições que a compõem.
(8) Errado. Toda tautologia tem valor lógico verdadeiro, logo todas as tautologias são equivalentes.
Portanto o somatório dos itens verdadeiros é $1 + 2 = 3$. A Alternativa a ser escolhida é a alternativa A.

3.6 Resoluções das questões sobre leis de Morgan

3.6.1 - Tomando a proposição p: Ontem trovejou e q: Não choveu, temos que suas negações são, respectivamente, $\sim p$: Ontem **não** Trovejou e $\sim q$: choveu. Segundo as leis de Morgan temos que ~ $(p \wedge q)$ = (~ p) ∨ (~ q). Logo a negação da proposição $p \wedge q$: Ontem trovejou e não choveu é equivalente a (~ p) ∨ (~ q): Ontem **não** trovejou **ou** choveu. Portanto a alternativa a ser escolhida é a alternativa D.

3.6.2 - Tomando a proposição p: Vamos comprar macarrão e q: vamos comprar arroz integral, temos que suas negações são, respectivamente, $\sim p$: **não** vamos comprar macarrão e $\sim q$: **não** vamos comprar arroz. Segundo as leis de Morgan temos que ~ $(p \vee q)$ = (~ p) ∧ (~ q). Logo a negação da proposição $p \vee q$: Vamos comprar macarrão ou arroz integral é equivalente a (~ p) ∧ (~ q): **Não** vamos comprar macarrão e **não** vamos comprar arroz integral. Portanto a alternativa a ser escolhida é a alternativa D.

3.6.3 - Tomando a proposição p: Marcos gosta de comer arroz com feijão e q: Luiza gosta de comer macarrão" temos que suas negações são, respectivamente, $\sim p$: Marcos **não** gosta de comer arroz com feijão e $\sim q$: Luiza **não** gosta de comer macarrão. Segundo as leis de Morgan temos que ~ $(p \wedge q)$ = (~ p) ∨ (~ q). Logo a negação da proposição $p \wedge q$: Marcos **não** gosta de comer arroz com feijão ou Luiza **não** gosta de comer macarrão. Portanto a alternativa a ser escolhida é a alternativa D.

3.6.4 - Tomando a proposição p: João vai ao shopping e q: João vai ao mercado" temos que suas negações são, respectivamente, $\sim p$: João **não** vai ao shopping e $\sim q$: João **não** vai ao mercado. Segundo as leis de Morgan temos que ~ $(p \vee q)$ = (~ p) ∧ (~ q). Logo a negação da proposição $p \vee q$: "João vai ao shopping ou ao mercado" é equivalente a (~ p) ∧ (~ q): João **não** vai ao shopping e **não** vai ao mercado. Portanto a alternativa a ser escolhida é a alternativa A.

3.7 Resoluções das questões sobre negações lógicas

3.7.1 - Considerando as proposições p: Curitiba é a capital do Brasil e q: Santos é a capital do Paraná, a proposição "se Curitiba é a capital do Brasil, então Santos é a capital do Paraná" é condicional $p \longrightarrow q$ e a negação dessa condicional pode ser descrita como a seguinte equivalência: $\sim(\boldsymbol{p} \longrightarrow \boldsymbol{q}) \equiv \boldsymbol{p} \wedge \sim\boldsymbol{q}.$ Logo a negação da proposição $p \longrightarrow q$: se Curitiba é a capital do Brasil, então Santos é a capital do Paraná é logicamente equivalente as proposições $\boldsymbol{p} \wedge \sim\boldsymbol{q}$: Curitiba é a capital do Brasil e santos não é a capital do Paraná. Portanto, a alternativa a ser escolhida é a alternativa C.

3.7.2 - Considerando as proposições p: A garagem estiver trancada e q: Marcos viajou, a proposição "Se a garagem estiver trancada, então Marcos viajou." é condicional $p \longrightarrow q$ e a negação dessa condicional pode ser descrita como a seguinte equivalência: $\sim(\boldsymbol{p} \longrightarrow \boldsymbol{q}) \equiv \boldsymbol{p} \wedge \sim\boldsymbol{q}.$ Logo a negação da proposição $\boldsymbol{p} \longrightarrow \boldsymbol{q}$: Se a garagem estiver trancada, então Marcos viajou é logicamente equivalente as proposições $\boldsymbol{p} \wedge \sim\boldsymbol{q}$: A garagem está trancada e Marcos não viajou. Portanto a alternativa a ser escolhida é a alternativa B.

3.7.3 - Considerando as proposições p: Flávia é morena e q: Lívia não é loira, a proposição “se Flávia é morena, Lívia não é loira.” é condicional $p \longrightarrow q$ e a negação dessa condicional pode ser descrita como a seguinte equivalência: $\boldsymbol{\sim(p \longrightarrow q) \equiv p \wedge \sim q}$**.** Logo a negação da proposição $\boldsymbol{p \longrightarrow q}$: Se Flávia é morena, Lívia não é loira é logicamente equivalente as proposições $\boldsymbol{p \wedge \sim q}$: Flavia é morena e Lívia é loira. Portanto a alternativa a ser escolhida é a alternativa A.

3.7.4 (PRÓPRIO AUTOR – 2021) Seja a proposição composta a seguir. “Carlos é médico se e somente se João é advogado”. A Negação é dada por:

A) Carlos é médico e João é advogado

B) Se Carlos é médico então João é advogado

C) Carlos não é médico ou João não é advogado.

D) Ou Carlos não é médico ou João não é advogado

E) Ou Carlos é médico ou João é advogado

-Considerando as proposições p: Carlos é médico e q: João é advogado, a proposição “Carlos é médico se e somente se João é advogado.” é a bicondicional $p \leftrightarrow q$ e a negação dessa condicional pode ser descrita como a seguinte equivalência: $\boldsymbol{\sim(p \leftrightarrow q) \equiv p \,\underline{\vee}\, q}$**.** Logo a negação da proposição $\boldsymbol{p \leftrightarrow q}$: Carlos é médico se e somente se João é advogado.” é logicamente equivalente as proposições $\boldsymbol{p \,\underline{\vee}\, q}$: Ou Carlos é médico ou João é advogado. Portanto a alternativa a ser escolhida é a alternativa E

3.8 Resoluções das questões sobre equivalências lógicas

3.8.1- Sejam p, q, r e w as seguintes proposições simples:

p: Coloca ovos;

q: Coloca creme;

r: Coloca leite

w: Coloca laranja.

Considerando todas essas proposições como premissas verdadeiras, as informações contidas no enunciado da questão são equivalentes às proposições condicionais p_1, p_2 e p_3 dadas abaixo e descritas em função de p, q, r e w:

p_1: p ⟶ ~q

p_2: r ⟶ ~w

p_3: ~q ⟶ ~r

Das proposições p_1 e p_3, isto é, se p ⟶ ~q e ~q ⟶ ~r, concluímos que p ⟶ ~r, isto é, se coloca ovos, não coloca leite.

Temos ainda que p_2 pode ser escrito r ⟶ ~w ≡ w ⟶ ~r, isto é, se coloca laranja, não coloca leite.

Da análise acima temos que César pode fazer um bolo colocando ovos e laranja, mas sem leite e sem creme. Portanto a alternativa a ser escolhida é a alternativa D.

3.8.2 - Considerando a proposição "Se as manifestações desrespeitosas não forem interrompidas, então eu não darei início à votação" uma condicional. De acordo com o material didático, a condicional tem algumas equivalências, dentre elas temos: $\boldsymbol{p} \longrightarrow \boldsymbol{q} \equiv \sim\boldsymbol{p} \vee \boldsymbol{q}$ e $\boldsymbol{p} \longrightarrow \boldsymbol{q} \equiv \sim\boldsymbol{q} \longrightarrow \sim\boldsymbol{p}$ **,** isto é, equivalências da proposição $\boldsymbol{p} \longrightarrow \boldsymbol{q}$: Se as manifestações desrespeitosas não forem interrompidas, então eu não darei início à votação serão $\sim\boldsymbol{p} \vee \boldsymbol{q}$: As manifestações desrespeitosas foram interrompidas ou não darei início à votação e também $\sim\boldsymbol{q} \longrightarrow \sim\boldsymbol{p}$: se o presidente da mesa deu início à votação, então as manifestações desrespeitosas foram interrompidas. Logo a alternativa a ser escolhida é a alternativa A.

3.8.3 - Considerando a proposição "A menina tem olhos azuis ou o menino é loiro" uma condicional. De acordo com o material didático $\sim\boldsymbol{p} \vee \boldsymbol{q} \equiv \boldsymbol{p} \longrightarrow \boldsymbol{q}$ **,** isto é, equivalências da proposição $\sim\boldsymbol{p} \vee \boldsymbol{q}$: A menina tem olhos azuis ou o menino é loiro é $\boldsymbol{p} \longrightarrow \boldsymbol{q}$: Se a menina não tem olhos azuis então o menino é loiro. Logo a alternativa a ser escolhida é a alternativa C.