Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS
Sociedade Brasileira de Matematica - SBM
Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional - PROFMAT
Dissertação de Mestrado

Uma Sequência Didática Potencialmente Significativa Com Foco No Tema Distribuição Normal Para o Ensino Médio

Gleyson Valhejo Araújo

Campo Grande - MS
Agosto de 2025

SEQUÊNCIA DIDÁTICA POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA COM FOCO NO TEMA DISTRIBUIÇÃO NORMAL PARA O ENSINO MÉDIO

Gleyson Valhejo Araújo

Dissertação de Mestrado apresentada à Comissão Acadêmica Institucional do PROFMAT-UFMS como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Matemática.

Orientador: Profª. Dra. Lilian Milena Ramos Carvalho.

Campo Grande - MS
Agosto de 2025

SEQUÊNCIA DIDÁTICA POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA COM FOCO NO TEMA DISTRIBUIÇÃO NORMAL PARA O ENSINO MÉDIO

Gleyson Valhejo Araújo

Dissertação de Mestrado apresentada à Comissão Acadêmica Institucional do PROFMAT-UFMS como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Matemática, aprovada em 14 de Agosto de 2025.

Banca Examinadora:

Profª. Dra. Lilian Milena Ramos Carvalho (Orientadora)
UFMS

Prof. Dr. Alex Ferreira Rossini
UFMS

Prof. Dr. Leandro Bezerra de Lima
UFMS

Profª. Dra. Irene Magalhães Craveiro
UFGD

Profª. Dra. Selma Helena Hashimoto Marchiori
UFGD

Agradecimentos

Agradeço primeiramente aos meus pais, pelo amor e apoio constante em todas as fases da minha vida acreditando sempre no meu potencial.

Aos meus colegas de mestrado - Cassio Moscardini, Eder Pereira e Guilherme Monteiro - pela parceria, e por não me fazerem desistir.

À minha orientadora, Prof.ª Dra. Lilian Milena, por sua dedicação, paciência e orientação precisa, que foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos professores do PROFMAT, pelo comprometimento, excelência no ensino e por contribuírem de forma significativa para minha formação acadêmica e profissional.

A todos que, de alguma forma, fizeram parte dessa caminhada, meu sincero muito obrigado.

Resumo

Neste trabalho, elaboramos uma sequência didática potencialmente significativa (SDPS), como um produto que possa ser aplicado na área do conhecimento de Matemática na Educação Básica, com foco nas habilidades e tecnologias previstas na BNCC do ensino médio. A elaboração da SDPS tem por fundamento a Teoria da Aprendizagem Significativa (Ausubel et al, 1983) e, do ponto de vista da abordagem, este trabalho tem um caráter qualitativo. No desenvolvimento da SDPS, foram observados princípios em sua criação de modo a encontrar respostas sobre como mediar um ensino que tenha como meta promover uma aprendizagem significativa. Nesta sequência didática a avaliação da aprendizagem deve ser realizada ao longo de sua implementação e os resultados devidamente registrados no sentido de mostrar evidências de aprendizagem significativa do conteúdo trabalhado. Espera-se que esta sequência didática produza resultados amplamente satisfatórios, evidenciando por parte dos alunos uma captação de significados, compreensão, capacidade de explicar e aplicar o conhecimento para resolver situações-problema.

Palavras-chave: Distribuição Normal, Teoria Da Aprendizagem Significativa, Sequência Didática, Ensino Médio, UEPS.

Abstract

In this work, we developed a potentially meaningful didactic sequence (PMDS) as a product that can be applied in the field of Mathematics education in Basic Education, with a focus on the skills and technologies outlined in the BNCC for high school. The development of the PMDS is based on the Theory of Meaningful Learning (Ausubel et al., 1983), and from a methodological perspective, this work adopts a qualitative approach. In the development of the PMDS, certain principles were observed in order to find answers on how to mediate teaching aimed at promoting meaningful learning. In this didactic sequence, the assessment of learning should be carried out throughout its implementation, and the results should be properly recorded to show evidence of meaningful learning of the content addressed. It is expected that this didactic sequence will produce highly satisfactory results, demonstrating students' ability to construct meaning, understand, explain, and apply knowledge to solve problem situations.

Keywords:Normal Distribution, Meaningful Learning Theory, Didactic Sequence, High School, UEPS.

Sumário

Lista de ilustrações **9**

Lista de tabelas **10**

Lista de abreviaturas e siglas **11**

1 INTRODUÇÃO **12**

2 TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA **13**
2.1 As Bases da Teoria **13**
2.1.1 Trajetórias e Obras Fundamentais 13
2.1.2 O Cenário Educacional e as Críticas à Aprendizagem Mecânica 14
2.2 Definição e Conceitos Centrais **14**
2.2.1 Definição de Aprendizagem Significativa 14
2.2.2 O Papel dos Subsunçores (Ideias-Âncora) 15
2.2.3 Aprendizagem Significativa vs. Aprendizagem Mecânica 15
2.3 Condições para a Ocorrência da Aprendizagem Significativa **16**
2.3.1 Material Potencialmente Significativo 16
2.3.2 Predisposição do Aprendiz para Aprender 17
2.4 Tipos de Aprendizagem Significativa **17**
2.4.1 Aprendizagem Representacional 17
2.4.2 Aprendizagem de Conceitos 18
2.4.3 Aprendizagem Proposicional 18
2.5 Princípios Programáticos para Facilitar a Aprendizagem Significativa **18**
2.5.1 Organizadores Prévios (Advance Organizers) 19
2.5.2 Diferenciação Progressiva 19
2.5.3 Reconciliação Integradora 20
2.6 Implicações Pedagógicas e o Papel do Educador **21**
2.6.1 O Papel do Professor na Promoção da Aprendizagem Significativa 21
2.6.2 O Papel Ativo do Aluno 21
2.6.3 Contribuições para o Desenvolvimento Curricular 22
2.7 Críticas e Desenvolvimentos Posteriores da Teoria **22**
2.7.1 Limitações e Debates sobre a Teoria de Ausubel (Foco Verbal, Emoções, Aplicação Prática) 22
2.7.2 A Contribuição de Joseph Novak e Bob Gowin: Mapas Conceituais e o V Heurístico . 23

3 SEQUÊNCIA DIDÁTICA POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA **24**
3.1 O que são Unidades de Ensino Potencialmente Significativa? **24**

4 SEQUÊNCIA DIDÁTICA BASEADA NA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA COM FOCO NA DISTRIBUIÇÃO NORMAL **28**
4.1 Sequência Didática **29**

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS **44**

REFERÊNCIAS 46

Lista de ilustrações

Figura 1 – **Exemplo de mapa Conceitual** 23
Figura 2 – **Passo a passo para a criação de uma UEPS** 26
Figura 3 – **Modelo gráfico da sequência** 31
Figura 4 – **Pesos dos Bebês ao Nascer** 34
Figura 5 – **Altura dos Homens** 35
Figura 6 – **Tamanho dos Calçados dos Homens** 35
Figura 7 – **Pesos De Academia** 36
Figura 8 – **Construindo o gráfico da função de densidade da Distribuição Normal** . . . 40
Figura 9 – **Calculando probabilidade com o gráfico da função de densidade da Distribuição Normal** 41
Figura 10 – **Calculando probabilidade com o gráfico da função de densidade da Distribuição Normal** 41

Lista de tabelas

Tabela 1 – **Comparativo entre Aprendizagem Significativa e Aprendizagem Mecânica** 16
Tabela 2 – **Tipos de Aprendizagem Significativa de Ausubel** 18
Tabela 3 – **Princípios Programáticos da Teoria da Aprendizagem Significativa** 20

Lista de abreviaturas e siglas

TAS : Teoria da Aprendizagem Significativa.

BNCC : Base Nacional Comum Curricular.

SDPS : Sequência Didática Potencialmente Significativa.

UEPS : Unidade de Ensino Potencialmente Significativa.

1 Introdução

A aprendizagem mecânica no cenário educacional tem sido objeto de críticas contundentes por diversos pesquisadores. Nesse modelo, o ensino é frequentemente caracterizado pela transmissão passiva de conteúdo, em que o professor apresenta informações e o aluno as recebe sem um engajamento ativo na interpretação ou questionamento dos fatos (Brum, 2015; Ramos, 2018).

Dentre as metodologias de ensino desenvolvidas ao longo do tempo, observa-se uma carência de metodologias que sejam centradas na aprendizagem significativa. Isto significa que sequências didáticas que sejam potencialmente significativas tenham sido pouco utilizadas. De fato, fizemos um levantamento preliminar no Google Scholar, compreendendo o período de 2008 a 2024 e considerando os idiomas inglês, espanhol e português, utilizando as palavras-chaves "UEPS" (Unidade de Ensino Potencialmente Significativa, no sentido dado por Moreira, 2011) e "Ensino Básico", que resultou em menos de 15 artigos, relacionados com a metodologia centrada na teoria da aprendizagem significativa (Ausubel et al, 1983).

A despeito do fato de que as sequências de ensino baseadas na aprendizagem significativa tenham sido pouco aplicadas, quando comparadas com outras estratégias de ensino-aprendizagem, é perceptível que elas são, não só necessárias, como extremamente importantes para o professor que busca um ensino que propicie a participação efetiva do aluno tornando-o capaz de interpretar, investigar, transmitir e mostrar, consequentemente, que sua aprendizagem foi significativa.

Assim, com base na teoria da aprendizagem significativa, os objetivos deste trabalho são:

Objetivo Geral:

Mostrar ao professores do ensino médio que as sequências didáticas baseadas na aprendizagem significativa são, não só necessárias, como extremamente importantes para aquele que busca um ensino que propicie a participação efetiva do aluno tornando-o capaz de interpretar, investigar, transmitir e confirmar, consequentemente, que sua aprendizagem foi realmente significativa.

Objetivos Específicos:

1. Estudar e analisar as ideias da teoria da Aprendizagem Significativa de (Ausubel, 1983) e seus colaboradores que permitam mediar um ensino que tenha como meta promover uma aprendizagem significativa.
2. Sugerir, à luz da teoria da aprendizagem significativa de (Ausubel, 1983) e dos princípios instituídos por (Moreira, 2009, 2011), uma sequência didática potencialmente significativa (SDPS) tendo por foco habilidades de matemática relacionadas à Área de Estatística, com o Tema: Distribuição Normal e sua Aplicação no Cotidiano.
3. Considerar a realização de avaliações ao longo do desenvolvimento da SDPS de modo a obter informações necessária para concluir se houve ou não uma aprendizagem significativa.

2 Teoria da Aprendizagem Significativa

A prevalência histórica da aprendizagem mecânica no cenário educacional tem sido objeto de críticas contundentes por diversos pesquisadores. Nesse modelo, o ensino é frequentemente caracterizado pela transmissão passiva de conteúdo, onde o professor apresenta informações e o aluno as recebe sem um engajamento ativo na interpretação ou questionamento dos fatos (Brum, 2015; Ramos, 2018). Exemplos comuns dessa abordagem incluem a memorização de tabuadas, fórmulas matemáticas ou datas históricas, sem que haja uma compreensão aprofundada de seu significado ou aplicabilidade no mundo real (Brum, 2015; Ramos, 2018).

A Teoria da Aprendizagem Significativa representa um contraponto significativo às metodologias de ensino tradicionais, muitas vezes centradas na memorização e na transmissão passiva de informações. Ao propor um caminho para que o conhecimento adquirido pelos estudantes seja genuinamente integrado à sua estrutura cognitiva, a TAS busca promover um aprendizado com sentido e significado. Esta perspectiva é particularmente relevante para disciplinas como a estatística, que frequentemente são percebidas como abstratas e desvinculadas da realidade dos alunos.

Neste capítulo, trataremos sobre a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel, como um arcabouço teórico fundamental na psicologia educacional. Serão abordadas suas origens, os conceitos que a sustentam e as condições necessárias para sua ocorrência. A compreensão desta teoria é importante para o desenvolvimento de abordagens pedagógicas que visam a uma educação mais contextualizada e duradoura, servindo como pilar teórico para o desenvolvimento deste trabalho.

2.1 As Bases da Teoria

2.1.1 Trajetórias e Obras Fundamentais

David Paul Ausubel (1918-2008) foi um psicólogo americano cuja formação abrangeu tanto a medicina, com especialização em psiquiatria, quanto a psicologia educacional (Lacerda e Guerreiro, 2022; Scielo). Sua trajetória acadêmica foi impulsionada por um profundo interesse em reformar o cenário educacional de sua época. Ausubel criticava veementemente o modelo de ensino norte-americano predominante em 1963, que se mostrava essencialmente comportamentalista. Esse modelo, ao focar apenas em estímulo-resposta e memorização, desconsiderava a complexidade da história de vida e do conhecimento prévio dos alunos (Ausubel, 1963; Lacerda e Guerreiro, 2022; Scielo; Scribd). A percepção das limitações desse paradigma para um aprendizado duradouro e com sentido, provavelmente influenciada por sua formação em psiquiatria, motivou-o a dedicar sua carreira à psicologia educacional, buscando uma compreensão mais profunda de como as pessoas realmente aprendem. Sua teoria, ao enfatizar a interação não arbitrária com o conhecimento prévio, surge como uma resposta direta a essa lacuna, visando um aprendizado que fosse mais do que mera repetição, mas sim uma construção ativa de significado pelo indivíduo. Isso denota que a TAS não é apenas uma teoria sobre — *como* as pessoas aprendem — mas também sobre *como elas deveriam aprender* para que o conhecimento seja funcional e duradouro.

A formalização de sua teoria ocorreu em 1963, com a publicação da obra *The Psychology of Meaningful Verbal Learning* (Ausubel, 1963). Além desta, outras obras importantes que fundamentaram sua teoria incluem *The use of advance organizers in the learning and retention of meaningful verbal material* (Ausubel, 1960), *Learning theory and classroom practice* (Ausubel, 1967) e *Educational Psychology: a cognitive view* (Ausubel, 1968).

A essência da teoria de Ausubel é sintetizada em uma de suas afirmações mais conhecidas, presente no prefácio de *Educational Psychology: a cognitive view* (1968): "Se eu tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um único princípio, diria isto: o fator isolado mais importante que influencia na aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que ele sabe e baseie nisso os seus ensinamentos" (Ausubel, 1968, p. vi). Esta proposição sublinha a centralidade do conhecimento prévio na construção de novos saberes significativos, direcionando o foco pedagógico para a interação entre o novo e o já existente na estrutura cognitiva do aluno.

2.1.2 O Cenário Educacional e as Críticas à Aprendizagem Mecânica

As limitações da aprendizagem mecânica são significativas e impactam diretamente a qualidade do aprendizado. A ausência de ancoragem em conhecimentos prévios resulta em um armazenamento arbitrário das informações na estrutura cognitiva do aluno, levando a um rápido esquecimento e à dificuldade de aplicar o que foi aprendido em novos contextos (Pelizzari et al., 2001 - 2002; Ramos, 2018). Embora a memorização possa ter sua utilidade em situações específicas, como para agilidade mental, ela não deve ser a única metodologia empregada no processo educacional (Ausubel, 1983; Brum, 2015). A crítica de Ausubel à aprendizagem mecânica não se traduz em uma rejeição total de sua existência, mas sim em um posicionamento sobre sua insuficiência para o desenvolvimento cognitivo pleno e a retenção duradoura do conhecimento. Ele concebia a aprendizagem mecânica e a significativa como um contínuo, e não como processos antagônicos (Ausubel, 1983; Moreira, 2011). Isso implica que a memorização pode, em certos momentos, ser um estágio inicial ou auxiliar, mas a verdadeira aprendizagem, na perspectiva ausubeliana, transcende a mera retenção de fatos isolados, buscando a integração e a modificação da estrutura cognitiva. O desafio pedagógico, portanto, reside em identificar oportunidades para transformar a memorização em um trampolim para a compreensão profunda, contextualizando e conectando os conteúdos.

O avanço na compreensão dos mecanismos de aprendizagem e os desafios impostos pelo mundo contemporâneo, que exige indivíduos mais críticos e adaptáveis, impulsionaram a busca por concepções mais complexas e sistêmicas da construção do conhecimento. Essa busca visa superar a mera transmissão mecânica de informações e a formação tecnicista, em direção a uma práxis pedagógica que promova um sujeito ético, reflexivo e humanizado, capaz de intervir ativamente em seu meio social (Rocha et al., 2025; Silva et al., 2017).

2.2 Definição e Conceitos Centrais

2.2.1 Definição de Aprendizagem Significativa

A aprendizagem significativa constitui o conceito central da teoria desenvolvida por David Ausubel (Moreira, 2012). Ela ocorre quando uma nova informação se relaciona, de maneira substantiva (não-literal) e não-arbitrária, a um aspecto relevante da estrutura de conhecimento já existente no indivíduo (Ausubel, 1963; Moreira, 2012). A ênfase na "interação substantiva e não arbitrária" é fundamental para a qualidade do aprendizado. "Substantiva" significa que o novo conhecimento não é apenas memorizado palavra por palavra, mas compreendido em sua essência, podendo ser expresso e aplicado de diferentes formas. "Não arbitrária" implica que existe uma lógica, uma conexão relevante e não aleatória com o que o indivíduo já sabe. Essa dupla característica é o cerne da qualidade do aprendizado, tornando-o duradouro e aplicável em diversas situações. Se a interação fosse arbitrária, o novo conhecimento seria apenas mais um item isolado na mente, similar à aprendizagem mecânica. Se fosse literal, faltaria a flexibilidade necessária para aplicar o conhecimento em diferentes contextos ou para reformulá-lo. Portanto, a substantividade e a não-arbitrariedade garantem que o conhecimento é verdadeiramente assimilado, tornando-se parte

integrante da rede de conceitos do indivíduo e permitindo sua posterior utilização e expansão, com implicações diretas para a avaliação, que deve ir além da mera reprodução de informações.

Essa interação entre o novo e o pré-existente na estrutura cognitiva implica uma modificação mútua: o novo conteúdo adquire significado para o sujeito, e os conhecimentos prévios, por sua vez, podem adquirir novos significados ou ser enriquecidos (Pelizzari et al., 2001 - 2002; Scielo). A aprendizagem significativa se distingue da aprendizagem mecânica justamente pela presença dessa ancoragem e da interação substantiva com o conhecimento prévio, que confere um significado real ao conhecimento adquirido (Ausubel, 1963; Ausubel, 1968).

2.2.2 O Papel dos Subsunçores (Ideias-Âncora)

No cerne da aprendizagem significativa, encontram-se os subsunçores, também denominados ideias-âncora. Estes são conceitos ou proposições relevantes e preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz, que funcionam como "âncoras conceituais" para a nova informação (Ausubel, 1963; Ausubel, 1968). A aprendizagem significativa ocorre precisamente quando a nova informação se "ancora" nesses subsunçores, estabelecendo uma relação substantiva e não arbitrária (Ausubel, 1963; Ausubel, 1968). A presença de subsunçores bem desenvolvidos é, portanto, crucial para a assimilação de novos conhecimentos (Ausubel, 1963; Ausubel, 1968).

A ideia de que "o conhecimento prévio do aluno é o fator mais importante" (Ausubel, 1968, p. vi) eleva os subsunçores de meros "pré-requisitos" a estruturas cognitivas dinâmicas que são ativamente transformadas e enriquecidas pelo novo aprendizado. Se os subsunçores fossem estáticos, o aprendizado seria um processo de "encaixe" passivo de informações. No entanto, a teoria de Ausubel sugere que eles são modificados e se desenvolvem, tornando-se mais abrangentes e diferenciados à medida que novas informações são assimiladas (Ausubel, 1963; Ausubel, 1968). Isso implica que a aprendizagem significativa é um ciclo contínuo de reestruturação cognitiva: novos conhecimentos modificam os subsunçores, que, por sua vez, se tornam melhores "âncoras" para futuras aprendizagens. Este é um processo de retroalimentação positiva, onde aprender torna o indivíduo mais capaz de aprender.

2.2.3 Aprendizagem Significativa vs. Aprendizagem Mecânica

A distinção fundamental entre aprendizagem significativa e mecânica reside no processo de ancoragem. Na aprendizagem significativa, há uma conexão explícita e substantiva entre o que o estudante já sabe e o que será aprendido (Ausubel, 1963; Ausubel, 1968). Em contraste, na aprendizagem mecânica, não há essa ancoragem; o aprendizado ocorre de forma passiva, arbitrária e literal, sem interação com a estrutura cognitiva preexistente (Brum, 2015; Ramos, 2018).

Ausubel não concebia esses dois tipos de aprendizagem como antagônicos, mas sim como um contínuo (Ausubel, 1983; Moreira, 2011). A aprendizagem mecânica pode, sob certas condições, transformar-se em significativa, especialmente quando o aluno entra em contato com novos conceitos e estabelece novas relações (Ausubel, 1983). A não-oposição entre esses dois tipos revela uma complexidade pedagógica que vai além de uma simples dicotomia. O desafio do educador não é apenas evitar a aprendizagem mecânica, mas sim identificar oportunidades para transcender a memorização inicial em direção à construção de significado, reconhecendo que a memorização pode ser um estágio transitório ou uma ferramenta para a agilidade mental. Se os processos fossem mutuamente exclusivos, a prática pedagógica seria simplista: ou se faz um, ou se faz outro.

No entanto, a visão de Ausubel como um contínuo implica que o professor precisa de estratégias para "elevar" a aprendizagem mecânica a um nível significativo, revisitando conteúdos memorizados com novas conexões ou contextualizando fórmulas.

Em termos de retenção e aplicabilidade, a aprendizagem significativa é notavelmente mais duradoura e aplicável a novas situações, pois o conhecimento é integrado à estrutura cognitiva existente (Pelizzari et al., 2001 - 2002). Por outro lado, a aprendizagem mecânica é facilmente esquecida e sua aplicabilidade é limitada a contextos específicos nos quais foi memorizada (Pelizzari et al., 2001 - 2002).

Para ilustrar as diferenças entre esses dois tipos de aprendizagem, a Tabela 1 apresenta um comparativo detalhado:

Tabela 1 – **Comparativo entre Aprendizagem Significativa e Aprendizagem Mecânica**

Característica	**Aprendizagem Significativa**	**Aprendizagem Mecânica**
Ancoragem	Presente, com subsunçores (ideias-âncora) preexistentes na estrutura cognitiva.	Ausente; informações armazenadas de forma arbitrária.
Interação com Conhecimento Prévio	Substantiva (não-literal) e não-arbitrária, modificando mutuamente o novo e o pré-existente.	Ausente ou superficial; informações não interagem com a estrutura cognitiva.
Retenção	Duradoura e mais resistente ao esquecimento, pois o conhecimento está integrado.	Rápida; as informações são facilmente esquecidas.
Aplicabilidade	Ampla; o conhecimento pode ser aplicado a novas situações e contextos.	Limitada; aplicável apenas a situações idênticas ou muito semelhantes às que foram memorizadas.
Papel do Aluno	Ativo, protagonista na construção de significado, questionando e interpretando.	Passivo, receptor de informações; foco na memorização.

Fonte: Elaboração Própria

2.3 Condições para a Ocorrência da Aprendizagem Significativa

Para que a aprendizagem significativa se concretize, Ausubel estabelece duas condições essenciais que devem ser consideradas tanto na concepção do material de ensino quanto na postura do próprio aprendiz.

2.3.1 Material Potencialmente Significativo

O material de aprendizagem deve possuir um "potencial significativo" para o aluno (Ausubel, 2003; Pelizzari et al., 2001 - 2002). Isso implica que ele deve ser, primeiramente, *logicamente significativo*, ou seja, possuir uma estrutura interna coerente, organizada e não arbitrária. Em segundo lugar, deve ser *psicologicamente significativo*, o que significa que deve ser capaz de dialogar de maneira apropriada e relevante com o conhecimento prévio do estudante (Pelizzari et al., 2001 - 2002).

A distinção entre significado lógico e psicológico é crucial. Um material pode ser logicamente bem estruturado e impecavelmente organizado, mas se não houver subsunçores relevantes na estrutura cognitiva do aprendiz ou se o aluno não perceber a relevância e a conexão desse material com o que já sabe, não haverá significado psicológico. Isso implica que a qualidade intrínseca do material didático, por si só, não é suficiente para garantir a aprendizagem significativa; a ponte com o universo cognitivo do aluno é indispensável. A atribuição de significado é, em última análise, uma experiência individual e subjetiva; portanto, não existe um material, uma aula ou uma estratégia que seja intrinsecamente significativo para todos os alunos (Silva, 2020). Um livro didático de estatística pode ser logicamente consistente e bem-organizado. No entanto, se os conceitos apresentados não se conectarem com a realidade do aluno, suas experiências ou seus conhecimentos prévios, a aprendizagem tenderá a ser mecânica. Isso impõe

ao professor a responsabilidade de não apenas selecionar bons materiais, mas de ativamente mediá-los, tornando-os psicologicamente significativos para cada aluno.

2.3.2 Predisposição do Aprendiz para Aprender

A segunda condição essencial é a predisposição do aprendiz para aprender significativamente (Ausubel, 2003; Pelizzari et al., 2001 - 2002). Isso significa que o aluno deve ter a intenção e a disposição de relacionar o novo conhecimento de forma substantiva e não arbitrária com sua estrutura cognitiva existente. Sem essa predisposição, mesmo um material que seja potencialmente significativo pode acabar levando à aprendizagem mecânica, pois o aluno pode optar por apenas memorizá-lo de forma arbitrária e literal (Pelizzari et al., 2001 - 2002).

Embora o conhecimento prévio seja reconhecido como o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem (Silva, 2020), ele é apenas uma condição necessária, mas não suficiente, para que a aprendizagem significativa ocorra (Silva, 2020). A predisposição do aprendiz é o outro pilar indispensável. A predisposição do aprendiz para aprender é um fator subjetivo e volitivo, que transcende a mera apresentação de um bom material. Isso implica que o professor precisa atuar não apenas como um facilitador cognitivo, mas também como um agente motivacional, buscando conectar o conteúdo às experiências e interesses dos alunos para despertar essa disposição (Silva, 2020; Scielo). Ausubel aborda a questão da disposição para aprender, embora não a desenvolva plenamente em termos de motivação (Ausubel, 2003).

No entanto, estudos contemporâneos em neurociência e psicologia educacional, como os de (Immordino-Yang e Damasio, 2007), demonstram que as emoções são fundamentais para a motivação, o engajamento e a retenção do conhecimento (Immordino-Yang e Damasio, 2007). Essa lacuna na teoria original de Ausubel, referente à dimensão afetiva, foi posteriormente abordada por outros teóricos, como Joseph Novak, que incorporou aspectos afetivos à Teoria da Aprendizagem Significativa (Scielo).

2.4 Tipos de Aprendizagem Significativa

Ausubel classificou a aprendizagem significativa em três tipos distintos, que se diferenciam pela natureza do que está sendo aprendido e pela forma como o novo conhecimento é integrado à estrutura cognitiva do indivíduo. A hierarquia desses tipos de aprendizagem – Representacional, de Conceitos e Proposicional – revela uma progressão natural da cognição humana, do concreto ao abstrato, do simples ao complexo. Isso implica que a sequência didática deve respeitar essa progressão, construindo a base representacional antes de avançar para conceitos abstratos e, finalmente, para a compreensão de proposições complexas. Ignorar essa hierarquia pode levar à fragmentação do conhecimento e à aprendizagem mecânica, pois o aluno não terá a base necessária para construir significados mais elaborados.

2.4.1 Aprendizagem Representacional

Considerada o tipo mais básico de aprendizagem significativa, a aprendizagem representacional ocorre quando símbolos (como palavras, imagens ou sinais) adquirem significado para o aprendiz ao serem associados a objetos, eventos ou conceitos específicos que representam (Ausubel, 1963; Ausubel, 1968; Educa). Nesse processo, os símbolos passam a significar para o estudante o mesmo que seus referentes na realidade. Por exemplo, uma criança aprende que a palavra "cachorro" representa o animal que ela vê e interage. Este tipo de aprendizagem é fundamental, pois todos os outros tipos de aprendizagem significativa dependem dela como base (Ausubel, 1963; Ausubel, 1968).

2.4.2 Aprendizagem de Conceitos

A aprendizagem de conceitos é uma extensão da aprendizagem representacional. Ela se manifesta quando o aluno atribui significado a símbolos que representam regularidades em eventos, situações ou objetos (Ausubel, 1963; Ausubel, 1968; Educa) Este tipo de aprendizagem vai além de meramente nomear um objeto; ela permite ao aluno entender como o conceito estudado se relaciona com outros conceitos e qual é o seu significado geral e abstrato (Ausubel, 1963; Ausubel, 1968). Envolve, assim, a formação de ideias abstratas sobre o que um símbolo e um objeto representam (Ausubel, 1963; Ausubel, 1968).

2.4.3 Aprendizagem Proposicional

A aprendizagem proposicional é o tipo mais complexo de aprendizagem significativa. Ela se refere à aquisição de significados de ideias expressas por grupos de palavras combinadas em proposições ou sentenças (Ausubel, 1963; Ausubel, 1968; Educa). O significado de uma proposição não é simplesmente a soma dos significados de suas palavras ou conceitos individuais; ele emerge da relação entre esses elementos. Este tipo de aprendizagem envolve a compreensão das relações complexas entre conceitos expressos em uma frase ou afirmação, permitindo a construção de conhecimentos mais elaborados e a capacidade de inferir e raciocinar sobre eles (Ausubel, 1963; Ausubel, 1968). Por exemplo, compreender uma lei científica ou um teorema matemático envolve a aprendizagem proposicional.

A Tabela 2 sintetiza os tipos de aprendizagem significativa propostos por Ausubel, com exemplos aplicados ao contexto da estatística, relevante para a presente tese:

Tabela 2 – **Tipos de Aprendizagem Significativa de Ausubel**

Tipo de Aprendizagem	**Definição**	**Exemplo Pedagógico (Estatística)**
Representacional	Atribuição de significado a símbolos (palavras, imagens) associando-os a objetos ou eventos específicos que representam. É a base para os outros tipos.	Reconhecer o símbolo "$\bar{x}$" como a representação da média aritmética de uma amostra, ou o gráfico de barras como uma representação de frequências.
De Conceitos	Atribuição de significado a símbolos que representam regularidades em eventos ou objetos, compreendendo as características e relações do conceito.	Compreender que a "média" é uma medida de tendência central que representa o valor típico de um conjunto de dados, e como ela se relaciona com a "mediana" e a "moda".
Proposicional	Aquisição de significados de ideias expressas por grupos de palavras combinadas em proposições ou sentenças, compreendendo as relações entre conceitos.	Interpretar a proposição: "Um p-valor de 0.03 em um teste de hipóteses indica que há evidências estatisticamente significativas para rejeitar a hipótese nula, sugerindo que a diferença observada não é devido ao acaso".

Fonte: Elaboração Própria

2.5 Princípios Programáticos para Facilitar a Aprendizagem Significativa

Ausubel propôs estratégias didáticas específicas, denominadas princípios programáticos, com o objetivo de manipular a estrutura cognitiva do aprendiz e, assim, facilitar a ocorrência da aprendizagem significativa.

2.5.1 Organizadores Prévios (Advance Organizers)

Os organizadores prévios são materiais introdutórios apresentados antes do conteúdo principal de aprendizagem. Sua função primordial é servir como "pontes cognitivas" entre o que o aprendiz já sabe e o que ele deveria saber para que o novo material possa ser aprendido de forma significativa (Ausubel, 1960; Moreira, 2012). Diferentemente dos sumários, que geralmente são apresentados no mesmo nível de abstração e generalidade, os organizadores prévios são formulados em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade (Moreira, 2012).

A eficácia dos organizadores prévios reside em sua capacidade de ativar e preparar a estrutura cognitiva do aluno para a assimilação de novos conhecimentos, agindo como um "mapa conceitual" inicial que orienta a navegação pelo conteúdo. Isso implica que o professor não deve apenas "começar a aula", mas sim "preparar o terreno" cognitivo para a aprendizagem. Se o aluno é bombardeado com detalhes sem uma visão geral, a aprendizagem tende a ser fragmentada e mecânica. O organizador prévio, ao fornecer essa visão macro e ativar subsunçores relevantes, reduz a arbitrariedade da nova informação, prevenindo a sobrecarga da memória de trabalho do aluno e facilitando a formação de conexões significativas.

Existem dois tipos principais de organizadores prévios:

1) *Organizadores Expositivos:* São utilizados para material totalmente não familiar ao aprendiz. Sua função é fornecer "ideias âncora" e um "ponto de ancoragem inicial", formulados em termos do que o aprendiz já sabe em outras áreas do conhecimento, suprindo a falta de conceitos relevantes para o novo material (Ausubel, 1960; Moreira, 2012).

2) *Organizadores Comparativos:* São empregados para material relativamente familiar. Têm a função de integrar e discriminar novas informações de conceitos, ideias ou proposições que já existem na estrutura cognitiva do aprendiz e que são conceitualmente similares, mas que precisam ser diferenciados para evitar confusão (Ausubel, 1960; Moreira, 2012).

Os organizadores prévios fortalecem as estruturas cognitivas dos alunos, fornecem uma visão geral do tópico antes que os detalhes sejam apresentados e ajudam a relacionar novos conceitos ao conhecimento prévio existente, facilitando a subsunção (Ausubel, 1963; Ausubel, 1968).

2.5.2 Diferenciação Progressiva

A diferenciação progressiva é um princípio que orienta a organização do material de aprendizagem, recomendando que as ideias mais gerais e inclusivas de uma disciplina sejam apresentadas em primeiro lugar, para depois serem progressivamente diferenciadas em termos de detalhes e especificidades (Ausubel, 2003; Ronca e Escobar, 1980).

Este princípio baseia-se na lógica cognitiva de que a aquisição de conhecimento pelos seres humanos ocorre de forma mais eficaz quando se parte de um todo mais inclusivo para, então, detalhar seus aspectos diferenciados. É mais fácil para o cérebro compreender as partes de um todo que já foi apreendido do que tentar construir o todo a partir de partes isoladas e diferenciadas (Ronca e Escobar, 1980). A diferenciação progressiva é uma estratégia para combater a fragmentação do conhecimento, garantindo que o aluno sempre tenha uma "visão do todo" antes de se aprofundar nos detalhes. Isso implica que currículos e materiais didáticos organizados linearmente, que progridem do "simples ao complexo" ou do "fácil ao difícil", são "lógicos, mas não psicológicos" (Moreira, 2012), e podem inibir a aprendizagem significativa. Muitos livros didáticos seguem essa organização linear e cronológica (Moreira, 2012). Contudo, do ponto de vista cognitivo, é mais eficaz que o aluno tenha uma visão geral do que é importante (o "quadro geral") e só então diferencie e reconcilie os significados (Ausubel, 2003; Ronca e Escobar, 1980). Na aplicação, a diferenciação progressiva deve explorar explicitamente as relações entre proposições e conceitos, destacando

diferenças e semelhanças (Ronca e Escobar, 1980).

2.5.3 Reconciliação Integradora

A reconciliação integradora é um processo que ocorre simultaneamente à diferenciação progressiva e é fundamental para a dinâmica da estrutura cognitiva durante a aprendizagem significativa (Ausubel, 2003; Ronca e Escobar, 1980). Este princípio envolve a eliminação de diferenças aparentes, a resolução de inconsistências, a integração de significados e a realização de superordenações, ou seja, a identificação de conceitos mais abrangentes que englobam outros (Ausubel, 2003; Ronca e Escobar, 1980). Sua função é auxiliar o aluno a ter uma visão global do assunto estudado, estabelecendo ligações entre ideias semelhantes e suas diferenças, e conectando conteúdos novos com os já apresentados anteriormente e até com aqueles que ainda serão abordados (Ronca e Escobar, 1980).

Tabela 3 – **Princípios Programáticos da Teoria da Aprendizagem Significativa**

Princípio	**Definição**	**Função/Objetivo**	**Exemplo Pedagógico (Ensino de Estatística)**
Organizadores Prévios	Materiais introdutórios, apresentados antes do conteúdo, em um nível mais alto de abstração e generalidade.	Servir como "pontes cognitivas"entre o conhecimento prévio do aluno e o novo material, ativando subsunçores relevantes e fornecendo uma visão geral.	Antes de introduzir as medidas de tendência central (média, mediana, moda), apresentar um estudo de caso prático onde a análise de dados é crucial, como a interpretação de uma pesquisa de opinião sobre hábitos de consumo de adolescentes.
Diferenciação Progressiva	Apresentação das ideias mais gerais e inclusivas de uma disciplina primeiro, para depois diferenciá-las em detalhes e especificidades.	Respeitar a sequência natural de aquisição de conhecimento humano (do todo para as partes), combatendo a fragmentação do saber.	Introduzir o conceito geral de "variabilidade" em um conjunto de dados e sua importância, antes de detalhar e calcular medidas específicas como amplitude, variância e desvio padrão.
Reconciliação Integradora	Processo de eliminar diferenças aparentes, resolver inconsistências, integrar significados.	Promover uma visão global e coesa do assunto, estabelecendo ligações entre ideias.	Após ensinar diferentes tipos de gráficos (barras, setores, histogramas), discutir em que cada um é mais adequado para diferentes tipos de dados e propósitos, e como todos servem ao objetivo comum de visualização e comunicação de informações estatísticas.

Fonte: Elaboração Própria

2.6 Implicações Pedagógicas e o Papel do Educador

A Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel traz implicações profundas para a prática pedagógica, redefinindo as funções tanto do professor quanto do aluno no processo de ensino-aprendizagem.

2.6.1 O Papel do Professor na Promoção da Aprendizagem Significativa

Na perspectiva ausubeliana, o professor deixa de ser um mero transmissor de informações para assumir o papel de facilitador e mediador da aprendizagem (Pelizzari et al., 2001 - 2002; Rocha et al., 2025). Sua principal tarefa é criar as condições necessárias para que a aprendizagem significativa ocorra, o que inclui a seleção e adoção de materiais e estratégias potencialmente significativas (Silva, 2020; Scielo).

É fundamental que o docente se dedique a identificar e valorizar os conhecimentos prévios dos alunos, uma vez que estes servem como base e "âncoras" para a assimilação de novos saberes (Pelizzari et al., 2001 - 2002; Rocha et al., 2025). A escuta ativa e a promoção da circulação da palavra em sala de aula são estratégias essenciais para que o professor possa mapear os significados que os estudantes já possuem sobre um determinado tema (Silva, 2020; Scielo). O papel do professor evolui de um "transmissor de conteúdo" para um "designer de experiências de aprendizagem significativas". Isso implica uma mudança de foco do "o que ensinar" para "como o aluno aprende", exigindo do professor uma profunda compreensão da estrutura cognitiva dos alunos e a capacidade de adaptar suas estratégias. Se o conhecimento prévio é o principal fator que influencia a aprendizagem (Ausubel, 1968), o professor precisa ser um "investigador" do que o aluno já sabe, o que pode ser um desafio em turmas grandes (Jonassen, 1991).

Adicionalmente, o professor deve estimular a reflexão crítica, o questionamento e a interpretação dos fatos, promovendo a negociação de significados em vez da mera transmissão unilateral (Pelizzari et al., 2001 - 2002; Rocha et al., 2025). A comunicação do educador também é um elemento-chave: ela deve ser eficaz, utilizando uma linguagem que desafie o aluno, o leve à reflexão e o conecte ao novo conhecimento através de termos familiares e relevantes para sua realidade (Pelizzari et al., 2001 - 2002). A paixão do professor pela sua área de conhecimento e sua capacidade de encantar podem ser cruciais para despertar o interesse genuíno do aluno e sua predisposição para aprender significativamente (Pelizzari et al., 2001 - 2002).

2.6.2 O Papel Ativo do Aluno

Na Teoria da Aprendizagem Significativa, o aluno é colocado no centro do processo, atuando como agente ativo e protagonista na construção de seu próprio conhecimento (Pelizzari et al., 2001 - 2002; Dos Santos e De Menezes, 2020). Os conhecimentos adquiridos não devem ser uma mera cópia ou repetição do que é formulado pelo professor ou pelo livro-texto, mas sim uma reelaboração pessoal, que reflita a interação substantiva com sua estrutura cognitiva (Pelizzari et al., 2001 - 2002).

O aluno, na TAS, não é um recipiente passivo, mas um construtor ativo de seu próprio significado. Isso implica que metodologias que promovem a participação ativa, como a resolução de problemas, o desenvolvimento de projetos e as discussões em grupo, são mais alinhadas à teoria, pois permitem ao aluno interagir e reestruturar seu conhecimento (Dos Santos e De Menezes, 2020). Se o aluno é um agente ativo, a mera escuta passiva não é suficiente para a aprendizagem significativa. A teoria exige que o aluno se engaje cognitivamente, questionando, interpretando e conectando as novas informações.

A intervenção educativa, portanto, deve visar a que o aluno não apenas "saiba" (conhecimento declarativo) e "saiba fazer" (conhecimento processual), mas principalmente que "aprenda a aprender", desenvolvendo autonomia na busca, na construção e na aplicação do conhecimento (Pelizzari et al., 2001 - 2002; Costa, 2017).

2.6.3 Contribuições para o Desenvolvimento Curricular

A Teoria da Aprendizagem Significativa oferece valiosas diretrizes para o desenvolvimento curricular. Ela sugere que os currículos devem transcender a mera seleção de conteúdos a serem ensinados, instituindo princípios que orientem o tratamento pedagógico e promovam a formação de um sujeito capaz de intervir ativamente em seu meio social (Rocha et al., 2025; Silva et al., 2017).

A teoria enfatiza a estrutura e o papel dos sistemas conceituais de uma disciplina, recomendando que os conceitos sejam apresentados em uma ordem hierárquica de inclusividade para facilitar a aprendizagem e a retenção (Moreira e Masini, 2012). Além disso, a TAS apoia a criação de conexões explícitas entre diferentes disciplinas e entre o conteúdo escolar e a realidade dos alunos, promovendo uma visão integrada e holística do conhecimento (Silva et al., 2017; Rocha et al., 2025). A TAS não é apenas uma teoria de aprendizagem, mas um paradigma para o *design* curricular, que prioriza a relevância e a interconexão do conhecimento em detrimento da mera listagem de tópicos. Isso implica que o desenvolvimento curricular deve ser um processo dinâmico, que constantemente busca a "reconciliação integradora" entre os saberes e a "diferenciação progressiva" dos conceitos. Se o aprendizado é sobre a construção de significado e a interação com subsunçores, então o currículo não pode ser uma "lista de compras" de conteúdos. Ele deve ser pensado como uma rede interconectada de conceitos, onde a hierarquia e as relações são explícitas.

2.7 Críticas e Desenvolvimentos Posteriores da Teoria

Embora a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel tenha sido amplamente reconhecida e aplicada, ela também foi alvo de críticas e deu origem a importantes desenvolvimentos e expansões por outros teóricos, que buscaram complementar suas lacunas.

2.7.1 Limitações e Debates sobre a Teoria de Ausubel (Foco Verbal, Emoções, Aplicação Prática)

Uma das críticas mais frequentes à teoria de Ausubel é seu foco quase exclusivo na aprendizagem verbal, negligenciando outras formas importantes de aprendizagem, como a visual, cinestésica e musical (Mayer, 2002; Silva et al., 2017). Educadores e pesquisadores argumentam que a aprendizagem envolve múltiplas funções sensoriais e cognitivas, e que uma abordagem mais holística seria mais eficaz para atender à diversidade de estilos de aprendizagem presentes nas salas de aula modernas (Mayer, 2002). As críticas à TAS, especialmente sobre o foco verbal e a negligência das emoções, revelam uma tensão entre a clareza conceitual de uma teoria e sua aplicabilidade holística na complexidade da sala de aula. Isso não desmerece a teoria, mas aponta para a necessidade de complementá-la com outras abordagens pedagógicas. Ausubel, como psicólogo cognitivo, concentrou-se no processamento da informação verbal. Contudo, a aprendizagem humana é multifacetada.

Outra limitação apontada é a negligência das emoções na aprendizagem. Ausubel concentrou-se predominantemente na estrutura cognitiva e nos aspectos intelectuais da aprendizagem, sem dar a devida atenção ao papel das emoções na motivação, engajamento e retenção do conhecimento (Immordino-Yang e Damasio, 2007; Silva et al., 2017). Estudos contemporâneos em neurociência e psicologia educacional demonstram que as emoções são fundamentais para esses processos (Immordino-Yang e Damasio, 2007).

Além disso, apesar de sua solidez teórica, a aplicação prática da TAS pode ser desafiadora para professores. A dificuldade reside, em parte, na identificação eficaz do conhecimento prévio dos alunos, especialmente em turmas grandes e diversificadas, onde a bagagem educacional e as experiências são variadas (Jonassen, 1991; Scielo).

O conceito de aprendizagem significativa, em sua transposição didática para o ambiente escolar, pode sofrer "recontextualizações" e "deformações" inevitáveis devido à própria dinâmica escolar. Isso pode gerar uma polissemia do conceito, que nem sempre guarda relação com as proposições originais da teoria (Moreira, 2012; Redalyc).

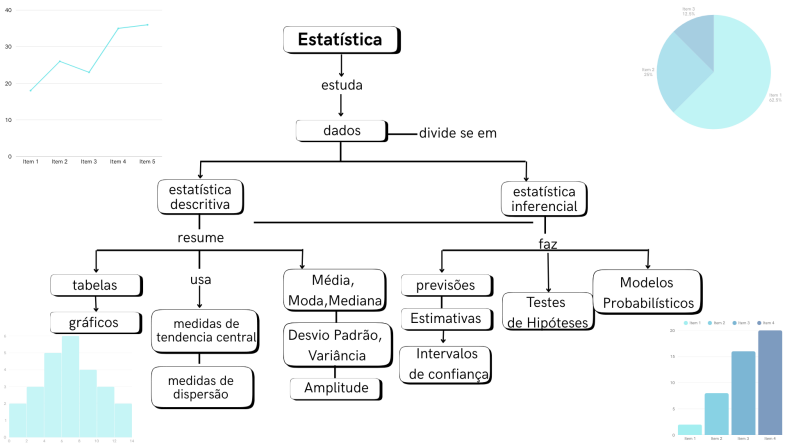
2.7.2 A Contribuição de Joseph Novak e Bob Gowin: Mapas Conceituais e o V Heurístico

As limitações da teoria de Ausubel, especialmente no que tange à dimensão afetiva e à aplicação prática, foram abordadas por colaboradores e sucessores. Joseph D. Novak, amigo e colaborador de Ausubel, desempenhou um papel crucial no refinamento e na divulgação da teoria, acrescentando aspectos afetivos e conferindo um caráter mais humanista à TAS (Scielo; Fucamp). Novak é globalmente reconhecido pelo desenvolvimento dos Mapas Conceituais (MCs) na década de 1970 (Novak, 1981; Fucamp).

Os *Mapas Conceituais* são representações gráficas de um conjunto de conceitos em duas dimensões, que evidenciam as relações significativas entre eles (Novak, 1981; Fucamp). Eles servem como recursos estratégicos para a aprendizagem, ajudando a organizar e representar o conhecimento, identificar concepções equivocadas e promover a negociação de significados (Pelizzari et al., 2001 - 2002; Fucamp). A contribuição de Novak com os Mapas Conceituais é uma resposta prática e visual à crítica do foco excessivo na aprendizagem verbal de Ausubel. Os MCs permitem a representação não-linear e hierárquica do conhecimento, facilitando a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora de forma visual, o que pode ser extremamente útil no ensino de estatística para organizar conceitos e suas interconexões.

Bob Gowin, em colaboração com Novak, propôs o *V Heurístico* (ou Diagrama em V), um instrumento que visa ajudar as pessoas a compreender a estrutura do conhecimento e o processo de sua construção (Novak e Gowin, 1984; Semiárido de Visu). O V Heurístico é uma ferramenta que integra o domínio conceitual (teorias, princípios, conceitos) e o domínio metodológico (eventos, objetos, registros, transformações, afirmações de conhecimento e valor), auxiliando na análise de eventos educativos e na produção de conhecimento (Semiárido de Visu). O V Heurístico de Gowin, ao integrar o domínio conceitual e metodológico, proporciona uma estrutura metacognitiva para o processo de aprendizagem e pesquisa. Isso significa que, ao invés de apenas aprender conceitos, o aluno aprende *sobre como o conhecimento é construído*, o que é fundamental para o desenvolvimento da criticidade e da autonomia intelectual. A capacidade de "aprender a aprender criticamente" (Moreira, 2010) é um desenvolvimento crucial da TAS, e o V Heurístico de Gowin facilita isso ao explicitar os elementos envolvidos na construção do conhecimento, desde os eventos observados até as afirmações de valor. Observe abaixo um exemplo de mapa conceitual para citar os principais conceitos abordados em estatística.

Figura 1 – **Exemplo de mapa Conceitual**



Fonte: Elaboração Própria

3 Sequência Didática Potencialmente Significativa

3.1 O que são Unidades de Ensino Potencialmente Significativa?

As Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) são um conceito desenvolvido por (Moreira e Masini, 2006) dentro da Teoria da Aprendizagem Significativa. Essas unidades são estruturas de aprendizagem que têm o potencial de serem assimiladas de forma significativa pelos alunos, pois estão relacionadas com seu conhecimento prévio e são organizadas de maneira lógica e clara. Para serem consideradas UEPS, as unidades de ensino devem estabelecer pontes cognitivas entre os novos conceitos a serem ensinados e o conhecimento que os alunos já possuem, facilitando a construção de significados e a retenção do aprendizado. O objetivo das UEPS é estimular a aprendizagem significativa, promovendo a conexão e a compreensão profunda dos conceitos.

Para criar uma UEPS, os seguintes princípios devem ser rigorosamente observados (Moreira, 2011):

1. Os conteúdos apresentados devem ser relevantes e significativos para os alunos, relacionando-se com suas experiências e interesses.
2. Os conceitos devem ser apresentados de forma organizada e hierárquica, facilitando a compreensão e a conexão entre eles. É importante ativar o conhecimento prévio dos alunos, fazendo conexões entre os novos conceitos e o que eles já sabem.
3. Os novos conceitos devem ser apresentados de forma coerente e lógica, facilitando a compreensão e a assimilação.
4. Incentivar a reflexão e a metacognição dos alunos durante o processo de aprendizagem, estimulando-os a pensar sobre seu próprio pensamento e compreensão.
5. Promover a interação e a colaboração entre os alunos, proporcionando oportunidades para a discussão e a construção coletiva do conhecimento.

Ao observar esses princípios e considerar as necessidades e características dos alunos, é possível criar uma UEPS que favoreça a aprendizagem significativa e estimule o desenvolvimento cognitivo e intelectual dos estudantes.

Outra parte importante em uma UEPS é que ela precisa ser avaliada. A avaliação da aprendizagem através da UEPS deve ser feita ao longo de sua implementação, registrando tudo que possa ser considerado evidência de aprendizagem significativa do conteúdo trabalhado; além disso, deve haver uma avaliação somativa individual na qual deverão ser propostas questões/situações que impliquem compreensão, que evidenciem captação de significados e, idealmente, alguma capacidade de transferência.

A avaliação do desempenho do aluno na UEPS deverá estar baseada, em pé de igualdade, tanto na avaliação formativa (situações, tarefas resolvidas colaborativamente, registros do professor, durante o processo) como na avaliação somativa; a UEPS somente será considerada exitosa se a avaliação do desempenho dos alunos fornecer evidências de aprendizagem significativa (captação de significados, compreensão, capacidade de explicar, de aplicar o conhecimento para resolver situações- problema). A

aprendizagem significativa é progressiva, o domínio de um campo conceitual é progressivo; por isso, a ênfase em evidências, não em comportamentos finais.

Portanto, a avaliação da aprendizagem significativa não pode ser apenas somativa (final); deve ser também formativa (durante o processo) e recursiva (aproveitando o erro), permitindo que o aluno refaça as tarefas de aprendizagem. A avaliação baseada apenas em respostas corretas cobradas com instrumentos de medida é comportamentalista. Avaliar não é o mesmo que medir.

No desenvolvimento de uma unidade de ensino potencialmente significativa é possível incorporar:

1. a proposta de Gowin (Moreira, 2013) de utilizar mapas conceituais, conhecidos como V, com a finalidade de ilustrar não apenas os conceitos e sua relação, mas também as relações entre aqueles conceitos e as evidências que os sustentam. Gowin entende que a aprendizagem significativa não envolve simplesmente a conexão de novas informações ao conhecimento prévio, mas também a compreensão da estrutura e do contexto por trás desse conhecimento.
2. novas técnicas de ensino que promovam a aprendizagem significativa. Essas novas técnicas podem incluir estratégias como a aprendizagem baseada em projetos, a aprendizagem colaborativa, o uso de tecnologia educacional, a gamificação (uso das dinâmicas e mecânicas dos jogos com o objetivo de engajar pessoas), resolução de problemas, modelagem matemática, entre outras abordagens.

(Moreira, 2011), a partir dos princípios enumerados acima e de uma filosofia educacional define o seguinte conjunto sequencial de procedimentos que caracterizam uma UEPS (Ausubel et al, 1983):

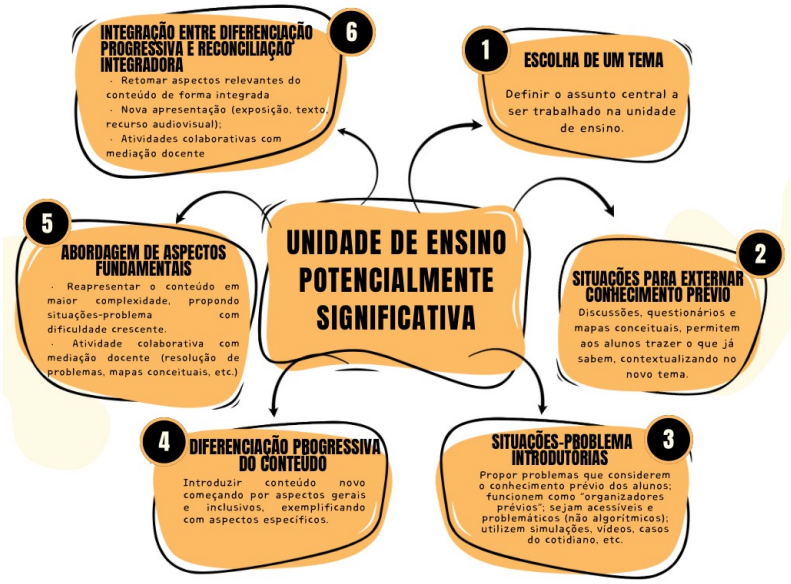
1. Escolha de um tema a ser abordado na unidade de ensino.
2. Criar ou propor situações que viabilizem ao aluno externar seu conhecimento prévio em relação ao tema (Discussão, questionário, mapa conceitual, mapa mental, situação-problema, etc. que leve o aluno a externar seu conhecimento prévio, aceito ou não no contexto do tema de ensino, supostamente relevante para a aprendizagem significativa do tema).
3. Propor situações-problema em nível introdutório em relação ao conteúdo (conceito novo) a ser abordado (Situações-problema em nível introdutório que levem em conta o conhecimento prévio do aluno. Isto é para preparar o terreno para introduzir o conhecimento novo que se pretende ensinar. As situações-problemas podem envolver, desde já, o tema em questão, mas não para começar a ensiná-lo. Estas situações-problema podem funcionar como organizadores prévios. Observe que são as situações-problema que dão sentido ao novo conhecimento, mas para isso, o aluno deve percebê-las como problemas e deve ser capaz de modelá-las mentalmente; modelos mentais são funcionais para o aprendiz e resultam da percepção e de conhecimentos prévios (invariantes operatórios); estas situações-problema iniciais podem ser propostas através de simulações computacionais, demonstrações, vídeos, problemas do cotidiano, representações veiculadas pela mídia, problemas clássicos da matéria de ensino, etc., mas sempre de modo acessível e problemático, i.e., não como exercício de aplicação rotineira de algum algoritmo).
4. Apresentar elementos do conteúdo novo considerando diferenciação progressiva (Trabalhado as situações iniciais, apresentar o conhecimento a ser ensinado e aprendido. levando em consideração a diferenciação progressiva, ou seja, começando com aspectos mais gerais, inclusivos, dando uma visão inicial do todo, do que é mais importante na unidade de ensino e, exemplificando e abordando aspectos específicos; a estratégia de ensino pode ser, por exemplo, uma breve exposição oral seguida de atividade colaborativa em pequenos grupos que, por sua vez, deve ser seguida de atividade de apresentação ou discussão em grande grupo).

5. Ao apresentar o conhecimento novo, direcionar o foco para aspectos fundamentais e gerais do mesmo (Em seguida, abordar os aspectos mais gerais (aquilo que efetivamente se pretende ensinar) do conteúdo realizando uma nova apresentação (que pode ser uma breve exposição oral, de um recurso computacional, um texto, etc.), porém em nível mais alto de complexidade em relação à primeira exposição. As situações-problema devem ser propostas em níveis crescentes de dificuldades; dar novos exemplos, destacar semelhanças ou diferenças com relação a exemplos e situações já trabalhadas, ou seja, promover a reconciliação integradora; Após a segunda apresentação, propor uma outra atividade colaborativa que leve os alunos a interagir socialmente, negociando significados, tendo o professor como mediador. Esta atividade pode ser a resolução de problemas, a construção de um mapa conceitual ou um diagrama V, um experimento de laboratório, um pequeno projeto, etc., mas deve necessariamente, envolver negociação de significados e mediação docente).

6. Fazer uma associação entre diferenciação progressiva e reconciliação integradora, por meio de um conjunto de atividades ou ações (Para concluir a unidade de ensino proposta, dar continuidade ao processo de diferenciação progressiva retomando as características mais relevantes do conteúdo novo, porém de uma perspectiva integradora, isto é, buscando a reconciliação integradora. isso deve ser feito através de nova apresentação dos significados que pode ser, outra vez, uma breve exposição oral, a leitura de um texto, o uso de um recurso computacional, um áudio visual, etc.; o importante não é a estratégia, em si, mas o modo de trabalhar o conteúdo da unidade; após esta terceira apresentação, novas situações-problema devem ser propostas e trabalhadas em níveis mais altos de complexidade em relação às situações anteriores; essas situações devem ser resolvidas em atividades colaborativas e depois apresentadas e/ou discutidas em grande grupo, sempre com a mediação do docente).

Observe abaixo um mapa conceitual que descreve a criação de uma UEPS de forma organizada para fácil visualização:

Figura 2 – **Passo a passo para a criação de uma UEPS**



Fonte: Elaboração Própria

(Moreira, 2011) recomenda que a avaliação da aprendizagem deve dar-se de forma continuada, especialmente a partir do sexto passo acima. Ela pode ser tanto formativa, quanto somativa, por meio de questões ou situações que impliquem compreensão, atribuição de significado e capacidade de transferência (Ausubel et al, 1983).

A proposta de sequência didática realizada neste trabalho tem como objetivo favorecer a aprendizagem significativa do conceito de distribuição normal por estudantes do Ensino Médio, a partir dos pressupostos de Ausubel (2003) e das contribuições de Moreira (2011) sobre as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS). Nesse sentido, a sequência inicia-se com a apresentação de uma situação narrativa que atua como organizador prévio: imagine que você vai medir a altura de mil pessoas. Algumas são muito baixas, outras muito altas, mas a maioria se concentra em torno de um valor "médio". Como descrever graficamente essa situação? Para responder a essa questão, pode-se mostrar aos alunos um histograma real ou simulado, no qual eles perceberão que a maior parte dos valores se concentra no centro, enquanto poucos valores aparecem nas extremidades. Este recurso introdutório pode não só aproximar os estudantes de um contexto familiar, como também colocar em pauta e mobilizar seus conhecimentos prévios sobre estatística básica em torno de medidas de tendencia central e gráficos num contexto mais acessível e próximo do que ele pode vislumbrar enquanto estudante de algo que pode estar em seu cotidiano.

4 Sequência Didática Baseada na Teoria da Aprendizagem Significativa com Foco na Distribuição Normal

A estatística é uma área da matemática que se dedica à coleta, análise, interpretação e apresentação de dados. Um de seus objetivos práticos está na extração de informações relevantes de conjunto de dados e contribuição em tomada de decisões nas mais diversas áreas do conhecimento. Tradicionalmente a estatística é dividida em:

1) *Estatística Descritiva*: Trata da organização e resumo dos dados por meio de tabelas, gráficos e medidas de tendência Central e de Dispersão: como média, moda, mediana e desvio padrão.
2) *Estatística Inferencial*: Busca fazer previsões sobre uma população com base em uma amostragem significativa, utilizando conceitos como probabilidade, estimativas e testes de hipóteses.

O estudo de estatística toma forma quando é possível estabelecer características comuns a variáveis aleatórias. Variáveis aleatórias são funções que relacionam valores numéricos a experimentos aleatórios, por exemplo, numa jogada de dado honesto de 6 faces em que os resultados possíveis são números de 1 até 6 dizemos que a variável X pode assumir os valores 1, 2, 3, 4, 5 ou 6, ou ainda, $X = \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$, uma variável aleatória discreta que tem como função de probabilidade $f(X = x) = \frac{1}{6}$, e através dessa expressão é possível calcular qualquer evento dentro do domínio X, a esse tipo de variável aleatória é dado o nome de **distribuição uniforme discreta**, onde todos valores que a variável pode assumir tem mesma probabilidade de ocorrer. Essa distribuição pode modelar problemas simples como o número a ser sorteado em bilhetes numerados, retirada de cartas de um baralho, ou num cara ou coroa.

Outro exemplo de variável aleatória discreta pode ser seguindo um experimento aleatório simples como contar o tempo de espera de um individuo numa fila, esse tempo no geral pode ser contado em minutos ou mesmo em segundos de forma que recebemos um valor inteiro para facilitar, assim uma variável aleatória descreva esse experimento pode ser $X = \{1, 2, 3, ..., 60, 61, 62, ..., 720, 721, ...\}$, um conjunto discreto e enumerável. É notável que a probabilidade de ser atendido em 10 segundo é diferente da probabilidade de ser atendido em 720 segundos, o que diferencia do exemplo anterior onde os eventos singulares são todos equiprováveis, então a função que descreva esse modelo precisa levar em conta uns fatores a mais, e deveria ser feito um trabalho de testes e simulações para se chegar a uma formula fechada. Para esse tipo específico de variável aleatória associamos ao modelo de distribuição de Poisson que tem como função de probabilidades

$$P(X = k) = \frac{e^{-\lambda}\,\lambda^k}{k!}, \quad k = 0, 1, 2, \ldots$$

Onde k seria um número inteiro oriundo da variável aleatória X e λ uma constante associada ao experimento e depende de observação, no caso do exemplo das filas deveríamos fazer coleta de dados para estabelecer uma média de atendimento a cada intervalo de tempo, por exemplo, se o tempo médio para atender uma pessoa foi de 180 segundos então o parâmetro $\lambda = 1/180$. A distribuição Poisson foi descoberta por Siméon Denis Poisson (1781–1840) e é um modelo probabilístico adequado para várias situações cotidianas como Chamadas telefônicas por unidade de tempo;

- Defeitos por unidade de área;

- Acidentes por unidade de tempo;
- Chegada de clientes a um supermercado por unidade de tempo;
- Número de glóbulos visíveis ao microscópio por unidade de área;
- Número de partículas emitidas por uma fonte de material radioativo por unidade de tempo.

As distribuições anteriores modelam situações onde a variável aleatória é enumerável, existem ainda as variáveis contínuas que dependem de intervalos para serem descritas como por exemplo, medidas de comprimento em que a probabilidade de se encontrar uma pessoa com exatos 1,59 metros de altura é inviável dentro de um modelo desse tipo, então seria mais prático tratar a situação em intervalos curtos, outros exemplos poderiam vir de unidades de massa ou volume em industrias buscando precisão na fabricação em larga escala de certos produtos que dependem de maquinário. A essas variáveis aleatórias estão associadas as funções **densidade** de probabilidade, onde o domínio dessas funções dependem de valores num conjunto **denso** como é o conjunto dos números reais. Como exemplo, uma distribuição muito aplicável em situações do cotidiano e tem como base variáveis contínuas é a distribuição normal e será o foco desse estudo conjuntamente da sequência didática.

O estudo da distribuição normal, enquanto ferramenta estatística, tem como objetivo a modelagem de situações em diversas áreas das ciências ou situações cotidianas, sobretudo na representação de fenômenos naturais, nos quais apresenta ampla aplicabilidade como modelo probabilístico.

Entre suas aplicações mais recorrentes, destacam-se a análise de características biométricas, como altura e peso; a mensuração de desempenhos em avaliações educacionais padronizadas, como testes e simulados; a modelagem de retornos de investimentos e a análise de riscos financeiros; modelos de variações naturais, como temperatura, precipitação e intensidade dos ventos ao longo do tempo, entre outras possibilidades.

Além disso, a distribuição normal exerce um papel fundamental em estudos que envolvem amostragem e inferência estatística, permitindo estimar e analisar tendências dos dados com relativa precisão, além de prever comportamentos em diferentes contextos científicos e sociais.

Uma característica marcante da Distribuição Normal está em sua representação gráfica, que se dá em formato de sino. Esse gráfico é simétrico em torno dos valores médios e indica que a normalidade está presente em diversos conjuntos de dados, mostrando que, à medida que nos afastamos da média, a frequência de valores se torna escassa, enquanto há um acúmulo de valores em torno do valor central. Tais características podem ser observadas em tabelas e gráficos modelados por meio da distribuição normal, sendo conceitos plenamente aplicáveis em sala de aula nas etapas finais do ensino médio, desde que os estudantes já tenham tido contato com alguns tópicos de estatística básica e sobre probabilidades.

4.1 Sequência Didática

Como o objetivo de alinhar o que os alunos precisam desenvolver dentro das competências descritas pela BNCC na etapa do ensino médio sobre Probabilidade e Estatística e os meios para desenvolve-las em sala de aula, uma possibilidade é a elaboração de uma sequência didática.

> "Para o desenvolvimento de habilidades relativas à Estatística, os estudantes têm oportunidades não apenas de interpretar estatísticas divulgadas pela mídia, mas, sobretudo, de planejar e executar pesquisa amostral, interpretando as medidas de tendência central, e de comunicar os resultados obtidos por meio de relatórios, incluindo representações gráficas adequadas." (BRASIL, 2018, p. 269).

Além disso, dentro das competências específicas, onde estão listadas as habilidades para cada componente o texto da ênfase ao estudo direcionado a diferentes formas de registro e representação de soluções e resultados de problemas, de modo ampliar o raciocínio lógico matemático frente a problemas que exijam interpretação de resultados. Nesse sentido podemos trazer como conhecimentos que margeiam esses objetivos o uso de Tabelas de Frequências, Histogramas, Média aritmética, Desvio Padrão e no caso de Distribuições de Variáveis Contínuas, o gráfico da Função Densidade de Probabilidade, em que, pelo gráfico é possível verificar as chances de certo evento ocorrer apenas observando a área abaixo da curva para um determinado intervalo.

O uso de uma sequência didática vem como apoio para a construção passo a passo na estruturação pelo aluno das competências a serem trabalhadas, dentro do conceitos trazidos pela Teoria da Aprendizagem Significativa, temos a possibilidade de contemplar de maneira precisa diversas habilidades no âmbito da probabilidade e estatística. Segundo a BNCC as habilidades que são abrangidas em probabilidade e estatística são:

1) (EM13MAT408) Construir e interpretar tabelas e gráficos de frequências, com base em dados obtidos em pesquisas por amostras estatísticas, incluindo ou não o uso de softwares que inter-relacionem estatística, geometria e álgebra.

2) (EM13MAT409) Interpretar e comparar conjuntos de dados estatísticos por meio de diferentes diagramas e gráficos, como o histograma, o de caixa (box-plot), o de ramos e folhas, reconhecendo os mais eficientes para sua análise.

3) (EM13MAT311) Resolver e elaborar problemas que envolvem o cálculo da probabilidade de eventos aleatórios, identificando e descrevendo o espaço amostral e realizando contagem das possibilidades.

4) (EM13MAT312) Resolver e elaborar problemas que envolvem o cálculo de probabilidade de eventos em experimentos aleatórios sucessivos.

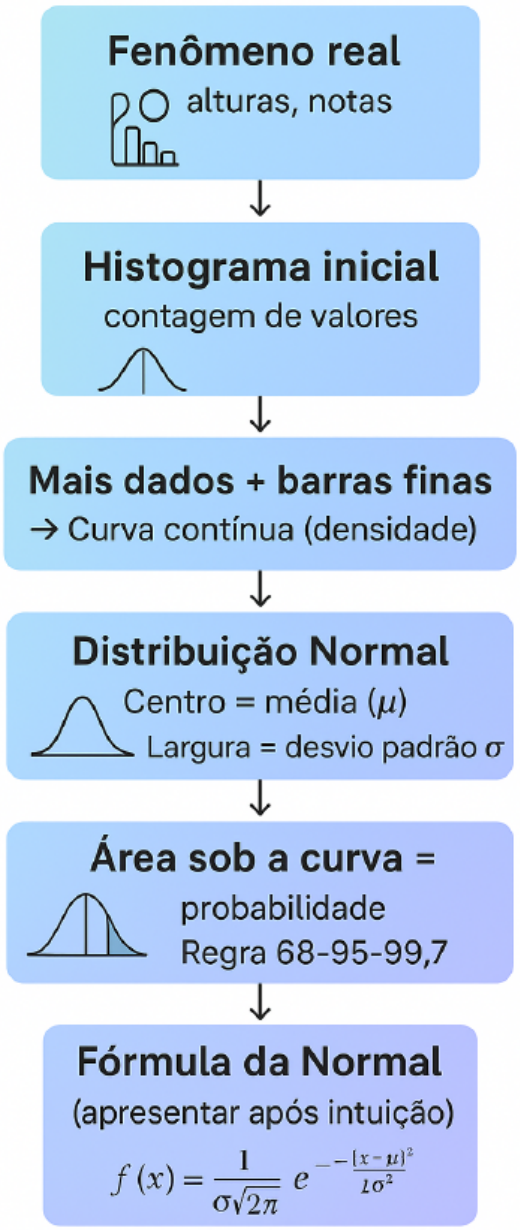
5) (EM13MAT316) Resolver e elaborar problemas, em diferentes contextos, que envolvem cálculo e interpretação das medidas de tendência central (média, moda, mediana) e das de dispersão (amplitude, variância e desvio padrão).

6) (EM13MAT202) Planejar e executar pesquisa amostral usando dados coletados ou de diferentes fontes sobre questões relevantes atuais, incluindo ou não, apoio de recursos tecnológicos, e comunicar os resultados por meio de relatório contendo gráficos e interpretação das medidas de tendência central e das de dispersão.

7) (EM13MAT102) Analisar gráficos e métodos de amostragem de pesquisas estatísticas apresentadas em relatórios divulgados por diferentes meios de comunicação, identificando, quando for o caso, inadequações que possam induzir a erros de interpretação, como escalas e amostras não apropriadas.

Abaixo segue um modelo gráfico da elaboração da sequência didática que será descrita passo a passo.

Figura 3 – **Modelo gráfico da sequência**



Fonte: Elaboração Própria

Dentro de uma organização seguindo esse tipo de estrutura podemos estabelecer o melhor caminho possível para o estudo desses tópicos afim da construção pelo aluno de cada uma das habilidades exigidas. A escolha de uma sequência didática se faz uma ótima possibilidade já que prevê, de maneira sistemática e organizada, um passo a passo de como a abordagem de certo conteúdo, ou conceitos, possa ser elaborada levando em conta conhecimentos prévios do estudante, conteúdos específicos, estratégias de aprendizagem e avaliação em uma ordem lógica que contribua para a construção do conhecimento pelo aluno onde, o professor contribui como mediador desses conhecimentos.

Sequência Didática Potencialmente Significativa

1) **Distribuição Normal e sua Aplicação no Cotidiano**

   Objetivos:

a) Compreender o conceito de distribuição normal e suas propriedades.

b) Relacionar a distribuição normal com fenômenos do cotidiano.

c) Interpretar e analisar dados utilizando a curva normal.

d) Desenvolver habilidades de pensamento estatístico e crítico.

2) **Diagnóstico dos Conhecimentos Prévios**

Afim de verificar os conhecimentos prévios do estudante para iniciar os conceitos a respeito de Distribuição Normal algumas definições anteriores são necessárias para melhor absorção de tópicos mais elaborados que viram a seguir, são esses:

a) **Leitura e interpretação de gráficos e tabelas**: Saber identificar e compreender informações em gráficos de colunas, histogramas, tabelas de frequência, interpretações a respeito dos dados, etc.

b) **Conceito de população e amostra**: Entender a diferença entre um conjunto total (População), o objeto de estudo da pesquisa e um subconjunto representativo (amostra), uma parte da população.

c) **Tipos de variáveis (Qualitativas e Quantitativas)**: Saber classificar variáveis e reconhecer quando se está lidando com dados quantitativos e seus tipos: contínuos ou discretos.

d) **Medidas de tendência central (Média Aritmética, Mediana e Moda)**: Essenciais para compreender as medidas de centro de um conjunto de dados e visualização num gráfico de barras, por exemplo.

e) **Medidas de dispersão (Desvio padrão, Variância e Amplitude)**: Ajudam a entender o espalhamento dos dados frente a valore médios, é fundamental para o conceito de "forma da curva" na distribuição normal.

f) **Noções básicas de probabilidade**: Ter uma ideia de chance ou frequência relativa, que ajudará futuramente a entender a área sob a curva normal para calculo de probabilidades em intervalos fechados.

Objetivo: Identificar nos alunos conceitos sobre estatística básica como: Leitura de gráfico, População e Amostra, Tipo de Variáveis, Medidas de Tendencia Central, Medidas de Dispersão e Noções De Probabilidade.

Atividade: Uma atividade prática para essa etapa poderia ser a análise pelos alunos de um conjunto de dados sobre o seguinte tema "Qual é a medida da altura de pessoas entre 15 e 17 anos?".

Estratégia: O tema, nesse sentido, por ser relativamente amplo, dá margem para discussões a respeito de conceitos básicos, como população e amostra, considerando que não é viável coletar dados de todas as pessoas do mundo nessa faixa etária.

Além disso, como nem todos possuem a mesma altura, o que dá a ideia de variável desses valores numéricos, também faria os alunos refletirem sobre a utilização do conceito de média aritmética ou de alguma divisão em intervalos de classes para representar essas alturas, e se essas alturas forem representadas em metros teremos a construção na cabeça do aluno do conceito de variáveis continuas melhor estruturado.

Dessa forma, a proposta se configura como uma excelente oportunidade de troca de ideias, mesmo que o objetivo inicial seja apenas definir o título da pesquisa. Espera-se que os alunos possam determinar

de forma mais precisa a amostragem dessa pesquisa restringindo a alunos da mesma turma, ou da mesma escola pelo menos, até mesmo separando entre meninos e meninas para facilitar a coleta de dados.

Após a definição do título, um segundo momento dessa atividade seria a coleta de dados das alturas dos presentes em sala, e nessa faixa de idade. Facilitaria e traria uma precisão melhor se tivesse uma fita métrica presente na aula para essa medição. Depois dessa coleta de dados os exercícios propostos seriam:

i. Organize os dados em Rol?
ii. Separe os dados em 5 classes de mesma amplitude? (Lembrando que cada um dos dados só pode estar em uma única classe).
iii. Construção do histograma relativo a esse conjunto de dados.

Após a etapa de organização dos dados passamos para a construção de um Histograma simplificado, devido a escolha arbitrária da amplitude e da quantidade de classes.

No histograma, cada barra agrupada representa a quantidade de observações ou pessoas que se encontram em determinada faixa de valores, como se fosse a frequência que esses valores aparecem no conjunto de dados. Esse gráfico organiza os dados e os apresenta de forma visual mostrando onde os valores estão mais concentrados e quais são mais escassos. Por exemplo, se medirmos alturas de alguns alunos, uma barra do histograma pode mostrar quantos alunos têm altura entre 1,60 m e 1,65 m e nesse intervalo agrupar todos os indivíduos nessa faixa de altura permitindo visualizar de maneira prática padrões e tendências na organização dos dados.

Quando aumentamos o número de medições e diminuímos a largura das barras, achatando os intervalos, o histograma passa a se parecer menos com degraus e mais com uma curva contínua suave a medida que reparticionamos os intervalos. Esse processo aproxima o gráfico de uma representação mais elaborada da distribuição dos valores, permitindo observar regiões onde os valores se agrupam e onde são mais frequentes. Assim a medida que diminuímos ainda mais o espaço entre os intervalos de modo a se aproximar de um limite tão próximo de um ponto na reta, podemos aprimorar a ideia de de contar diretamente "número de pessoas" e passamos a trabalhar regiões de probabilidade onde a chance de encontrar um valor próximo de X dentro de um intervalo pequeno pode ser associada ao cálculo da área abaixo de uma curva, que antes eram "degraus".

É nesse sentido que a Função Densidade de Probabilidade atua, funcionando como um mapa que indica e organiza onde os valores das variáveis são mais prováveis de ocorrer e onde são mais raros. Quanto mais alta a curvatura do sino, maior o agrupamento de valores naquela região. Para calcular a probabilidade desses valores em intervalos contínuos, consideramos a área da região abaixo da curva correspondente. Assim, podemos associar a função densidade de probabilidade a estudo de variáveis continuas através de contagens discretas em observações no gráfico de histograma e fornecendo uma visão mais completa da dispersão dos dados.

Para a terceira atividade temos duas opções, ou mostrar a construção do gráfico usando o software Excel, ou a plotagem poderia ser visualizada por inteligencia artificial e apresentado aos alunos por meio de um projetor no quadro. Uma terceira via seria o gráfico ser feito a mão livre na lousa, mas a essa teria o custo de tempo e fugiria do objetivo da aula, mesmo sendo uma alternativa.

O objetivo dessa terceira atividade seria visualizar e verificar informações como: Amplitude, Dispersão e formato do gráfico, que muito provavelmente se aproximaria de um gráfico de sino que seria posteriormente estudado mais a fundo. Temos também a possibilidade usando frequência relativa de discussão sobre a probabilidade de sorteando ao acaso um indivíduo aleatório de que este pertença a algumas das classes destacadas. Discussões essas feitas junto aos alunos para revisitar conceitos já

estudados sobre estatística básica.

3) **Contextualização e Problematização**

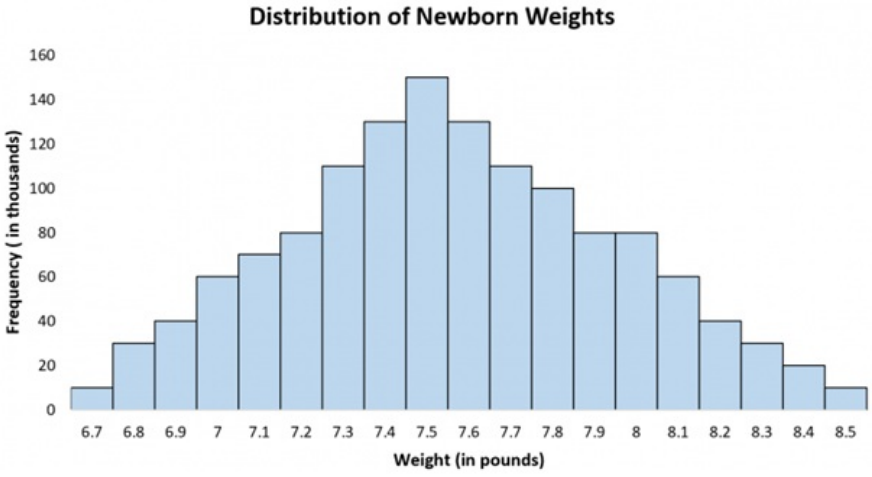
Atividade: A apresentação de situações reais que seguem uma distribuição normal é uma estratégia eficaz para tornar o ensino da Estatística mais significativo. Altura e peso dos estudantes da turma, notas obtidas em avaliação es objetivas de múltipla escolha, tempo gasto em corridas ou caminhadas, até análise sistemática de precipitação em determinados meses do ano, enfim dados obtidos por meio de experimentos aleatórios simples que não dependam de análises mais complexas ou de alto custo. Uma atividade que poderia ser realizada em sala de aula, por exemplo, seria explorar jogadas de dados, tempo médio de reação ao tentar segurar um objeto em queda com o uso de cronômetro, número de acertos ao arremessar bolinhas de papel em um cesto, tempo necessário para completar tarefas simples (como montar um quebra-cabeça ou escrever uma frase com temas pré-definidos), ou até o tempo de enchimento de balões. Também podem ser utilizados dados obtidos em pesquisas de opinião, como nível de satisfação ou preferência dos alunos sobre determinado assunto. Essas situações permitem observar padrões que se aproximam da distribuição normal.

Objetivo: Mostrar por meio de experimentos aleatórios simples que podemos abordar temas relativamente complexos sobre probabilidade e estatística, observando padrões que se aproximam de uma distribuição de probabilidades, no caso a normal. Ao garantir uma aproximação precisa de algum fenômeno descrito pelos dados coletados teremos a possibilidade de prever o comportamento de varáveis aleatórias através de modelos de distribuições de probabilidade, em que através de análise e interpretação de dados é possível tomada de decisão em caso de incertezas com maior garantia de sucesso.

Estratégia: Apresentar gráficos de barras, ou histogramas que apresentam o mesmo, ou se aproximam muito, do gráfico em forma de sino que é característico da função de densidade da distribuição normal. Se os temas desses gráficos tem alguma relação com o cotidiano, ou de certa forma está presente na cultura dos estudantes, teríamos certa empatia e aceitação para seguir explorando mais a fundo os demais conceitos relacionados.

Observe abaixo alguns temas para serem abordados e discutidos junto aos estudantes.

Figura 4 – **Pesos dos Bebês ao Nascer**

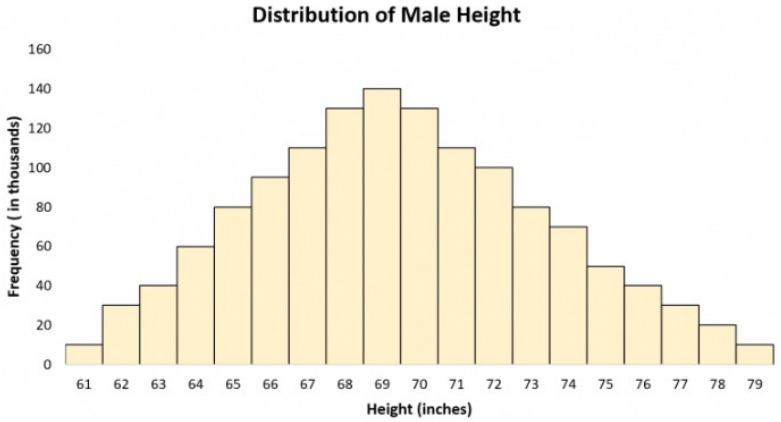


Fonte: Adaptado Statology, 2023

O gráfico acima é um gráfico de barras que relaciona os pesos de alguns bebês calculados assim que nascem, a tabela de frequências conta a quantidade de crianças nascidas com determinado intervalo

de peso, como já comum saber que o peso médio gira em torno de 7,5 libras, ou aproximadamente 3,4 quilogramas, podemos verificar pelo gráfico uma acumulação de valores em torno desse número, ou ainda, dessa média .

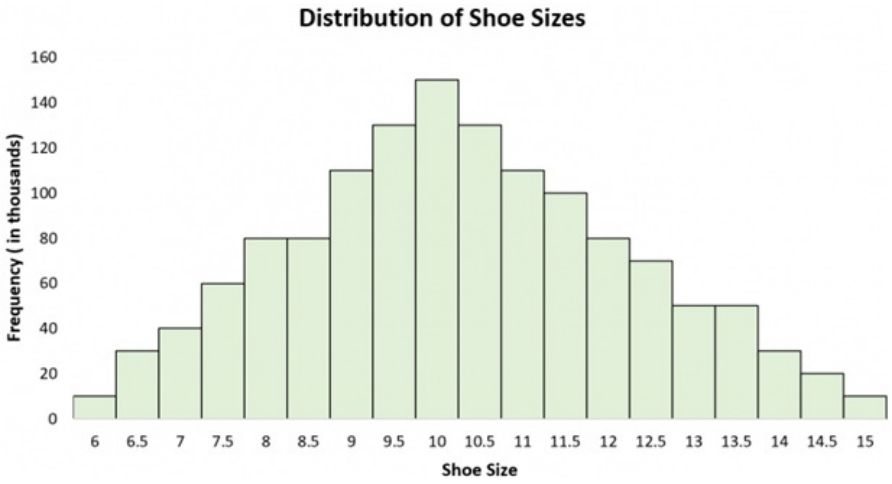
Figura 5 – **Altura dos Homens**



Fonte: Adaptado Statology, 2023

Já o segundo se trata de um gráfico de barras baseado na altura de alguns homens adultos, e notamos que a maior quantia de homens estão localizados em 70 polegadas, que equivale a 1,77 metros de altura. Novamente obtemos o mesmo padrão em relação ao formato do gráfico onde existe um claro acumulo de valores em torno da média e a medida que se afasta desses valores a frequência dos dados fica mais escassa, dando a ideia de um gráfico em forma de sino.

Figura 6 – **Tamanho dos Calçados dos Homens**



Fonte: Adaptado Statology, 2023

Nesse terceiro temos um gráfico de barras sobre o tamanho do calçado de homens adultos e novamente vemos que em maioria estão com medida 10 US (Medida padronizada nos Estados Unidos), que convertidos para o brasil seria um número 41/42 BR. Observe essa imagem relativa aos pesos troca de pesos de uma academia.

Figura 7 – **Pesos De Academia**

Fonte: Website, 2025

Dessa vez não temos um gráfico nem dados organizados, mas é possível verificar de maneira intuitiva pelo desgaste do metal que a maior frequência está entre os valores médios, entre 45 e 55 quilos e quando nos afastamos desses valores o desgaste é bem menor. Nesse último não é mostrar de forma técnica a existência desse tipo de relação entre a escolha dos pesos e a distribuição normal, mas se houvesse uma investigação mais precisa poderia ser identificado essa hipótese.

Com alguns desses exemplos podemos verificar a presença desse tipo de padrão em alguns fenômenos, aparentemente, aleatórios em que todos apresentam um mesmo formato de gráfico, o que nos leva a deduzir e gerar uma estimativa de que todos esses podem ser estruturados matematicamente por um mesmo modelo de probabilidade igual. Dentro de um aspecto prático, saber como uma variável desse tipo se comporta auxilia, por exemplo, na manutenção de estoque de calçados masculinos em uma loja no caso do último gráfico, ou até mesmo sobre saúde pública no caso dos pesos dos bebês destoam dos valores medianos.

4) **Introdução ao Conceito de Distribuição Normal**

Atividade: Nesta etapa, é necessário adotar uma abordagem mais formal para o desenvolvimento da teoria sobre distribuições de probabilidade. Apresentaremos, portanto, os principais conceitos e definiremos os termos fundamentais. Nessa etapa é necessário explanar como é feito o cálculo da média e do desvio padrão para que os alunos possam, eles mesmos, produzir esses parâmetros para as situações que irão criar posteriormente.

A **média(μ)** é calculada, em termos gerais, a partir de uma razão entre a soma dos valores observados pela quantidade de valores observados. De maneira mais formal, a **média aritmética** de um conjunto de n valores $x_1, x_2, \ldots, x_n$ é dada por:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \cdots + x_n}{n}$$

ou ainda,

$$\bar{x} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i$$

onde:

- x_i representa cada valor do conjunto;
- n é a quantidade total de valores.

O **Desvio padrão (σ)** é uma medida de dispersão que verifica o quanto os dados estão em relação ao valor médio, ou seja, é um termômetro em que se for um número alto quer dizer que os valores no geral estão dispersos demais em relação a média e se for pequeno quer dizer que os valores estão agrupados próximos da média. O cálculo desse valor depende da média e é dado pela raíz quadrada da variância, outra medida estatística que depende da média.

A **variância populacional(σ^2)** calcula a média aritmética dos quadrados das distâncias de cada um dos valores observados em relação a média, e é definida por:

$$\sigma^2 = \frac{(x_1 - \mu)^2 + (x_2 - \mu)^2 + (x_3 - \mu)^2 + ... + (x_n - \mu)^2}{N}$$

Ou ainda,

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^{N}(x_i - \mu)^2}{N}$$

onde:

- N é o número total de elementos da população;
- x_i representa cada valor observado;

Observe que por notação, a variância pode ser definida como o quadrado do desvio padrão σ. Existem outras formas que decorrem de propriedades relacionadas ao calculo da esperança que produzem outras possibilidades de formas de calcular a variância. A **esperança(E[X])** de uma variável aleatória é uma outra medida de tendência central que representa o valor médio esperado dessa variável se o experimento aleatório for repetido um número muito grande de vezes, ou ainda, se pudermos repetir o experimento "infinitas"vezes qual é a tendência de resultados esperados. Pode ser calculada realizando a soma dos produtos do valor observado e a probabilidade desse valor ocorrer, pode ser calculada em termos de variáveis discretas e contínuas, observe as fórmulas:

- 1. Variável Aleatória Discreta

  Se X assume valores $x_1, x_2, \ldots, x_n$ com probabilidades $P(X = x_i) = p_i$, então:

$$E[X] = x_1.p_1 + x_2.p_2 + ... + x_n.p_n = \sum_{i=1}^{n} x_i\, p_i$$

- 2. Variável Aleatória Contínua Se X é contínua com função densidade de probabilidade $f(x)$, então:

$$E[X] = \int_{-\infty}^{+\infty} x\, f(x)\, dx$$

O calculo da esperança da variável aleatória depende de somas convergentes e nem sempre isso é possível. A variância pode ser obtida através da esperança seguinte forma:

$$\sigma^2 = E[X^2] - (E[X]).$$

Onde o argumento da esperança se torna operável e é possível calcular o quadrado de cada valor observado no caso de distribuições discretas, ou esse quadrado aparece no integrando no caso de distribuições contínuas. Mais a frente citaremos com mais detalhes conceitos de integrais definidas e como é feito o calculo de alguns tipos, no caso de esperança alguns desses valores, dependendo da distribuição já estão tabelados e não é necessário realizar esse cálculos.

Em termos teóricos a Distribuição normal depende de dois parâmetros da população: μ (Valor esperado ou média) e σ (Desvio Padrão). A distribuição se traduz por meio de uma função densidade de probabilidade (Fernandes, 2005), já que se trata de uma varável aleatória contínua, e é dada por :

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}\, e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}$$

onde:

- μ é a média,
- σ é o desvio padrão,
- x é a variável aleatória, (Bittencourt ,2006)

4.1 Antiderivada e Integrais Indefinidas

No estudo de cálculo o conceito de integrais é um dos pilares de toda a teoria. As integrais aparecem como peça principal no Teorema Fundamental do cálculo em que se relaciona derivadas e integrais como operações complementares. Existem diversas técnicas de primivitização, que seria o resultado de uma integral indefinida, onde de maneira direta, seria a função que derivada retorna para o função do integrando. Observe abaixo:
Se $F(x)$ é uma função tal que

$$F'(x) = f(x),$$

então $F(x)$ é chamada de **antiderivada** (ou primitiva) de $f(x)$.

A **integral indefinida** de $f(x)$ é escrita como

$$\int f(x)\,dx = F(x) + C,$$

onde C é a **constante de integração**, pois diferentes antiderivadas só diferem por uma constante. Segue alguns exemplos de primitivas:

- $\int 2x\,dx = x^2 + C$
- $\int \cos(x)\,dx = \sin(x) + C$
- $\int e^x\,dx = e^x + C$

Para encontrar primitivas de funções de uma ou mais variáveis, temos técnicas de primitivas imediatas, técnicas de integral por substituição, integral por partes, frações parciais, entre outros métodos que decorrem desses citados como método de integral de substituição inversa, ou substituição trigonométrica.

A característica em comum a todas essas técnicas é que são relacionadas a funções elementares, que são funções obtidas a partir de conjuntos básicos onde a lei de formação dessas funções dependem de operações algébricas básicas em combinações simples como por exemplo: funções de primeiro grau, quadráticas, exponenciais, logarítmicas, trigonométricas.

Todos esses existem para tentar extrair a partir da função do integrando uma primitiva, mas nem todas as funções tem primitivas que seja simples de serem encontradas, um exemplo clássico de função disso seria da função $f(x) = e^{x^2}$, observe que essa função é contínua em todo o conjunto dos números reais, porém uma solução possível de uma integral indefinida dessa função seria por séries de Taylor, trocando a expressão por uma série de potências onde assim poderíamos encontrar uma primitiva.

Por acaso essa função de exemplo é base, a menos de constantes, da função densidade de probabilidades apresentada anteriormente.

4.2 Integrais Definidas

Na esfera das integrais definidas temos um conceito mais aplicável relacionado a cálculo de áreas abaixo de curvas de funções, por exemplo, o volume de sólidos de revolução gerados por curvas de função de uma variável, e o cálculo de probabilidade de distribuições de variáveis contínuas.

Definição: Seja f uma função contínua num intervalo [a,b], então existe uma integral definida por:

$$\int_a^b f(x)dx$$

A condição de f ser contínua em [a,b] garante pelo **Teorema fundamental do cálculo** que exista uma primitiva F(x), tal que F'(X) = f(x) dentro desse intervalo [a,b], em que:

$$\int_a^b f(x)dx = F(b) - F(a)$$

Dessa forma temos um método prático conseguir calcular integrais definidas conhecendo uma de suas primitivas. Por exemplo, numa integral do tipo:

$$\int_3^9 x^2 dx$$

COmo $f(x) = x^2$ é contínua em [3,9] então uma primitiva imediada de $F(x) = \frac{x^3}{3}$, e assim temos o cálculo da integral dado por:

$$\int_3^9 x^2 dx = F(9) - F(3) = \frac{(9)^3}{3} - \frac{(3)^3}{3} = 234$$

Com um método para calcular podemos aplicar em algumas situações que relacionam área abaixo de curvas, como é o caso da função densidade de probabilidades da distribuição normal. Onde a área está diretamente relacionada com a probabilidade a ser calculada, por exemplo, quanto maior o intervalo abrangido no cálculo, maior a região do gráfico em forma de sino.

Em teoria de probabilidades temos como um dos axiomas a ideia de que se o cálculo de probabilidades que é dado em torno do evento espaço amostral deve ser igual a 1,0, ou seja, a função densidade de probabilidade precisa ter área igual a 1,0 quando calculamos a integral em torno de todo o domínio de uma função contínua.

4.3 Cálculo de probabilidade da distribuição normal

O cálculo de probabilidades de funções densidades decorrem da resolução de uma integral da função densidade de probabilidades relacionada a distribuição associada. Expressão essa que deve estar variando num intervalo onde se deseja saber a probabilidade, ou seja, a probabilidade de que uma variável aleatória normal X esteja entre a e b é dada por:

$$P(a \leqslant X \leqslant b) = \int_a^b \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} dx$$

onde:

- μ é a média da distribuição,
- σ é o desvio padrão,
- a e b são os limites de integração, (Bittencourt ,2006).

É possível observar que a complexidade da função densidade da distribuição normal exige encontar uma primitiva não elementar, em que não é suficiente apenas os métodos comuns de primivitização citados acima.

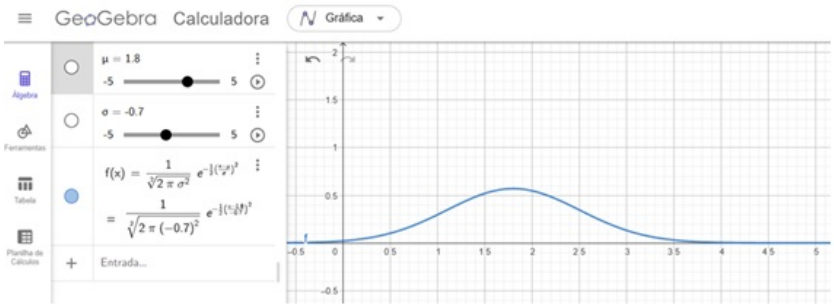
Esse cálculo envolvendo integrais de funções não elementares extrapola as habilidades pretendidas com o estudo de distribuição contínuas no ensino médio, o tema poderia ser apresentado num outro momento. Iremos aqui apresentar o aspecto geométrico da resolução dessa integral, onde observaremos a área abaixo da curva em forma de sino num intervalo fechado.

Dessa forma podemos realizar uma atividade prática usando softwares de calculadoras gráficas em computadores ou aplicativos de celular. Uma ferramenta conhecida para esse fim poderia ser o Software (GeoGebra, 2025), em que é possível explorar algumas ferramentas para estudos relacionados a gráfico de funções e cálculo de integrais, que tem disponibilidade de forma online e gratuita.

Objetivo: Apresentar os principais conceitos e definições a respeito da distribuição normal num primeiro momento, e depois fixar parâmetros para gerar gráficos dessa distribuição como ferramenta visual para os alunos usando o software GeoGebra.

Estratégia: Dentro do software GeoGebra aberto é necessário primeiro descrever no campo álgebra os dois parâmetros: μ e σ, e depois a função de densidade de probabilidade da distribuição normal descrita acima, dessa forma:

Figura 8 – **Construindo o gráfico da função de densidade da Distribuição Normal**



Fonte: Elaboração Própria

Assim variando os valores fixados inicialmente podermos ter vários possíveis gráficos e a característica comum relacionada a todos esses é o formato de sino de cada um deles.

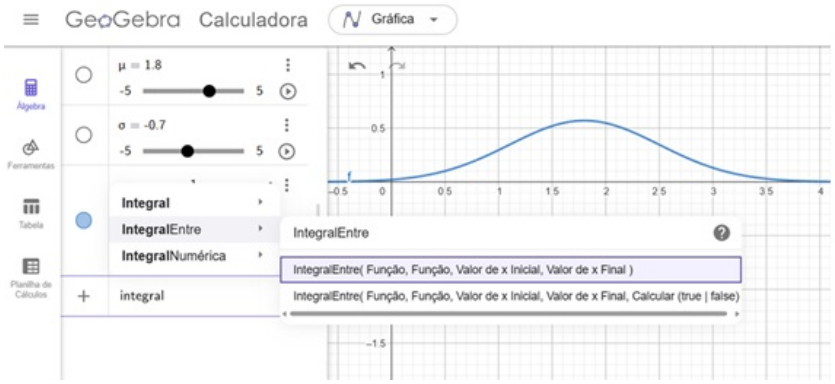
Essa atividade pode ser realiza pelo professor em sala em que os alunos podem interagir sugerindo valores dos parâmetros, verificando valores máximos, intervalos onde os valores mais se acumulam no gráfico, comparações com os gráficos de barras de exemplos anteriores já mostrados.

Para se realizar o cálculo de probabilidades de distribuições desse tipo, contínuas, podemos realizar o cálculo da integral usando o software GeoGebra, com o comando integralEntre(Função, Valor de x inicial, Valor de X final), onde a função:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}\, e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}$$

deve ser selecionada e os valores do intervalo desejado as duas outras entradas dos valores, lembrando que dever estar na ordem crescente essas duas últimas entradas.

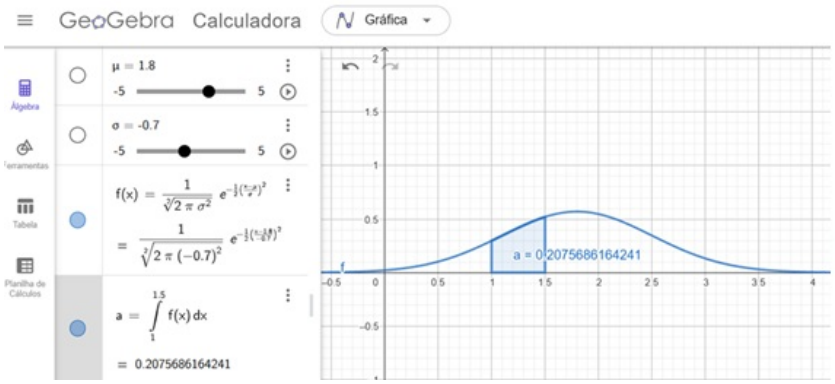
Figura 9 – **Calculando probabilidade com o gráfico da função de densidade da Distribuição Normal**



Fonte: Elaboração Própria

Após digitar o comando a área irá ficar preenchida com o intervalo selecionado e termos o valor da área abaixo da curva da f nesse intervalo, esse será o valor da probabilidade.

Figura 10 – **Calculando probabilidade com o gráfico da função de densidade da Distribuição Normal**



Fonte: Elaboração Própria

No exemplo acima a probabilidade da variável estar entre os valores 1 e 1,5 é de aproximadamente 20,75%.

Usando o que foi feito com elaboração dos gráficos dos conjuntos de dados podemos verificar os conhecimentos dos alunos realizando perguntas de probabilidade sobre os conjuntos, por exemplo:

a) Qual a probabilidade de encontrar alguém que tem altura entre 1,80 m e 1,85 m?

b) Qual a probabilidade de o tempo de reação de uma pessoa estar entre 5 cm e 7 cm?

c) Qual a probabilidade de sair os número 5 ou 6 nas jogadas de dados?

d) Qual a probabilidade de selecionar alguém que tenha peso entre 70 e 72 quilos?

Uma pergunta para cada grupo e solicitar um registro dos resultados junto a uma analise do motivo desse resultado ser alto ou baixo demais, realizando assim uma reflexão do resultados obtidos. Onde o objetivo seria verificar a compreensão dos conceitos e a capacidade de aplicá-los.

5) **Explorando a Distribuição Normal**

Atividade: Construção de seus próprios conjuntos de dados através de experimentos aleatórios simples. Onde cada conjunto de gráfico gera um valor médio e um desvio padrão para que se possa gerar um gráfico nos moldes de uma distribuição normal para uso posterior junto a calculo de probabilidades.

Objetivo: Determinar gráficos em forma de sino através da distribuição normal usando dados reais obtidos pelos alunos e realizar análises e previsões de probabilidades usando o software GeoGebra para realizar cálculos.

Estratégia: Atividade em duas etapas onde em uma delas os alunos se separariam em grupos de no máximo 4 membros e cada grupo ficaria responsável por um tipo de experimento aleatório simples. Estes podem ser:

a) Coletar dados do lançamento de dados de 6 faces, ou moedas. (Pelo menos 100 vezes)

b) Coletar informações sobre altura e peso dos alunos de uma turma, podem ser de outras turmas da escola, ou de mesma faixa etária de idades. Usando fitas métricas ou balanças de precisão.

c) Coletar dados de pesquisa de opinião sobre temas variados.

d) Coleta de dados a respeito de tempo de reação na tentativa de segurar uma régua em queda livre e usar as marcações da régua como parâmetro.

E ficar aberto a sugestões dos alunos quanto a esses experimentos aleatórios, desde que se possa realizar cálculos de média e desvio padrão.

A segunda etapa seria gerar os gráficos desses experimentos aleatórios, um para cada tipo de pesquisa seguindo os passos dentro do software GeoGebra descrito na etapa anterior.

6) **Propriedades e Aplicações**

Atividade: Explicar as propriedades da distribuição normal (68-95-99,7% dentro de 1, 2 e 3 desvios padrão). Resolver problemas práticos (ex.: calcular probabilidades de eventos dentro de uma distribuição normal).

Objetivo: Consolidar o entendimento das propriedades e aplicações da distribuição normal.

Estratégia: Usar exemplos contextualizados (ex.: "Se a média de altura é 1,70 m com desvio padrão de 0,10 m, qual a probabilidade de uma pessoa ter mais de 1,80 m?").

7) **Integração e Síntese**

Atividade: Debate sobre a importância da distribuição normal em outras áreas de estudo como: Biologia, Engenharia, Economia ou sociais em que as varáveis estudadas nessas áreas podem ser correlacionadas com variáveis do tipo normal em alguns casos. Seria um ganho muito útil se fosse possível realizar previsões através de modelos matemáticos precisos de assuntos como proliferação de bactérias em ambientes controlados, qual o tipo de materiais de melhor desempenho em construções, noções de variação em bolsa de valores entre outros aspectos de natureza humana como pesquisas de opinião e afins.

Os alunos poderiam realizar uma síntese desse tipo de discussão para registro de ideias de pesquisas em áreas onde se vê necessária a utilização da distribuição normal como ferramenta de modelagem de situações problema.

Objetivo: Promover um debate sobre o uso de matemática aplicada de forma prática e seus usos no cotidiano no caso de estatística e probabilidade, usos em diversas áreas e relacionando o uso da distribuição normal.

Estratégia: Perguntas como "Como a distribuição Normal pode ser útil em outras áreas além das possibilidades de conjunto de dados realizados na sala de aula?" ou "Onde pode vir a ser útil um modelo de probabilidade para descrever situações reais do cotidiano?". A ideia era proporcionar uma troca sobre ideias sobre o tema e alocar no quadro os exemplos mais citados tanto em aspecto científico quanto social.

8) **Avaliação Final**

Atividade: Propor questões que envolvam interpretação de gráficos, cálculo de probabilidades e aplicação em contextos reais. Solicitar a elaboração de um pequeno projeto onde os alunos coletem dados e analisem se seguem uma distribuição normal. Ainda, promover um debate sobre a importância da distribuição normal em diferentes áreas (ciências, engenharia, economia). Por fim, a elaboração de um resumo coletivo sobre o que aprenderam.

Objetivo: Verificar a compreensão dos conceitos e a capacidade de aplicá-los e incentivar a reflexão e a conexão entre os conceitos estudados.

Estratégia: Perguntas como: "Como a distribuição normal pode ser útil no dia a dia?" Instigando os alunos a relacionar o conteúdo com outras disciplinas.

Recursos Utilizados: Softwares de estatística (Excel, GeoGebra, R), dados reais ou simulados, gráficos e imagens ilustrativas, Aplicativos, Calculadoras, Materiais para coleta de dados (Fita métrica, Régua, Questionários).

5 Considerações Finais e Perspectivas Futuras

Este trabalho teve como objetivo geral mostrar aos professores do ensino médio que sequências didáticas com base na aprendizagem significativa são extremamente importantes para aquele que ensina, bem como para aquele que aprende. De fato, aquele que aprende por meio de um ensino que propicia a sua participação efetiva, tem a possibilidade de ser capaz de interpretar, investigar, transmitir e confirmar que sua aprendizagem foi realmente significativa. O tema que sugerimos foi importante para que se percebesse que uma aula de matemática pode ser mais profícua do que aquela em que o aluno limita-se a copiar e resolver questões propostas.

Ao desenvolver um capítulo do trabalho para explicar o que é uma aprendizagem significativa, deixamos claro que esta teoria representa um marco fundamental na psicologia educacional, oferecendo uma compreensão profunda sobre como o conhecimento é adquirido e retido de forma duradoura. A análise da ideias da Teoria da Aprendizagem Significativa nos permitiu entender como mediar um ensino que tenha como meta promover uma aprendizagem significativa. Além disso, nos sugeriu que, de posse de princípios definidos por (Moreira 2009, 2011), pudéssemos elaborar uma sequência didática que fosse potencialmente significativa. O desenvolvimento de uma sequência didática potencialmente significativa representou o ponto de máximo do nosso trabalho, por ser flexivel, podendo adaptar-se ao conteúdo desejado, bem como ao ritmo e às dificuldades dos alunos e que permanece como uma sugestão a todos os professores. Embora esta Sequência Didática Potencialmente Significativa não tenha sido aplicada neste momento, percebe-se que ela é necessária e extremamente importante para que o professor consiga sucesso em suas aulas, e que o aluno evolua de um mero espectador para um aluno capaz de interpretar, investigar e transmitir o que aprendeu. No exemplo de conteúdo que utilizamos para sugerir o modelo da sequência didática, a Teoria da Aprendizagem Significativa é aplicada ao conectar novos conceitos (distribuição normal) com conhecimentos prévios (média, desvio padrão) e , também, ao contextualizar o conteúdo de forma relevante. Essa forma de abordagem é que promove um aprendizado ativo e significativo, preparando os alunos para utilizar a estatística de forma crítica e aplicada.

Assim, concluímos que é possível tornar as aulas de matemática muito mais atrativas buscando novas formas de trabalhar, utilizando disciplinas de outras áreas para introduzir conteúdos, interagindo entre disciplinas, sem esquecer do foco matemático que é a principal disciplina norteadora da nossa Sequência Didática Potencialmente Significativa.

As nossas perspectivas futuras passam por:

1. Aplicação e Validação da Sequência Didática
    - Testar a sequência didática proposta em sala de aula para avaliar sua eficácia na promoção da aprendizagem significativa.
    - Realizar estudos de caso ou pesquisas-ação com professores que implementem a metodologia e analisar os resultados.
2. Ampliação para Outros Conteúdos Matemáticos
    - Adaptar a sequência didática para outros tópicos de Matemática, como álgebra, geometria ou estatística, mantendo os princípios da aprendizagem significativa.
    - Desenvolver materiais complementares (como jogos, atividades investigativas ou tecnologias digitais) para enriquecer a abordagem.

3. Integração Interdisciplinar Aprofundada

    - Explorar conexões mais sólidas entre a Matemática e outras disciplinas (Física, Biologia, Geografia, Artes etc.), criando projetos interdisciplinares baseados na aprendizagem significativa.
    - Investigar como a contextualização de problemas reais pode aumentar o engajamento dos alunos.

4. Formação Continuada de Professores

    - Oferecer cursos, oficinas ou workshops para professores do Ensino Médio sobre como elaborar e aplicar sequências didáticas significativas.
    - Criar comunidades de prática onde educadores possam compartilhar experiências e adaptações da proposta.

5. Pesquisas sobre Estratégias de Avaliação

    - Desenvolver instrumentos de avaliação que meçam não apenas o desempenho, mas também a qualidade da aprendizagem (como mapas conceituais, portfólios ou debates).
    - Investigar como a aprendizagem significativa impacta a retenção de conhecimento a longo prazo.

6. Uso de Tecnologias Educacionais

    - Incorporar ferramentas digitais (como simuladores, plataformas adaptativas ou inteligência artificial) para personalizar a aprendizagem dentro da abordagem significativa.
    - Analisar como recursos multimídia (vídeos, apps, realidade aumentada) podem facilitar a assimilação de conceitos abstratos.

7. Estudos Comparativos

    - Comparar os resultados de turmas que utilizam a sequência didática significativa com as que seguem métodos tradicionais, medindo engajamento, desempenho e motivação.

8. Publicação e Disseminação

    - Divulgar os resultados em revistas científicas ou congressos de educação matemática para influenciar políticas pedagógicas.
    - Criar materiais didáticos acessíveis (como e-books ou vídeos explicativos) para professores.

Essas perspectivas reforçam o potencial da aprendizagem significativa para transformar o ensino da Matemática, indo além da memorização e incentivando pensamento crítico, autonomia e aplicação do conhecimento. A continuidade do trabalho depende da colaboração entre pesquisadores, educadores e gestores para implementar e refinar as propostas.

Referências

AUSUBEL, D. et al. Teoría del aprendizaje significativo. *Fascículos de CEIF*, v. 1, n. 1-10, p. 1–10, 1983. Citado 5 vezes nas páginas 12, 14, 15, 25 e 26.

AUSUBEL, D. P. The use of advance organizers in the learning and retention of meaningful verbal material. *Journal of educational psychology*, American Psychological Association, v. 51, n. 5, p. 267, 1960. Citado 2 vezes nas páginas 13 e 19.

AUSUBEL, D. P. The psychology of meaningful verbal learning. Grune & Stratton, 1963. Citado 6 vezes nas páginas 13, 14, 15, 17, 18 e 19.

AUSUBEL, D. P. Learning theory and classroom practice. *Ontario Institute for Studies in Education Bulletin*, 1967. Citado na página 13.

AUSUBEL, D. P. Educational psychology: A cognitive view. *Holt, Rinehart & Wilson*, 1968. Citado 7 vezes nas páginas 13, 14, 15, 17, 18, 19 e 21.

AUSUBEL, D. P. *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. [S.l.]: Lisboa, 2003. v. 1. Citado 4 vezes nas páginas 16, 17, 19 e 20.

BITTENCOURT, H. R.; VIALI, L. Contribuições para o ensino da distribuição normal ou curva de gauss em cursos de graduação. In: *Anais do III SIPEM - Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática*. Águas de Lindóia, São Paulo, Brasil: [s.n.], 2006. p. Artigo 3. Citado 2 vezes nas páginas 38 e 40.

BRUM, W. P. Aprendizagem significativa: revisão teórica e apresentação de um instrumento para aplicação em sala de aula. *Revista Eletrônica de Ciências da Educação*, v. 14, n. 1, 2015. Citado 4 vezes nas páginas 12, 13, 14 e 15.

COSTA, M. A. *Aprendizagem significativa: uma contribuição do diálogo por meio de uma atividade investigativa em matemática*. Dissertação (Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Matemática)) — Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, Vitória, 2017. Citado na página 21.

Educa. *Aprendizagem significativa: representacional, conceitual e proposicional*. 2020. Disponível em: <http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-77352020000300018>. Citado 2 vezes nas páginas 17 e 18.

EDUCACAO, B. M. da. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: MEC, 2018. Citado na página 29.

FERNANDES, G. W. R. Há uma crise na alfabetização científica e tecnológica? uma reflexão crítica sobre stem e transformação social. *Vestigare: Revista de Pesquisas em Educação, Ciências e Tecnologias*, v. 1, n. 1, p. 4–28, 2025. Citado 3 vezes nas páginas 14, 21 e 22.

FERNANDES, J. A. Estudo da distribuição normal com a calculadora. *Educação e Matemática*, n. 81, p. 41–45, 2005. Citado na página 38.

Fucamp. Novak: Mapas conceituais e a aprendizagem significativa. *Revistas FUCAMP*, v. 20, n. 46, p. 180–203, 2021. Disponível em: <https://revistas.fucamp.edu.br/index.php/cadernos/article/view/2687/1683>. Citado na página 23.

GeoGebra. Geogebra [programa de computador]. 2025. Acesso em: 11 jul. 2025. Citado na página 40.

IMMORDINO-YANG, M. H.; DAMASIO, A. We feel, therefore we learn: The relevance of affective and social neuroscience to education. *Mind, brain, and education*, Wiley Online Library, v. 1, n. 1, p. 3–10, 2007. Citado 2 vezes nas páginas 17 e 22.

JONASSEN, D. H. Objectivism versus constructivism: Do we need a new philosophical paradigm? *Educational technology research and development*, Springer, v. 39, p. 5–14, 1991. Citado 2 vezes nas páginas 21 e 22.

LACERDA, M. C.; GUERREIRO, E. M. Aprendizagem significativa: abordagens reflexivas e prática pedagógica nos anos iniciais do ensino fundamental. *Revista Caribeña de Ciencias Sociales*, v. 14, n. 2, p. 01–18, 2022. Citado na página 13.

MAYER, R. E. Multimedia learning. In: *Psychology of learning and motivation*. [S.l.]: Elsevier, 2002. v. 41, p. 85–139. Citado na página 22.

MOREIRA, A. F. B. *Currículo: políticas e práticas*. [S.l.]: Papirus Editora, 2013. Citado na página 25.

MOREIRA, M. A. *Aprendizagem significativa: um conceito subversivo*. Porto Alegre: Instituto de Física, UFRGS, 2010. Citado na página 23.

MOREIRA, M. A. *Aprendizagem significativa: um conceito subversivo*. Porto Alegre: Instituto de Física, UFRGS, 2011. Citado 7 vezes nas páginas 12, 14, 15, 24, 25, 26 e 44.

MOREIRA, M. A. ¿ al afinal, qué es aprendizaje siginificativo? *Qurriculum: revista de teoría, investigación y práctica educativa. La Laguna, Espanha. No. 25 (marzo 2012), p. 29-56*, 2012. Citado 4 vezes nas páginas 14, 19, 22 e 23.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. A. F. S. Aprendizagem significativa: a teoria de david ausubel. 2009. Citado 2 vezes nas páginas 12 e 44.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. 2. ed. São Paulo: Centauro, 2006. Citado na página 24.

NOVAK, J. D. Uma teoria de educação. *São Paulo: Pioneira*, p. 55–73, 1981. Citado na página 23.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. *Aprendendo a aprender*. São Paulo: Martins Fontes, 1984. Citado na página 23.

PELIZZARI, A. et al. Teoria da aprendizagem significativa segundo ausubel. *revista PEC*, v. 2, n. 1, p. 37–42, 2001 – 2002. Citado 6 vezes nas páginas 14, 15, 16, 17, 21 e 23.

PESOS de Academia,. 2025. <https://www.reddit.com/r/sciencememes/comments/1dzcwm9/gym_bros_normal_distribution/?tl=pt-br>. Acesso em: 24 maio. 2025. Citado na página 36.

RAMOS, T. dos S. A aprendizagem mecânica e a dança: Tensões entre professor e aluno. *PÓS: Revista do Programa de Pós-graduação em Artes da EBA/UFMG*, 2018. Citado 4 vezes nas páginas 12, 13, 14 e 15.

Redalyc. *A Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) e o Ensino de Ciências por Investigação (ECI): uma análise teórica de uma possível amálgama*. 2016. Disponível em: <https://www.redalyc.org/journal/5716/571674320049/571674320049.pdf>. Citado na página 23.

RONCA, A. C. C.; ESCOBAR, M. O. *Psicologia da aprendizagem*. São Paulo: EPU, 1980. Citado 2 vezes nas páginas 19 e 20.

RONCA, A. C. C.; ESCOBAR, V. F. *Técnicas pedagógicas: domesticação ou desafio à participação?* [S.l.]: Editora Vozes, 1980. Citado na página 20.

SANTOS, A. O. D.; MENEZES, E. M. D. A teoria da aprendizagem significativa de david ausubel: uma análise das condições necessárias. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 4, p. e09932803, 2020. Citado na página 21.

Scielo. *Contributos da aprendizagem significativa de David Ausubel para o desenvolvimento da Competência em Informação*. 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pci/a/ZSNC6yjPGkG6t5kTQHC3Wxp/>. Citado 5 vezes nas páginas 13, 15, 17, 21 e 22.

Scribd. *David Ausubel*. 2016. Disponível em: <https://www.scribd.com/document/332921879/David-Ausubel>. Citado na página 13.

Semiárido de Visu. Aprendizagem significativa como princípio norteador que subsidia a ação docente, sob o enfoque das teorias de novak e gowin. *Revista Semiárido de Visu*, v. 7, n. 2, p. 194–205, 2019. Disponível em: <https://semiaridodevisu.ifsertao-pe.edu.br/index.php/rsdv/article/download/93/127/879>. Citado na página 23.

SILVA, G. E.; SILVA, C. A. A importância da aprendizagem significativa nos anos iniciais. *Revista Científica Semana Acadêmica*, v. 1, n. 117, 2017. Citado 2 vezes nas páginas 14 e 22.

SILVA, J. B. da. A teoria da aprendizagem significativa de david ausubel: uma análise das condições necessárias. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 4, p. e09932803–e09932803, 2020. Citado 3 vezes nas páginas 16, 17 e 21.

Statology. *Example of Normal Distribution*. 2023. Disponível em: <https://www.statology.org/example-of-normal-distribution/>. Citado 2 vezes nas páginas 34 e 35.