



Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto
Programa de Pós-Graduação em Enfermagem

MARINA PEIXOTO DA SILVA

**AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DA COMPLEXIDADE DA
LINGUAGEM ESCRITA POR MEIO DA ENTROPIA DA
INFORMAÇÃO**

São José do Rio Preto
2021

MARINA PEIXOTO DA SILVA

**AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DA
COMPLEXIDADE DA LINGUAGEM ESCRITA POR MEIO
DA ENTROPIA DA INFORMAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Enfermagem da Faculdade de São José do Rio Preto, para obtenção do Título de Mestre. Área de Concentração: Processo de Trabalho em Saúde. Linha de Pesquisa: Processo de Cuidar nos Ciclos de Vida (PCCV). Grupo de Pesquisa: NUTECC (Núcleo Transdisciplinar para Estudo do Caos e da Complexidade)

Orientadora: Prof^a Dr^a Michele Lima Gregório

**São José do Rio Preto
2021**

Silva, Marina Peixoto

Avaliação da evolução da linguagem escrita por meio da entropia da informação/ Marina Peixoto da Silva.

São José do Rio Preto; 2021.

46p.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Enfermagem da Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto.

Área de Concentração: Processo de Trabalho em Saúde.

Linha de Pesquisa: Processo de Cuidar nos Ciclos de Vida (PCCV).

Grupo de Pesquisa: NUTECC (Núcleo Transdisciplinar para Estudo do Caos e da Complexidade)

Orientadora: Profa Dra Michele Lima Gregório

1. Entropia da Informação; 2. Metodologia de Projetos; 3. Desenvolvimento da Complexidade da Linguagem Escrita.

MARINA PEIXOTO DA SILVA

**AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DA
COMPLEXIDADE DA LINGUAGEM ESCRITA POR MEIO
DA ENTROPIA DA INFORMAÇÃO**

BANCA EXAMINADORA

**DISSERTAÇÃO PARA OBTENÇÃO DE TÍTULO DE
MESTRE**

Presidente e Orientadora: Profa Dra Michele Lima Gregório

1º Examinador: Prof. Dr. Moacir Fernandes de Godoy

2º Examinador: Profa. Dra. Ana Maria Klein

1º Suplente: Profa. Dra. Silvia Helena Figueiredo Vendramini

2º Suplente: Prof. Dr. Ricardo Scucuglia

São José do Rio Preto, 17/12/2021

SUMÁRIO

Agradecimentos	i
Epígrafe	ii
Lista de Figuras	iii
Lista de Tabelas	iv
Lista de Abreviaturas e Símbolos	v
Resumo	vi
Abstract	vii
Resumen	viii
1. Introdução	2
1.1 Metodologias ativas e metodologias de projeto.....	3
1.2 Comunicação e linguagem escrita.....	6
1.3 Entropia da Informação.....	7
2. Objetivos	11
2. Métodos	13
2.1 Análises Estatísticas.....	14
3. Resultados	16
4. Discussão	25
5. Conclusões	28
6. Referências	30
7. Anexos	36
8. Manuscrito	40

AGRADECIMENTOS

A Deus

Por todo amor e misericórdia com a Tua filha. Abençoada sou, pois sei que está sempre comigo. Tudo é Teu, Senhor! Louvado e glorificado seja!

À minha orientadora, Prof^a Dr^a Michele Lima Gregório

Por todo tempo e dedicação ao longo desses anos.

Ao Prof^o Dr^o Moacir Godoy

Mesmo não sendo meu orientador, sempre estive à disposição para ajudar no que fosse preciso.

À minha família

A meu pai Edilson, minha mãe Elza, sem palavras para agradecer tudo fazem e especialmente, o que são. Aos meus “segundos pais”, Paulo, Josenilda e Maria Josefina, que com tanto amor cuidam de mim como uma filha. Meu irmão Henrique, minha cunhada Flávia e meu namorado e parceiro Vitor, que fez e faz por mim muito mais do que imagina e que eu possa retribuir. Minha amiga de caminhada pós-acadêmica, Mariane, por tanto incentivo e apoio. Vocês foram suporte, colo, aconchego, alicerce, ficaram ao meu lado e me motivaram, especialmente, em tempos difíceis. Muito obrigada! Não teria sido possível sem vocês.

Aos membros das Missões e Escola Maria Peregrina

Cada um de vocês foi Providência de Deus. Gratidão eterna!

Aos membros da banca

Por disponibilizar o tempo e compartilhar as experiências e conhecimento de vocês comigo.

Ao programa de Pós-Graduação em Enfermagem da FAMERP

Pela oportunidade. E aos funcionários do programa, por sempre com muito carinho e paciência me orientarem nas questões mais burocráticas em relação ao Mestrado.

“Comece por fazer o que é necessário, depois o que é possível e, de repente, estará a fazer o impossível”.

São Francisco de Assis

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Diferença estatisticamente significativa entre os Textos de Introdução, Texto 1 e Texto de conclusão em relação ao Texto 3.....	19
Figura 2. Demonstração que não houve diferença estatisticamente significativa entre quaisquer textos.	20
Figura 3. Demonstração que houve diferença estatisticamente significativa entre os Textos de Introdução, Texto 1, Texto 2 e Texto de conclusão em relação ao Texto 3.	22

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Tabela 1. Alunos selecionados: ano escolar, tema do projeto e idade.....	16
Tabela 2. Áreas e objetivos dos temas dos escolhidos para projetos de pesquisa em 2019.	18
Tabela 3. Nível de entropia identificado na totalidade dos textos.....	19
Tabela 4. Nível de entropia identificado no grupo 1(alunos de 08 a 10 anos).....	20
Tabela 5. Nível de entropia identificado no grupo 2 (alunos de 11 a 14 anos).....	21

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

ABP	Aprendizagem baseada em Problema
ABPP	Aprendizagem baseada em Problema e Projeto
FAMEMA	Faculdade de Medicina de Marília
FAMERP	Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto
USP	Universidade de São Paulo

RESUMO

Introdução: A aprendizagem ativa, como a desenvolvida por meio da metodologia de projetos, é um tema bastante abordado no âmbito educacional; neste caso, com o intuito de averiguar o desenvolvimento da complexidade da linguagem escrita. **Objetivos:** Analisar e verificar a eficácia da metodologia de projetos para o desenvolvimento da complexidade da linguagem escrita, utilizando a Entropia da Informação (de Shannon) como ferramenta. **Métodos:** Foram selecionados 14 alunos (do terceiro ao nono ano do Ensino Fundamental) da Escola Maria Peregrina- São José do Rio Preto/SP, para avaliação do nível médio de entropia de cada um de seus textos em comparação à entropia média da língua-brasileira-portuguesa, utilizando-se os pressupostos da Teoria da Informação e aferição do nível de entropia da informação de Shannon. Para a realização da análise comparativa dos níveis médios de entropia, foram utilizados a Análise de Variância (ANOVA), com o pós-teste de Tukey. **Resultados:** Foram observados 70 textos, cinco de cada aluno, referentes aos temas dos projetos escolhidos pelos mesmos. Desses alunos, seis pertenciam ao Grupo 1, (idades: oito a 10 anos) e oito pertenciam ao Grupo 2 (idades: 11 a 14 anos). Analisando-os conjuntamente, identificou-se que o Texto de Introdução [a] apresentou Entropia Média de $4,24 \pm 0,13$; o Texto 1 – conceito [b], Entropia Média de $4,26 \pm 0,11$; o Texto 2 [c], Entropia Média de $4,34 \pm 0,19$; o Texto 3 [d], Entropia Média de $4,47 \pm 0,16$ e o Texto de Conclusão [e], Entropia Média de $4,22 \pm 0,04$. Apresentaram diferença estatisticamente significativa os Textos de Introdução, Texto 1 e Texto de conclusão em relação ao Texto 3 ($P=0,0005$, $P=0,0013$ e $P=0,0001$, respectivamente). O Grupo 1 apresentou, no Texto de Introdução [a], Entropia Média de $4,13 \pm 0,06$; no Texto 1 – conceito [b], Entropia Média de $4,22 \pm 0,12$; no Texto 2 [c], Entropia Média de $4,38 \pm 0,27$; no Texto 3 [d], Entropia Média de $4,35 \pm 0,17$ e no Texto de Conclusão [e], Entropia Média de $4,18 \pm 0,00$; portanto, não houve diferença estatisticamente significativa entre quaisquer textos. O Grupo 2 apresentou, no Texto de Introdução [a], Entropia Média de $4,32 \pm 0,08$; no Texto 1 – conceito [b], Entropia Média de $4,28 \pm 0,09$; no Texto 2 [c], Entropia Média de $4,3 \pm 0,11$; no Texto 3 [d], Entropia Média de $4,56 \pm 0,08$ e no Texto de Conclusão [e], Entropia Média de $4,25 \pm 0,03$; houve diferença estatisticamente significativa, neste caso, entre os Textos de Introdução, Texto 1, Texto 2 e Texto de conclusão em relação ao Texto 3 ($P<0,0001$ para todos). **Conclusão:** Foi possível demonstrar a ocorrência de um comportamento dinâmico da Entropia de Shannon nos textos produzidos pelos alunos, diferenciada basicamente no grupo de maior idade, nos quais foi observada diferença estatisticamente significativa na complexidade dos textos. Esta ferramenta de análise poderá se tornar um meio efetivo de avaliação da evolução do processo cognitivo dos estudantes.

Palavras-chaves: Metodologia de Projetos; Entropia da Informação; Desenvolvimento da Complexidade da Linguagem Escrita.

ABSTRACT

Introduction: Active learning, such as that developed through the methodology of projects, is a topic widely discussed in the educational field; in this case, in order to investigate the development of written language complexity. Objectives: To analyze and verify the effectiveness of project methodology for the development of written language complexity, using Information Entropy (Shannon's) as a tool. **Method:** Fourteen students (from the third to ninth year of Elementary School) were selected from Maria Peregrina School - São José do Rio Preto/SP, obtaining the average level of entropy of each text compared to the average entropy of the Brazilian-Portuguese language, using the assumptions of Information Theory and Shannon's entropy level measurement. To carry out the comparative analysis of mean entropy levels, Analysis of Variance (ANOVA) with Tukey's post-test was used. **Results:** Seventeen texts were analyzed, with five texts from each student referring to the theme of the chosen projects. Of these students, six were from Group 1 (ages: 08 to 10 years old) and eight students from Group 2 (ages: 11 to 14 years old). Analyzing them together, it can be identified that the Introduction Text [a] presented the Mean Entropy of 4.24 ± 0.13 ; Text 1 – concept [b] Mean Entropy of 4.26 ± 0.11 ; Text 2 [c] Mean Entropy of 4.34 ± 0.19 ; Text 3 [d] Mean Entropy of 4.47 ± 0.16 and Conclusion Text [e] Mean Entropy of 4.22 ± 0.04 . The Introduction Texts, Text 1 and Conclusion Text had a statistically significant difference in relation to Text 3 ($P=0.0005$, $P=0.0013$ and $P=0.001$, respectively). Group 1 presented in the Introduction Text [a] the Mean Entropy of 4.13 ± 0.06 ; in Text 1 – concept [b] Mean Entropy of 4.22 ± 0.12 ; in Text 2 [c] Mean Entropy of 4.38 ± 0.27 ; Text 3 [d] Mean Entropy of 4.35 ± 0.17 and Conclusion Text [e] Mean Entropy of 4.18 ± 0.00 , demonstrating that there was no statistically significant difference between any texts. Group 2 presented in the Introduction Text [a] the Mean Entropy of 4.32 ± 0.08 ; in Text 1 – concept [b] Mean Entropy of 4.28 ± 0.09 ; in Text 2 [c] Mean Entropy of 4.3 ± 0.11 ; Text 3 [d] Mean Entropy of 4.56 ± 0.08 and Conclusion Text [e] Mean Entropy of 4.25 ± 0.03 . There was a statistically significant difference between the Introduction Texts, Text 1, Text 2 and Conclusion Text in relation to Text 3 ($P<0.0001$ for all). **Conclusion:** It was possible to demonstrate the occurrence of a dynamic behavior of Shannon's Entropy in the texts produced by the students, basically differentiated in the older group, in which a statistically significant difference was observed in the complexity of the texts. This analysis tool could become a useful way for assessing the evolution of the students' cognitive process.

Key Words: Project Methodology; Information Entropy; Language Development of Written Language.

Resumen

Introducción: El aprendizaje activo, como el que se desarrolla a través de la metodología de proyectos, es un tema ampliamente discutido en el ámbito educativo; en este caso, con el fin de investigar el desarrollo de la complejidad del lenguaje escrito. **Objetivos:** Analizar y verificar la efectividad de la metodología de proyectos para el desarrollo de la complejidad del lenguaje escrito, utilizando como herramienta la Entropía de la Información (Shannon). **Método:** 14 alumnos seleccionados (del tercer al noveno año de la Educación Primaria) de la Escola Maria Peregrina- São José do Rio Preto / SP, nivel de entropía endosado o promedio de cada texto en comparación con la entropía promedio de la lengua portuguesa, utilizando el Supuestos proporciona la Teoría de la Información y la medición de la entropía de la información de Shannon. Realizar un análisis comparativo de dos medias de niveles de entropía, formas utilizadas en el Análisis de Varianza (ANOVA) como posprueba de Tukey. **Resultados:** Se analizaron 70 textos, con 5 textos de cada alumno referidos a la temática de los proyectos elegidos. De estos estudiantes, 06 pertenecían al Grupo 1 (edad: 08 a 10 años) y 08 estudiantes pertenecían al Grupo 2 (edad: 11 a 14 años). Analizándolos juntos, se puede identificar que el Texto de Introducción [a] presentó la Entropía Media de 4.24 ± 0.13 ; Texto 1 - concepto [b] Entropía media de 4.26 ± 0.11 ; Texto 2 [c] Entropía media de 4.34 ± 0.19 ; Texto 3 [d] Entropía media de 4.47 ± 0.16 y Texto de conclusión [e] Entropía media de 4.22 ± 0.04 . Los textos de introducción, el texto 1 y el texto de conclusión tuvieron una diferencia estadísticamente significativa en comparación con el texto 3 ($P = 0,0005$, $P = 0,0013$ y $P = 0,001$, respectivamente). El grupo 1 presentó en el texto de introducción [a] la entropía media de 4.13 ± 0.06 ; en el Texto 1 - concepto [b] Entropía media de 4.22 ± 0.12 ; en el Texto 2 [c] Entropía media de 4.38 ± 0.27 ; Texto 3 [d] Entropía media de 4.35 ± 0.17 y Texto de conclusión [e] Entropía media de 4.18 ± 0.00 , lo que demuestra que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los textos. El grupo 2 presentó en el texto de introducción [a] la entropía media de 4.32 ± 0.08 ; en el Texto 1 - concepto [b] Entropía media de 4.28 ± 0.09 ; en el Texto 2 [c] Entropía media de 4.3 ± 0.11 ; Texto 3 [d] Entropía media de 4.56 ± 0.08 y Texto de conclusión [e] Entropía media de 4.25 ± 0.03 . Hubo una diferencia estadísticamente significativa entre los Textos de Introducción, el Texto 1, el Texto 2 y el Texto de Conclusión en relación con el Texto 3 ($P < 0,0001$ para todos). **Conclusión:** Se pudo demostrar la ocurrencia de un comportamiento dinámico de la Entropía de Shannon en los textos producidos por los estudiantes, básicamente diferenciado en el grupo mayor, en el cual se observó una diferencia estadísticamente significativa en la complejidad de los textos. Esta herramienta de análisis podría convertirse en un elemento útil para evaluar la evolución del proceso cognitivo de los estudiantes

Palabras clave: Metodología de proyectos; Entropía de la información; Desarrollo lingüístico del lenguaje escrito.

1. INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

Um tema muito discutido atualmente no meio educacional, especialmente, quando se abordam questões relacionadas ao ensino-aprendizagem, é o significado que a aprendizagem adquire para os estudantes. Trata-se da possibilidade de se estabelecer relações entre os conteúdos escolares e a realidade dos aprendizes, por meio de temáticas que estejam ligadas às suas vivências e interesses.¹

A partir das temáticas vinculadas à realidade, nascem discussões e questionamentos que possibilitam a articulação entre os problemas levantados pelos estudantes e os conteúdos disciplinares curriculares. Muitas vezes, as problematizações envolvem indagações críticas e o posicionamento dos estudantes frente a questões polêmicas, podendo assim contribuir para o desenvolvimento de sua capacidade de atuar na sociedade e de transformá-la.

É cada vez mais importante a educação para a compreensão da realidade e a consciência de que necessitamos de um mundo solidário e interligado.¹ Essa educação propende ao desenvolvimento humano e este, por sua vez, implica nos conhecimentos necessários à vida em sociedade. Além disso, vem sendo discutida a necessidade da elaboração do conhecimento de modo global e interdisciplinar, estimulando principalmente a capacidade de resolver problemas. Desta forma, visa-se o desenvolvimento da autonomia, do pensamento sistêmico, crítico e que forme seres humanos cada vez mais atuantes na sociedade e no meio em que estão inseridos.

Para que isso ocorra, defende-se a ideia da utilização de metodologias que coloquem o estudante como o centro de todo o trabalho pedagógico, onde está inserido de maneira atuante e autônoma em seu aprendizado. A utilização de metodologias ativas de aprendizagem faz-se cada vez mais recorrente para o alcance desses objetivos.²

Diante do exposto, entendemos que pensar em metodologias que privilegiem a ação dos estudantes, o questionamento acerca da realidade, o trabalho cooperativo, a ação responsável e autônoma, é uma necessidade das sociedades modernas, ao mesmo tempo em que promova o desenvolvimento do ser humano. Além disso, há inúmeros ganhos na aprendizagem, como o desenvolvimento do pensamento científico, de forma especial, da comunicação e da evolução da complexidade da linguagem escrita.^{3,4}

1.1 METODOLOGIAS ATIVAS E METODOLOGIA DE PROJETOS

A utilização desse tipo de metodologia vai além do desenvolvimento cognitivo. Klein³ afirma que “ao adotar metodologias educativas que privilegiam a cooperação entre estudantes e o contexto prático, transcendemos a mera transmissão de conteúdos e penetramos em outras dimensões: a axiológica e a práxis. Conceber o ser que aprende em sua totalidade, complexidade e multidimensionalidade implica considerar não apenas aspectos cognitivos dos estudantes, mas também suas referências pessoais, sociais e afetivas”.

Segundo Berbel⁴ “a escola tem a incumbência de atuar para promover o desenvolvimento humano, a conquista de níveis complexos de pensamento e de comprometimento em suas ações”. Para que isso ocorra, necessita estimular também o desenvolvimento de competências e habilidades em diferentes níveis e áreas do conhecimento.

Uma das metodologias utilizadas com esse intuito é a que se desenvolve por meio de projetos de pesquisa. A teoria de Prado⁵ diz que “na pedagogia de projetos, o aluno aprende no processo de produzir, levantar dúvidas, pesquisar e criar relações que incentivam novas buscas, descobertas, compreensões e reconstruções de conhecimento”

O uso de projetos para impulsionar situações de ensino-aprendizagem caracteriza-se por alguns aspectos, que são sintetizados por Martins⁶:

- Parte de um tema que funciona como fio condutor de um trabalho;
- Extrapola os currículos escolares na busca de novas versões de informações;
- Investiga temas que são de interesse dos estudantes ou vivenciados por eles;
- Desenvolve o gosto pela pesquisa com buscas, entrevistas e estudos;
- Promove a reflexão e a interpretação de conceitos aprendidos;
- Facilita a interdisciplinaridade e a parceria entre estudantes e professores:

A metodologia de projetos traz aspectos da realidade do estudante para o desenvolvimento do saber. As informações adquiridas são levantadas com o desígnio de uma integração final na busca do saber. Para Bordenave e Pereira⁷ “o método de projetos tem como principal objetivo lutar contra a artificialidade da escola e aproximá-la o mais possível da realidade da vida. O aluno busca informações, lê, conversa, anota dados, calcula, elabora gráficos, reúne o necessário e, por fim, converte tudo isso em ponto de partida para o exercício ou aplicação na vida”.

Esse tipo de metodologia ativa e de concepção pedagógica é especialmente utilizado no Brasil no Ensino Superior, mais especificamente na área da saúde. No mundo inteiro, há diversas instituições de ensino que partem dessa proposta metodológica. A Universidade de Aalborg, na Dinamarca, desenvolve a graduação de seus estudantes de diferentes áreas por meio da Aprendizagem Baseada em Problemas e Projetos (ABPP). Também, a McMaster University, no Canadá, é precursora na perspectiva moderna de ABP. No Brasil, podemos citar a Universidade de São Paulo, a USP Leste e a FAMEMA – Faculdade de Medicina de Marília, como exemplos na utilização dessa metodologia.

Na educação básica, a Escola da Ponte, em Portugal, é uma das maiores referências mundiais na utilização da Metodologia de Projetos de Pesquisa. Essa escola existe há mais de trinta anos. No Brasil, também há diferentes tipos de aplicações práticas com esse tipo de trabalho. Especificamente, há o caso da Escola Maria Peregrina, em São José do Rio Preto – SP, que tem toda sua proposta pedagógica voltada à singularidade dos estudantes, desenvolvida por meio da Pedagogia de Projetos de Pesquisa, vinculada com a teoria das Inteligências Múltiplas, do psicólogo americano Howard Gardner.

Os projetos desenvolvidos pelos estudantes têm por objeto temas escolhidos por eles próprios e podem ser realizados de modo individual ou coletivo. Deste modo, os conteúdos programáticos são trabalhados a partir destes projetos. Observa-se que à medida que os estudantes avançam na escolarização, ou seja, conforme adquirem maior familiaridade com esse tipo de metodologia, os temas escolhidos vão se aprimorando e passam a se direcionar para temas polêmicos da sociedade, como política, mídia, guerras civis, comportamentos sociais, ideologias e outros.

Essa escola já foi utilizada como local de pesquisa científica em vários trabalhos acadêmicos. Na matemática, Rodrigues⁸ desenvolveu um artigo sobre uma investigação desenvolvida nessa instituição sobre o currículo e ações educativas por meio da metodologia de projetos; tendo resultados positivos a utilização desse tipo de metodologia.

Também foi desenvolvido um trabalho sobre a qualidade de vida de estudantes do ensino fundamental da escola Maria Peregrina, sob influência da pedagogia de projetos, a partir do qual Wada⁹ demonstra o contentamento dos estudantes que aprendem por meio desta metodologia.

Na área da saúde, Soler¹⁰ defende em sua publicação a utilização da metodologia de projetos no ensino de graduação e pós-graduação em Enfermagem.

A eficácia metodológica também foi pesquisada em relação às práticas pedagógicas no processo de inclusão, especificamente, de alunos autistas.¹¹

1.2 COMUNICAÇÃO E LINGUAGEM ESCRITA

A comunicação é própria dos seres humanos e de outras espécies de animais. No entanto, a maneira dos seres humanos se comunicarem é diferente. A mais importante é a possibilidade de simbolizar. Esses símbolos linguísticos são convenções sociais de significados. Além disso, a comunicação humana é gramatical e utiliza-se de símbolos linguísticos associados em estruturas padronizadas. Também, diferentes de outras espécies, os seres humanos possuem muitos sistemas de comunicação, não havendo apenas um único para todos os membros da espécie. Por isso, geralmente uma criança aprende convenções comunicativas da sociedade que está inserida. A linguagem escrita é um fator importante para o desenvolvimento e aprendizagem. Ela é uma base indispensável para que as habilidades de leitura e escrita se estabeleçam.¹²

A percepção categorial (agrupar diferencialmente, distinguindo de outros fonemas) e a aprendizagem estatística (aprender a reconhecer sequências parecidas as palavras no meio de uma sequência de fonemas) são ferramentas cognitivas associadas ao desenvolvimento da linguagem escrita.¹³

O desenvolvimento da linguagem escrita e da fala processa-se de um modo previsível ao longo das diversas etapas do desenvolvimento psicomotor. Geralmente, aos seis anos, uma criança está apta para aprender a ler e escrever.¹⁴

Nesse processo de desenvolvimento cognitivo, a linguagem escrita tem papel fundamental na determinação de como a criança vai aprender a pensar, uma vez que formas avançadas de pensamentos são transmitidas à criança através de palavras.¹⁵

Com isso, acredita-se que o aprendizado por meio de metodologias ativas auxilia no desenvolvimento de uma escrita cada vez mais complexa.

1.3 ENTROPIA DA INFORMAÇÃO

Uma das formas de aferir o desenvolvimento da complexidade da escrita dos estudantes é a utilização da Teoria da Informação, um ramo da matemática que estuda quantificação da informação. Essa teoria teve seus pilares estabelecidos por Claude Shannon que formalizou conceitos com aplicações na teoria da comunicação e estatística. Ele criou, a partir dos estudos da termodinâmica, a entropia da informação (entropia informacional ou entropia de Shannon), para mensurar o nível de informação baseado em probabilidades.¹⁶

A Teoria da Informação ou Entropia de Shannon surgiu em 1948, quando o engenheiro e matemático Claude Elwood Shannon (1916-2001) publicou o artigo intitulado “A Mathematical Theory of Communication”. Este se tornou, posteriormente, um livro e base referencial em comunicação; no entanto, passou a ser utilizado em diferentes áreas e segmentos, como física (mecânica estatística), matemática (teoria da probabilidade), engenharia elétrica (teoria da comunicação) e ciência da computação (complexidade algorítmica).¹⁷⁻¹⁸

O termo Entropia é amplamente usado em conceitos físicos. O cientista alemão Ludwig Boltzmann, no início do século XX, desenvolveu conceitos físicos de termodinâmica estatística, descrevendo a pressão e temperatura dos gases como função do movimento de suas moléculas. Após estudos experimentais, Boltzmann vincula em sua teoria o termo Entropia com perda de energia e desordem. Na teoria da Informação, a Teoria de Shannon, entropia é a probabilidade combinatória, portanto, de maior complexibilidade.¹⁹

A entropia informacional expressa o nível de desordem/imprevisibilidade da informação. Ela "relaciona a probabilidade de ocorrência de um determinado evento à quantidade de informação presente em uma sequência de eventos. Ao conceber o conceito de entropia informacional, Shannon definiu formalmente qual seria a mínima quantidade de informação necessária para representar todos os símbolos de uma mensagem conhecida; com isto ele tentaria otimizar uma codificação para a mensagem." ¹⁹

Mensagens são uma forma de padrão e organização. Um conjunto de mensagens tem entropia. Quanto mais provável é a mensagem, menor é a informação fornecida. Quanto maior a incerteza (entropia informacional), maior o potencial de informação dessa fonte. ¹⁶

Cada idioma possui uma forma de distribuição das letras do alfabeto. Na língua portuguesa-brasileira, as letras mais frequentes são "a" e "e", depois "o" e "i".²⁰ Por causa das características do idioma, livros escritos por diversos autores, não somente de literatura, possuem a entropia informacional com valores próximos a 4,0²⁰, considerados, portanto, com alta entropia. "Se tomarmos uma amostra grande de livros em português, escritos por diversos autores e em épocas diferentes (não somente de literatura, mas sobre qualquer assunto) e calcularmos as suas respectivas entropias informacionais, obteremos sempre valores próximos de 4,0. Isto é assim porque as frequências das letras em um texto em português refletem uma característica da língua portuguesa e não de um autor em particular." ²⁰ Em contrapartida, alunos em fase de infância e adolescência, que ainda estão no processo de desenvolvimento da escrita, geralmente possuem textos com valores de entropia abaixo da média.²⁰

Assim, a aferição da entropia informacional de textos escritos por estudantes que vivenciam a prática escolar com base na metodologia de projetos é de suma importância para a comprovação da eficácia dessa metodologia pedagógica.

Com isso, levanta-se a hipótese de que a metodologia de projetos contribui para o desenvolvimento da complexidade da linguagem escrita, utilizando-se da entropia informacional para verificar se os textos baseados nos projetos de pesquisa possuem entropia próximos à média da língua portuguesa-brasileira.²⁰

2. OBJETIVOS

2. OBJETIVOS

O presente estudo teve como objetivo geral analisar e verificar a eficácia da metodologia de projetos para o desenvolvimento da complexidade da linguagem escrita, utilizando-se da Entropia da Informação (de Shannon) como ferramenta.

Objetivos específicos

- a) Verificar se a entropia da informação pode ser utilizada na medida de complexidade e de aprendizado;
- b) Calcular a entropia da informação de alunos que aprendem por meio de metodologia de projeto;
- c) Comparar os valores médios da entropia da informação dos alunos com a média da entropia da portuguesa-brasileira;²⁰
- d) Verificar se há aumento estatisticamente significativo progressivo da entropia da informação nos textos analisados.

3. MÉTODOS

3. MÉTODOS

Participaram deste estudo quatorze alunos do terceiro ano ao nono ano do Ensino Fundamental, no ano de 2019, da Escola Maria Peregrina- São José do Rio Preto/SP, que aceitaram fazer parte da pesquisa. Os alunos assinaram o termo de assentimento (Anexo1) enquanto seus responsáveis concordaram e assinaram o consentimento livre esclarecido (Anexo2).

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto, CAAE 10112319.4.0000.5415, de acordo com a Resolução CNS nº 466 de 2012 e na Norma Operacional nº 001 de 2013 do CNS.

Este estudo transversal realizou uma análise comparativa entre os níveis médios de entropia identificados em cada um dos cinco textos, escritos por cada um dos 14 alunos participantes durante o desenvolvimento de seus projetos, no ano letivo de 2019. Esses projetos foram de temáticas escolhidas pelos próprios alunos, de acordo com seus interesses.

Para inclusão dos sujeitos consideramos os critérios: ter sido aluno regularmente matriculado na Escola Maria Peregrina desde o início do Ensino Fundamental I, concordar em participar do estudo, seu responsável assinar o Termo de Consentimento Livre Esclarecido, ter idade igual ou acima dos sete anos até 15 anos completos, ambos os sexos, e não apresentar déficit de compreensão.

Foi avaliado o nível médio de entropia de cada um dos cinco textos de cada aluno em comparação à entropia média da língua portuguesa, utilizados os pressupostos da Teoria da Informação e aferição do nível de entropia da informação de Shannon.

Para a realização da análise comparativa dos níveis médios de entropia, foram utilizados a Análise de Variância (ANOVA), com o pós-teste de Tukey.

3.1 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Para a análise dos dados deste estudo, foram utilizados os pressupostos da Teoria da Informação e aferição do nível de entropia da informação de Shannon.

Esses textos foram analisados e para avaliação da entropia da informação, foi utilizado o site *dcode* (<https://www.dcode.fr/shannon-index>) que quantifica a entropia através da fórmula da entropia de Shannon:

$$H = - \sum p(x) \log p(x)$$

Cada redação foi inserida no site *dcode* , o qual forneceu o valor da entropia para cada texto avaliado.

Os dados coletados foram analisados usando-se os programas estatísticos Análise de Variância (ANOVA), com o pós-teste de Tukey.

4. RESULTADOS

4. RESULTADOS

Ao total foram analisados 70 textos de 14 alunos, sendo cinco textos de cada um deles e todos sobre os temas escolhidos para os projetos escolhidos. Desses 14 alunos, seis pertenciam ao Grupo 1, (com idade de oito a 10 anos) e oito pertenciam ao Grupo 2 (com idade de 11 a 14 anos).

A Tabela 1 mostra a relação dos alunos selecionados para este trabalho, assim como, o ano escolar (série), idade dos alunos e os temas dos projetos de pesquisa.

Tabela 1. Alunos selecionados: ano escolar, tema do projeto e idade. São José do Rio Preto/SP, 2019.

Alunos	Ano (série)	Tema do projeto	Idade (anos)
T.L.	Terceiro (2 ^a)	Artes	8
V.G.	Terceiro (2 ^a)	Artes	8
I.D.	Quarto (3 ^a)	Desenho Profissional	9
P.F.	Quarto (3 ^a)	Desenho Profissional	9
D.F.	Quinto (4 ^a)	Desenho Profissional	10
D.R.	Quinto (4 ^a)	Histórias em Quadrinhos	10
G.S.	Sexto (5 ^a)	Confeitaria	11
T.A.	Sexto (5 ^a)	Confeitaria	11
A.S.	Sétimo (6 ^a)	Forças Fundamentais	12
A.C.	Sétimo (6 ^a)	Forças Fundamentais	12
G.F.	Oitavo (7 ^a)	Literatura	13
T.R.	Oitavo (7 ^a)	Desigualdade Social	13
G.T.	Nono (8 ^a)	Forças Fundamentais	14
T.R.	Nono (8 ^a)	Desigualdade Social	14

Os projetos estão vinculados às áreas de interesse dos alunos e com seus objetivos, ou seja, a motivação em desenvolvê-los. A Tabela 2 demonstra estas áreas e objetivos dos projetos.

Tabela 2. Áreas e objetivos dos temas dos escolhidos para projetos de pesquisa ,em 2019. São José do Rio Preto/SP, 2019.

Tema	Área	Principais objetivos
Artes	Humanas	Conhecer diferentes técnicas de desenho e pintura. Visitar museus
Desenho Profissional	Humanas	Aprender técnicas para no futuro, tornarem-se desenhistas profissionais
Histórias em Quadrinhos	Humanas	Fazer um gibi
Confeitaria	Humanas	Auxiliar em suas formações pessoais e profissionais
Forças Fundamentais	Exatas	Conhecer as forças fundamentais (da Física) do Universo
Literatura	Humanas	Interesse por livros e possível formação profissional na área
Desigualdade Social	Humanas	Conhecer melhor as causas desigualdade, conscientização e práticas sociais para diminuí-las.

A partir destas análises parciais, seleção dos textos e projetos, foi feita a análise da entropia da informação dos mesmos. Os valores obtidos foram comparados à média da entropia da língua portuguesa-brasileira²⁰.

Os resultados referentes ao nível médio de entropia, identificados em cada um dos cinco textos dos alunos, estão descritos nas Tabelas 3, 4 e 5.

Tabela 3. Nível de entropia identificado na totalidade dos textos.

Variáveis	Texto de introdução [a]	Texto 1 – Conceito [b]	Texto 2 [c]	Texto 3 [d]	Texto de conclusão [e]
Entropia Média	4,24 ± 0,13	4,26 ± 0,11	4,34 ± 0,19	4,47 ± 0,16	4,22±0,04
Entropia Máxima	4,43	4,43	4,78	4,69	4,28
Entropia Mediana	4,24	4,22	4,26	4,5	4,2
Entropia Mínima	4,06	4,06	4,13	4,1	4,18
Valor P x [a]	X	0,9978	0,3603	0,0005	0,9959
Valor P x [b]	X	x	0,551	0,0013	0,9587
Valor P x [c]	X	x	x	0,1004	0,189
Valor P x [d]	X	x	x	x	0,0001
Valor P x [e]	X	x	x	x	x

Na Tabela 3 podemos observar que houve diferença estatisticamente significante entre os Textos de Introdução, Texto 1 e Texto de conclusão em relação ao Texto 3 (P=0,0005 , P=0,0013 e P=0,0001 , respectivamente).

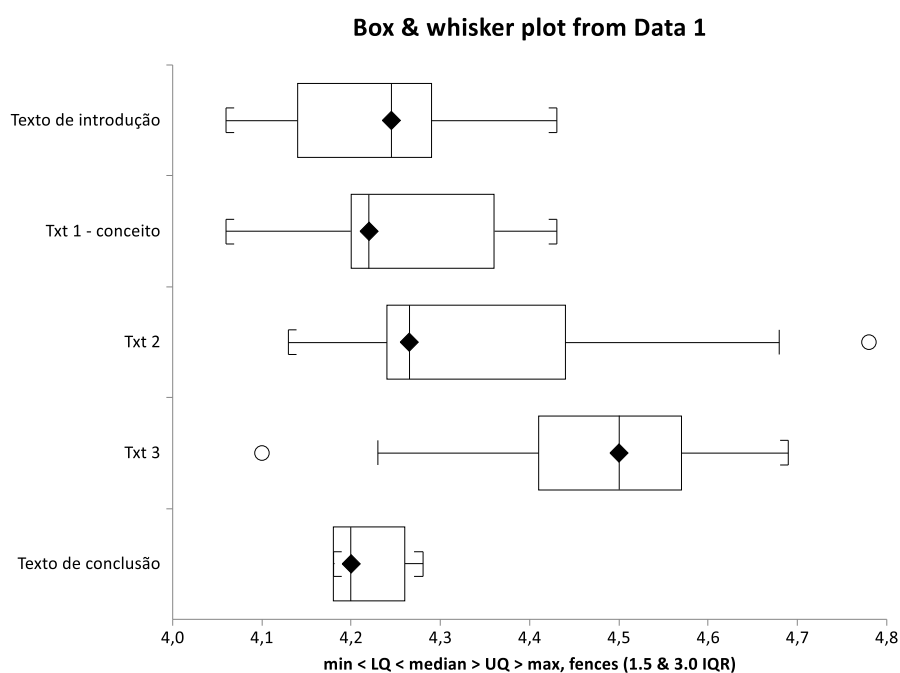


Figura 1. Diferença estatisticamente significativa entre os Textos de Introdução, Texto 1 e Texto de conclusão em relação ao Texto 3

Na Tabela 4, foram observados os níveis de entropia dos alunos do Grupo 1, com idade de oito a 10 anos.

Tabela 4. Nível de entropia identificado no grupo 1 (alunos de oito a 10 anos)

Variáveis	Texto de introdução [a]	Texto 1 – Conceito [b]	Texto 2 [c]	Texto 3 [d]	Texto de conclusão [e]
Entropia Média	4,13 ± 0,06	4,22 ± 0,12	4,38 ± 0,27	4,35 ± 0,17	4,18 ± 0,00
Entropia Máxima	4,24	4,4	4,78	4,57	4,19
Entropia Mediana	4,14	4,20	4,24	4,35	4,18

Entropia Mínima	4,06	4,06	4,13	4,1	4,18
Valor P x [a]	x	0,8483	0,0631	0,1467	0,9783
Valor P x [b]	x	x	0,3858	0,6358	0,9917
Valor P x [c]	x	x	x	0,9929	0,1916
Valor P x [d]	x	x	x	x	0,376
Valor P x [e]	x	x	x	x	x

Na Tabela 4, que inclui os alunos de oito a 10 anos de idade, podemos observar que não houve diferença estatisticamente significante entre quaisquer textos.

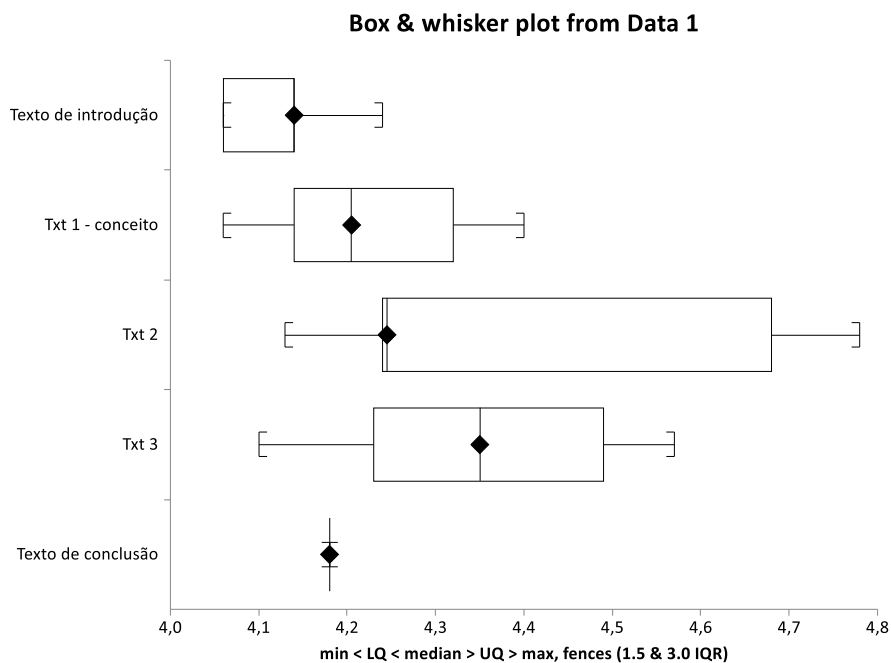


Figura 2. Demonstração que não houve diferença estatisticamente significante entre quaisquer textos.

Na Tabela 5, foram observados os níveis de entropia dos alunos do Grupo 2, com idade de seis a 14 anos.

Tabela 5. Nível de entropia identificado no grupo 2 (alunos de 11 a 14 anos).

Variáveis	Texto de introdução [a]	Texto 1 – Conceito [b]	Texto 2 [c]	Texto 3 [d]	Texto de conclusão [e]
Entropia Média	4,32 ± 0,08	4,28 ± 0,09	4,3 ± 0,11	4,56 ± 0,08	4,25 ± 0,03
Entropia Máxima	4,43	4,43	4,45	4,69	4,28
Entropia Mediana	4,29	4,25	4,31	4,53	4,26
Entropia Mínima	4,23	4,18	4,14	4,46	4,2
Valor P x [a]	x	0,8953	0,9797	<0,0001	0,4892
Valor P x [b]	x	x	0,9971	<0,0001	0,9479
Valor P x [c]	x	x	x	<0,0001	0,8216
Valor P x [d]	x	x	x	x	<0,0001
Valor P x [e]	x	x	x	x	x

Na Tabela 5, que inclui os alunos de 11 a 14 anos de idade, podemos observar que houve diferença estatisticamente significativa entre os Textos de Introdução, Texto 1, Texto 2 e Texto de conclusão em relação ao Texto 3 ($P < 0,0001$, igualmente).

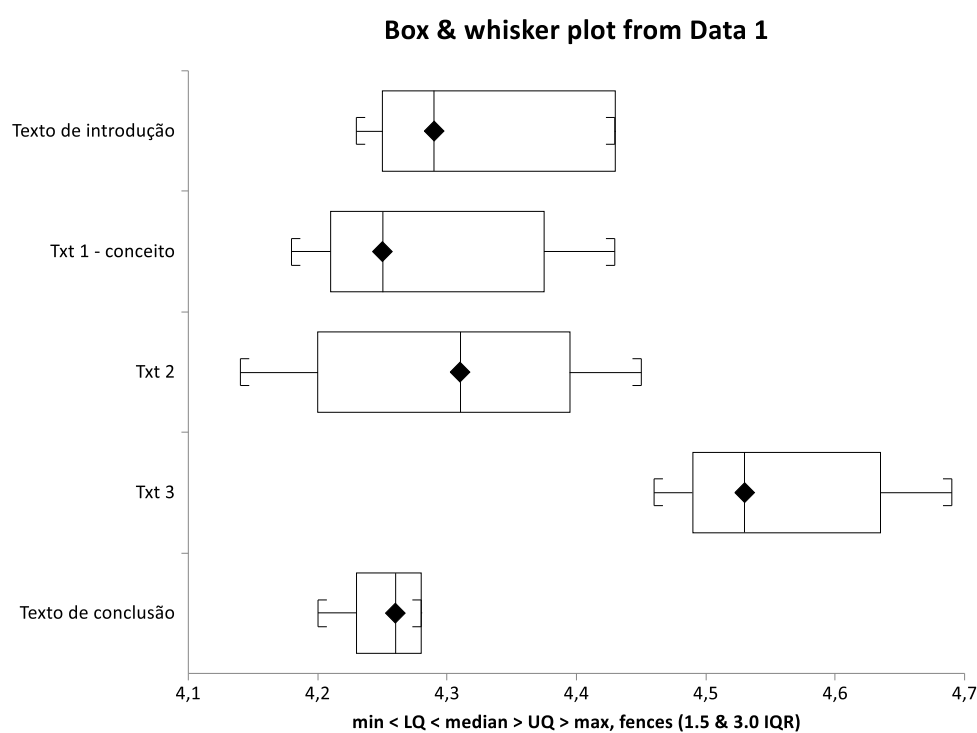


Figura 3. Demonstração que houve diferença estatisticamente significativa entre os Textos de Introdução, Texto 1, Texto 2 e Texto de conclusão em relação ao Texto 3.

5. DISCUSSÃO

5. DISCUSSÃO

Este estudo transversal realizou uma análise comparativa entre os níveis médios de entropia identificados em cada um dos 5 textos escritos por cada um dos 14 alunos participantes.

Os alunos foram divididos em dois grupos com base em faixa etária. O primeiro grupo, contendo seis participantes, foi integrado por alunos de 8, 9 e 10 anos de idade. O segundo grupo, contendo oito participantes, foi composto por alunos de 11, 12, 13 e 14 anos de idade.

O tamanho de um texto não influencia em sua entropia. As letras do alfabeto são finitas, por isso, textos grandes não significam necessariamente maior informação. São as combinações e possibilidades que garantem a entropia dos textos. Quanto mais raro um evento, maior a quantidade de informação carregada por ele^{18, 20, 21,22}.

Textos na língua portuguesa-brasileira, de diferentes assuntos e áreas, têm os valores de suas entropias informacionais próximos de 4,0 por causa das características e regras da própria língua.^{18, 20}

Na análise estatística que agrupou o resultado dos 14 alunos, foi identificado um aumento significativo, progressivo e subsequente da entropia média aferida na totalidade dos textos.

Para afirmar que existe diferença estatisticamente significante entre os grupos, é necessário que a Razão de Variância (P) tenha sempre o valor $\leq 0,05$.

Foi possível demonstrar a ocorrência de um comportamento dinâmico da Entropia de Shannon nos textos produzidos pelos alunos, diferenciada, basicamente no grupo de maior idade (Grupo 2), nos quais foi denotada diferença estatisticamente significativa na complexidade dos textos. A hipótese dessa diferença deve-se pela faixa etária, nível de complexidade da escrita e repertório ampliado, utilizando-se palavras incomuns e de baixa frequência; com isso, diminui-se a previsibilidade e se aumenta a entropia.^{18, 20, 21,22}

Os textos de conclusão do Grupo 2 não demonstraram diferença estatisticamente significativa. Tem-se a hipótese desse fato ocorrer pela própria estrutura do texto, que deve ser sucinta, pouco elaborada, que resume e ressalte as ideias já apresentadas.

Sobre os textos do Grupo 1, tem-se a hipótese da não verificação de diferença estatisticamente significativa entre quaisquer textos, por conta da faixa etária e nível de desenvolvimento da complexidade da escrita. “Textos do público infantil contêm palavras familiares, comuns ou redundantes a maioria dos usuários da língua. O rebuscamento textual mostra-se passível de quantificação, ao ser capaz de gerar a incompreensão por sua imprevisibilidade ou baixa familiaridade ao leitor, pouca quantidade de informação e baixa entropia informacional.”²¹ Mesmo assim, observa-se o nível médio de entropia informacional maior que 4,0 nível médio da língua portuguesa-brasileira, em todos os textos, ainda que esses alunos estejam em fase inicial do desenvolvimento da complexidade da escrita.

A utilização de metodologias ativas, como no caso a de projetos, pode tornar a aprendizagem mais significativa, propiciando a utilização de palavras e conceitos que não seriam trabalhados em outras circunstâncias do ambiente escolar se não estivessem contextualizados e inseridos nos projetos de pesquisas.^{3,4} Isso pode ampliar o repertório do aluno que, como demonstrado nos textos analisados, tornam-se mais complexos por conta de sua imprevisibilidade e incerteza.^{18, 20, 21,22}

Diante do exposto, sugere-se a ampliação da utilização de metodologias ativas no processo de ensino-aprendizagem, ampliando e aferindo por meio desta ferramenta, a gradativa evolução e desenvolvimento da complexidade da linguagem escrita.

6. CONCLUSÕES

6. CONCLUSÕES

Foi possível demonstrar a ocorrência de um comportamento dinâmico da Entropia de Shannon nos textos produzidos pelos alunos. No grupo de maior idade (Grupo 2), foi denotada diferença estatisticamente significativa na complexidade dos textos.

Nos textos do Grupo 1, ainda que não tenham Entropia estatisticamente significante, é possível verificar a Entropia Média dos textos acima da média da língua portuguesa-brasileira, que geralmente são literaturas produzidas por adultos, com desenvolvido nível de complexidade de escrita.

Essa ferramenta de análise poderá se tornar um elemento útil de avaliação da evolução do processo cognitivo dos estudantes e de escolha metodológica para as instituições de ensino.

Esse estudo abre a possibilidade para estudos futuros que comparem a entropia da informação de textos produzidos por alunos que vivenciam a utilização de metodologias ativas em seus cotidianos. Também, acompanhar esses alunos, ao longo de anos escolares e verificar a evolução de cada um.

Sugere-se ainda, por meio de textos de alunos que vivenciam práticas do ensino curricular tradicional, comparando-se as faixas etárias e o nível médio de entropia em cada uma delas, de acordo com o referencial metodológico adotado pela instituição de ensino.

7. REFERÊNCIAS

7. REFERÊNCIAS

1. Delors, J. Educação um Tesouro a Descobrir: Relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI. Brasília: UNESCO, São Paulo: Cortez, 1999.
2. Almeida, R. Concepções epistemológicas e filosóficas – processo de ensino aprendizagem na área de exatas. In: GEMIGNANI, E.; RODRIGUES, A.J. (Orgs.). Metodologias ativas no processo de aprendizagem: concepções e aplicações. São Paulo: Instituto Brasileiro de Filosofia e Ciência "Raimundo Lúlio" (Ramon Llull), 2014. p. 35 – 45.
3. Klein, Ana Maria. Educação em direitos humanos e metodologias ativas de aprendizagem. In: GEMIGNANI, E.; RODRIGUES, A.J. (Orgs.). Metodologias ativas no processo de aprendizagem: concepções e aplicações. São Paulo: Instituto Brasileiro de Filosofia e Ciência "Raimundo Lúlio" (Ramon Llull), 2014. p. 45 – 64.
4. Berbel, N. A. N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. Ciências Sociais e Humanas, Londrina, v. 32, n. 1, p. 25-40, jan./jun. 2011.
5. Prado, M. E. B. B. Pedagogia de Projetos: Fundamentos e Implicações. Boletim do Salto para o Futuro. Série Pedagogia de Projetos e integração de mídias, TV-ESCOLA-SEED-MEC, 2003. Disponível no site: <http://www.tvebrasil.com.br/salto>.

6. Martins, J. S. Projetos de pesquisa: estratégias de ensino e aprendizagem em sala de aula. 2ªed. Campinas, SP: Armazém do Ipê (Autores Associados), 2007.
7. Bordenave, J. D. Pereira, A. M. Estratégias de ensino-aprendizagem. 4. ed. Petrópolis: Vozes, 1982.
8. Rodrigues, Alana Fuzaro de Barros. Desenvolvimento Curricular na Escola Maria Peregrina e as possibilidades do Agir Comunicativo. São José do Rio Preto, 2018. https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/157234/rodrigues_afb_me_sjrp.pdf?sequence=5&isAllowed=y .
9. Wada, Max Lopes. Qualidade de vida de estudantes do ensino fundamental da escola Maria Peregrina, sob influência da pedagogia de projetos. São José do Rio Preto, 2016.
10. Soler, Zaida Aurora Sperli Geraldês. Pedagogia de projetos: proposição de sua utilização no ensino de graduação e pós-graduação em enfermagem. Enfermagem Brasil, v. 13, n. 2, p. 67-68, 2014. <https://www.portalatlanticaeditora.com.br/index.php/enfermagembrasil/article/view/3682>
11. Heradão, Julia Gomes. Estudantes com autismo em escolas democráticas: práticas pedagógicas. 2019. <http://hdl.handle.net/11449/192688> .

12. Mousinho, Renata, Schmid, Evelin, Pereira, Juliana, Lyra, Luciana, Mendes, Luciana, & Nóbrega, Vanessa. (2008). Aquisição e desenvolvimento da linguagem: dificuldades que podem surgir neste percurso. *Revista Psicopedagogia*, 25(78), 297-306. Recuperado em 13 de mar • o de 2019, de http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84862008000300012&lng=pt&tlng=pt.
13. Schirmer Carolina R., Fontoura Denise R., Nunes Magda L .. Distúrbios de linguagem e aprendizagem. *J. Pediatr. (Rio J.)* [Internet]. Abril de 2004 [citado em 2019 13 de março]; 80 (2 Supl): 95-103. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0021-75572004000300012&lng=en.
<http://dx.doi.org/10.1590/S0021-75572004000300012>.
14. Amorim Rosa. Avaliação da criança com alteração da linguagem. *Nascer e Crescer* [Internet]. 2011 [citado 2019 Mar 13] ; 20(3): 174-176. Disponível em: http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0872-07542011000300 019&lng=pt.
15. Mousinho, Renata, Schmid, Evelin, Pereira, Juliana, Lyra, Luciana, Mendes, Luciana, & Nóbrega, Vanessa. (2008). Aquisição e desenvolvimento da linguagem: dificuldades que podem surgir neste percurso. *Revista Psicopedagogia*, 25(78), 297-306. Recuperado em 13 de mar • o de 2019, de http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84862008000300012&lng=pt&tlng=pt.

16. Cristina Teodoro Covolan, Silvia & Silva, Dirceu. (2005). A entropia no Ensino Médio: utilizando concepções prévias dos estudantes e aspectos da evolução do conceito. *Ciência & Educação (Bauru)*. 11. 10.1590/S1516-73132005000100009.
17. J. R. Paviotti et al., “Considerações sobre o conceito de entropia na teoria da informação,” Tese (Mestrado em Tecnologia) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Tecnologia. Limeira - SP, 2019. <https://core.ac.uk/download/pdf/296901006.pdf> .
18. Magossi, José Carlos; Paviotti, José Renato. Incerteza em entropia. *Revista Brasileira de História da Ciência*, v. 12, n. 1, p. 84-96, 2019. <https://doi.org/10.53727/rbhc.v12i1.47> .
19. Pineda, José Octavio de Carvalho. A entropia segundo Claude Shannon: o desenvolvimento do conceito fundamental da teoria da informação. 2006. 124 f. Dissertação (mestrado em História da Ciência)-Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2006.
20. Cordeiro, Vinícius Lima *et al.* Aplicações da teoria da informação à neurociência. *Rev. Bras. Ensino Fís.*, São Paulo , v. 41, n. 2, e20180197, 2019 . Available from http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172019000200414&lng=en&nrm=iso>. Epub Nov 29, 2018. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2018-0197>.

21. Ribeiro, Louise Bogéa *et al.* Complexidade semântica e habilidade de decodificação: um modelo quantitativo da compreensão de textos denotativos em língua portuguesa baseado na teoria da informação. 2018. <http://repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/9832> .
22. Torres, Rui. Sustentabilidade e entropia na geração textual variacional: PoemAds—sob o signo da devoração. *Texto Digital*, v. 8, n. 2, p. 361-375, 2012. <http://hdl.handle.net/10284/3577> .

8. ANEXOS

ANEXO 1-TERMO DE ASSENTIMENTO (no caso do menor)

Você está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa **AValiação DA EVOLUÇÃO DA COMPLEXIDADE DA LINGUAGEM POR MEIO DA ENTROPIA DA INFORMAÇÃO**. Nesta pesquisa pretendemos avaliar sequencialmente a evolução da linguagem buscando constatar se há um aumento da entropia de informação correlato ao grau de aprendizado de acordo com nível de escolaridade e comparar com a avaliação padrão do tutor. O motivo que nos leva a estudar esse assunto é poder constatar o favorecimento da utilização de metodologias ativas, como no caso, a de projetos para a evolução da linguagem dos alunos por meio da análise da entropia da informação aferida e contribuir com os gestores e coordenadores da educação no planejamento de utilização de práticas metodológicas baseadas na metodologia de projetos no desenvolvimento da linguagem de seus alunos. Para a análise dos dados deste estudo, serão utilizados os pressupostos da Teoria da Informação e aferição do nível de entropia da informação de Shannon. Esses textos serão analisados e para avaliação da entropia da informação, será utilizado o site *dcode* (<https://www.dcode.fr/shannon-index>) que quantifica a entropia através da fórmula da entropia de Shannon. Para participar desta pesquisa, o responsável por você deverá autorizar e assinar um termo de consentimento. Você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Você será esclarecido(a) em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se. O responsável por você poderá retirar o consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido(a) pelo pesquisador que irá tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Você não será identificado em nenhuma publicação. Esta pesquisa apresenta risco mínimo, isto é, o mesmo risco existente em atividades rotineiras como conversar, tomar banho, ler e entre outras. Apesar disso, você tem assegurado o direito a ressarcimento ou indenização no caso de quaisquer danos eventualmente produzidos pela pesquisa.

Os resultados estarão à sua disposição quando finalizada esta pesquisa. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a permissão do responsável por você. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de cinco anos, e após esse tempo serão destruídos. Este termo de assentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada pelo pesquisador responsável, e a outra será fornecida a você.

Eu, _____, portador(a) do documento de Identidade _____, fui informado(a) dos objetivos da presente pesquisa, de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações, e o meu responsável poderá modificar a decisão de participar se assim o desejar. Tendo o consentimento do meu responsável já assinado, declaro que concordo em participar dessa pesquisa. Recebi uma cópia deste termo de assentimento e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

São José do Rio Preto, ____ de _____ de 20__

Assinatura do(a) menor

Assinatura do(a) pesquisador(a)

Em caso de dúvidas com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:

CEP- COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - FAMERP

AV. BRIGADEIRO FARIA LIMA, 5416 – VILA SÃO PEDRO

SÃO JOSÉ DO RIO PRETO (SP) - CEP:

FONE: (17)32015813

PESQUISADOR(A) RESPONSÁVEL: MARINA PEIXOTO DA SILVA

ENDEREÇO: RUA LUZIA TOMAZ, 240

SÃO JOSÉ DO RIO PRETO (SP) - CEP:15041-551

FONE: (17)98131-2577 / E-MAIL: MARINAPEIXOTO_RC@HOTMAIL.COM

ANEXO 2-Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Título do estudo: Entropia da Informação em Metodologia de Projetos Como Forma de Avaliar a Evolução da Linguagem.

Pesquisador(es) Responsável(is): Prof.ª Dr.ª Michele Lima Gregório; Marina Peixoto da Silva

Instituição/Departamento: Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto/Pós-Graduação em Enfermagem/ Curso de Mestrado. Telefone para contato: (17)3219-9970; (17)98193-0857 Local da coleta de dados: Escola Maria Peregrina.

Eu _____, confirmo que recebi as informações necessárias para compreender os objetivos e métodos da coleta dos dados deste estudo sobre **AVALIAÇÃO DA EVOLUÇÃO DA COMPLEXIDADE DA LINGUAGEM POR MEIO DA ENTROPIA DA INFORMAÇÃO**. Compreendo, assim, que o objetivo desta pesquisa é avaliar sequencialmente a evolução da linguagem buscando constatar se há um aumento da entropia de informação correlato ao grau de aprendizado de acordo com nível de escolaridade e comparar com a avaliação padrão do tutor. Para a análise dos dados deste estudo, serão utilizados os pressupostos da Teoria da Informação e aferição do nível de entropia da informação de Shannon. Esses textos serão analisados e para avaliação da entropia da informação, será utilizado o site *dcode* (<https://www.dcode.fr/shannon-index>) que quantifica a entropia através da fórmula da entropia de Shannon.

A pesquisadora se comprometeu a manter o anonimato da instituição e das crianças participantes da pesquisa. Compreendi também que:

- Em qualquer etapa do estudo, terei acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para esclarecimento de eventuais dúvidas, bem como a possibilidade de retirar meu consentimento da participação dos adolescentes na pesquisa.
- Tenho o direito de ser mantido atualizado sobre os resultados parciais da pesquisa ou de resultados que sejam do conhecimento dos pesquisadores.
- Não haverá despesas para a instituição na participação da pesquisa. Também não há compensação financeira relacionada a participação. Se existir qualquer despesa adicional, ela será absorvida pelo orçamento da pesquisa.
- O tempo aproximado para coleta de dados, em que os adolescentes irão participar do projeto será de 2 horas.
- Os pesquisadores se comprometem a utilizar os dados e o material coletado somente para esta pesquisa.

Acredito ter sido suficientemente informado a respeito do que foi lido ou que foram lidas para mim. Declaro que ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que a participação dos adolescentes, pelas quais respondo neste consentimento, é isenta de despesas. Concordo voluntariamente em permitir a participação dos adolescentes neste estudo e podendo retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo.

_____, _____ de _____ de 2019.

Assinatura do representante legal do sujeito da pesquisa N. identidade _____

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido deste sujeito de pesquisa ou representante legal para a participação neste estudo.

_____, _____ de _____ de 2019.

Assinatura do responsável pelo estudo

8. MANUSCRITO

AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DA COMPLEXIDADE DA LINGUAGEM ESCRITA POR MEIO DA ENTROPIA DA INFORMAÇÃO

RESUMO

Objetivos: Analisar e verificar a eficácia da metodologia de projetos para o desenvolvimento da complexidade da linguagem escrita, utilizando a Entropia de Shannon como ferramenta. **Métodos:** Foram selecionados 14 alunos da Escola Maria Peregrina, para avaliação do nível médio de entropia. Foi feita Análise de Variância (ANOVA), com o pós-teste de Tukey. **Resultados:** Houve diferença estatisticamente significativa entre os Textos de Introdução, Texto 1, Texto 2 e Texto de conclusão em relação ao Texto 3. **Conclusão:** Foi possível demonstrar a ocorrência da Entropia de Shannon nos textos. Esta ferramenta poderá se tornar um meio efetivo de avaliação da evolução do processo cognitivo.

Palavras-chaves: Metodologia de Projetos; Entropia da Informação; Desenvolvimento da Complexidade da Linguagem Escrita.

EVALUATION OF THE DEVELOPMENT OF WRITTEN LANGUAGE COMPLEXITY THROUGH INFORMATION ENTROPY

ABSTRACT

Objectives: Search and control the design methodology technique for the development of the tool's complexity, using Shannon's Entropy as a tool. **Methods:** 14 students from Escola Maria Peregrina were selected to assess the average entropy level. Analysis of Variance (ANOVA) was performed with Tukey's post-test. **Results:** There was a statistically significant difference between the Introduction Texts, Text 1, Text 2 and Conclusion Text in relation to Text 3. **Conclusion:** It was possible to demonstrate the occurrence of Shannon Entropy in the texts. This tool could become an effective means of evaluating the evolution of the cognitive process.

Key Words: Project Methodology; Information Entropy; Language Development of Written Language.

1. INTRODUÇÃO

Um tema muito discutido atualmente no meio educacional, especialmente, quando se abordam questões relacionadas ao ensino-aprendizagem, é o significado que a aprendizagem adquire para os estudantes. Trata-se da possibilidade de se estabelecer relações entre os conteúdos escolares e a realidade dos aprendizes, por meio de temáticas que estejam ligadas às suas vivências e interesses. (Delors, 1999)

A partir das temáticas vinculadas à realidade, nascem discussões e questionamentos que possibilitam a articulação entre os problemas levantados pelos estudantes e os conteúdos disciplinares curriculares. Muitas vezes, as problematizações envolvem indagações críticas e o posicionamento dos estudantes frente a questões polêmicas, podendo assim contribuir para o desenvolvimento de sua capacidade de atuar na sociedade e de transformá-la.

É cada vez mais importante a educação para a compreensão da realidade e a consciência de que necessitamos de um mundo solidário e interligado (Delors, 1999). Essa educação propende ao desenvolvimento humano e este, por sua vez, implica nos conhecimentos necessários à vida em sociedade. Além disso, vem sendo discutida a necessidade da elaboração do conhecimento de modo global e interdisciplinar, estimulando principalmente a capacidade de resolver problemas. Desta forma, visa-se o desenvolvimento da autonomia, do pensamento sistêmico, crítico e que forme seres humanos cada vez mais atuantes na sociedade e no meio em que estão inseridos.

Para que isso ocorra, defende-se a ideia da utilização de metodologias que coloquem o estudante como o centro de todo o trabalho pedagógico, onde está inserido de maneira atuante e autônoma em seu aprendizado. Segundo Almeida, a utilização de metodologias ativas de

aprendizagem faz-se cada vez mais recorrente para o alcance desses objetivos. (Almeida, 2014)

Diante do exposto, entendemos que pensar em metodologias que privilegiem a ação dos estudantes, o questionamento acerca da realidade, o trabalho cooperativo, a ação responsável e autônoma, é uma necessidade das sociedades modernas, ao mesmo tempo em que promova o desenvolvimento do ser humano. Além disso, há inúmeros ganhos na aprendizagem, como o desenvolvimento do pensamento científico, de forma especial, da comunicação e da evolução da complexidade da linguagem escrita (Klein, 2014).

1.1 METODOLOGIAS ATIVAS E METODOLOGIA DE PROJETOS

A utilização desse tipo de metodologia vai além do desenvolvimento cognitivo. Klein afirma que

”ao adotar metodologias educativas que privilegiam a cooperação entre estudantes e o contexto prático, transcendemos a mera transmissão de conteúdos e penetramos em outras dimensões: a axiológica e a práxis. Conceber o ser que aprende em sua totalidade, complexidade e multidimensionalidade implica considerar não apenas aspectos cognitivos dos estudantes, mas também suas referências pessoais, sociais e afetivas (Klein, 2014).

Segundo Berbel “a escola tem a incumbência de atuar para promover o desenvolvimento humano, a conquista de níveis complexos de pensamento e de comprometimento em suas ações” (Berbel, 2011). Para que isso ocorra, necessita estimular também o desenvolvimento de competências e habilidades em diferentes níveis e áreas do conhecimento.

Uma das metodologias utilizadas com esse intuito é a que se desenvolve por meio de projetos de pesquisa. A teoria de Prado diz que “na pedagogia de projetos, o aluno aprende no

processo de produzir, levantar dúvidas, pesquisar e criar relações que incentivam novas buscas, descobertas, compreensões e reconstruções de conhecimento” (Prado, 2003)

O uso de projetos para impulsionar situações de ensino-aprendizagem caracteriza-se por alguns aspectos, que são sintetizados por Martins (2007):

- Parte de um tema que funciona como fio condutor de um trabalho;
- Extrapola os currículos escolares na busca de novas versões de informações;
- Investiga temas que são de interesse dos estudantes ou vivenciados por eles;
- Desenvolve o gosto pela pesquisa com buscas, entrevistas e estudos;
- Promove a reflexão e a interpretação de conceitos aprendidos;
- Facilita a interdisciplinaridade e a parceria entre estudantes e professores:

A metodologia de projetos traz aspectos da realidade do estudante para o desenvolvimento do saber. As informações adquiridas são levantadas com o desígnio de uma integração final na busca do saber. Para Bordenave e Pereira

“o método de projetos tem como principal objetivo lutar contra a artificialidade da escola e aproximá-la o mais possível da realidade da vida. O aluno busca informações, lê, conversa, anota dados, calcula, elabora gráficos, reúne o necessário e, por fim, converte tudo isso em ponto de partida para o exercício ou aplicação na vida”. (Bordenave e Pereira, 1982)

Esse tipo de metodologia ativa e de concepção pedagógica é especialmente utilizado no Brasil no Ensino Superior, mais especificamente na área da saúde. No mundo inteiro, há diversas instituições de ensino que partem dessa proposta metodológica. A Universidade de Aalborg, na Dinamarca, desenvolve a graduação de seus estudantes de diferentes áreas por meio da Aprendizagem Baseada em Problemas e Projetos (ABPP). Também, a McMaster University, no Canadá, é precursora na perspectiva moderna de ABP. No Brasil, podemos

citar a Universidade de São Paulo, a USP Leste e a FAMEMA – Faculdade de Medicina de Marília, como exemplos na utilização dessa metodologia.

Na educação básica, a Escola da Ponte, em Portugal, é uma das maiores referências mundiais na utilização da Metodologia de Projetos de Pesquisa. Essa escola existe há mais de trinta anos. No Brasil, também há diferentes tipos de aplicações práticas com esse tipo de trabalho. Especificamente, há o caso da Escola Maria Peregrina, em São José do Rio Preto – SP, que tem toda sua proposta pedagógica voltada à singularidade dos estudantes, desenvolvida por meio da Pedagogia de Projetos de Pesquisa, vinculada com a teoria das Inteligências Múltiplas, do psicólogo americano Howard Gardner.

Os projetos desenvolvidos pelos estudantes têm por objeto temas escolhidos por eles próprios e podem ser realizados de modo individual ou coletivo. Deste modo, os conteúdos programáticos são trabalhados a partir destes projetos. Observa-se que à medida que os estudantes avançam na escolarização, ou seja, conforme adquirem maior familiaridade com esse tipo de metodologia, os temas escolhidos vão se aprimorando e passam a se direcionar para temas polêmicos da sociedade, como política, mídia, guerras civis, comportamentos sociais, ideologias e outros.

Essa escola já foi utilizada como local de pesquisa científica em vários trabalhos acadêmicos. Na matemática, Rodrigues (2018) desenvolveu um artigo sobre uma investigação desenvolvida nessa instituição sobre o currículo e ações educativas por meio da metodologia de projetos; tendo resultados positivos a utilização desse tipo de metodologia.

Também foi desenvolvido um trabalho sobre a qualidade de vida de estudantes do ensino fundamental da escola Maria Peregrina, sob influência da pedagogia de projetos, a partir do qual Wada (2016) demonstra o contentamento dos estudantes que aprendem por meio desta metodologia.

Na área da saúde, Soler (2014) defende em sua publicação a utilização da metodologia de projetos no ensino de graduação e pós-graduação em Enfermagem.

A eficácia metodológica também foi pesquisada em relação às práticas pedagógicas no processo de inclusão, especificamente, de alunos autistas. (Heradão, 2019)

1.2 COMUNICAÇÃO E LINGUAGEM ESCRITA

A comunicação é própria dos seres humanos e de outras espécies de animais. No entanto, a maneira dos seres humanos se comunicarem é diferente. A mais importante é a possibilidade de simbolizar. Esses símbolos linguísticos são convenções sociais de significados. Além disso, a comunicação humana é gramatical e utiliza-se de símbolos linguísticos associados em estruturas padronizadas. Também, diferentes de outras espécies, os seres humanos possuem muitos sistemas de comunicação, não havendo apenas um único para todos os membros da espécie. Por isso, geralmente uma criança aprende convenções comunicativas da sociedade que está inserida. A linguagem escrita é um fator importante para o desenvolvimento e aprendizagem. Ela é uma base indispensável para que as habilidades de leitura e escrita se estabeleçam. (Mousinho, 2019)

A percepção categorial (agrupar diferencialmente, distinguindo de outros fonemas) e a aprendizagem estatística (aprender a reconhecer sequências parecidas as palavras no meio de uma sequência de fonemas) são ferramentas cognitivas associadas ao desenvolvimento da linguagem escrita. (Schirmer, 2004)

O desenvolvimento da linguagem escrita e da fala processa-se de um modo previsível ao longo das diversas etapas do desenvolvimento psicomotor. Geralmente, aos seis anos, uma criança está apta para aprender a ler e escrever. (Amorim, 2011)

Nesse processo de desenvolvimento cognitivo, a linguagem escrita tem papel fundamental na determinação de como a criança vai aprender a pensar, uma vez que formas avançadas de pensamentos são transmitidas à criança através de palavras. (Mousinho, 2019)

Com isso, acredita-se que o aprendizado por meio de metodologias ativas auxilia no desenvolvimento de uma escrita cada vez mais complexa.

1.3 ENTROPIA DA INFORMAÇÃO

Uma das formas de aferir o desenvolvimento da complexidade da escrita dos estudantes é a utilização da Teoria da Informação, um ramo da matemática que estuda quantificação da informação. Essa teoria teve seus pilares estabelecidos por Claude Shannon que formalizou conceitos com aplicações na teoria da comunicação e estatística. Ele criou, a partir dos estudos da termodinâmica, a entropia da informação (entropia informacional ou entropia de Shannon), para mensurar o nível de informação baseado em probabilidades (Covolán, 2005)

A Teoria da Informação ou Entropia de Shannon surgiu em 1948, quando o engenheiro e matemático Claude Elwood Shannon (1916-2001) publicou o artigo intitulado *A Mathematical Theory of Communication*. Este se tornou, posteriormente, um livro e base referencial em comunicação; no entanto, passou a ser utilizado em diferentes áreas e segmentos, como física (mecânica estatística), matemática (teoria da probabilidade), engenharia elétrica (teoria da comunicação) e ciência da computação (complexidade algorítmica). (Paviotti, 2019)

O termo Entropia é amplamente usado em conceitos físicos. O cientista alemão Ludwig Boltzmann, no início do século XX, desenvolveu conceitos físicos de termodinâmica estatística, descrevendo a pressão e temperatura dos gases como função do movimento de

suas moléculas. Após estudos experimentais, Boltzmann vincula em sua teoria o termo Entropia com perda de energia e desordem. Na teoria da Informação, a Teoria de Shannon, entropia é a probabilidade combinatória, portanto, de maior complexibilidade. (Pineda, 2006)

A entropia informacional expressa o nível de desordem/imprevisibilidade da informação. Ela

"relaciona a probabilidade de ocorrência de um determinado evento à quantidade de informação presente em uma sequência de eventos. Ao conceber o conceito de entropia informacional, Shannon definiu formalmente qual seria a mínima quantidade de informação necessária para representar todos os símbolos de uma mensagem conhecida; com isto ele tentaria otimizar uma codificação para a mensagem." (Pineda, 2006)

Mensagens são uma forma de padrão e organização. Um conjunto de mensagens tem entropia. Quanto mais provável é a mensagem, menor é a informação fornecida. Quanto maior a incerteza (entropia informacional), maior o potencial de informação dessa fonte (Covolan, 2005).

Segundo Cordeiro (2019), cada idioma possui uma forma de distribuição das letras do alfabeto. Na língua portuguesa-brasileira, as letras mais frequentes são “a” e “e”, depois “o” e “i”. Por causa das características do idioma, livros escritos por diversos autores, não somente de literatura, possuem a entropia informacional com valores próximos a 4,0, considerados, portanto, com alta entropia.

“Se tomarmos uma amostra grande de livros em português, escritos por diversos autores e em épocas diferentes (não somente de literatura, mas sobre qualquer assunto) e calcularmos as suas respectivas entropias informacionais, obteremos sempre valores próximos de 4,0. Isto é assim porque as frequências das letras em um texto em português refletem uma característica da língua portuguesa e não de um autor em particular” (Cordeiro, 2019).

Em contrapartida, ainda afirma que alunos em fase de infância e adolescência, que ainda estão no processo de desenvolvimento da escrita, geralmente possuem textos com valores de entropia abaixo da média.

Assim, a aferição da entropia informacional de textos escritos por estudantes que vivenciam a prática escolar com base na metodologia de projetos é de suma importância para a comprovação da eficácia dessa metodologia pedagógica.

Com isso, levanta-se a hipótese de que a metodologia de projetos contribui para o desenvolvimento da complexidade da linguagem escrita, utilizando-se da entropia informacional para verificar se os textos baseados nos projetos de pesquisa possuem entropia próximos à média da língua portuguesa-brasileira.

2. OBJETIVOS

O presente estudo teve como objetivo geral analisar e verificar a eficácia da metodologia de projetos para o desenvolvimento da complexidade da linguagem escrita, utilizando-se da Entropia da Informação (de Shannon) como ferramenta.

Objetivos específicos

- e) Verificar se a entropia da informação pode ser utilizada na medida de complexidade e de aprendizado;
- f) Calcular a entropia da informação de alunos que aprendem por meio de metodologia de projeto;
- g) Comparar os valores médios da entropia da informação dos alunos com a média da entropia da portuguesa-brasileira;
- h) Verificar se há aumento estatisticamente significativo progressivo da entropia da informação nos textos analisados.

3. MÉTODOS

Participaram deste estudo quatorze alunos do terceiro ano ao nono ano do Ensino Fundamental, no ano de 2019, da Escola Maria Peregrina- São José do Rio Preto/SP, que aceitaram fazer parte da pesquisa. Os alunos assinaram o termo de assentimento (Anexo1) enquanto seus responsáveis concordaram e assinaram o consentimento livre esclarecido (Anexo2).

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto, CAAE 10112319.4.0000.5415, de acordo com a Resolução CNS nº 466 de 2012 e na Norma Operacional nº 001 de 2013 do CNS.

Este estudo transversal realizou uma análise comparativa entre os níveis médios de entropia identificados em cada um dos cinco textos, escritos por cada um dos 14 alunos participantes durante o desenvolvimento de seus projetos, no ano letivo de 2019. Esses projetos foram de temáticas escolhidas pelos próprios alunos, de acordo com seus interesses.

Para inclusão dos sujeitos consideramos os critérios: ter sido aluno regularmente matriculado na Escola Maria Peregrina desde o início do Ensino Fundamental I, concordar em participar do estudo, seu responsável assinar o Termo de Consentimento Livre Esclarecido, ter idade igual ou acima dos sete anos até 15 anos completos, ambos os sexos, e não apresentar déficit de compreensão.

Foi avaliado o nível médio de entropia de cada um dos cinco textos de cada aluno em comparação à entropia média da língua portuguesa, utilizados os pressupostos da Teoria da Informação e aferição do nível de entropia da informação de Shannon.

Para a realização da análise comparativa dos níveis médios de entropia, foram utilizados a Análise de Variância (ANOVA), com o pós-teste de Tukey.

3.1 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Para a análise dos dados deste estudo, foram utilizados os pressupostos da Teoria da Informação e aferição do nível de entropia da informação de Shannon.

Esses textos foram analisados e para avaliação da entropia da informação, foi utilizado o site *dcode* (<https://www.dcode.fr/shannon-index>) que quantifica a entropia através da fórmula da entropia de Shannon:

$$H = - \sum p(x) \log p(x)$$

Cada redação foi inserida no site *dcode*, o qual forneceu o valor da entropia para cada texto avaliado.

Os dados coletados foram analisados usando-se os programas estatísticos Análise de Variância (ANOVA), com o pós-teste de Tukey.

4. RESULTADOS

Ao total foram analisados 70 textos de 14 alunos, sendo cinco textos de cada um deles e todos sobre os temas escolhidos para os projetos escolhidos. Desses 14 alunos, seis pertenciam ao Grupo 1, (com idade de oito a 10 anos) e oito pertenciam ao Grupo 2 (com idade de 11 a 14 anos).

A Tabela 1 mostra a relação dos alunos selecionados para este trabalho, assim como, o ano escolar (série), idade dos alunos e os temas dos projetos de pesquisa.

Tabela 1. Alunos selecionados: ano escolar, tema do projeto e idade. São José do Rio Preto/SP, 2019.

Alunos	Ano (série)	Tema do projeto	Idade (anos)
T.L.	Terceiro (2 ^a)	Artes	8
V.G.	Terceiro (2 ^a)	Artes	8
I.D.	Quarto (3 ^a)	Desenho Profissional	9
P.F.	Quarto (3 ^a)	Desenho Profissional	9
D.F.	Quinto (4 ^a)	Desenho Profissional	10
D.R.	Quinto (4 ^a)	Histórias em Quadrinhos	10
G.S.	Sexto (5 ^a)	Confeitaria	11
T.A.	Sexto (5 ^a)	Confeitaria	11
A.S.	Sétimo (6 ^a)	Forças Fundamentais	12
A.C.	Sétimo (6 ^a)	Forças Fundamentais	12
G.F.	Oitavo (7 ^a)	Literatura	13
T.R.	Oitavo (7 ^a)	Desigualdade Social	13
G.T.	Nono (8 ^a)	Forças Fundamentais	14
T.R.	Nono (8 ^a)	Desigualdade Social	14

Os projetos estão vinculados às áreas de interesse dos alunos e com seus objetivos, ou seja, a motivação em desenvolvê-los. A Tabela 2 demonstra estas áreas e objetivos dos projetos.

Tabela 2. Áreas e objetivos dos temas dos escolhidos para projetos de pesquisa ,em 2019. São José do Rio Preto/SP, 2019.

Tema	Área	Principais objetivos
Artes	Humanas	Conhecer diferentes técnicas de desenho e pintura. Visitar museus
Desenho Profissional	Humanas	Aprender técnicas para no futuro, tornarem-se desenhistas profissionais
Histórias em Quadrinhos	Humanas	Fazer um gibi
Confeitaria	Humanas	Auxiliar em suas formações pessoais e profissionais
Forças Fundamentais	Exatas	Conhecer as forças fundamentais (da Física) do Universo
Literatura	Humanas	Interesse por livros e possível formação profissional na área
Desigualdade Social	Humanas	Conhecer melhor as causas desigualdade, conscientização e práticas sociais para diminuí-las.

A partir destas análises parciais, seleção dos textos e projetos, foi feita a análise da entropia da informação dos mesmos. Os valores obtidos foram comparados à média da entropia da língua portuguesa-brasileira.

Os resultados referentes ao nível médio de entropia, identificados em cada um dos cinco textos dos alunos, estão descritos nas Tabelas 3, 4 e 5.

Tabela 3. Nível de entropia identificado na totalidade dos textos.

Variáveis	Texto de introdução [a]	Texto 1 – Conceito [b]	Texto 2 [c]	Texto 3 [d]	Texto de conclusão [e]
Entropia Média	4,24 ± 0,13	4,26 ± 0,11	4,34 ± 0,19	4,47 ± 0,16	4,22±0,04
Entropia Máxima	4,43	4,43	4,78	4,69	4,28
Entropia Mediana	4,24	4,22	4,26	4,5	4,2
Entropia Mínima	4,06	4,06	4,13	4,1	4,18
Valor P x [a]	X	0,9978	0,3603	0,0005	0,9959
Valor P x [b]	X	x	0,551	0,0013	0,9587
Valor P x [c]	X	x	x	0,1004	0,189
Valor P x [d]	X	x	x	x	0,0001
Valor P x [e]	X	x	x	x	x

Na Tabela 3 podemos observar que houve diferença estatisticamente significante entre os Textos de Introdução, Texto 1 e Texto de conclusão em relação ao Texto 3 (P=0,0005 , P=0,0013 e P=0,0001 , respectivamente).

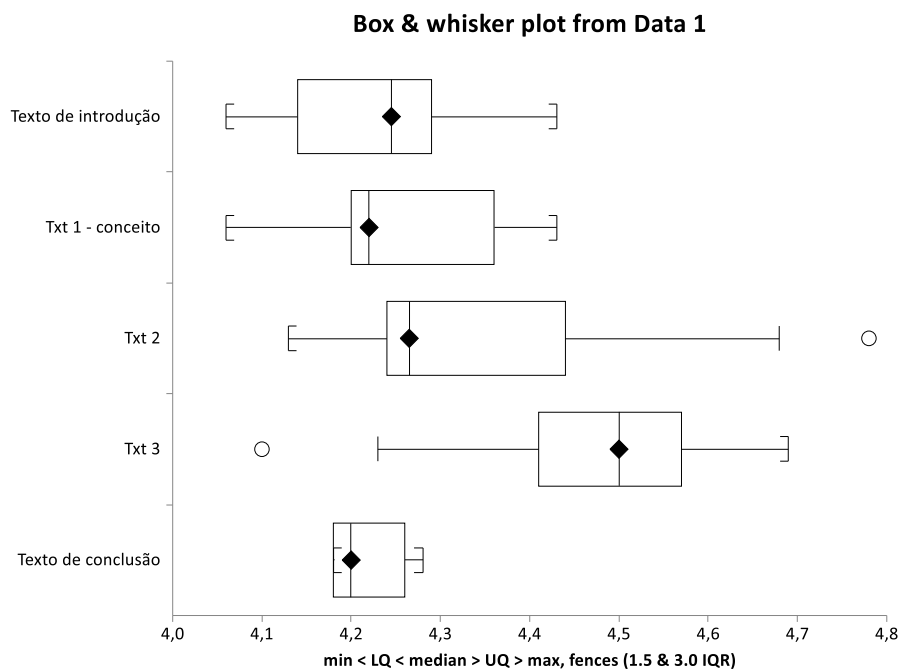


Figura 1. Diferença estatisticamente significativa entre os Textos de Introdução, Texto 1 e Texto de conclusão em relação ao Texto 3

Na Tabela 4, foram observados os níveis de entropia dos alunos do Grupo 1, com idade de oito a 10 anos.

Tabela 4. Nível de entropia identificado no grupo 1 (alunos de oito a 10 anos)

Variáveis	Texto de introdução [a]	Texto 1 – Conceito [b]	Texto 2 [c]	Texto 3 [d]	Texto de conclusão [e]
Entropia Média	4,13 ± 0,06	4,22 ± 0,12	4,38 ± 0,27	4,35 ± 0,17	4,18 ± 0,00
Entropia Máxima	4,24	4,4	4,78	4,57	4,19
Entropia Mediana	4,14	4,20	4,24	4,35	4,18
Entropia	4,06	4,06	4,13	4,1	4,18

Mínima

Valor P x [a]	x	0,8483	0,0631	0,1467	0,9783
Valor P x [b]	x	x	0,3858	0,6358	0,9917
Valor P x [c]	x	x	x	0,9929	0,1916
Valor P x [d]	x	x	x	x	0,376
Valor P x [e]	x	x	x	x	x

Na Tabela 4, que inclui os alunos de oito a 10 anos de idade, podemos observar que não houve diferença estatisticamente significante entre quaisquer textos.

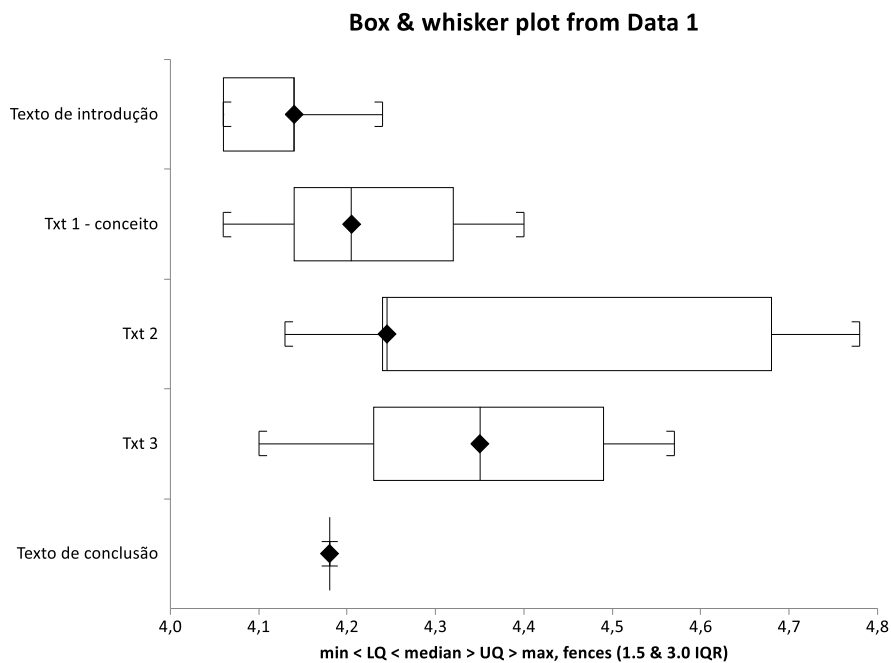


Figura 2. Demonstração que não houve diferença estatisticamente significante entre quaisquer textos.

Na Tabela 5, foram observados os níveis de entropia dos alunos do Grupo 2, com idade de seis a 14 anos.

Tabela 5. Nível de entropia identificado no grupo 2 (alunos de 11 a 14 anos).

Variáveis	Texto de introdução [a]	Texto 1 – Conceito [b]	Texto 2 [c]	Texto 3 [d]	Texto de conclusão [e]
Entropia Média	4,32 ± 0,08	4,28 ± 0,09	4,3 ± 0,11	4,56 ± 0,08	4,25 ± 0,03
Entropia Máxima	4,43	4,43	4,45	4,69	4,28
Entropia Mediana	4,29	4,25	4,31	4,53	4,26
Entropia Mínima	4,23	4,18	4,14	4,46	4,2
Valor P x [a]	x	0,8953	0,9797	<0,0001	0,4892
Valor P x [b]	x	x	0,9971	<0,0001	0,9479
Valor P x [c]	x	x	x	<0,0001	0,8216
Valor P x [d]	x	x	x	x	<0,0001
Valor P x [e]	x	x	x	x	x

Na Tabela 5, que inclui os alunos de 11 a 14 anos de idade, podemos observar que houve diferença estatisticamente significativa entre os Textos de Introdução, Texto 1, Texto 2 e Texto de conclusão em relação ao Texto 3 ($P < 0,0001$, igualmente).

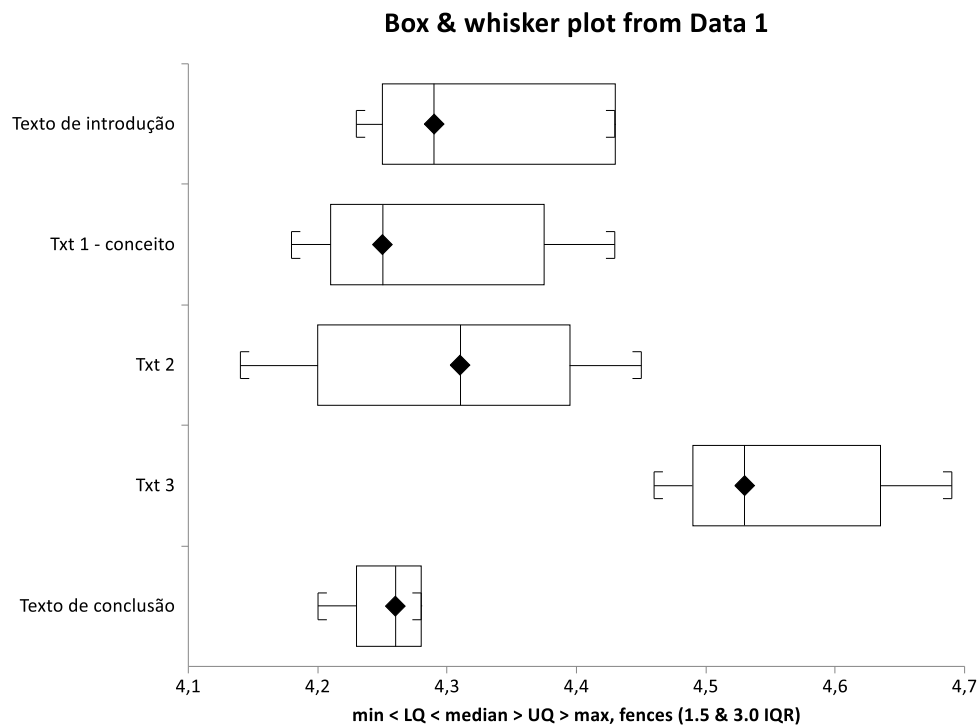


Figura 3. Demonstração que houve diferença estatisticamente significativa entre os Textos de Introdução, Texto 1, Texto 2 e Texto de conclusão em relação ao Texto 3.

5. DISCUSSÃO

Este estudo transversal realizou uma análise comparativa entre os níveis médios de entropia identificados em cada um dos 5 textos escritos por cada um dos 14 alunos participantes.

Os alunos foram divididos em dois grupos com base em faixa etária. O primeiro grupo, contendo seis participantes, foi integrado por alunos de 8, 9 e 10 anos de idade. O segundo grupo, contendo oito participantes, foi composto por alunos de 11, 12, 13 e 14 anos de idade.

O tamanho de um texto não influencia em sua entropia. As letras do alfabeto são finitas, por isso, textos grandes não significam necessariamente maior informação. São as combinações e possibilidades que garantem a entropia dos textos. Quanto mais raro um evento, maior a quantidade de informação carregada por ele.

Textos na língua portuguesa-brasileira, de diferentes assuntos e áreas, têm os valores de suas entropias informacionais próximos de 4,0 por causa das características e regras da própria língua.^{18, 20}

Na análise estatística que agrupou o resultado dos 14 alunos, foi identificado um aumento significativo, progressivo e subsequente da entropia média aferida na totalidade dos textos.

Para afirmar que existe diferença estatisticamente significativa entre os grupos, é necessário que a Razão de Variância (P) tenha sempre o valor $\leq 0,05$.

Foi possível demonstrar a ocorrência de um comportamento dinâmico da Entropia de Shannon nos textos produzidos pelos alunos, diferenciada, basicamente no grupo de maior idade (Grupo 2), nos quais foi denotada diferença estatisticamente significativa na complexidade dos textos. A hipótese dessa diferença deve-se pela faixa etária, nível de complexidade da escrita e repertório ampliado, utilizando-se palavras incomuns e de baixa frequência; com isso, diminui-se a previsibilidade e se aumenta a entropia.

Os textos de conclusão do Grupo 2 não demonstraram diferença estatisticamente significativa. Tem-se a hipótese desse fato ocorrer pela própria estrutura do texto, que deve ser sucinta, pouco elaborada, que resuma e ressalte as ideias já apresentadas.

Sobre os textos do Grupo 1, tem-se a hipótese da não verificação de diferença estatisticamente significativa entre quaisquer textos, por conta da faixa etária e nível de desenvolvimento da complexidade da escrita. Conforme Ribeiro (2018)

“Textos do público infantil contêm palavras familiares, comuns ou redundantes a maioria dos usuários da língua. O rebuscamento textual mostra-se passível de quantificação, ao ser capaz de gerar a incompreensão por sua imprevisibilidade ou baixa familiaridade ao leitor, pouca quantidade de informação e baixa entropia informacional.” (Ribeiro, 2018)

Mesmo assim, observa-se o nível médio de entropia informacional maior que 4,0 nível médio da língua portuguesa-brasileira, em todos os textos, ainda que esses alunos estejam em fase inicial do desenvolvimento da complexidade da escrita.

A utilização de metodologias ativas, como no caso a de projetos, pode tornar a aprendizagem mais significativa, propiciando a utilização de palavras e conceitos que não seriam trabalhados em outras circunstâncias do ambiente escolar se não estivessem contextualizados e inseridos nos projetos de pesquisas. Torres (2012) afirma que isso pode ampliar o repertório do aluno que, como demonstrado nos textos analisados, tornam-se mais complexos por conta de sua imprevisibilidade e incerteza.

Diante do exposto, sugere-se a ampliação da utilização de metodologias ativas no processo de ensino-aprendizagem, ampliando e aferindo por meio desta ferramenta, a gradativa evolução e desenvolvimento da complexidade da linguagem escrita.

6. CONCLUSÕES

Foi possível demonstrar a ocorrência de um comportamento dinâmico da Entropia de Shannon nos textos produzidos pelos alunos. No grupo de maior idade (Grupo 2), foi denotada diferença estatisticamente significativa na complexidade dos textos.

Nos textos do Grupo 1, ainda que não tenham Entropia estatisticamente significante, é possível verificar a Entropia Média dos textos acima da média da língua portuguesa-brasileira, que geralmente são literaturas produzidas por adultos, com desenvolvido nível de complexidade de escrita.

Essa ferramenta de análise poderá se tornar um elemento útil de avaliação da evolução do processo cognitivo dos estudantes e de escolha metodológica para as instituições de ensino.

Esse estudo abre a possibilidade para estudos futuros que comparem a entropia da informação de textos produzidos por alunos que vivenciam a utilização de metodologias ativas em seus cotidianos. Também, acompanhar esses alunos, ao longo de anos escolares e verificar a evolução de cada um.

Sugere-se ainda, por meio de textos de alunos que vivenciam práticas do ensino curricular tradicional, comparando-se as faixas etárias e o nível médio de entropia em cada uma delas, de acordo com o referencial metodológico adotado pela instituição de ensino.

7. REFERÊNCIAS

Amorim Rosa. Avaliação da criança com alteração da linguagem. *Nascer e Crescer* [Internet]. 2011 [citado 2019 Mar 13] ; 20(3): 174-176. Disponível em: http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0872-07542011000300_019&lng=pt.

Almeida, R. Concepções epistemológicas e filosóficas – processo de ensino aprendizagem na área de exatas. In: GEMIGNANI, E.; RODRIGUES, A.J. (Orgs.). *Metodologias ativas no processo de aprendizagem: concepções e aplicações*. São Paulo: Instituto Brasileiro de Filosofia e Ciência "Raimundo Lúlio" (Ramon Llull), 2014. p. 35 – 45.

Berbel, N. A. N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. *Ciências Sociais e Humanas*, Londrina, v. 32, n. 1, p. 25-40, jan./jun. 2011.

Bordenave, J. D. Pereira, A. M. *Estratégias de ensino-aprendizagem*. 4. ed. Petrópolis: Vozes, 1982.

Cordeiro, Vinícius Lima *et al.* Aplicações da teoria da informação à neurociência. *Rev. Bras. Ensino Fís.*, São Paulo , v. 41, n. 2, e20180197, 2019 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172019000200414&lng=en&nrm=iso>. Epub Nov 29, 2018. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2018-0197>.

Covolán, C. T, Silvia & Silva, D.. (2005). A entropia no Ensino Médio: utilizando concepções prévias dos estudantes e aspectos da evolução do conceito. *Ciência & Educação (Bauru)*. 11. 10.1590/S1516-73132005000100009.

Delors, J. *Educação um Tesouro a Descobrir: Relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI*. Brasília: UNESCO, São Paulo: Cortez, 1999.

Heradão, Julia Gomes. *Estudantes com autismo em escolas democráticas: práticas pedagógicas*. 2019. <http://hdl.handle.net/11449/192688> .

J. R. Paviotti et al., “Considerações sobre o conceito de entropia na teoria da informação,” Tese (Mestrado em Tecnologia) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Tecnologia. Limeira - SP, 2019. <https://core.ac.uk/download/pdf/296901006.pdf> .

Klein, Ana Maria. *Educação em direitos humanos e metodologias ativas de aprendizagem*. In: GEMIGNANI, E.; RODRIGUES, A.J. (Orgs.). *Metodologias ativas no processo de aprendizagem: concepções e aplicações*. São Paulo: Instituto Brasileiro de Filosofia e Ciência "Raimundo Lúlio" (Ramon Llull), 2014. p. 45 – 64.

Magossi, José Carlos; Paviotti, José Renato. Incerteza em entropia. *Revista Brasileira de História da Ciência*, v. 12, n. 1, p. 84-96, 2019. <https://doi.org/10.53727/rbhc.v12i1.47> .

Martins, J. S. Projetos de pesquisa: estratégias de ensino e aprendizagem em sala de aula. 2ªed. Campinas, SP: Armazém do Ipê (Autores Associados), 2007.

Mousinho, Renata, Schmid, Evelin, Pereira, Juliana, Lyra, Luciana, Mendes, Luciana, & Nóbrega, Vanessa. (2008). Aquisição e desenvolvimento da linguagem: dificuldades que podem surgir neste percurso. *Revista Psicopedagogia*, 25(78), 297-306. Recuperado em 13 de mar • o de 2019, de http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84862008000300012&lng=pt&tlng=pt.

Pineda, José Octavio de Carvalho. A entropia segundo Claude Shannon: o desenvolvimento do conceito fundamental da teoria da informação. 2006. 124 f. Dissertação (mestrado em História da Ciência)-Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2006.

Prado, M. E. B. B. Pedagogia de Projetos: Fundamentos e Implicações. Boletim do Salto para o Futuro. Série Pedagogia de Projetos e integração de mídias, TV-ESCOLA-SEED-MEC, 2003. Disponível no site: <http://www.tvebrasil.com.br/salto>.

Ribeiro, Louise Bogéa *et al.* Complexidade semântica e habilidade de decodificação: um modelo quantitativo da compreensão de textos denotativos em língua portuguesa baseado na teoria da informação. 2018. <http://repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/9832>.

Rodrigues, Alana Fuzaro de Barros. Desenvolvimento Curricular na Escola Maria Peregrina e as possibilidades do Agir Comunicativo. São José do Rio Preto, 2018. https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/157234/rodrigues_afb_me_sjrp.pdf?sequence=5&isAllowed=y .

Schirmer Carolina R., Fontoura Denise R., Nunes Magda L .. Distúrbios de linguagem e aprendizagem. J. Pediatr. (Rio J.) [Internet]. Abril de 2004 [citado em 2019 13 de março]; 80 (2 Supl): 95-103. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0021-75572004000300012&lng=en. <http://dx.doi.org/10.1590/S0021-75572004000300012>.

Soler, Zaida Aurora Sperli Geraldês. Pedagogia de projetos: proposição de sua utilização no ensino de graduação e pós-graduação em enfermagem. Enfermagem Brasil, v. 13, n. 2, p. 67-68, 2014. <https://www.portalatlanticaeditora.com.br/index.php/enfermagembrasil/article/view/3682>

Torres, Rui. Sustentabilidade e entropia na geração textual variacional: PoemAds–sob o signo da devoração. Texto Digital, v. 8, n. 2, p. 361-375, 2012. <http://hdl.handle.net/10284/3577> .

Wada, Max Lopes. Qualidade de vida de estudantes do ensino fundamental da escola Maria Peregrina, sob influência da pedagogia de projetos. São José do Rio Preto, 2016.