

**DUNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA  
MESTRADO PROFISSIONAL**

**CRISTIANE BONETTI CEMBRANEL**

**NEUROCIÊNCIAS: UM SABER IMPORTANTE PARA A EFETIVA CONSTRUÇÃO DO  
CONHECIMENTO MATEMÁTICO**

**CAXIAS DO SUL, RS**

**2018**

**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**

**NEUROCIÊNCIAS: UM SABER IMPORTANTE PARA A EFETIVA CONSTRUÇÃO DO  
CONHECIMENTO MATEMÁTICO**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECiMa), Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática, da Universidade de Caxias do Sul (UCS), sob a orientação da Prof(a) Dra. Marilda Machado Spindola como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

**CAXIAS DO SUL**

**2018**

**DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)**  
**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL UCS-BICE**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Universidade de Caxias do Sul  
Sistema de Bibliotecas UCS - Processamento Técnico

C394n Cembranel, Cristiane Bonetti

Neurociências : um saber importante para a efetiva construção do conhecimento matemático / Cristiane Bonetti Cembranel. – 2018.

142 f. : il. ; 30 cm

Dissertação (Mestrado) - Universidade de Caxias do Sul, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, 2018.

Orientação: Marilda Machado Spindola.

I. Neurociências. 2. Cérebro. 3. Aprendizagem. 4. Matemática. I. Spindola, Marilda Machado, orient. II. Título.

CDU 2. ed.: 612.82

Catálogo na fonte elaborada pela(o) bibliotecária(o)  
Michele Fernanda Silveira da Silveira - CRB 10/2334

# **NEUROCIÊNCIAS: UM SABER IMPORTANTE PARA A EFETIVA CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO MATEMÁTICO**

**CRISTIANE BONETTI CEMBRANEL**

Dissertação de Mestrado submetida à Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Caxias do Sul, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, área de concentração: Ensino de Ciências e Matemática.

Caxias do Sul, 13 de agosto de 2018.

Banca examinadora:

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Marilda Machado Spindola  
Universidade de Caxias do Sul

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Laurete Terezinha Zanol  
Universidade de Caxias do Sul

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Kelen Berra de Mello  
Instituto Federal do Rio Grande do Sul

Ao meu filho Bernardo pela paciência e a maturidade adquirida nesse período, ao meu esposo Elísio Cembranel pelo apoio e companheirismo.

## **Agradecimentos**

**O mestrado profissional foi concluído e a palavra que resume é gratidão. Gratidão primeiramente à força divina e a minha força interior para realização de mais esta etapa em minha vida. Gratidão também ao meu esposo Elísio e ao meu filho Bernardo pelo incentivo e paciência nesse período de aprendizagem.**

**Gratidão professores do programa de Pós Graduação de Ciências e Matemática da Universidade de Caxias do Sul - UCS pelo profissionalismo com que me conduziram nesta caminhada e, em especial, à minha orientadora Marilda Machado Spindola pelas orientações, paciência e companheirismo nos momentos de angústia e reflexão.**

**Mudanças e transformações internas ocorreram. Que sejam muito bem vindas. Conhecimento não se perde se aperfeiçoa. O engrandecimento e a evolução dos saberes profissionais foram visíveis e fortalecidos. Momentos e aprendizagens que jamais serão apagados da memória.**

## RESUMO

Quais são os conhecimentos necessários à Educação, amparados pelas Neurociências que são efetivos para a construção do conhecimento matemático? As Neurociências têm amparado significativamente a Educação através de conhecimentos que implicam efetivos saberes. Os objetivos do presente estudo é identificar os conhecimentos necessários em relação à Educação e que, embasados nas Neurociências, possam fundamentar estratégias de ensino que estimulem e auxiliem o desenvolvimento dos processos ensino e aprendizagem da matemática. Busca-se, também, compreender como esses saberes podem auxiliar os professores a desenvolverem suas aulas no sentido de levar o estudante a construir um estado de maior conhecimento, de maneira eficiente e proveitosa, evocando suas memórias para consolidar a aprendizagem da matemática. Para concretizar os objetivos propostos, realizou-se uma pesquisa qualitativa, e do tipo aplicada. Foi selecionada uma escola pública na cidade de Caxias do Sul no Rio Grande do Sul. A coleta de dados ocorreu por meio de questionários iniciais, com os estudantes do terceiro ano Ensino Médio. Foram envolvidas três turmas. Uma delas chamada de turma alvo, composta por 27 estudantes. As outras duas turmas, chamadas de turma controle 1 e 2 eram compostas por 30 estudantes cada uma. As turmas controle 1 e 2 apenas participaram da pesquisa na coleta de dados e serviram como parâmetros para a equiparação dos resultados. A metodologia utilizada foi a elaboração de uma Sequência Didática Interativa, dividida em 8 unidades didáticas onde o conteúdo foi abordado de forma estratégica e subsidiada pelas Neurociências, para a melhoria do ensino e da aprendizagem de matemática. O processo de armazenamento vai ser abordado sendo dividido em três sub processos: aquisição, consolidação e evocação. Também foram utilizadas as concepções do estudioso Lev Semenovich Vygotski sobre o desenvolvimento das funções psicológicas superiores da mente e que estão presentes no processo de aprendizagem, entrelaçando-as aos saberes hoje comprovados pela área neurocientífica. Os resultados da investigação de campo sugerem que os estudantes e professores participantes têm apenas o senso comum sobre conhecimentos das Neurociências. Dentre as turmas analisadas, as quais participaram da pesquisa, foi constatado que a turma alvo teve uma melhora significativa após o desenvolvimento de algumas atividades que utilizaram estratégias de ensino e aprendizagem fundamentadas nas Neurociências.

**Palavras-chave:** Neurociências. Aprendizagem. Cérebro. Sequência Didática. Matemática.

## ABSTRACT

What are the necessary acuirements for Education, supported by the Neurosciences that are effective for the construction of mathematical knowledge? Neurocienses have significantly supported education trough expertise that implies effective lecerning. The objective of present study is identify the necessary knowledge regarding education that , based on Neurocienses, may substantiate theaching strategies that stimulate and assist the development of mathematical cal teaching aond learing in order to enhance the memorization. In order to achieve the proposed objectives, a qualitative and applied type research was carried out. A public school was selected in the city of Caxias do Sul in Rio Grande do Sul. Data collection was done through initial questionnaires with third – year high scool students. Three classes were involved. One of the them called target groups was composed of 27 students. The other two classes, called control class 1 and 2, were composed of 30 students each. Control groups 1 and 2 only participated in the research in the data collection and served as parameters for the matching of the results. The methodology used was the elaboration of an Interactive Didactic Sequence, divided into 8 didactic units where the content was approached strategically and subsidized by the neurosciences, for the improvement of the teaching and learning of mathematics. The storage process will be divided into three sub processes: acquisition, consolidation and evocation. The conceptions of the scholar Lev Semenovich Vygotski on the development of superior psychological functions of the mind involved in the learning process, were also asplied by intertwining them with theory attested by the neuroscientific area nowadays. The results of the field research suggest that the students and teachers involved detain only the common sense knowledge of Neurosciences. Among the groups analyzed, which took part in the research, it was verified that the target group had a significant improvement after the development of some activities that used teaching and learning strategies based on the Neurosciences.

**Keywords:** Neuroscience, Brain, Learning, Neuroplasticity, Mathematics.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Desempenho da turma alvo no primeiro trimestre .....	48
Figura 2 – Desempenho da turma controle 1 no primeiro trimestre .....	49
Figura 3 – Desempenho da turma controle2 no primeiro trimestre .....	50
Figura 4 – Representação de slide ref. a página do Geekie Lab .....	58
Figura 5: Aula indicada aos estudantes na plataforma Geekie .....	59
Figura 6: Aula indicada aos estudantes na plataforma Geekie .....	59
Figura 7 – Representação de slide ref. ao relatório da tarefa no Geekie Lab .....	60
Figura 8 – Representação de slide ref. ao relatório no Geekie Lab .....	61
Figura 9 – Representação ref. ao relatório no Geekie Lab .....	61
Figura 10 – Representação do slide referente ao relatório do Google Drive .....	62
Figura 11 – Representação das tarefas enviadas no Google Drive .....	62
Figura 12 – Representação das tarefas enviadas no Google Drive .....	64
Figura 13 – Aquisição fotográfica de trabalho de experimentação .....	64
Figura 14 – Aquisição fotográfica de trabalho de experimentação .....	66
Figura 15 – Aquisição fotográfica da turma alvo na plataforma Cmap Tools.....	66
Figura 16 – Aquisição fotográfica de trabalho na plataforma Cmap Tools.....	67
Figura 17 – Aquisição fotográfica de trabalho na plataforma Cmap Tools.....	69
Figura 18 – Slides sobre dicas de memorização .....	70
Figura 19 – Aquisições fotográficas construção de figuras geométricas espaciais .....	71
Figura 20 – Aquisições fotográficas de construção de figuras geométricas espaciais. ....	72
Figura 21 – Página inicial da plataforma Phet .....	72
Figura 22 – Aquisição fotográfica atividade na plataforma Phet .....	73
Figura 23 – Aquisição fotográfica atividade na plataforma Phet.....	74
Figura 24 – Página inicial do Kahoot.....	75
Figura 25 – Página inicial para inserção de perguntas no Kahhot .....	75
Figura 26 – Página inicial do Kahoot.....	76
Figura 27 – Aquisição fotográfica estudantes trabalhando com o Kahoot .....	80
Figura 28 – Aquisição fotográfica de trabalho usando o Cmap Tools.....	80
Figura 29 – Aquisição fotográfica de trabalho usando o Cmap Tools.....	84
Figura 30 – Representação gráfica do desempenho da turma alvo no 2º Trimestre .....	85
Figura 31– Representação gráfica da turma controle controle 1 no 2º trimestre .....	86

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Atividades desenvolvidas durante a pesquisa .....	46
Tabela 2 – Tabulação do questionário no final do trimestre aplicado a turma alvo ....	86

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CE – Campos de Estudos

EC – Executivo Central

LTP – Sigla *long-term potentiation* (potenciação a longo prazo)

MAA – Metodologias Ativas de Aprendizagem

MCP – Memória de Curto Prazo

MLP – Memória de Longo Prazo

PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais

QUIZ – Questionário

SE – Situações de Estudos

SDI – Sequências Didáticas Investigativas

SNC – Sistema Nervoso Central

TIC's – Tecnologias da Informação e Comunicação

UD – Unidades Didáticas

ZDP – Zona de Desenvolvimento Proximal

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
<b>2 ABORDAGENS SOBRE NEUROCIÊNCIAS E SÓCIO-INTERACIONISMO</b> .....	<b>17</b>
<b>2.1 Relações entre Neurociências e Educação</b> .....	<b>24</b>
<b>2.2 Memória</b> .....	<b>27</b>
<i>2.2.1. Estratégias de Memorização</i> .....	<i>29</i>
<b>2.3 Motivação e Aprendizagem</b> .....	<b>32</b>
<b>3 AS NEUROCIÊNCIAS E A APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA</b> .....	<b>34</b>
<b>3.1 Metodologias de Aprendizagem Ativa</b> .....	<b>35</b>
<b>3.3 Ensinando matemática com a utilização de simuladores virtuais</b> .....	<b>39</b>
<b>4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....	<b>44</b>
<b>4.1 Caracterização da pesquisa</b> .....	<b>44</b>
<b>4.2 Características da Escola e das Turmas Analisadas</b> .....	<b>47</b>
<b>4.3 Planejamento da Pesquisa</b> .....	<b>50</b>
<b>5 TRAJETÓRIA METODOLÓGICA DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INTERATIVA</b> .....	<b>55</b>
<b>5.1 Descrição da Primeira Unidade Didática (UD)</b> .....	<b>55</b>
<b>5.2 Descrição da Segunda Unidade Didática (UD)</b> .....	<b>57</b>
<b>5.3 Descrição da Terceira Unidade Didática (UD) - Atividade Experimental de Matemática – Geometria Plana</b> .....	<b>63</b>
<b>5.4 Descrição da Quarta Unidade Didática (UD) –</b> .....	<b>64</b>
<b>5.5 Descrição da Quinta Unidade Didática (UD) - .</b> .....	<b>67</b>
<b>5.6 Descrição da Sexta Unidade Didática (UD) -</b> .....	<b>69</b>
<b>5.7 Descrição da Sétima Unidade Didática (UD)- Simuladores Virtuais – Phet.</b> .....	<b>71</b>
<b>5.8 Descrição da oitava Unidade Didática (UD) – Quis com o uso da plataforma Kahoot</b> .....	<b>73</b>
<b>6 Análise dos resultados</b> .....	<b>77</b>
<b>6.1 Desempenho da turma alvo no segundo trimestre</b> .....	<b>84</b>
<b>6.2 Desempenho da turma controle 1 no segundo trimestre</b> .....	<b>85</b>
<b>6.3 Desempenho da turma controle 2 no segundo trimestre</b> .....	<b>85</b>
<b>7 PRODUTO FINAL</b> .....	<b>89</b>

<b>8 CONCLUSÃO .....</b>	<b>90</b>
<b>9 REFERÊNCIAS .....</b>	<b>93</b>
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>102</b>
<b>APÊNDICE I.....</b>	<b>105</b>
<b>APÊNDICE II.....</b>	<b>106</b>
<b>APÊNDICE III .....</b>	<b>111</b>
<b>APÊNDICE IV .....</b>	<b>114</b>
<b>APÊNDICE V .....</b>	<b>114</b>
<b>APÊNDICE VI.....</b>	<b>116</b>
<b>APÊNDICE VII.....</b>	<b>116</b>
<b>APÊNDICE VIII.....</b>	<b>121</b>
<b>APÊNDICE IX.....</b>	<b>121</b>
<b>APÊNDICE X.....</b>	<b>122</b>
<b>APÊNDICE XI.....</b>	<b>122</b>
<b>APÊNDICE XII.....</b>	<b>135</b>
<b>APÊNDICE XIII.....</b>	<b>135</b>
<b>APÊNDICE XIV .....</b>	<b>137</b>
<b>APÊNDICE XV.....</b>	<b>138</b>
<b>APÊNDICE XVI.....</b>	<b>139</b>
<b>GUIA DIDÁTICO .....</b>	<b>143</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Diante das mudanças sociais, refletidas em nossas salas de aulas, faz-se necessária uma cultura de aprendizado que possibilite a construção do conhecimento de forma estimulante e motivadora. Para isso, é imprescindível que seja explorado e estimulado o potencial dos nossos estudantes. Para tanto, os profissionais da Educação precisam estar preparados para suas funções, de modo a acompanhar as mudanças educacionais, os avanços tecnológicos e compreendam o funcionamento do cérebro. De acordo com Fonseca: “O professor tem o dever de preparar os estudantes para pensar, para aprender a serem flexíveis, ou, seja, para serem aptos a sobreviver na nossa aldeia de informação acelerada” (FONSECA, 1998, p.315).

Com esta pesquisa, tem-se a intenção de buscar suportes teóricos, os quais contribuam para a construção de uma resposta, mesmo que provisória, no entanto, sustentada pela pesquisa científica, a respeito da contribuição das Neurociências para dar embasamento na formação do professor e, conseqüentemente, na aprendizagem dos estudantes.

As Neurociências não devem ser analisadas como disciplinas, mas sim como um conjunto de ciências cujo objeto de averiguação é o Sistema Nervoso Central – SNC, em especial, o interesse sobre como a atividade do cérebro se relaciona com a aprendizagem. O propósito geral das Neurociências, declarado por Kandel, Schwartz e Jessel (1997), é compreender como o encéfalo produz a marca individual da ação humana. O termo Neurociências inclui, segundo Blakemore e Frith (2000), todos os tipos de estudos do cérebro.

As pesquisas relatam que o emprego das Neurociências na Educação veio ajudar a compreender melhor o processo de aprendizagem dos educandos. Conhecer as Neurociências é, para a maioria dos neurocientistas, algo fundamental à formação docente, como um grande guarda-chuva que abriga e protege as outras ciências em seu aspecto multidisciplinar. Sendo assim, para desenvolver um ensino significativo, é necessário que o professor, com ajuda das Neurociências, procure por estratégias que o ajude na realização desse propósito.

As publicações em Neurociências e Educação são crescentes, tanto na pesquisa quanto em aplicações didáticas conforme Tabacow (2006) que mostrou essa relação, especialmente na formação docente. Para Bartoszeck (2007), a pesquisa em Neurociências por si não produz novas estratégias educacionais, mas pode elucidá-las. Muitas pesquisas ainda precisarão ocorrer de modo que possam acontecer sugestões que interfiram na sala de aula, e que possam vir a contribuir com os neurocientistas para que estas sejam mais eficazes. Goswami (2006) propõe que se façam formações com os docentes com temas sobre Neurociências. Os professores necessitam saber o que está sendo estudado a respeito dos assuntos relacionados ao cérebro.

A difusão social, no século XX, em relação a estudos sobre o cérebro levou a discussão para além dos especialistas, tornando as Neurociências um assunto de interesse social. Alguns pesquisadores, com base nos avanços das Neurociências e na concretização do Projeto Genoma Humano, propuseram que a primeira década do século XXI seria a “Década da Mente”. Rose (2006, p.10) comenta que aspectos éticos destes tempos, em que se calcula a concretização da ideia de cérebros melhores são propícios. Esta pesquisa pretende apresentar aspectos das Neurociências que contribuam com a formação e a ação de professores, possibilitando a implementação de estratégias junto aos estudantes, as quais possam favorecer a aprendizagem.

Esta pesquisa procura interfaces entre Neurociências e Educação que possam trazer benefícios a uma ou outra área do saber na busca de compreender o cérebro, pois, de acordo com os novos avanços tecnológicos, muitos recursos em favorecimento da aprendizagem estão sendo incluídos. Assim, a Neurociência Cognitiva, que é um ramo das Neurociências, relativamente novo, encontra-se especificamente na compreensão dos processos cognitivos de nível superior através da tecnologia das imagens (GOSWAMI, 2004). Os estudos e conhecimentos das Neurociências começaram a nos mostrar relações entre os processos cognitivos e emocionais, os quais afetam os processos de ensino e aprendizagem. Estes auxiliam e dão suportes às estratégias pedagógicas, utilizando, não só a literatura científica, como a didática pedagógica, potencializando o processo educativo desde o seu planejamento até a intervenção, considerando a atual grade curricular e o contexto social.

A presente dissertação tem como objeto de pesquisa “identificar os conhecimentos necessários à Educação e as neurociências, que são estimulantes e auxiliam no desenvolvimento do processo ensino e aprendizagem para uma efetiva construção do conhecimento matemático”. Para atender ao objetivo geral são previstos os objetivos específicos: comparar e analisar produções bibliográficas a partir de aportes teóricos no campo das Neurociências e Educação, identificar dificuldades na aprendizagem na área da matemática entre os estudantes do terceiro ano do ensino médio na Escola Estadual Abramo Pezzi; preparar e aplicar materiais didáticos com aportes neurocientíficos, os quais favoreçam à motivação para a aprendizagem visando a sua melhoria, elaborar e aplicar uma sequência didática para o ensino de matemática, que subsidie a prática docente. Analisar os efeitos da aplicação de uma Sequência Didática Interativa no desempenho escolar da turma alvo da pesquisa em relação com as turmas controle. Para tanto, a presente dissertação está organizada de forma que, no próximo capítulo apresentamos o referencial teórico, onde procuramos evidenciar alguns aspectos fundamentais sobre as Neurociências e o estudo do cérebro, relacionados ao ensino e à aprendizagem, o qual, foi alicerçado na teoria de Vygotsky a qual busca a interação social como a principal base para o

desenvolvimento. No capítulo 2 abordam-se as relações entre as Neurociências e a Educação com a apresentação da estrutura fundamental do trabalho. Estudos relacionados à memória e às estratégias de memorização são abordados procurando explicar a eficiência do processo cerebral em favorecimento da aprendizagem. Metodologias de aprendizagem ativa são abordadas nesse capítulo, justificando a possibilidade das aplicações realizadas. Ainda neste capítulo são apresentadas estratégias de memorização e estruturação da memória. Também são consideradas as relações entre a matemática e as Neurociências. Como alternativa de ensino foram abordados como o ensino da matemática poderá se beneficiar com o auxílio de jogos e tecnologias digitais. No capítulo 3, dedicado aos procedimentos Metodológicos são apresentadas as atividades desenvolvidas em forma de Sequência Didática Interativa (SDI) desmembrada em Unidades Didáticas (UD), e no capítulo 4 análise dos resultados obtidos após a aplicação da pesquisa. O capítulo 5 é dedicado à descrição do produto desta dissertação, seguido do capítulo 6 em que são apresentadas conclusões.

## 2 ABORDAGENS SOBRE NEUROCIÊNCIAS E SÓCIO-INTERACIONISMO

O termo “Neurociências” foi criado no final dos anos 70 e compreende o conjunto das diversas áreas que pesquisam os aspectos estruturais e funcionais do Sistema Nervoso Central (SNC). Segundo Lent (2001), trata-se do conjunto de conhecimentos que aborda o sistema nervoso e busca explicar como a cognição e a consciência humana nascem da atividade cerebral. Compreende a investigação de maneira completa e aprofundada das funções cerebrais e de que forma elas interferem na vida do ser humano.

O americano Lakoff (2000) descreve que, a partir de 1990, houve uma intensificação nos estudos relacionados ao funcionamento cerebral, fazendo com que os últimos dez anos do século XX ficassem conhecidos como a “Década do Cérebro”. “O estudo do encéfalo, entretanto, é tão antigo como a própria ciência” (BEAR et al., 2002, p. 3).

O desenvolvimento tecnológico contribuiu para que de forma determinante, permitindo a utilização de equipamentos que tornavam acessível a visualização do que ocorria no cérebro quando este estava em uma determinada atividade e, assim, facilitavam a compreensão das funções neurológicas do aprendiz. Embora sendo uma ciência jovem, com cerca de 150 anos aproximadamente (HERCULANO-HOUZEL, 2009), as Neurociências têm trazido muitas informações consistentes sobre a formação, o desenvolvimento e o funcionamento cerebral.

As neurociências enriqueceram, ampliaram alguns campos já conhecidos, produziram novas conexões e criaram novas áreas de pesquisa. Conforme Herculano-Houzel (2009):

Hoje as Neurociências mostram tantas novas informações sobre como o cérebro funciona e como esse funcionamento faz de nós o que somos, pensamos, sentimos ou lembramos, que é muito interessante aprender o que as neurociências têm a nos ensinar e usar esses conhecimentos na nossa vida de várias maneiras diferentes (DVD Neurociências na Educação: Neurociências do aprendizado (HERCULANO-HOUZEL, 2009).

Conforme afirmações de Consenza & Guerra (2011), ainda não está ocorrendo uma considerável interação entre profissionais de diversas áreas dos saberes e as Neurociências, mas já está havendo uma crescente busca pela efetivação e uma interação entre as mesmas.

Estudos relacionados às Neurociências podem ser enriquecidos com a teoria que foi iniciada por Vygotsky e seus seguidores, provocando uma dialética produtiva, se houver uma aliança interdisciplinar entre a Educação e as Neurociências. De acordo com Vygotsky (1921), a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) é promovida pela interação de um indivíduo com outros indivíduos com maior experiência. De acordo com Oliveira (1995):

O conceito de zona de desenvolvimento proximal, talvez seja o conceito específico de Vygotsky mais divulgado e reconhecido como típico de seu pensamento, está estreitamente ligado à postulação de que o desenvolvimento deve ser olhado prospectivamente: marca como mais importante, no percurso de desenvolvimento, exatamente aqueles processos que já estão embrionariamente presentes no indivíduo, mas ainda não se consolidaram. A zona de desenvolvimento proximal é, por excelência, o domínio psicológico da constante transformação. Em termos de atuação pedagógica, essa postulação traz consigo a ideia de que o professor tem o papel explícito de interferir na zona de desenvolvimento proximal dos alunos, provocando avanços que não ocorreriam espontaneamente. O único bom ensino, afirma Vygotsky, é aquele que se adianta ao desenvolvimento (OLIVEIRA, 1995, p. 11).

A contribuição do conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal é fundamental à inter-relação de indivíduos diferenciados, seja por suas origens socioculturais, ou por suas atuações profissionais, estabelecendo uma relação de troca e possibilitando a aproximação produzida por diversas áreas de conhecimento, tais como as áreas das Neurociências e da Educação. Papalia, Olds e Feldman (2006, p. 212) explicam que “[...] pesquisadores influenciados pela teoria sociocultural de Vygotsky estudam como o contexto cultural influencia as primeiras interações sociais que podem promover competência cognitiva”. Vygotsky postulava que o desenvolvimento cognitivo é uma construção coletiva que ocorre por meio da interação da criança com o meio social: “não é por meio do desenvolvimento cognitivo que o indivíduo se torna capaz de socializar, é na socialização que se dá o desenvolvimento dos processos mentais superiores” (DRISCOLL, 1955, apud MOREIRA, 1999, p.110).

A ausência dos saberes, relacionados ao funcionamento básico cerebral, bem como a falta de utilização de recursos na Educação, faz com que seja necessária a inclusão deste tema interdisciplinar na formação científica do professor, buscando a relação entre a neuroplasticidade<sup>1</sup> e os processos de aprendizado com a finalidade de instrumentalizar o educador. Segundo Oliveira (2011, p. 22), “elaborar ações educativas com base no conhecimento das Neurociências é dispor de ferramentas capazes de analisar o percurso da aprendizagem para que se alcance o potencial individual de desenvolvimento e aprendizagem”.

De acordo com Cardoso (2000), o cérebro humano é um órgão complexo, parcialmente desvendado pela ciência, formado por células nervosas (ou neurônios) e células gliais. As primeiras são responsáveis pela motricidade, consciência e sensibilidade, enquanto que as gliais

---

<sup>1</sup> **Neuroplasticidade**, também conhecida como **plasticidade neuronal**, refere-se à capacidade do sistema nervoso de mudar, adaptar-se e moldar-se a nível estrutural e funcional ao longo do desenvolvimento neuronal e quando sujeito a novas experiências. Esta característica única faz com que os circuitos neuronais sejam maleáveis e está na base da formação de memórias e da aprendizagem bem como na adaptação a lesões e eventos traumáticos ao longo da vida adulta. Em outras palavras, entregar seu cérebro à um ciclo vicioso, como exemplo, pode acarretar na adaptação do seu sistema nervoso àquela nova situação que lhe foi imposta.  
Fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Neuroplasticidade>

sustentam e mantêm vivos os neurônios. As atividades e funções dos neurônios geram um mundo interno que se adapta e se modifica, à medida que interagem com o meio ambiente, sendo que os nossos cinco sentidos (tato, gustação, visão, olfato e audição) constituem o elo de comunicação. A evolução, a experiência e a sobrevivência humanas são determinadas pelas constantes trocas de mensagens e respostas, remodelando ambos para fins de adaptação, posto que a pluralidade cultural desencadeie mudanças no cérebro. A cada nova vivência e aprendizado, novas conexões neurais são acrescentadas.

A relação entre experiência e estímulo são os principais fatores para a regeneração dessas células. Por isso, os exercícios cognitivos de estimulação são importantes, tanto na repaginação do movimento cerebral de aprender, quanto na estimulação de estudantes desestimulados. Utilizando-se estratégias didáticas diferenciadas, estabelece-se a recontextualização dos indivíduos, mesmo que de forma lenta. O conceito de plasticidade cerebral deve ser aplicado à Educação, considerando a tendência do Sistema Nervoso Central (SNC) em se ajustar diante das influências ambientais que se dão durante o desenvolvimento infantil ou na fase adulta, restabelecendo e restaurando funções desorganizadas por condições patológicas, através da capacidade de criar respostas compensatórias (RELVAS, 2012).

É possível estabelecer, a partir do supramencionado, um nexos entre Educação e plasticidade cerebral na teoria histórico-cultural de Vygotsky, conforme explicita Marta Kohl de Oliveira:

Reconheço em Vygotsky, entretanto, para além do contingente, dois postulados básicos que tratam do universal no homem. Em primeiro lugar, a pertinência do homem à espécie humana: o indivíduo tem limites e possibilidades definidos pela evolução da espécie, que lhe fornece um substrato biológico estruturado como base do funcionamento psicológico. A ligação dessa estrutura biologicamente dada com o papel essencial atribuído aos processos históricos na constituição do ser humano se dá por uma característica universal da espécie: a plasticidade do cérebro como órgão material da atividade mental. O cérebro é um sistema aberto que pode servir a diferentes funções (que podem ser específicas de um momento e de um lugar cultural). (LA TAILLE; OLIVEIRA e DANTAS, 1992, p.104).

Nesse sentido, faz-se necessário ressaltar que os psicólogos e educadores mencionam o caráter social do fenômeno psíquico em suas abordagens teóricas, mas, na prática, a execução dessas teorias fica inviabilizada porque a compreensão não chega a ser plena, ou porque não se valoriza o caráter fundamental apontado por estudos na neurologia, como, por exemplo, o fato de que há, comprovadamente, um crescimento e regeneração neuronal em resposta a fatores ambientais (Cf. CARDOSO, 2000, [http://www.epub.org.br/cm/n01/Amb\\_env/cer\\_amb.htm](http://www.epub.org.br/cm/n01/Amb_env/cer_amb.htm)).

Em resposta a jogos, estimulações e experiências, o cérebro aumenta o volume de conexões neurais, evidenciando sua plasticidade, conforme apontam pesquisas realizadas com ratos criados em uma gaiola rica em elementos como: bolas, rampas, escadas, etc, que revelaram um aumento no peso cortical bruto e na espessura do córtex cerebral, enquanto os outros, criados num ambiente laboratorial normal, não apresentaram nenhuma alteração (SQUIRE, KANDEL, 2003, p. 208).

Se a ciência demonstra que a influência de um ambiente rico em estímulos favorece o aumento do peso e da espessura do córtex cerebral, em contrapartida, a escola deve ser a fonte geradora desses estímulos.

Embora seja antigo na literatura científica, o conceito de plasticidade não é único, uma vez que as abordagens experimentais são múltiplas, não existindo, até aqui, teoria unificadora dos fenômenos neuroplásticos (MORALES, 2011). No entanto, observa-se a tendência do sistema nervoso em ajustar-se frente às influências ambientais durante seu desenvolvimento. Assim, discutir as conexões neurais com o processo de aprendizagem parece ser uma exigência do momento presente, em que se abrem espaços para pesquisas interdisciplinares sobre as razões pelas quais os professores não utilizam instrumentos e subsídios que ajudem no aprimoramento de novas conexões neurais, potencializando os ritmos de aprendizado dos estudantes desde a idade de iniciação escolar. Quais são as relações significativas entre o funcionamento do cérebro – especialmente em termos da plasticidade cerebral e das conexões neurais – e o processo de aprendizado? Até que ponto educadores estão conscientes dessas relações e de sua importância do ponto de vista pedagógico?

Para o desenvolvimento de um novo paradigma para o Século XXI, que propõe uma visão do todo nas diferentes áreas do conhecimento, é de fundamental importância o inter-relacionamento de todos os seres humanos e a interdisciplinaridade entre os saberes (MORALES, 2011).

A Educação é o feixe central da interdisciplinaridade que engloba aspectos antropológicos, filosóficos, biológicos e psicológicos da espécie humana (MORALES, 2011, P.6). Transpondo essa colocação para o foco desta pesquisa, pode-se dizer que o cérebro desempenha o papel deste feixe na formação do intelecto humano através de conexões neurais que são a polarização dos opostos em busca de caminhos para o aprendizado. Ainda, de acordo com Morales, 2011, o pensamento aprimorado traduz o significado de reflexão, e esta, quando desencadeada por estímulos cerebrais, conduz à evolução intelectual.

Com base nos princípios científicos de plasticidade como fatores determinantes na mutação evolutiva do cérebro, e no conceito de materialismo histórico, que evidencia o

desenvolvimento humano, não somente pelo aspecto genético, como também social, cabe ressaltar a teoria de Vygotsky sobre o funcionamento psicológico segundo a qual é permitido estabelecer um nexos entre educação e plasticidade cerebral, conforme explicita La Taille; Oliveira e Dantas:

Reconheço em Vygotsky, entretanto, para além do contingente, dois postulados básicos que tratam do universal no homem. Em primeiro lugar, a pertinência do homem à espécie humana: o indivíduo tem limites e possibilidades definidos pela evolução da espécie, que lhes fornece um substrato biológico estruturado como base do funcionamento psicológico. A ligação dessa estrutura biologicamente dada com o papel essencial atribuído aos processos históricos na constituição do ser humano se dá por uma característica universal da espécie: a plasticidade do cérebro como órgão material da atividade mental. O cérebro é um sistema aberto que pode servir a diferentes funções (que podem ser específicas de um momento e de um lugar cultural). (LA TAILLE; Oliveira e Dantas, 1992, p.104)

Considerando que o tema central na área da educação é o conhecimento, a pesquisa fundamentou-se nos postulados de Vygotsky e seus principais seguidores. Para ele, as funções psíquicas humanas estão intimamente articuladas ao aprendizado, à apropriação do legado cultural de seu grupo por mediação da linguagem. Assim, o indivíduo se constitui, não apenas pela maturação orgânica, mas também pela internalização de um patrimônio material e simbólico. Vygotsky apud Leontiev (2001b, p.115) afirma que a aprendizagem constitui um elemento necessário e universal no desenvolvimento das características humanas formadas historicamente.

Sistemas de representações técnicas, formas de pensar e de se comportar foram construídos pela humanidade num complexo percurso histórico. Esse longo caminho segue do social para o individual e não prescinde, para a sua realização enquanto processo, da escola. A escola desempenhará bem seu papel quando for capaz de ampliar e desafiar o estudante à construção de novos conhecimentos, incidindo, para tanto, nas zonas de desenvolvimento potencial ou proximal (momento em que o aprendizado ainda não se consolidou e exige a intervenção de outro indivíduo) e real (capacidade de desempenhar tarefas sem necessidade de outro indivíduo, ou seja, a aprendizagem consolidada) de cada educando. A escola deve, portanto, ser capaz de desenvolver em seus estudantes capacidades intelectuais que lhes permitam assimilar plenamente os conhecimentos acumulados (RELVAS, 2007b).

Segundo a análise de Vygotsky, entre as teorias mais importantes que tratam de desenvolvimento e aprendizado, destacam-se os conceitos que partem do pressuposto de que há uma independência dos processos de desenvolvimento e de aprendizado, sendo este,

estritamente exterior, embora paralelo ao processo de desenvolvimento do indivíduo. Vygotsky concorda que a aprendizagem e o desenvolvimento são processos distintos e interdependentes.

Tendo como apontador um dos alicerces básicos do materialismo histórico dialético da essência social do homem, Vygotsky afirma: “a aprendizagem da criança começa muito antes da aprendizagem escolar [...] Toda aprendizagem da criança na escola tem uma pré-história”, advinda das interações sociais acumuladas antes, e desde o nascimento da criança, considerando-se que essas relações são construídas historicamente. Segundo Lúria,

Influenciado por Marx, Vygotsky concluiu que as origens das formas superiores de comportamento consciente deveriam ser achadas nas relações sociais que o indivíduo mantém com o mundo exterior. Mas o homem não é apenas um produto de seu ambiente, é também um agente ativo no processo de criação deste meio. (LÚRIA, 1998, p. 25).

Fundamentado pelas investigações de Vygotsky sobre as estruturas das funções psicológicas e processos mentais superiores, Leontiev (1999) sustenta que existe uma sincronia entre essas estruturas e o desenvolvimento de sistemas cerebrais funcionais, necessários para a realização de atos específicos.

[...] a criança não nasce com órgãos preparados para cumprir funções que representam o produto do desenvolvimento histórico do homem; estes órgãos desenvolvem-se durante a vida da criança, derivam da sua apropriação da experiência histórica. Os órgãos destas funções são os sistemas funcionais cerebrais, [...] formados com o processo efetivo de apropriação. (LEONTIEV, op.cit. p.113, 1999).

Considerando o fato de as funções psicológicas serem produto da atividade cerebral, faz-se imprescindível que se compreenda a flexibilidade e a mutabilidade do cérebro como sendo um sistema plástico que se modifica no decorrer da história humana, bem como em seu desenvolvimento ontogenético. Essas mudanças ocorrem basicamente pelas divergências nos padrões de relacionamento estabelecidos entre os homens no decorrer de sua história, não permitindo, portanto, a separação da natureza humana frente as suas relações sociais.

Para Vygotsky, o sujeito é interativo porque seu conhecimento não é decorrente somente de sua ação sobre a realidade, como também de suas relações intrapessoais (plano individual interno) e interpessoais (plano social). A troca com outros indivíduos e consigo próprio é que garantirá a internalização de conhecimentos (CASTORINA, J. A. & FERREIRO, E. & LERNER 2003, p. 19).

É sabido que ocorrem dificuldades de comunicação entre neurocientistas e educadores devido à linguagem diversa empregada em suas terminologias específicas profissionais, bem como à utilização de temas, métodos, lógicas e objetivos diferentes. No entanto, novos desafios históricos têm redimensionado e criado novos paradigmas, os quais impulsionam a ciência e a todos aqueles que se preocupam com a integridade humana, nos aspectos físico, emocional e, em particular, sociocultural. Nesse âmbito, atuam nos processos sócio educacionais, cujos reflexos encontram respaldos na plasticidade das células cerebrais (MORALES, 2011).

Necessário se faz minimizar as diferenças culturais entre essas duas categorias, no sentido de promover sua completa integração, objetivando uma nova ciência da Educação, voltada para o desenvolvimento do estudante, utilizando tanto os conhecimentos provenientes do aprendizado de sala de aula como da função cerebral.

Outro achado significativo nas neurociências é a correlação de eventos mentais, tais como a aprendizagem, com alterações químicas e estruturais das células nervosas. Atualmente, nós sabemos que em nosso cérebro novos ramos neuronais crescem em resposta à diversidade cultural, isto é, ao treino e à experiência do dia-a-dia. Cada neurônio parece contribuir para muitos comportamentos e atividades mentais. Técnicas modernas estão agora começando a revelar como o cérebro tem conseguido a notável proeza da aprendizagem. Redes artificiais de neurônios sobre computadores estão ajudando a explicar a habilidade do cérebro em processar e reter informação. Também, as ciências cognitivas modernas, que utilizam um vasto conjunto de técnicas novas, estão sendo capazes de estudar objetivamente muitos componentes do processo mental, tais como atenção, cognição visual, linguagem, imaginação mental, etc., e estão sendo correlacionadas com atividade neural por meio de imagem funcional computadorizada e estão agora abertas à investigação científica. (CARDOSO, Sabbatinni, 2000, "Cérebro&Mente", <http://www.epub.org.br/cm/n11/mente/eisntein/rats-p.html>).

A plasticidade em um organismo normal é o processo de aprendizado que se desdobra em duplo aspecto: o motor, que se dá num nível inconsciente e se faz de forma automática, e o segundo nível, o consciente, que depende da memória, seja emocional, seja cultural. Embora os dois processos sejam baseados em mecanismos fisiológicos, não há como ignorar os processos de aprendizado ligados à linguagem e, conseqüentemente, à cultura (MORALES, 2011).

Buscou-se, assim, refletir sobre a relação entre a neuroplasticidade e os processos de aprendizado, instigando os professores do ensino médio a compreender e utilizar ferramentas didáticas que estimulem as conexões neurais e a plasticidade cerebral de educandos. Os subsídios advindos da interdisciplinaridade entre neurocientistas, psicólogos, pedagogos e professores promovem o compartilhamento entre a Ciência e a Educação no que tange ao aprendizado em sala de aula e à função cerebral.

## 2.1 Relações entre Neurociências e Educação

A Educação é estabelecida como direito fundamental e essencial ao ser humano, apresentando-se como um pilar sobre o qual a interdisciplinaridade apresenta aspectos antropológicos, filosóficos, biológicos e psicológicos da espécie humana. É o meio pelo qual o indivíduo tem a capacidade de desenvolver-se física, mental e socialmente. Segundo Delors (1999) apud Relvas (2012), são quatro os pilares da educação: aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a conviver e aprender a ser. Ainda, de acordo com o autor, “todo ser humano deve ser preparado (...) para elaborar pensamentos autônomos e críticos e para formular os seus próprios juízos de valor, de modo a poder decidir, por si mesmo, como agir nas diferentes circunstâncias da vida” (DELORS, 1999, p. 99 apud RELVAS 2012, p. 78).

A Educação tem por objetivo o desenvolvimento de novos comportamentos e habilidades no indivíduo, proporcionando-lhe recursos que permitam a transformação de sua prática e o mundo em que vive (SCALDAFERRI; GUERRA, 2002; COCH; ANSARI, 2009). Educar é proporcionar oportunidades e orientação para a aprendizagem, favorecendo a aquisição de novos conhecimentos tendo “como papel essencial conferir a todos os seres humanos a liberdade de pensar, de discernir, de sentir e imaginar o que necessitam” (RELVAS, 2012, p. 78).

Ao saber não podemos mais somente atribuir uma capacidade de guardar informações ou apenas repeti-las, mas sim a habilidade de utilizar essas informações de maneira correta em diversos contextos. Para a Educação não é importante “suprir todo o conhecimento humano, mas deve preocupar-se em proporcionar meios ao aluno para o desenvolvimento de recursos intelectuais e de estratégias de aprendizagem capazes de ajudá-lo na aquisição de conhecimento que lhe permita pensar ativamente sobre as ciências” (OLIVEIRA, 2011, p. 74). Mas, de que maneira as Neurociências pode contribuir efetivamente na educação? Esse questionamento muito intriga os neurocientistas no meio acadêmico que junto com os pesquisadores da educação buscam uma maneira de dar suporte aos profissionais da educação.

De acordo com Noronha (2008), “As Neurociências são e serão um poderoso auxiliar na compreensão do que é comum a todos os cérebros e poderão, nos próximos anos, dar respostas confiáveis a importantes questões sobre a aprendizagem humana. Pode-se, por meio do conhecimento de novas descobertas das Neurociências, utilizá-la na nossa prática educativa. A imaginação, os sentidos, o humor, a emoção, o medo, o sono e a memória são alguns dos temas abordados e relacionados com o aprendizado e a motivação.”

A aproximação entre as Neurociências e a Pedagogia é uma contribuição valiosa para o professor. Por enquanto, os conhecimentos das Neurociências oferecem mais perguntas do que respostas, mas, acredita-se que a Pedagogia Neurocientífica está sendo gerada para responder e sugerir caminhos para a educação do futuro (NORONHA, 2008).

Também o estudo do neurodesenvolvimento permite a utilização de teorias e práticas pedagógicas que levam em conta uma base biológica e os mecanismos neurofuncionais, otimizando as capacidades do estudante. Dentre os profissionais envolvidos e interessados em neurociências, o educador vem percebendo a necessidade de se compreender eventos biológicos (OLIVEIRA, 2014, p.15).

As Neurociências, através de exames de imagem, têm meios para comprovar os diversos princípios da aprendizagem através de pesquisas de laboratório. Estudos demonstram como a aprendizagem modifica a estrutura cerebral, assim como seu funcionamento.

As tecnologias emergentes podem gerar oportunidades de aprendizagem que não seriam sequer imaginadas há algum tempo. O desenvolvimento atual nos estudos relacionados com a aprendizagem mostra como a ciência ganha um novo valor para a prática. Compreender como os seres humanos aprendem é importante para instigar as mudanças que se esperam do sistema educacional. O ser humano, como ser aprendente, acaba por se transformar no produto das interações interiores e exteriores que realiza com os outros seres humanos, ou seja, com a sociedade no seu todo (FONSECA, 2009, p.65 *Apud* OLIVEIRA, 2011, p 76).

A construção de uma conexão entre as áreas de saberes, envolvidos na Educação, passa pela superação de barreiras e pelo desenvolvimento de metodologias que estabeleçam uma linguagem compatível entre a investigação neurocientífica, a pesquisa e a prática educacional, assim como a formação do educador para habilitá-lo a servir-se do pensamento neurocientífico (OLIVEIRA, 2011, p.82)

No procedimento que leva à formação do professor é necessária a aquisição de conhecimentos que o habilite, além de ensinar, também a motivar e avaliar o aluno num formato que seja mais eficiente e compatível com o seu funcionamento cerebral. As Neurociências se tornam um conhecimento necessário e de muita importância à formação dos profissionais da Educação nos seus diversos âmbitos e áreas de atuação.

Apresentar o conhecimento num formato que o cérebro aprenda melhor passa a ser, além da preocupação com o ensinar e o avaliar os processos de ensino e aprendizagem, uma necessidade da educação atual. Promover uma aprendizagem significativa requer uma reorganização das conexões entre os neurônios, a neurogênese (como a nossa mente influencia os nossos pensamentos) e a aplicação do conceito de neuroplasticidade. De acordo com Pinto, a neuroplasticidade “envolve a formação de novas conexões entre conglomerados de neurônios

em diferentes partes cerebrais. Isso fortalece o cérebro, tornando-o saudável”. (PINTO, 2009, p.173).

Do ponto de vista das Neurociências, uma aprendizagem somente ocorre satisfatoriamente se o cérebro tiver a plasticidade necessária para se modificar e se reorganizar frente a estímulos e se fizer a adaptação desses novos estímulos. A educação amplia sua base científica com as pesquisas que demonstram que o cérebro humano não finaliza seu desenvolvimento, mas uma constante reestruturação o reorganiza a partir de estímulos eficientes (OLIVEIRA, 2011).

É de fundamental importância que as autoridades educacionais e os centros formadores de professores coloquem em seus currículos de cursos educacionais a neurociência cognitiva como matéria a ser trabalhada, a fim de garantir um melhor e mais completo entendimento do processo do ensino-aprendizagem dos educandos. Assim, a neurociência cognitiva que é um ramo da neurociência relativamente novo se encontra especificamente na compreensão dos processos cognitivos de nível superior através das tecnologias das imagens. (GOSWAMI, 2004 *apud* SILVA E MORINO, 2012b p.38).

As crianças e os adolescentes não conseguem manter a mesma capacidade de concentração de uma pessoa adulta. Isso é explicado em função da base neurobiológica a qual é diferenciada entre adultos e crianças. Até o início da vida adulta, o córtex pré-frontal, a parte anterior do cérebro, responsável por inibir alguns comportamentos, ainda não está completamente formado. Assim, é mais difícil manter-se concentrado em assuntos que não parecem tão relevantes. De acordo com Herculano-Houzel (2005) “Quem comanda as mudanças da adolescência, inclusive a produção do hormônio sexual, é o cérebro”. Ainda, de acordo com a autora, o cérebro do adolescente não está maduro, diferente do cérebro adulto que já está com todas as capacidades neurais desenvolvidas. Há duas décadas, a informação era de que o cérebro atingia sua maturidade no final da infância. No entanto, estudos recentes revelaram que o adolescente, na verdade, não está totalmente maduro fisicamente, e nem com seu cérebro totalmente desenvolvido. De acordo Blakemore, Frith (2015), “A maturação do cérebro humano segue pela adolescência e pode continuar até a idade adulta”. Ainda, de acordo com a neurocientista, “Dez anos atrás, sabíamos pouco sobre o cérebro adolescente. Avançamos muito graças às novas tecnologias de imagem, feitas por ressonância magnética”.

Conforme constatações de Mello (2016), “No começo da adolescência, um grande número de sinapses são formadas, mas, quando se inicia a transição para a fase adulta, ocorre uma morte programada de sinapses, que refina as conexões”, e ainda diz que essa consolidação depende do uso que os adolescentes fazem da memória.

Guerra (2015) explica que “O cérebro não abre mão da relevância – um dos desafios do professor é contextualizar a informação ao dia a dia do aluno e torná-la interessante”. Ainda, segundo a neuropsicóloga, entender melhor o funcionamento do sistema nervoso pode ajudar a aprimorar estratégias de ensino. Alguns aspectos do processo de aprendizagem são explicados pela perspectiva das Neurociências, levando em conta o olhar da psicologia comportamental e da neurobiologia.

## 2.2 Memória

De acordo com Izquierdo (2011), o uso da palavra memória é diferente do que designar a capacidade geral do cérebro de outros sistemas para adquirir outras funções, como guardar e lembrar informações. Ao utilizar a palavra memórias, ele designa a cada uma, tipos e funções diferentes: memória de trabalho (ou sensorial), memória de curto prazo (MCP) e Memória de Longo Prazo (MLP). “O papel da memória de curta duração serve, em si, para ler, para dar sequência a episódios, e certamente para manter conversas” (IZQUIERDO, 2011, p. 72). Lent (2010) afirma que essa memória possibilita que o indivíduo consiga reter informações durante um tempo mínimo e necessário para a execução das tarefas do cotidiano: “compreensão dos fatos, raciocínio, resolução de problemas, ação comportamental e muitas outras” (LENT, 2010, p. 658).

A memória de trabalho ou operacional é relacionada à nossa consciência e é contínua, sendo usada para gerenciar a realidade. Através dela armazenamos, temporariamente, informações que nos serão úteis, podendo variar nos primeiros segundos ou minutos seguintes até três a seis horas. Essa memória é ativa, contínua, e é limitada no que se refere à capacidade de atenção e consciência imediata. Os estudantes, por sua vez, ao estudarem de última hora ou minutos para a realização de uma prova, estão acessando a MCP. Essa memorização de curto prazo gera aprendizagem, apenas registros. Por esse motivo, muitos alunos, depois de realizarem a prova, ou em dias seguintes, já não conseguem se lembrar das informações estudadas. Dessa maneira, a função da MCP é “manter o indivíduo em condições de responder através de uma ‘cópia’ efêmera da memória principal, enquanto esta ainda não tenha sido formada”. (IZQUIERDO, 2011, p. 72). De acordo com Fiori (2006), a MCP tem capacidade finita e parece não ultrapassar um pequeno número de itens de cada vez. O limite médio de retenção gira em torno de sete itens.

A memória de longo prazo, ou memória de longa duração, pode ser entendida como aquela que dura mais de 6 horas, que, em princípio, estabelece engramas, ou seja, traços

deixados no tecido nervoso causado por um estímulos muito fortes, uma unidade física da memória, de natureza ainda desconhecida, como se fosse o arquivo cerebral correspondente a um fato, pessoa, objeto, história, ou qualquer outro item memorizado. Essa memória é de natureza duradoura, mais estável, podendo durar dias, semanas, anos ou durante a vida toda. Tudo que a pessoa consegue lembrar, as brincadeiras de infância, as experiências educacionais, os amigos da escola, o conhecimento da linguagem oral e escrita, o conhecimento matemático e toda a informação sobre a pessoa e o mundo estão armazenados na memória de longo prazo (MLP). Ambas as memórias de curto prazo e de longo prazo dependem do processamento prévio das informações pela memória de trabalho. A MLP se divide em memórias explícitas (episódica e semântica) e a memórias implícitas. A memória explícita (recordação consciente, declarativa) possui informações que podem ser recuperadas, mas requer uma recordação consciente das experiências anteriores, do que merece ser lembrado, pois é a memória de fatos e eventos, como lembrança de datas, fatos históricos, números de telefone, ou seja, são as memórias de que temos consciência. A atenção é um fator muito importante nessa memória (explícita), já que requer consciência no ato de aprender. Izquierdo (2011) esclarece que a memória explícita está mais apta às modulações das emoções, da ansiedade ou do estado de ânimo. As memórias implícitas, ou não declarativas, são dadas como inconscientes e abrangem a aquisição de habilidades motoras e cognitivas resultantes das experiências que se mostram com mudanças de comportamento. No entanto, essas experiências não são recordadas conscientemente e relatadas pelo indivíduo, embora seja possível construir conhecimento explícito acerca delas (GAZZANIGA, IVRY & MANGUN, 2006; LENT 2001; KANDEL, KUPFEMANN & IVERSEN, 2003; SQUIRE & KANDEL, 2003).

De acordo com Lefrançois (2012), a aprendizagem pode ser concretizada de acordo com as experiências vivenciadas.

A aprendizagem é uma mudança no comportamento que resulta da experiência; a memória é o efeito da experiência, e ambas são facilitadas pela atenção. Em outras palavras, não haverá evidência de aprendizagem sem que algo tenha acontecido na memória, do mesmo modo, o que fica na memória implica aprendizagem. Estudar a memória é, na verdade, outra forma de estudar a aprendizagem (LEFRANÇOIS, 2012, p. 303).

Kandel (2009) apresenta a ideia de que na recordação ocorre a reconstrução da memória e que o mesmo é um processo criativo e não mera reprodução de algo imutável. Squire e Kandel (2003) referem que é possível que uma lembrança seja diferente daquilo que foi

armazenado a princípio e que a recordação representa. A recordação é um processo criativo. Acredita-se que aquilo que a mente armazena é apenas uma porção nuclear da memória. Ao ser recordada, essa porção nuclear é então elaborada e reconstruída, com subtrações, adições, elaborações e distorções (KANDEL, 2009). Izquierdo (2011) afirma que o cérebro é capaz de armazenar, modificar e reverter uma realidade ao mundo real e define que “ao converter a realidade num complexo código de sinais elétricos e bioquímicos, os neurônios traduzem experiências e em cada tradução ocorrem perdas e mudanças porque, afinal, traduzir quer dizer transformar” (p. 22). Por sua vez, Damásio (2011) também aborda tais alterações da memória, destacando que:

Conforme as experiências vividas são reconstruídas e reencenadas, seja na reflexão consciente, seja no processamento inconsciente, sua substância é reavaliada e inevitavelmente rearranjada, modificada em menor ou maior grau no que respeita à sua composição factual e acompanhamento emocional. Alguns quadros da recordação são extirpados na sala de cortes da mente, outros são restaurados e realçados, e outros ainda são tão habilmente combinados por nossas necessidades ou pelo acaso que criam novas cenas nunca realmente ocorridas. É assim que, com o passar dos anos, nossa história é sutilmente reescrita (Damásio, p.22, 2011).

A constante reprodução das memórias ajuda a construir a plasticidade neuronal. A plasticidade neuronal mostrada pelas pesquisas de Kandel (2009) sobre a memória constituem as bases neurobiológicas da individualidade. À medida que o indivíduo tem novas experiências e há formação de novas conexões sinápticas, cada encéfalo se torna único. Kandel escreve que a plasticidade do sistema nervoso é o mecanismo subjacente à aprendizagem e à memória de longo prazo. Consequentemente, uma vez que cada ser humano cresce num ambiente diferente e vive experiências diferentes, a arquitetura do sistema cerebral torna-se única.

### *2.2.1. Estratégias de Memorização*

Salas (2007) apud Silva e Morino (2012, p. 40-43) apresenta algumas estratégias de ensino baseadas nas Neurociências. [...] “examinam-se alguns instrumentos que se podem usar no ensino para ajudar os estudantes a construir as memórias semânticas, episódicas, procedimentais, automáticas e emocionais”. A seguir, são escritas estratégias que podem ser utilizadas como sugestão para que as memórias sejam melhores desenvolvidas. As estratégias de ensino para a memória semântica, sugeridas são:

- a) O ensino entre pares – o ensino entre pares ou duplas é uma boa maneira para construir habilidades interpessoais e para repassar a matéria;

- b) Estratégia de perguntar – as perguntas enfatizam importantes elos da informação semântica. Uma maneira de utilizá-la fazer perguntas abertas que dão a todos os níveis de estudantes a oportunidades e responder “corretamente”. Outra maneira é dar as respostas e deixar que os estudantes façam as perguntas.
- c) Resumo – Tanto o professor como os estudantes podem fazer resumos. Os professores podem pedir resumos até de uma frase.
- d) Desempenho de papel – conhecido por *role play* no meio acadêmico, apresenta de tempo o que torna quase impraticável depois que seja apresentada a informação de uma aula. Porém organizar os estudantes em grupos para um desempenho de papéis pode resolver o problema.
- e) Debates – muitos estudantes gostam de participar e ouvir debates. Isso não pode se aplicar a qualquer matéria, porém é uma estratégia sólida que fundamenta informação semântica.
- f) Parafrasear – o parafrasear é uma estratégia que à um desafio para alguns estudantes e ajuda muitos deles. Tomar as palavras de um autor e transformá-las em outra linguagem pode ajudar muito a entender a matéria. Os estudantes podem fazer isso individualmente, em pares ou em pequenos grupos.

#### Estratégias de ensino para a memória episódica:

- a) A memória episódica é dirigida pela localização. Quando um aprendiz recebe uma nova informação em uma localização específica, a recordação e a aprendizagem serão mais fáceis nessa mesma localização. Entretanto, para o professor utilizar estratégias de ensino para desenvolver essa memória são necessárias atividades que incluam quadros, pôsteres e símbolos além das constantes mudanças de estímulos, tais como, uso de acessórios: tapetes, almofadas, sapatos ou trajes completos para melhorar o experimento da aprendizagem, tornando o ensino cada vez mais real.
- b) O professor também deve sair de sua sala de aula, podendo usar a biblioteca ou sair para um local mais apropriado à matéria que está ensinando, isto é, qualquer coisa em que se use a criatividade, fazendo da aprendizagem um momento único e permanente [...]. Devemos lembrar que a localização do ensino ajudará os estudantes a recordar as informações mais facilmente. Eles associarão a localização com a informação que lhes compete.

#### Estratégias de ensino para a memória procedimental:

- a) Existem duas formas para ajudar os estudantes a desenvolver uma pista na memória procedimental. Uma é deixá-los repetir a matéria várias vezes, o suficiente para que passe a ser um procedimento educacional. A outra é estabelecer procedimentos na sala de aula que criem fortes memórias. Quando um procedimento é repetido com frequência, o cérebro o armazena no cerebelo para um acesso mais fácil.
- b) As técnicas manuais podem ser utilizadas em muitas áreas para promover a memória procedimental. Os estudantes de matemática usam objetos para desenvolver a compreensão conceitual e resolver problemas. Os problemas matemáticos mudam, mas os procedimentos para resolvê-los não. Com bastante treino, os estudantes aprendem o procedimento. Portanto, é importante que os professores de matemática desenvolvam procedimentos manuais que estimulem o aprendiz a recordar e aprender com mais facilidade.
- c) Proporcionar atividades que conduzam ao movimento físico do aprendiz como, por exemplo: desempenho de papéis, debates, danças, monólogos e jogos.

Estratégias de ensino para a memória automática:

- a) A estratégia que mais se recomenda é a música. Pôr a informação em forma de música é útil para os estudantes de todas as idades. O uso de melodias antigas e de poemas podem também gerar bons resultados. A repetição mediante o trabalho diário oral (em matemática, geografia, língua, vocabulário etc.) e as possibilidades de variabilidades proporcionam muitas vantagens ao ensino e à aprendizagem.
- b) As exibições de perguntas e respostas podem ser uma boa maneira para obter respostas ao nível automático, visto que muitos estudantes gostam dessa técnica.

Estratégias de ensino para a memória emocional:

- a) As estratégias para a memória emocional são as mais poderosas e a música pode ser eficiente para essa memória. O professor, ao utilizar uma música suave como plano de fundo enquanto lê ou discute uma matéria, pode fazer que a nova informação seja memorizada.
- b) As comemorações são especiais e podem ser feitas com ou sem músicas. Cabe ao professor fazer uma planilha das comemorações especiais à medida que os estudantes aprendem a matéria.

- c) Incentivar os estudantes a se apresentarem à classe por meio de role play ou atuação dramática (teatro), é um poderoso estímulo para a memória emocional.

Educadores atentos ao processo de aprendizagem dos estudantes necessitam compreender as diferentes estratégias de memorização para que o processo de aprendizagem aconteça no cérebro de forma duradoura.

### **2.3 Motivação e Aprendizagem**

De acordo com Alcará e Guimarães, (2007), no contexto educacional, a motivação dos estudantes é um importante desafio com que o professor deverá lidar, pois tem implicações diretas na qualidade do envolvimento do aluno nos processos de ensino e aprendizagem. O aluno motivado procura novos conhecimentos e oportunidades, evidenciando envolvimento no processo de aprendizagem, participa nas tarefas com entusiasmo e revela disposição para novos desafios. A motivação do aluno é um fator relevante no processo de aprendizagem, sendo que o rendimento escolar não pode ser explicado unicamente por conceitos como inteligência, contexto familiar e condição socioeconômica. Segundo Alessi & Trollip (2001), as simulações melhoram a motivação dos estudantes para aprender, uma vez que se espera que estejam mais motivados quando se envolvem determinadas atividades, do que quando só observam. As habilidades de raciocínio lógico e a capacidade de organização de estratégias de cálculo e melhoria de memorização dos conteúdos propostos também foram reforçados na Unidade Didática (UD) Domingos (2008) considera o raciocínio como decorrente desta construção a todo o momento, cada vez mais adequada e apropriada.

O desenvolvimento do raciocínio é um processo de sucessivas mudanças qualitativas e quantitativas das estruturas significativas derivando cada estrutura de estruturas precedentes, isto é, o indivíduo constrói e reconstrói continuamente as estruturas que aperfeiçoam o seu raciocínio tornando esta estrutura cada vez mais equilibrada. Neste processo de elaboração, o educando desenvolve a capacidade de analisar, sintetizar, deduzir, concluir e de fazer demonstrações (DOMINGOS, 2008, p.25).

Kenski (1995) diz que não compreende o motivo de não se explorar esse interesse dos jovens por computador e games virtuais pelos professores. Ainda, segundo ela, os professores ignoram essa possibilidade de utilizar essas tecnologias computacionais em sala de aula, pois as regras no game virtual são as mesmas aplicadas na prática real, o que viabilizaria a utilização desses recursos em sala de aula. Para García & Ortega (2007), laboratório virtual é uma aplicação informática que permite simular uma situação de aprendizagem própria de um

laboratório tradicional. Em outras palavras, é possível evidenciar que, no simulador virtual, certos elementos podem ser inclusos e que não existem num laboratório real.

De acordo com Alessi & Trollip (2001), a interatividade presente nas simulações permite ao estudante modificar as condições do fenômeno, analisar as alterações observadas e reestruturar os seus modelos mentais e compará-los a outros previamente elaborados. As simulações permitem que o estudante construa o seu próprio modelo mental do fenômeno ou do procedimento, que o explore, teste e aperfeiçoe.

### 3 AS NEUROCIÊNCIAS E A APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA

Pode-se confirmar que o nosso meio é repleto de números. Em toda volta, percebemos que os números se fazem presentes, como no relógio, no celular, no computador e nos preços das mercadorias. No entanto, a simples presença dos números não promove aprendizagem de matemática. É através das interações sociais que o desenvolvimento das funções cerebrais cognitivas é beneficiado. As interações que proporcionam à criança a aquisição de saberes, relacionados com a matemática, são bastante favoráveis, sobretudo as atividades lúdicas, como jogos e brincadeiras. A criança vai desenvolvendo relações de quantidade e noções de numeração até a consolidação do senso numérico junto aos seus significados. Segundo Corso e Dorneles (2010), não existe na literatura um conceito único que defina as noções básicas do senso numérico e suas quantidades. De acordo com as autoras, “de um modo geral, o senso numérico se refere à facilidade e à flexibilidade da criança com números e à sua compreensão do significado dos números e ideias relacionadas a eles” (CORSO E DORNELES, 2010 p. 83). As autoras também alertam que os indivíduos com senso numérico pouco desenvolvido podem apresentar baixo desempenho em atividades que exijam contagem, realização de operações, estimativas de cálculo mental, enfim, saberes básicos que os auxiliem na fluência matemática.

Conforme o relato de Consensa e Guerra (2011), o modelo adotado na relação cérebro e matemática é o Modelo Triplo Código pelo qual três circuitos são ativados no cérebro:

1º No córtex do lobo parietal – no sulco intraparietal – ocorre a percepção da magnitude (quantidade, fileira numérica);

2º Em uma parte do córtex, na junção do occipito temporal, e também em ambos os hemisférios cerebrais, ocorre a representação visceral dos sentidos simbólicos numéricos (algarismos arábicos);

3º Na região cortical do hemisfério esquerdo – região tempo – parietal, que está ligada ao processamento da linguagem, ocorre a representação verbal dos números.

Ainda, de acordo com Consensa e Guerra (2011), toda base do desenvolvimento que envolve a matemática ocorre por volta dos 5 anos de idade. Em função disso, o trabalho da educação infantil é de extrema importância e não pode ser ignorado. É na alfabetização matemática que se desenvolve o senso numérico. Kamii e Clark (1992) enfatizam que “aritmetização lógica da realidade” significa que a criança, ao interagir com diferentes situações propostas, constrói o seu pensamento numérico. Uma atividade a ser explorada é o jogo de memória que, além do senso numérico, trabalha com outras habilidades cognitivas, como:

- Visão espacial – ao lembrar a forma, cor e localização da figura.
- Controle inibitório – a criança necessita aguardar a sua vez de jogar até a próxima rodada.
- Flexibilidade cognitiva – criação de novas estratégias caso alguém jogue na sua vez.
- Relação termo a termo – relação de correspondência. Crianças de aproximadamente 4 anos já poderão fazer uso de jogos de memorização e com cinco anos poderão ser introduzidas as relações de quantidades e os numerais. Os numerais até o 10 poderão ser utilizados (HENNEMANN, 2017).

A aprendizagem é o processo pelo qual o cérebro reage aos estímulos do ambiente, ativando sinapses, tornando-as mais intensas, conseqüentemente elas constituem os circuitos que processam as informações com capacidade de armazenamento molecular. O ensino bem sucedido provoca alteração na taxa de conexão sináptica, afetando a função cerebral, dependendo da natureza do currículo, da capacidade do professor, do método de ensino, do contexto da sala de aula, da família e da comunidade (INÁCIO, 2011). A cada nova experiência do indivíduo, redes de neurônios são rearranjadas, outras sinapses são reforçadas e múltiplas possibilidades de respostas ao ambiente tornam-se possíveis. O número e a qualidade das sinapses em um neurônio podem variar, entre outros fatores, pela experiência e aprendizagem, demonstrando a capacidade plástica do Sistema Nervoso (RELVAS, 2007). Acreditando nesses pressupostos, as estratégias inseridas nesta pesquisa visam contribuir para uma melhoria das capacidades de memorização e, conseqüentemente, para uma aprendizagem mais significativa.

### **3.1 Metodologias de Aprendizagem Ativa**

Para ensinar matemática e outros componentes curriculares, com uma perspectiva da educação científica, surgem as chamadas Metodologias de Aprendizagem Ativa (MAA). Essas metodologias procuram inserir o estudante de forma ativa no ambiente de aprendizagem transformando-o de ouvinte para agente do seu próprio conhecimento. Para a utilização dessas metodologias, faz-se necessário mais do que a transposição didática dos conteúdos. A escola e o docente devem também trabalhar com atitudes e valores, como afirmam os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN (BRASIL, 1998).

As Metodologias de Aprendizagem Ativas (MAA) são maneiras diferenciadas de ensinar, que estimulam a aprendizagem e a participação do aluno em sala de aula, fazendo com

que ele utilize suas dimensões cerebrais sensório/motor, afetivo/emocional e mental/cognitiva. O estudante tem uma postura ativa diante do seu aprendizado. Baseando-se nessas premissas no ensino, a aplicação de Metodologias de Aprendizagem Ativa ao ensino de Matemática é de suma importância, pois o professor poderá inserir o estudante no contexto apresentado em sala de aula, fazendo-o abusar da sua criatividade e da sua capacidade de formar opiniões, podendo também esclarecer as possíveis dúvidas. Além disso, proporciona a busca de permite busca de novos conhecimentos e trabalho em grupo.

Podemos entender Metodologias Ativas como formas de desenvolver o processo do aprender que os professores utilizam na busca de conduzir a formação crítica de futuros profissionais nas mais diversas áreas. A utilização dessas metodologias pode favorecer a autonomia do educando, despertando a curiosidade, estimulando tomadas de decisões individuais e coletivas, advindos das atividades essenciais da prática social e em contextos do estudante (BORGES e ALENCAR, 2014, p.120).

Para Oliveira (2014), a metodologia ativa conduz a um aprendizado integrado e dinâmico. Os problemas são construídos a partir dos objetivos que serão discutidos pelos alunos após uma busca individual.

Para Gama (2015), o estudante está habituado a agir de forma automática em relação à educação. Ele vai para a escola, ouve o professor, estuda para as provas e, depois que consegue uma boa nota, esquece tudo o que o professor disse. Esse autor ainda relata que as metodologias ativas vêm com a missão de mudar essa rotina, porque todo o conteúdo passado em sala de aula é importante e, assim, o conhecimento deve ser fixado na memória, e uma das maneiras é promover ações por parte dos estudantes para que esse conteúdo seja memorizado e a aprendizagem consolidada.

### **3.2 Ensinando Matemática com o Auxílio de Jogos Interativos.**

O uso de tecnologias educacionais na educação representa uma necessidade obrigatória nos dias atuais, uma vez que a sua consolidação pode proporcionar à sociedade um elemento primordial na formação cultural e significativa para dos indivíduos envolvidos no processo educacional, implicando em melhorias para o entendimento e a compreensão dos conteúdos. De acordo com Mugnol (2009), “Os avanços tecnológicos tornaram mais visíveis as possibilidades de desenvolvimento de outras atividades de ensino e aprendizagem”, o que favoreceu enormemente a criação de novos métodos e estratégias de aprendizagem. Países da Europa, África e América têm se destacado como propulsores de metodologias ligadas às novas tecnologias. O estudante de hoje, de acordo com Prensky (2002), é um nativo digital e possui

habilidades natas para lidar com as tecnologias. As escolas que entenderam esse cenário e criaram condições para incorporar as conquistas tecnológicas à educação terão mais êxito na aprendizagem eficiente.

As Neurociências e a Educação podem oferecer estratégias de ensino e aprendizagem, baseadas no desenvolvimento cerebral, auxiliando os educadores no ofício de mediadores entre o conhecimento científico e o do educando. Para Relvas (2010), aprende-se com a cognição, mas, sem dúvida alguma, aprende-se pela emoção, assim, o desafio é unir conteúdos coerentes, desejos, curiosidades e afetos para uma prazerosa aprendizagem.

Educar é criar estratégias capazes de transformar as informações em conhecimento. A utilização de recursos como os jogos interativos pode gerar aprendizagem significativa e contextualizada de forma prazerosa. Cabe ao professor buscar auxílios para produzir uma aula dinâmica, contemporânea e adequada às novas tecnologias disponíveis. Segundo Moran:

...ensinar com novas mídias será uma revolução se mudarmos simultaneamente os paradigmas convencionais do ensino, que mantêm distantes professores e alunos. Caso contrário, conseguiremos dar um verniz de modernidade, sem mexer no essencial (MORAN, 2000, p.63).

Segundo Alves (2005), os jogos educacionais interativos eletrônicos, estimulam a reorganização de funções cognitivas como a criatividade, a atenção, a imaginação, a coordenação motora e a memória. Os professores, por sua vez, necessitam estar comprometidos com as possibilidades geradas pela interação dos jogos eletrônicos, os quais são pouco explorados pelas escolas, e os docentes tendem a resistir às tecnologias dessa natureza. O novo paradigma que a escola enfrenta é como sobreviver nesse mundo tecnológico. Segundo Perrenoud:

Uma cultura tecnológica de base também é necessária para pensar as relações entre evolução dos instrumentos (informática e hipermídia), as competências intelectuais e a relação com o saber que a escola pretende formar. Pelo menos sob esse ângulo, as tecnologias novas não poderiam ser indiferentes a nenhum professor, por modificarem as maneiras de viver, de se divertir, de se informar, de trabalhar e de pensar. Tal evolução afeta, portanto, as situações que os alunos enfrentam e enfrentarão, nas quais eles pretensamente mobilizam e mobilizarão o que aprenderam na escola (PERRENOUD, 2000).

Os jogos digitais estimulam o sistema nervoso e os sistemas sensoriais por utilizarem recursos visuais, sonoros, exigirem graus diferenciados de atenção, resolução de problemas e concentração. Segundo Rizzo (1988), os jogos digitais desenvolvem atenção, disciplina, autocontrole, respeito às regras e habilidades perceptivas motoras. O professor deverá sempre

estar atento e acompanhar a utilização dos jogos e da internet pelo estudante, evitando assim acesso a conteúdo inadequado e dispensável à aprendizagem. Os jogos podem auxiliar o professor no diagnóstico de nível de desenvolvimento, onde poderão ser trabalhados conteúdos e conceitos os quais o aluno ainda não domina.

De acordo com Willey(2000) “qualquer recurso digital que possa ser reutilizado para o suporte de ensino é de grande valia”. Enfatiza, ainda, que qualquer recurso diferenciado de aprendizagem será importante para a promoção da aprendizagem, envolvendo situações específicas. Os recursos multimídia atuais disponibilizam uma grande variedade de possibilidades como animações, gráficos, apresentações eletrônicas, vídeos e plataformas de quiz<sup>2</sup> interativos. Esses são alguns exemplos de recursos que poderão ser utilizados.

Na busca intermitente de diminuir e de sanar as dificuldades, a ação pedagógica deve lançar mão de muitos recursos didáticos variados, inclusive daqueles que exploram a motivação do estudante para estudar. Nesse contexto, o jogo e atividades interativas podem ser um recursos importantes, parecendo brincadeira e proporcionar aos participantes um ambiente focado na aprendizagem, diminuindo a tensão e a liberação de substâncias químicas malélicas à aprendizagem. Segundo Relva (2012), “a aprendizagem é um ‘mix’<sup>3</sup> de memória, atenção, concentração, interesses, desejos, estímulos intrínsecos (neurotransmissores/hormônios) e extrínsecos (informações externas do ambiente) que permeiam a mente e o cérebro humanos”. Para a aprendizagem, um ambiente estressante gera uma ativação dos hormônios de noradrenalina e cortisol que segregam o cérebro em resposta a situações adversas ou de sobrecarga tensional, afetando os processos de consolidação da memória e bloqueando o córtex pré-frontal, impedindo de dirigir e focar atenção em experiências de aprendizagem. Ainda alteram a capacidade de resolução inteligente de conflitos, embotando habilidades fundamentais para a resolução dos problemas e das situações que necessitem de foco e atenção.

Em propostas de uso de jogos para a aprendizagem, os jogadores exercitam atividades mentais importantes como a habilidade de negociação em grupo e a criação de estratégias, alinhando-os com os requisitos dos desafios exigidos pela matemática. Para Pierozan e Brancher (2004), a participação em jogos contribui para a formação de atitudes sociais, tais como o respeito, a cooperação, a adequação às regras, o senso de responsabilidade e justiça e a iniciativa

---

<sup>2</sup> Quiz é o nome de um jogo de questionários que tem como objetivo fazer uma avaliação dos conhecimentos sobre determinado assunto. Disponível em: <https://www.significados.com.br/quiz/>

<sup>3</sup> **Mix** Combinação; conjunto composto por coisas distintas; mescla; mistura de elementos diversos que contribuem para formar um todo. Disponível em: <https://pt.bab.la/dicionario/ingles-portugues/mix>

pessoal e grupal. Os jogos educacionais procuram agregar isso à construção do conhecimento pelo indivíduo.

Entre outros objetivos, o ensino da matemática tem como principal e forte elemento o desenvolvimento do raciocínio lógico, estímulo à reflexão acerca de elementos concretos e abstratos, de resolver problemas que refletem ou não situações reais e, dessa forma, o uso de jogos que possam contribuir conforme sugerem os Parâmetros Curriculares Nacionais:

...os jogos constituem uma forma interessante de propor problemas, pois permitem que estes sejam apresentados de modo atrativo e favorecem a criatividade na elaboração de estratégias de resolução e busca de soluções. Propiciam a simulação de situações-problema que exigem soluções vivas e imediatas, o que estimula o planejamento das ações (BRASIL, 1998, p.48).

Conforme os PCN<sup>4</sup> (2000), um dos aspectos relevantes nos jogos é o fato de provocarem nos alunos um desafio genuíno, gerando, ao mesmo tempo, mais interesse e prazer pela disciplina. Por isso é tão importante sua implantação na cultura escolar, cabendo, ao professor, analisar e avaliar a potencialidade educativa dos mais variados tipos de jogos existentes, e ainda o aspecto curricular que se deseja desenvolver.

Um formato possível para se caracterizar um jogo interativo entre equipes é o Quiz, uma modalidade de jogo de perguntas e respostas, que proporciona aos participantes experiências que envolvem e usam a autonomia e valorização de diferentes formas de aprendizagem dos alunos (CARVALHO et al., 2010). Algumas experiências de ensino com resultados parciais favoráveis já realizadas, conforme trabalhos de Germano et al. (2011), auxiliam na avaliação discente, e Carvalho et al. (2010) indicam o Quiz como base de jogo interativo.

### **3.3 Ensinando matemática com a utilização de simuladores virtuais**

O uso de materiais manipuláveis no ensino “foi destacado, pela primeira vez, por Pestalozzi, no século XIX, ao defender que a educação deveria começar pela percepção de objetos concretos com a realização de ações concretas e experimentações” (NACARATO, 2005,p.1). Ainda, o mesmo autor alerta para a importância de uma visão crítica por parte do educador sobre a utilização de materiais manipulativos nas aulas de geometria, pois é necessária uma conexão entre a manipulação de materiais e situações que tenham sentido para o aluno. O

---

<sup>4</sup> Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN – são referências para os Ensinos Fundamental e Médio de todo o país. Disponível em: <https://educador.brasilecola.uol.com.br/orientacoes/pcnparametros-curriculares-nacionais.htm>

uso de simulações no ensino da matemática é um recurso de aprendizagem que pode ser proporcionada aos estudantes realizando experimentações. O objetivo do software de simulações PhET, é possibilitar ao estudante a manipulação e interação com atividades de matemática. O download do software de simulações pode ser feito no link a seguir: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/category/chemistry](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/category/chemistry).

Diante das competências de analisar, compreender e interpretar essas novas informações a escola vem, aos poucos, tentando se adaptar às tecnologias e tentando melhorar as práticas educacionais, pois:

[...] os computadores na sala de aula frequentemente quebram as rotinas tradicionais e permitem aos professores estabelecerem novos padrões e, algumas vezes, os próprios softwares trazem o “germe de novas práticas” (OLSON, 1988 apud PENTEADO, 1999, p.306).

Muitos educadores ainda apresentam resistência quanto ao uso das tecnologias como recurso didático, mas, para Borba Penteado, (2001, p.15) “o computador pode ser um problema a mais na vida já atribulada do professor, porém pode também desencadear o surgimento de novas possibilidades para o seu desenvolvimento como um profissional da educação”.

O uso de novas tecnologias é uma oportunidade trabalhar em sala de aula com investigação e experimentação na Matemática, propiciando ao educando vivenciar as experiências, interferir e construir o próprio conhecimento. O educando ainda pode participar ativamente da ação educativa através da interação com métodos e meios de organizar a sua própria simulação ou experiência, enriquecendo ainda mais a sua aprendizagem. O professor, nesse processo, é um facilitador, que permite que o seu aprendiz desenvolva habilidades e seja capaz de realizar articulações nos processos de ensino e aprendizagem. Conforme Mason, “(...) para usar um instrumento matemático com eficácia, pode ser necessário gastar algum tempo a examinar o que está por trás dele, como funciona, e mesmo como isso poderia ser feito, em princípio, à mão” (MASON, 1996, p.19).

Aulas utilizando e explorando aplicativos e ou softwares computacionais em Matemática podem ser desafiadoras ao estudante, levando-o a pensar, a articular estratégias, a pensar nas propriedades matemáticas, a fazer relações, enfim, usando isso como objeto de estudo. Para D’ Ambrósio:

Estamos entrando na era do que se costuma chamar a sociedade do conhecimento. A escola não se justifica pela apresentação de conhecimento ultrapassado e muitas vezes morto, sobretudo, ao se falar em ciências e tecnologia. Será essencial para a escola estimular a aquisição, a organização, a geração e a difusão do conhecimento vivo,

integrado nos valores e expectativas da sociedade. Isso será impossível de se atingir sem ampla utilização de tecnologia na educação. Informática e comunicação dominarão a tecnologia educativa do futuro (D' AMBRÓSIO, 1996, p. 80).

Com efeito, as palavras do D' Ambrósio ainda são válidas e uma mudança qualitativa nos processos de ensino e aprendizagem acontece quando se consegue fazer a integração com uma visão inovadora das tecnologias: as de informação e comunicação (TIC's)<sup>5</sup>, as audiovisuais, as textuais, as orais, as musicais, as lúdicas e as corporais. De acordo com Brito e Purificação (2006), os quais discutem a implantação das novas tecnologias no cotidiano escolar:

Do livro ao quadro-de-giz, ao retroprojeter, à TV, ao vídeo e ao laboratório de informática, a escola vem tentando dar saltos qualitativos, sofrendo transformações que levam junto um professor mais ou menos perplexo, que se sente muitas vezes sem preparação e inseguro frente ao enorme desafio que representa a incorporação do computador ao cotidiano escolar (BRITO; PURIFICAÇÃO, 2006, p. 97).

A utilização de tecnologias no ensino, como computadores, contribui para a compreensão do estudante e torna as aulas tradicionais que, por muitas vezes, podem passar por monótonas, em algo motivador, despertando a curiosidade e tornando a aula mais atrativa. Com a possibilidade do recurso computacional no ambiente escolar e o uso de simulações como instrumento didático é possível para o aluno potencializar e incorporar, de forma significativa, os conhecimentos adquiridos em sala de aula. Para a aprendizagem da matemática, necessita-se que os estudantes desenvolvam certo grau de abstração para a melhor aprendizagem, e o uso de simulações computacionais como recurso didático oferece inúmeras características que permitem aos estudantes compreenderem princípios fundamentais. Essa ferramenta pedagógica é de grande valia para o aumento da percepção do estudante, pois pode incorporar, a um só momento, diversas mídias: escrita, visual e sonora e, dessa forma, amplia as possibilidades pedagógicas da interação professor/aluno. Para Fiolhais e Trindade:

O acesso a boas simulações contribui para solucionar algumas questões no ensino das ciências. De facto, os alunos que estão a formar e desenvolver o seu pensamento sobre determinadas matérias científicas encontram problemas típicos que podem ser resolvidos por ambientes de simulação orientados por preocupações pedagógicas. Tal pode ser feito numa fase inicial da aprendizagem dessas matérias, pois os alunos não necessitam de dominar todo o formalismo matemático subjacente para explorar uma dada simulação. Pelo contrário, se aos estudantes só forem fornecidas equações como modelo da realidade, eles serão colocados numa posição onde nada nas suas ideias comuns é parecido ou reconhecido como física. Esta é uma situação que obviamente dificulta a aprendizagem (FIOLHAIS; TRINDADE, 2003, p. 264).

---

<sup>5</sup> TIC's: é a abreviação de tecnologias da informação voltadas para a educação. Disponível em: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Tecnologias\\_da\\_informação\\_e\\_comunicação](https://pt.wikipedia.org/wiki/Tecnologias_da_informação_e_comunicação)

Assim, acredita-se que as simulações possam contribuir de forma decisiva na complementação do processo de aprendizagem potencializando a capacidade do indivíduo de compartilhar conhecimento, pela prática do trabalho participativo e colaborativo em grupo, além de estimular e/ou contribuir para o aumento da capacidade de desenvolver novos conhecimentos:

[...] o carácter de jogo de algumas simulações pode aumentar bastante o seu potencial pedagógico. Os jogos permitem uma grande variedade de situações e uma exploração flexível delas pelos jogadores (a resposta rápida e individualizada dada por um computador constitui precisamente uma das causas da fixação dos jovens pelos jogos) (FIOLHAIS; TRINDADE, 2003, p. 265).

No entanto, para isso ocorrer, o professor deve ter à sua disposição um amplo leque de alternativas metodológicas, de possibilidades de organizar sua comunicação com os alunos, de introduzir um tema e de avaliá-los. Cabe a este encontrar a forma mais adequada de, neste caso, integrar diversas tecnologias aos procedimentos metodológicos, ou seja, é importante que aprenda a dominar diferentes formas de comunicação e informação.

As simulações computacionais por serem interativas e divertidas, e por interconectarem conteúdos com o mundo real, e fornecerem múltiplas representações, permitem experimentações e verificações. Oferecem um vasto potencial como material de apoio aos professores durante os processos de ensino e aprendizagem. Possibilitam que o estudante simule situações, antes impossíveis, pelo uso de gráficos gerados por controles intuitivos, tais como um simples “clique” e “arrastar”. À medida que o estudante manuseia tais ferramentas interativas, imediatamente surgem respostas animadas, ilustrando de forma efetiva as relações de causa e efeito, bem como, em várias representações relacionadas. Essas características compõem um repertório de possibilidades que envolvem a interatividade, a animação, o feedback dinâmico e a exploração produtiva.

O professor é o idealizador e organizador da aula, e ele sempre deverá, em seu planejamento, escolher o método mais adequado para a utilização em sua experimentação, sempre avaliando riscos, fatores econômicos e até situações que não envolvam riscos físicos aos alunos. De acordo com Brito; Purificação, 2006:

“Os conteúdos abordados como o uso de simuladores são mais divertidos, mais seguros – no caso de situações em que o real significasse risco físico; são facilitadores de retenção e de transferências das habilidades apreendidas para outras situações em comparação com os livros. São, além disso, econômicos e um dos aspectos interessantes é que diminuem a ansiedade dos alunos em determinadas situações de aprendizagem, pois permitem a estes que experimentem e testem todas as

possibilidades, o que numa situação real não seria possível” (BRITO; PURIFICAÇÃO, 2006, p. 83).

O professor deve estar atento às limitações das simulações, comparadas com os experimentos reais, para minimizar a tendência de acomodação do estudante diante das facilidades e ausência de riscos e custos (MENDES, 2004). Claro, que não se tem a pretensão, de afirmar que o uso de simuladores será, de maneira geral, a solução para as dificuldades apresentadas pelos professores de Matemática, ou seja, nem perto de ser a solução para todos os problemas de aprendizagem, fato este observado por Brito e Purificação (2006) quando afirmam que:

Alguns educadores consideram que a simples utilização desses meios é suficiente para garantir um “avanço” na educação. Obviamente que somente o seu uso não basta; se as tecnologias educacionais não forem bem utilizadas, garantem a novidade por algum tempo, mas não que realmente aconteça uma melhoria significativa na educação (BRITO; PURIFICAÇÃO, 2006, p. 31).

## **4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

No capítulo dos procedimentos metodológicos compostos nesta dissertação é caracterizada a pesquisa qualitativa aplicada, a descrição da escola e dos estudantes. Também são apresentados os aspectos/variáveis, nos quais a pesquisa foi embasada para o seu desenvolvimento. Neste capítulo também são detalhadas as características das turmas analisadas de forma a contribuir com a aplicação das estratégias de aprendizagem

### **4.1 Caracterização da pesquisa**

Esta pesquisa se inicia a partir de um questionamento do pesquisador e termina com uma produção que leva a novas interpretações da pesquisa estudada. Minayo (2000) define pesquisa como um caminho sistemático que busca indagar e entender o tema estudado, desvendando os problemas da vida cotidiana através da relação da teoria com a prática. No campo da Educação, as concepções de ordem quantitativa e qualitativa vêm oferecendo um novo panorama para o pesquisador.

A abordagem qualitativa na pesquisa possui algumas características básicas. Essas características foram citadas por Godoy (1995), como: o estudo empírico é realizado no seu ambiente natural, pois os fatos sociais têm que ser observados e analisados quando inseridos no contexto ao qual pertencem, através de contato direto, desempenhando o pesquisador um papel fundamental na observação, seleção, consolidação e análise dos dados gerados; como os diferentes tipos de dados existentes na realidade são considerados importantes para a compreensão do fenômeno social em estudo, o pesquisador realiza entrevistas, reúne fotografias, atividades e depoimentos e outros dados que ajudam na descrição do fato; o trabalho é realizado com base na perspectiva de que as pessoas pesquisadas têm sobre o objeto de estudo, devendo primar pela fidedignidade dos dados obtidos; a análise dos dados coletados é feita de forma indutiva e, ao longo da pesquisa, dá-se a construção paulatina do quadro teórico, que precisa ser testada com a pesquisa (GODOY, 1995, p. 62-63).

A perspectiva qualitativa libera o pesquisador para desvelar e interpretar a fala dos entrevistados, pois, como explicita Haguette “(...) fornece uma compreensão profunda de certos fenômenos sociais apoiados no pressuposto da maior relevância do aspecto subjetivo da ação social face à configuração das estruturas societárias” (HAGUETTE, 1992, p. 63). A análise qualitativa é essencial para a compreensão da realidade humana, das dificuldades vivenciadas,

das atitudes e dos comportamentos dos sujeitos envolvidos, transformando-se em um suporte teórico essencial.

Para autores como Alves (1991), Lincoln e Guba (1985), Marshall e Rossman (1989) e Yin (1985), três importantes momentos devem ser considerados, quando se opta pela abordagem qualitativa: a) a fase de exploração da pesquisa; b) a fase da investigação; c) a análise dos resultados finais e a elaboração do texto final.

Um aspecto considerável da pesquisa qualitativa é a tomada de dados, pois esses não são meramente dados colhidos para uma análise estatística (quantitativa) e sim observações sobre um objeto complexo, que se transforma constantemente. Esta pesquisa se classifica como pesquisa de investigação qualitativa, sendo que o interesse central, de acordo com Moreira (2009), está em uma interpretação dos significados atribuídos pelos sujeitos e suas ações em uma realidade socialmente construída, através de observação participativa. A pesquisa qualitativa também pode ser chamada de pesquisa interpretativa. Erickson (1986, p.126 apud Moreira 2009c) vê a pesquisa interpretativa (qualitativa) em ensino, fundamentalmente sob a ótica do significado:

Seres humanos supõe a perspectiva interpretativa, criam interpretações significativas do ambiente físico e comportamental que os rodeia [...] Através da cultura, seres humanos compartilham significados aprendidos e em determinadas situações frequentemente parecem ter criado interpretações significativas similares. [...] Portanto, uma distinção analítica crucial em pesquisa interpretativa é entre o comportamento, o ato físico, e ação, que é o comportamento mais as interpretações de significados atribuídas por quem atua e por aqueles com os quais o ator interage (ERICSON 1986, p.126 apud MOREIRA 2009).

Esta pesquisa foi elaborada com a estruturação de um plano de ação pedagógica que, além da sensibilização dos professores, também gerou a implementação de um projeto por meio de estratégias de aprendizagem para os estudantes. Essas estratégias estão descritas numa Sequência Didática a qual introduz conceitos importantes na área das Neurociências e da Matemática, visando a compreensão de educadores sobre a forma de aprendizagem dos estudantes e, assim, compreender melhor sobre o cérebro dos educandos, conseqüentemente, como ocorre a aprendizagem e, assim melhorando a aprendizagem dos mesmos. A inserção das SDI para o ensino da matemática, segundo Araújo (2012), é uma metodologia de ensino que visa variar as formas de resgatar a construção do conhecimento no aluno, apropriando-se de interações, crenças, valores, sentimentos e desejos, afetando as relações e, conseqüentemente, o processo de aprender. Essas UDI são instrumentos que permitem incluir as três fases de toda intervenção reflexiva: planejamento, aplicação e avaliação.

Os dados analisados têm relações com registros escritos e fotográficos, observação do trabalho desenvolvido com os estudantes e questionários. Assim, ela se caracteriza como uma pesquisa qualitativa que, segundo Gerhardt e Silveira (2009 p.31), “não se preocupa com representatividade numérica, mas, sim, com o aprofundamento da compreensão de um grupo social, de uma organização [...]”. Segundo sua natureza, esta pesquisa será do tipo aplicada, a qual, ainda conforme Gerhardt e Silveira (2009 p.35), “objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos.” Quanto a seus objetivos, trata-se de uma pesquisa exploratória. Quanto aos procedimentos adotados é uma pesquisa participante, que, segundo Gerhardt e Silveira (2009), pressupõe uma participação planejada do pesquisador na situação problemática a ser investigada. A tabela abaixo mostra a programação das Unidades Didáticas as quais foram desenvolvidas na pesquisa em questão.

Tabela 1 - Atividades desenvolvidas durante a pesquisa para os estudantes da turma Alvo

<b>Unidade Didática</b>	<b>Atividade Desenvolvida</b>	<b>Tempo de duração em min</b>
1 – Primeira Unidade Didática	Atividade Introdutória com os professores: Saberes Importantes para o conhecimento do professor sobre Neurociências	480 min
2 – Segunda Unidade Didática	GOOGLE DRIVE e plataforma GEEKIE LAB como recursos de aprendizagem.	100 min
3 – Terceira Unidade Didática	Atividade Experimental de Matemática- Geometria Plana.	100 min
4 - Quarta Unidade Didática	Preparação para a construção dos Mapas conceituais – Geometria Espacial	200 min
5 – Quinta Unidade Didática	O Uso de Técnicas de Memorização para Aprimorar o Conhecimento	100 min
6 – Sexta Unidade Didática	O uso de materiais manipuláveis para a memorização e consolidação da aprendizagem	100 min
7 – Sétima Unidade Didática	<i>Simuladores Virtuais – Phet.</i>	100 min
8 – Oitava Unidade Didática	Quiz com o uso da plataforma Kahoot	100 min

## 4.2 Características da Escola e das Turmas Analisadas

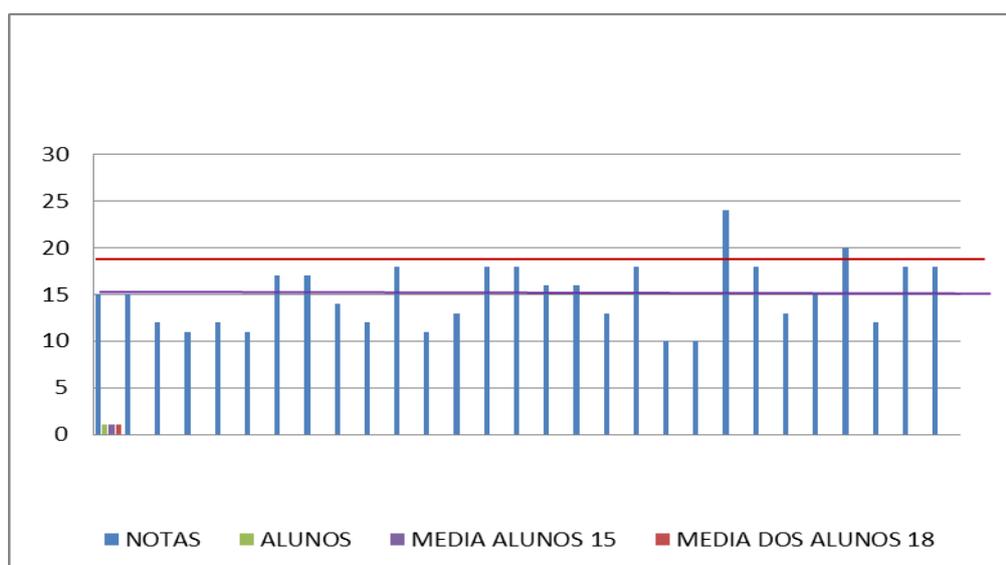
A Escola Estadual de Educação Básica Abramo Pezzi é uma Escola de ensino médio que atende a população de classe média baixa. A escola funciona nos turnos da manhã, tarde e noite e está localizada no Bairro Rio Branco, em Caxias do Sul – RS. A escola foi fundada no ano de 1960. Atualmente, é frequentada por quinhentos e sessenta estudantes, trabalham nela trinta e cinco professores e seis funcionários. A turma escolhida (turma alvo) para a pesquisa foi do terceiro ano do ensino médio do turno da tarde. A turma é composta por vinte e sete (27) estudantes, com idade entre 16 e 19 anos. Também participaram outras duas turmas do terceiro ano do turno da manhã nomeadas como turma controle 1 e turma controle 2. Essas turmas eram compostas por 30 alunos em cada uma no ano de 2017. A primeira sondagem foi realizada por meio de um questionário, apresentado no Apêndice 1. Através desse questionário, procurou-se investigar as emoções geradas em relação à aprendizagem da matemática, a importância dada por eles à contextualização dos temas nas aulas, a implicação do uso das tecnologias em relação à aprendizagem e à importância das relações de empatia entre professor e estudante. Nesse questionário, os estudantes responderam sobre suas percepções sobre o processo de aprendizagem, juntamente com a importância do uso de metodologias e tecnologias aplicadas à Educação. As respostas obtidas através da aplicação do questionário apresentaram a caracterização da turma que foi chamada de turma alvo e a preocupação dos estudantes quanto às suas aprendizagens em matemática. Uma das principais queixas dos estudantes foi em relação à metodologia adotada pelo professor da turma. Os estudantes relataram que estavam desestimulados a aprender matemática pela falta de estratégias diferenciadas e falta de paciência do professor.

Para Souza (1996), os fatores relacionados ao sucesso e ao fracasso da aprendizagem dividem-se em três variáveis integradas, as quais são definidas como ambientais, psicológicas e metodológicas. A junção desses fatores resulta no desempenho escolar de um estudante. Ainda, segundo Souza (1996), o fator ambiente contribui de forma decisiva para um bom desenvolvimento do estudante, por ser o espaço em que ele passa a maior parte do tempo. O contexto metodológico engloba o que é ensinado dentro das escolas e suas relações com valores como pertinência e significados. O fator decisivo, nesse contexto, é a unificação dos objetivos, conteúdos e métodos, sendo que o professor precisa despertar no estudante o interesse em aprender e superar as dificuldades encontradas.

A segunda atividade realizada, como parte integrante da pesquisa, ocorreu com a análise do desempenho da turma alvo e das turmas controle 1 e 2, no primeiro trimestre de 2017 antes da utilização de qualquer estratégia integrante da pesquisa. A pesquisadora constatou que as notas dos estudantes da turma alvo estavam abaixo da média esperada e proposta pela escola. A avaliação no primeiro e o segundo trimestres, tem um peso de trinta pontos cada e o terceiro trimestre tem um peso de 40 pontos. A média a ser atingida pelos estudantes é de 60% da nota de cada trimestre. Portanto, no primeiro e segundo trimestres, a média equivale a 18 pontos e no terceiro trimestre a média é de 24 pontos. A turma alvo da pesquisa era classificada como uma turma “apática” e “desinteressada”. Esses problemas foram relatados pelos professores e também constatados no questionário de sondagem inicial aplicado. Problemas relacionados à autoestima, baixa concentração, falta de atenção e aversão à disciplina da matemática foram de fácil constatação. A média aritmética da turma alvo da pesquisa foi de 15 pontos. No gráfico, demonstrado pela figura 1, podemos observar que a maioria dos estudantes da turma alvo, no primeiro trimestre de 2017, estava com as notas de matemática abaixo da média proposta pela escola. A turma controle 1 apresentou média aritmética de 17,4 pontos sobre 30. E a turma controle 2 apresentou 14,1 pontos sobre os 30 propostos no regimento da escola.

O gráfico apresentado na figura 1 mostra o desempenho da turma alvo no primeiro trimestre de 2017, antes de ser aplicada a SDI. Ele demonstra que a turma apresenta uma média aritmética de 15 pontos sobre 30.

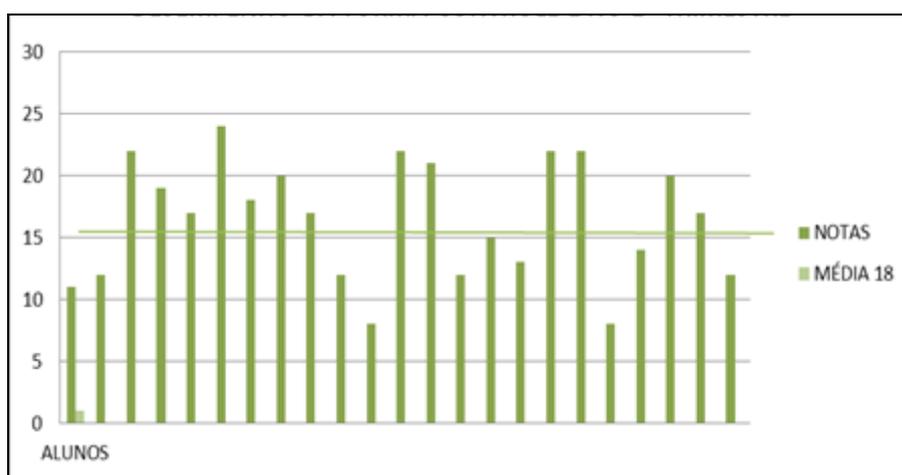
**Figura 1: desempenho da turma alvo no primeiro trimestre.  
Média aritmética da turma no primeiro trimestre: 15 pontos sobre 30 pontos  
Média do trimestre proposta pela escola 18 pontos.**



**Fonte: própria autora (2017).**

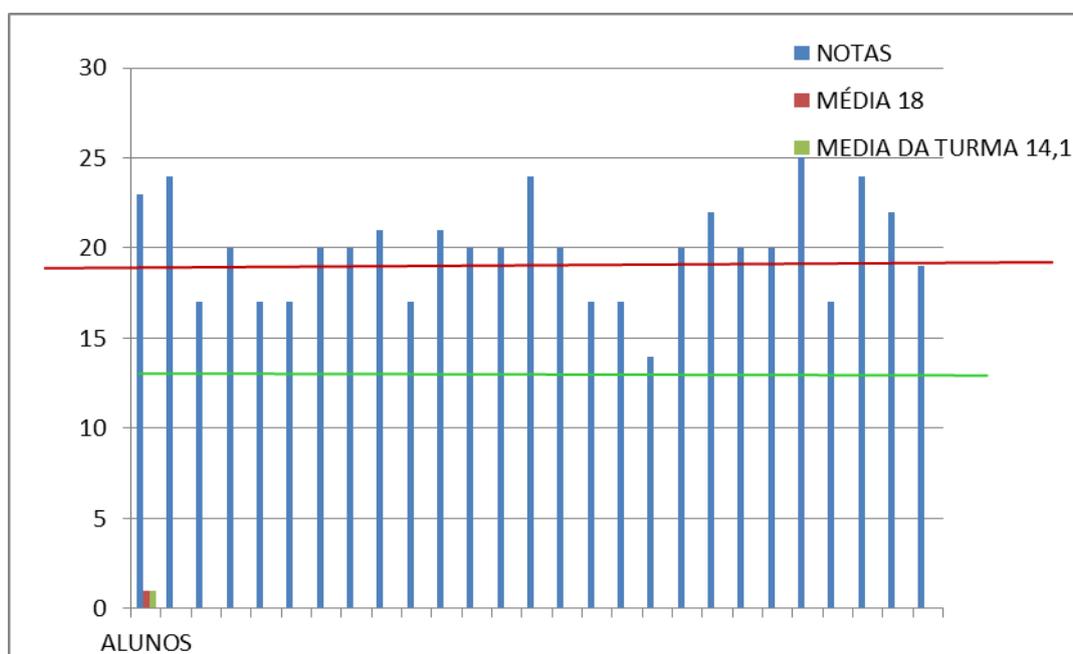
Na figura 2, temos o desempenho da turma controle 1 e, na figura 3, a turma controle 2. Os gráficos abaixo das figuras 2 e 3 mostram o desempenho de cada uma das turmas controle 1 e 2 respectivamente.

**Figura 2: Desempenho da turma controle1 no primeiro trimestre.  
Média aritmética da turma: 17,4 pontos sobre 30 pontos.**



Fonte: própria autora (2017).

**Figura 3: desempenho da turma controle 2 no primeiro trimestre  
Média aritmética da turma: 14,1 pontos sobre 30 pontos.**



Fonte: própria autora (2017).

### 4.3 Planejamento da Pesquisa

A pesquisa foi realizada planejada e realizada dentro de uma escola pública com a aplicação de estratégias para melhoramento da memorização e sensibilização dos professores em prol da melhoria da aprendizagem

Pesquisas realizadas no ensino da Matemática e mudanças ocorridas nas últimas décadas representam a demanda por métodos que utilizam a organização do currículo do ensino básico de forma a contemplar o ensino da matemática por competências. Esse novo formato é apresentado pela implementação de atividades que despertem o interesse dos alunos, a motivação, a vontade de aprender, a autonomia, o debate e o pensamento crítico para efetivar a construção, imersa na realidade sócio emocional do estudante. De acordo com Perrenoud (1999, p.7) o conceito de competência é “uma capacidade de agir eficazmente em um determinado tipo de situação, apoiada em conhecimentos, mas sem se limitar a eles”.

Foram planejadas nesta pesquisa atividades dispostas em uma Sequência Didática Interativa (SDI). A SDI se refere a uma sequência elaborada pelo professor a qual proporciona uma escolha ou organização de atividades que explore o domínio do conhecimento dos estudantes em sala de aula. A organização da SDI obedece a uma mera separação dos conteúdos com fins explicativos. Não representa uma ordem temporal dos conceitos a serem mediados. Entretanto, essa separação pode ajudar a iluminar alguns fatores negligenciados na maneira tradicional de ensinar a matemática, sem se preocupar em como o estudante está realmente aprendendo e assimilando a aprendizagem. Uma Sequência Didática é proposta num processo interativo com o objetivo de elaboração de um grupo de decisões para que os processos tenham significados e as estratégias sejam mais efetivas, valorizando as respostas dos estudantes e as condições às quais estão submetidas. A definição feita por Oliveira (2013) é a seguinte:

A sequência didática interativa é uma proposta didático-metodológica que desenvolve uma série de atividades, tendo como ponto de partida a aplicação do círculo hermenêutico-dialético para identificação de conceitos/definições, que subsidiam os componentes curriculares (temas), e, que são associados de forma interativa com teoria (s) de aprendizagem e/ou propostas pedagógicas e metodologias, visando à construção de novos conhecimentos e saberes. (OLIVEIRA 2013, p. 58).

As SDI e UD, de acordo com Zabala (2008), são estilos rotativos de idealização, preparação, mediação e coordenação das atividades construídas em sala de aula. Essa maneira de planejar ressalta os conhecimentos que o estudante traz, assinalando e colaborando para o desenvolvimento de propostas interdisciplinares.

A SDI proposta foi dividida em oito (8) Unidades Didáticas (UD). As SDI abordaram assuntos relacionados à matemática, sendo eles voltados à Geometria Plana, Espacial, Analítica e novas ferramentas tecnológicas para a aprendizagem (plataforma Geekie<sup>6</sup>, Cmap Tools<sup>7</sup>, Simuladores Virtuais<sup>8</sup> e Google Drive<sup>9</sup>), técnicas de memorização, confecção de figuras espaciais utilizando materiais concretos. As plataformas são propostas em forma de atividades estratégicas, envolvendo a matemática de forma desafiadora e estimuladora. Também a plataforma Geekie Lab – é uma plataforma que facilita as práticas docentes, trazendo ganhos no aprendizado. Nesta plataforma é possível visualizar o desempenho dos estudantes e melhorar o planejamento dos professores e da coordenação pedagógica da escola. A plataforma otimiza o tempo de planejamento do professor, sugerindo um aprendizado personalizado dos estudantes, e pode ser utilizada dentro e fora da sala de aula. Segundo Oliveira (2008), a “Sequência Didática Interativa é uma técnica de trabalho em grupo para desenvolver um determinado tema ou palavra-chave que faz parte do conteúdo curricular das disciplinas ministradas na Educação Básica”.

O ensino de modo geral, como processo que valoriza a construção do conhecimento, pelo estudante, reconhecendo também aspectos críticos e colaborativos e a inserção de tecnologias, representa um fator bastante importante para esta pesquisa. Porém, isso exige

---

<sup>6</sup> **Geekie** é uma plataforma de educação online que visa auxiliar estudantes brasileiros em sua preparação para vestibulares, através de uma estratégia de ensino individualizado. Em 2014, a empresa atendia cerca de 3 milhões de estudantes brasileiros das redes pública e privada, com parceria com o Ministério da Educação. Inspirada na Khan Academy, a ferramenta surgiu visando auxiliar estudantes brasileiros na preparação para o Exame Nacional do Ensino Médio, através de algoritmos computacionais para fornecer um aprendizado adaptativo a cada estudante. Fonte: <https://www.wikipedia.org/wiki/Geekie>.

<sup>7</sup> **Cmap Tools** é uma ferramenta para elaborar esquemas conceituais e representá-los graficamente, ou seja, é um programa que auxilia a desenhar mapas conceituais. Fonte: <https://www.cp2.g12.br/blog/labre2/programas-e-tutoriais/cmap-tools/>

<sup>8</sup> **Simulador Virtual** é um aparelho/software capaz de reproduzir e simular o comportamento de um sistema. Os simuladores reproduzem fenômenos e sensações que na realidade não estão ocorrendo. Fonte: <https://www.wikipedia.org/wiki/Simulador>

<sup>9</sup> **Google Drive** é um serviço de armazenamento e sincronização de arquivos que foi apresentado pela Google em 24 de abril de 2012. O Google Drive abriga o Google Docs, um leque de aplicações de produtividade, que oferece a edição de documentos, folhas de cálculo, apresentações, e muito mais. Fonte: [https://wikipedia.org/wiki/Google\\_Drive](https://wikipedia.org/wiki/Google_Drive)

<sup>10</sup> **Kahoot** é uma ferramenta para sala de aula, utilizada para a criação de questionários, pesquisa e quizzes criado em 2013, baseado em jogos com perguntas de múltipla escolha, permite aos educadores e estudantes investigar, criar, colaborar e compartilhar conhecimentos e funciona em qualquer dispositivo tecnológico conectado a internet. Disponível em: <https://kahoot.com>

<sup>11</sup> **PhET** oferece simulações de matemática e ciências divertidas, interativas, grátis, baseadas em pesquisas. Nós testamos e avaliamos extensivamente cada simulação para assegurar a eficácia educacional. Disponível em: <https://phet.colorado.edu>

prática e vontade por parte do professor, como sugere Ponte (1992): “As novas tecnologias surgem aqui, como instrumentos para serem usados livre e criativamente, por professores e estudantes, na realização das atividades mais diversas.” Portanto, não se trata de elaborar novas listas de conteúdo, mas, sobretudo, de dar ao Ensino novos rumos. Isso significa promover um conhecimento contextualizado e integrado à vida de cada estudante. Mostrando que a matemática, por exemplo, é utilizada em praticamente todas as áreas do conhecimento de forma integrada em disciplinas, como Química, Física, Biologia, Administração, Contabilidade, Economia, Finanças, entre outras em que é utilizada como base para estabelecer resultados concretos e objetivos. A pesquisa aqui apresentada teve como ponto de partida um estudo teórico a partir de uma revisão bibliográfica sobre as contribuições das Neurociências para o ensino da matemática, com realização de um levantamento de publicações, aplicações de estratégias e produções na área para os estudantes. Os procedimentos metodológicos estão ligados à pesquisa qualitativa, tendo por objetivo a elaboração de uma sequência didática interativa, que contribua também para a qualificação e para a formação de professores e profissionais da área da educação. A área de abrangência da pesquisa inclui elementos para a formação de professores de matemática, estudantes universitários ligados à educação e áreas afins.

O planejamento e a aplicação desta pesquisa, ocorreu em quatro etapas, a partir dos pressupostos teóricos contidos nas PCN+ (BRASIL, 2002), onde os temas estruturadores são propostos.

\* A primeira etapa consistiu de uma conversa com a equipe gestora e docente da escola. Nesta apresentação, em um primeiro contato, os principais conceitos relacionados às Neurociências e à maneira como os estudantes aprendem foram abordados. Foi realizado um levantamento (através de uma conversa explicativa) sobre os conceitos prévios a respeito dos temas relacionados à aprendizagem, sequências didáticas e conhecimentos básicos de neurociências.

\* Na segunda etapa, foi priorizada a pesquisa propriamente dita, com o planejamento e a elaboração dos materiais para a SDI, como o planejamento considerando diálogos com os docentes e, principalmente, troca de informações com a professora titular da área da matemática.

O planejamento da SDI ocorreu de forma a considerar todos os pressupostos teóricos, explicitados no capítulo 2 as contribuições da equipe gestora e professores das turmas envolvidas na pesquisa. O planejamento da mesma foi projetado, priorizando que qualquer educador possa utilizá-la, e deixando-a aberta para modificações em relação à ordem das atividades propostas. A aplicação do material foi realizada para avaliação de seu potencial em

relação à aprendizagem dos estudantes e à melhoria das capacidades de memorização de conteúdos de matemática.

\*Na terceira etapa, ocorreu a aplicação da SDI em sala de aula na turma alvo.

A SDI incluiu mapas conceituais, pesquisas de campo, mapa mental, utilizando programas interativos, simuladores virtuais, plataforma de perguntas e respostas e, também, manipulação de material concreto. As atividades, além de serem realizadas na escola, foram também promovidas na forma de estudo extraclasse, conforme conceito de sala de aula invertida.

Esses conceitos são compatíveis com a proposta de sala de aula invertida que, de acordo com Lage, Platt e Treglia (2000), significa transferir eventos que tradicionalmente eram feitos em aula para fora da sala de aula. Também pode ser explicada como uma forma de abordagem pela qual o estudante assume a responsabilidade pelo estudo teórico e a aula presencial serve como aplicação prática dos conceitos estudados (JAIME; KOLLER; GRAEML, 2015). Para a aplicação da SDI foram realizadas, com os estudantes, sondagens iniciais em forma de questionário descritivo para melhor diagnóstico do público envolvido na pesquisa. Nessa fase, o conceito de sala de aula invertida pode ser inserido. Os pressupostos básicos de inversão da sala de aula é fazer em casa o que poderia ser feito em aula, por exemplo, assistir palestras e, em aula, o trabalho que era feito em casa, ou seja, resolver problemas (BERGMANN; SAMS, 2012). O Google Drive segundo Santiago e Santos (2014), é um ambiente desenvolvido pelo Google e tem como principal função o armazenamento de arquivos em nuvens, ou seja, utilizando memória de servidores online, é possível o acesso remoto por intermédio da internet. O Google Drive também permite a criação, edição e armazenamento de textos, apresentações em Power Point, planilhas, desenhos e formulários online. A visualização e o compartilhamento total ou parcial dos arquivos armazenados serão possíveis com o uso adequado dessa ferramenta. Utilizando essa ferramenta tecnológica, ainda é possível a criação e a edição de documentos online com a colaboração em tempo real de outros usuários, como folhas de cálculo, montagem de planilhas e apresentações, organização de arquivos, etc.

Também foram aplicadas atividades de experimentação de matemática nas quais foram explorados os conceitos de geometria plana, fazendo com que os alunos evocassem suas memórias para o despertar da aprendizagem. Foi proposta também uma aula teórica sobre as funções cerebrais e técnicas para melhorar a memorização. Após todo o desenvolvimento do trabalho, novamente um questionário de fechamento e de autoavaliação da pesquisa foi aplicado.

\*Quarta etapa – análise dos resultados.

Após serem aplicadas as estratégias de aprendizagem que constituem a SDI, esses experimentos geraram resultados que foram utilizados na elaboração de material para subsidiar a formação de professores de matemática e áreas afins.

## **5 TRAJETÓRIA METODOLÓGICA DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INTERATIVA**

Com a finalidade de gerar sugestões que integrem esta proposta, inicialmente foram apresentados aos estudantes, o objetivo geral e os objetivos específicos conforme explicitados na introdução da dissertação, que é identificar os conhecimentos necessários em relação à Educação e às Neurociências para que promovam estratégias que estimulem e auxiliem o desenvolvimento do processo ensino e aprendizagem da matemática, e também os objetivos específicos foram minuciosamente explicados. A pesquisa foi baseada na proposta de pesquisa qualitativa, Oliveira (2008) e trouxe para o contexto da sala de aula uma nova ferramenta didática que passou a denominar de Sequência Didática Interativa (SDI). Aqui, nesta dissertação, a SDI foi separada em Unidades Didáticas e utilizada no contexto da disciplina Matemática aliada a conceitos das Neurociências.

Ao serem aproximados os conceitos matemáticos aos estudantes, na educação básica, e mostrando as aplicações de possíveis estratégias de aprendizagem aliadas as Neurociências, foi observado que é possível aproximar a Matemática ao cotidiano dos estudantes, motivando-os para a aprendizagem. Foi evidenciado que a cada estratégia iniciada outros temas foram surgindo e, assim, as interligações com fatores reais foram aproveitadas. Foram propostas medidas para tornar o aprendizado dos estudantes mais significativos, e buscaram apresentar um aprendizado contextualizado, de maneira criativa e motivadora, evocando diferentes memórias para o favorecimento da aprendizagem significativa. A partir dessas premissas à realização das atividades planejadas foram aplicadas, conforme se descreve nas seções deste capítulo.

### **5.1 Descrição da Primeira Unidade Didática (UD)**

Atividade Introdutória com os professores: Saberes Importantes para o conhecimento do professor sobre Neurociências. – Apresentação do projeto – destinada ao corpo docente.

Tempo aproximado: 480 min.

*Data: 22/07/2017.*

Esta unidade teve como principal meta apresentar os conceitos gerais sobre Neurociências ao corpo docente da escola. Teve como objetivo mostrar aos professores conceitos neurocientíficos para que ficassem a par da pesquisa em questão e sensibilizados em relação ao assunto abordado na pesquisa. Uma atividade de explanação teórica conceitual em

forma de Power Point conforme apêndice 3 foi apresentada aos professores. Esse trabalho teve duração aproximada de quatro horas com o primeiro grupo de professores do turno da manhã que era composto por 20 professores. Foram abordados conceitos básicos sobre as Neurociências, a sua importância na vida do estudante e os caminhos e formas que podem ser utilizados para o aluno melhor aprender e compreender os conteúdos estudados. Nas outras duas horas, foram promovidas discussões entre os professores, mediadas pela pesquisadora, que orientou registros e pesquisas de aprofundamento sobre o tema estudado. Após a explanação conceitual sobre Neurociências, aprendizagem, comportamentos específicos da adolescência, bloqueios de aprendizagem e memorização dos conteúdos, foram possibilitados diálogos e discussões a respeito dos assuntos abordados. Algumas dúvidas sobre capacidade de memorização, tipos de memórias, diferentes tempos de aprendizagem e, acima de tudo, uma reflexão sobre os diferentes modos de aprendizagem dos estudantes foram explanados nessa oportunidade. Também a questão bastante evidenciada foi o uso das novas tecnologias e os Nativos Digitais. No turno da tarde, foi repetida a mesma atividade, com outro grupo de quinze professores a qual também teve uma duração aproximada de quatro horas.

Os professores mostraram-se bastante preocupados em saber como lidar com essas problemáticas e disseram também não saber como lidar com as novas tecnologias.

A proposta seguiu as seguintes etapas:

**1ª etapa (PROVOCAR):** Propor aos professores uma discussão sobre o comportamento dos alunos, e analisar em conjunto as possíveis causas para a baixa qualidade da aprendizagem;

**2ª etapa (DISPOR):** A partir disso, relacionar junto com os educadores as possíveis causas dos problemas relacionados as reprovações escolares;

**3ª etapa (INTERAGIR):** Explicação e interação sobre os slides apresentados em Power point.

A seguir são apresentados alguns tópicos, ilustrados em slides conforme Apêndice 3, elaborados com a ajuda do Power Point e apresentados pela autora no decorrer da atividade.

- ✓ Conceitos de Neurociências;
- ✓ Conceitos de aprendizagem;
- ✓ Os caminhos apontados pelas Neurociências para o melhoramento da aprendizagem;
- ✓ Aprendizagem e mudanças de comportamentos;
- ✓ Conceitos de inteligência;
- ✓ Com qual público estamos lidando?
- ✓ Bloqueios de aprendizagem.

## 5.2 Descrição da Segunda Unidade Didática (UD)

GOOGLE DRIVE e plataforma GEEKIE LAB como recursos de aprendizagem.

Tempo aproximado: 100 min. – Esta unidade foi destinada aos estudantes da turma alvo da pesquisa.

Data: 04/08/2017.

Nesta unidade, a memória procedimental foi explorada. A estratégia, sugerida aos estudantes da turma alvo foi com uso da ferramenta Google Drive e da plataforma Geekie Lab como recursos de aprendizagem. Os e-mails dos estudantes foram cadastrados e as atividades compartilhadas para que pudessem responder em casa. Antes disso foi feito um levantamento e constatado que todos os estudantes teriam acesso a internet em suas casas. Dentre as ferramentas disponíveis, a internet, como recurso de aprendizagem, configura-se como a mais importante e, de acordo com alguns pesquisadores, tem contribuído de modo significativo na realização de atividades escolares. Para Santiago e Santos (2014), o acesso à internet permite que os usuários compartilhem conhecimentos e participem na construção e difusão de informações que antes eram restritos apenas aos meios de comunicação, tais como rádios, jornais e televisão. A partir desse pressuposto teórico, sugerimos aos estudantes o uso de ferramentas e/ou instrumentos tecnológicos para viabilizar aprendizagens, em nosso caso aprendizagem da matemática, a qual está inserida na plataforma Gekiee.

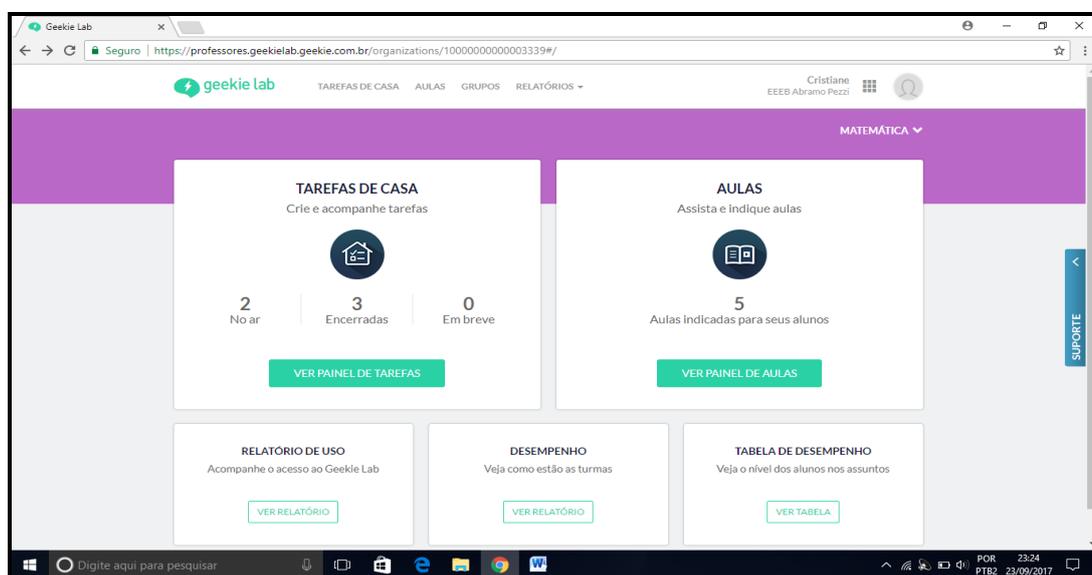
A plataforma Geekie Lab foi então sugerida como recurso de aprendizagem, sendo que, na plataforma o professor é que define e indica as aulas aos estudantes. Essas aulas ocorreram em forma de atividade em aula e também de tarefas extra-classe. Os estudantes foram solicitados a acessarem a plataforma e assistirem às aulas sugeridas na disciplina de matemática, especificamente no conteúdo de geometria analítica e realizarem as atividades propostas. Um vídeo introdutório a geometria analítica foi disponibilizado pela pesquisadora aos alunos, e atividades sobre ponto e reta conforme apêndice 4, 5 e 6. A plataforma é auto corrigível e o estudante a partir das atividades propostas pelo professor vai evoluindo para níveis de maior ou menor dificuldade. Em caso de dúvidas na resolução das atividades a própria plataforma abre links com a explicação correta das atividades.

Na atividade, com o Google Drive ainda como benefícios, Cardoso (2000) afirma que a internet tem características bastante positivas de permitir a comunicação à distância e diminuir o sentimento de solidão e isolamento, na medida em que houver a viabilidade de entrar em contato com pessoas que estão do outro lado do mundo, em qualquer lugar, desde que esta esteja

conectado à Internet. Poderá utilizar o computador no auxílio e na utilização de outras tecnologias (caixas eletrônicos de bancos, celulares, entre outros). Constata-se que o uso do computador e de seus recursos proporciona melhorias na autoestima, na habilidade mental, no aumento das relações sociais e interacionais e no senso de realização e autoconfiança (GATTO E TAK, 2008).

A figura 4 mostra a página inicial da plataforma Geekie Lab onde o professor faz a indicação de aulas e tarefas de casa.

**Figura 4: Representação de Slide referente à página de abertura do Geek Lab**

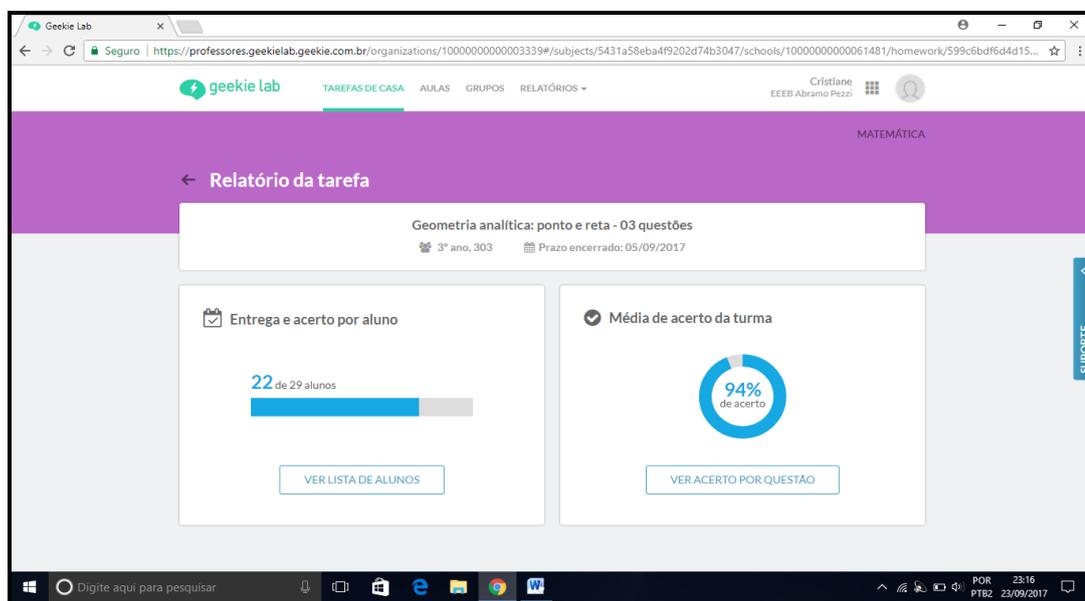


**Fonte: <https://www.geekielab.com.br>**

A figura 5 representa o relatório das tarefas, as quais se referem aos estudantes que entraram na plataforma e realizaram as atividades propostas pela pesquisadora. Na turma alvo dos 27 estudantes, os quais participaram da pesquisa, 22 deles entraram na plataforma. Estes responderam às atividades propostas e assistiram à sugestão das aulas, obtendo um percentual de acertos de 94%. O assunto em questão foi a geometria analítica. A plataforma, neste caso, foi utilizada como atividade de reforço aos alunos.



**Figura 7: Representação de Slide referente ao relatório da tarefa**



Fonte: Fonte: <https://www.geekielab.com.br>

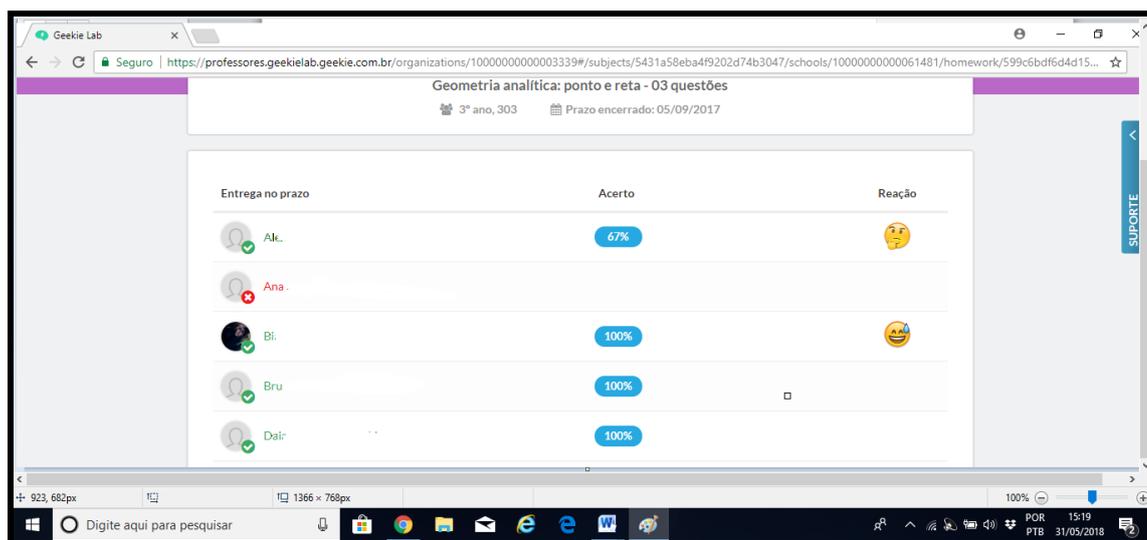
As figuras 6 e 7 mostram os estudantes que acessaram a plataforma e realizaram as atividades e também apresentam as reações deles “emojis”<sup>10</sup> perante às atividades desenvolvidas na plataforma Geekie e propostas pela pesquisadora. Essas reações são representadas pelas carinhas de preocupação, felicidade, tristeza, raiva etc. Os estudantes que não realizaram as

<sup>10</sup> A palavra significa "emoji" significa algo como carta em imagem. Cada emoji tem um nome oficial e pode ser utilizado em aplicativos e sistemas diferentes. De origem japonesa, composta pela junção dos elementos (imagem) e moji (letra), e é considerado um pictograma ou ideograma, ou seja, uma imagem que transmitem a ideia de uma palavra ou frase completa.

Fonte: <https://www.significados.com.br/emoji/>

tarefas propostas ou não acessaram a plataforma aparecem com um x e seus nomes aparecem na cor vermelha, com fácil visualização.

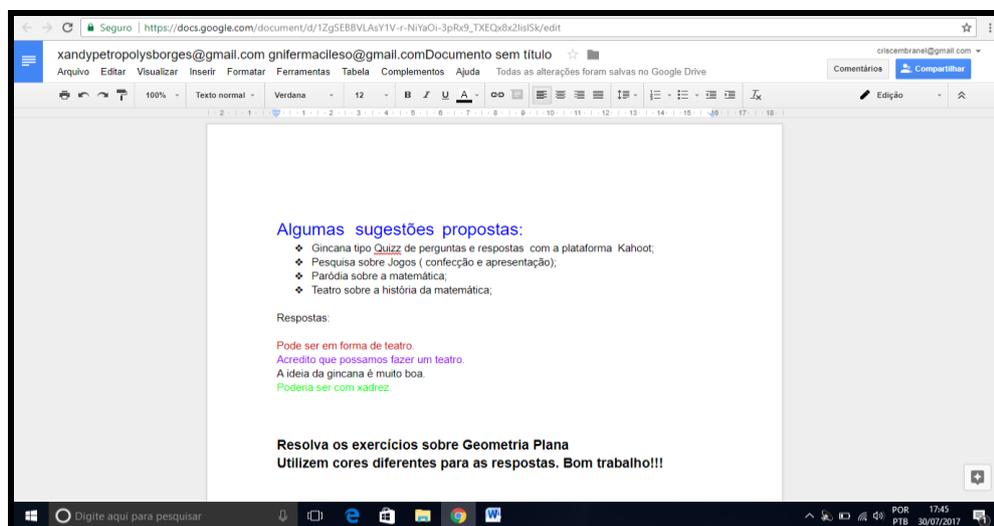
**Figura 8: Representação de Slide referente ao relatório das tarefas.**



Fonte: <https://www.geekielab.com.br>

As figuras 9, 10 e 11 mostram as atividades propostas e compartilhadas no Google Drive. Essas atividades foram elaboradas pela pesquisadora e enviadas nos e-mails dos alunos, onde o convite de compartilhamento foi sugerido. As atividades propostas priorizaram o ensino da geometria plana com o intuito de fazer uma revisão prévia de conteúdos.

**Figura 9: Representação de Slide referente ao relatório da tarefa Google Drive**



Fonte: material produzido pelos estudantes (2017)

**Figura 10: Representação de Slide referente à tarefa enviada no Google Drive**

Resolva os exercícios sobre Geometria Plana  
Utilizem cores diferentes para as respostas. Bom trabalho!!!

1) Temos um triângulo equilátero de lado 6cm. Qual é o perímetro e qual é a área deste triângulo?

Perímetro:  
 $6 \times 3 = 18\text{cm}$   
 Área:  
 $\frac{6^2 \sqrt{3}}{4} = \frac{36 \sqrt{3}}{4} = 9 \sqrt{3} \text{cm}^2$

2) Um trapézio tem a base menor igual a 2, a base maior igual a 3 e a altura igual a 10. Qual a área deste trapézio?

25 cm

3) Sabendo que a área de um quadrado é 36cm<sup>2</sup>, qual é seu perímetro?

$x \cdot x = 36$

**Fonte: material produzido pelos estudantes (2017).**

**Figura 11: Representação de Slide referente à tarefa enviada pelo Google Drive**

b) 48

5) Determine a área das seguintes figuras (em cm):

a)

b)

c)

d)

**Fonte: material produzido pelos estudantes (2017)**

### **5.3 Descrição da Terceira Unidade Didática (UD) - Atividade Experimental de Matemática – Geometria Plana.**

Esta unidade foi destinada aos estudantes da turma alvo da pesquisa.

Tempo aproximado 100 min.

Data: 11/08/2017.

As neurociências apresentam algumas estratégias para a construção das memórias de aprendizagem e segundo Salas (2007) apud Silva e Morino (2012, p.40-43) [...] “examinam-se alguns instrumentos que se podem usar no ensino para ajudar os estudantes a construir memórias semânticas, episódicas, procedimentais, automáticas e emocionais”. Na atividade, descrita a seguir, o objetivo foi desenvolver a memória semântica.

Para evocar a memória semântica dos estudantes, foi necessário fazer uso da atividade a qual será descrita a seguir como forma de análise de entendimento sobre suas concepções prévias a respeito da Geometria Plana. Algumas considerações de Ausubel apud Moreira (1999) são de que as concepções prévias dos estudantes podem ser conceitos que não são verdadeiros conceitos científicos, mas que podem evoluir para estes. Pode ocorrer que certos conceitos possam ser construídos somente se certas concepções prévias forem abandonadas, o que quer dizer que, nesse caso, o conhecimento prévio pode funcionar como obstáculo epistemológico, atrapalhando o entendimento do conhecimento científico. Assim, é fundamental que o professor saiba o que o estudante pensa, para, dessa forma, agir como mediador na modificação ou reestruturação do conceito envolvido.

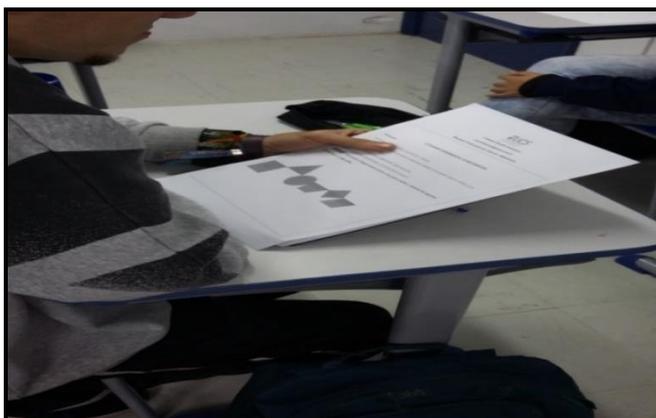
A turma foi dividida em grupos com cinco estudantes sendo que, quatro deles ficaram sentados sem poder visualizar a atividade dos outros. Um deles foi escolhido pelo grupo para ser o instrutor. A função do instrutor é receber a tarefa escrita numa folha sulfite e fazer a descrição ao seu grupo da melhor forma possível. Este não poderia mostrar a folha de instruções, apenas descrever oralmente as atividades. A tarefa solicitada era a construção de figuras geométricas simples conforme a folha da atividade 1 conforme apêndice 7. O material utilizado pelo grupo foi folha sulfite, régua, lápis e borracha. As figuras 12, e 13 representam os estudantes realizando a atividade de experimentação sobre geometria plana.

**Figura 12: Aquisição fotográfica de trabalho, realizado.**



**Fonte: própria autora (2017).**

**Figura 13: Aquisição fotográfica de trabalho, realizado em sala de aula com a turma alvo sobre experimentação.**



**Fonte: própria autora (2017)**

#### **5.4 Descrição da Quarta Unidade Didática (UD) – Preparação para a construção dos Mapas conceituais – Geometria Espacial**

Participaram os estudantes da turma alvo.

Tempo aproximado: 200 minutos.

Data: 17 e 18/08/2017.

Nesta unidade, o objetivo foi trabalhar as memórias de longo prazo: Semântica, Episódica, Emocional e Procedimental.

Foi sugerido aos estudantes que trabalhassem em duplas ou em pequenos grupos, visando a melhoria da aprendizagem pela socialização e pela troca entre pares. Na atividade, primeiramente, foi feito um mapa mental do conteúdo de Geometria Espacial em folhas de papel

cartão. Os estudantes descreveram, nesse mapa mental, tudo o que aprenderam sobre a geometria espacial. Depois foi usado o laboratório de informática da escola, onde fizeram uso da ferramenta Cmap Tools. Os mapas feitos pelos alunos estão dispostos no apêndice 8. Previamente, a ferramenta foi disponibilizada pelos estudantes nos computadores, na forma de facilitar o processo. O simples fato de sair do espaço diário favorece a aprendizagem, melhorando a capacidade de memorização de novos conhecimentos. Santos (1996) propõe, como definição de espaço, um conjunto indissociável de sistemas de objetos naturais ou fabricados e de sistemas de ações, deliberadas ou não (apud, Xavier & Fernandes, 2008). Essa descrição caracteriza o ambiente de sala de aula escolar, mas, da mesma forma, pode ser estendida para contextos mais amplos, que vão além das paredes da sala de aula e das fronteiras das escolas. Foi proposta então a construção dos mapas conceituais com o auxílio do programa Cmap Tools, que é uma ferramenta dedicada à confecção de mapas conceituais. Previamente, os mapas mentais foram evoluindo a mapas conceituais, pois os estudantes foram orientados a pesquisar e procurar fazer o aprimoramento dos mesmos, e complementaram o que acharam necessário a respeito dos conteúdos de Geometria Espacial. De acordo com o desenvolvedor da teoria dos mapas conceituais, Joseph Novak (1996), esses mapas servem para organizar e representar o conhecimento. Em princípio, foram retomados os mapas feitos no papel cartão e, em duplas, construíram seus mapas conceituais, elencando os aspectos que achavam mais relevantes na aprendizagem em relação à Geometria Espacial visto até o momento desenvolvidos e ministrados pela professora titular da disciplina. A exploração e a utilização de aplicativos e/ou softwares computacionais podem desafiar o estudante a raciocinar sobre o que está sendo feito e a levá-lo a articular os significados e as teorias sobre os meios utilizados e os resultados alcançados, transportando-o a uma mudança de paradigma com relação ao estudo, pela qual as propriedades matemáticas, as técnicas, as ideias passem a ser objeto de estudo. Assim, é importante considerar as perspectivas sobre investigações na sala de aula:

Se conjecturar é parte essencial da experiência matemática, os seus prolongamentos e complementos naturais são a argumentação e a demonstração. Na realidade, se pretendêssemos sintetizar em poucas palavras o que é fazer matemática, a sequência de palavras... exploração/conjectura/argumentação/prova-reformulação da conjectura... poderia bem constituir um ponto de partida para essa síntese (ASSOCIAÇÃO DOS PROFESSORES DE MATEMÁTICA, 1996, p. 59).

Na primeira e na segunda aula desta unidade, os estudantes construíram modelos explicativos e representativos, relacionando, articulando, integrando, sistematizando fenômenos e teorias dentro da geometria espacial. Essa atividade foi confeccionada em forma de mapa

mental que foi, primeiramente, desenvolvido em papel cartão e, posteriormente, passado para a forma digital. Essa foi a maneira de organizar os conhecimentos prévios dos estudantes até o momento. Na terceira e quarta aulas, a atividade continuou sendo desenvolvida no laboratório de informática. O software Cmap Tools foi utilizado para a elaboração de mapas conceituais com o intuito de melhorar a fixação do conhecimento dos estudantes sobre a geometria espacial. Durante o processo de construção de mapas conceituais, os estudantes elaboraram um primeiro mapa mental rascunhado em papel, no qual explicitaram seus conhecimentos prévios, para que, em seguida, depois de estudo e aprofundamento do tema, criassem novos mapas com o auxílio da ferramenta virtual, considerando sempre o aprimoramento do mapa anterior, até chegarem a um mapa final.

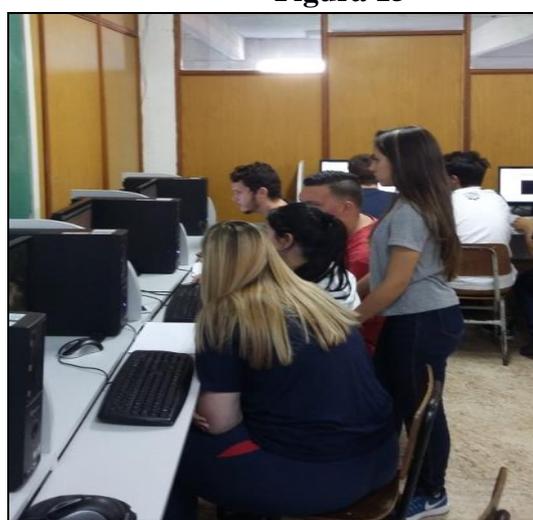
As figuras 14 e 15 mostram o envolvimento dos alunos na construção dos mapas conceituais na plataforma Cmap Tools. A resposta perante a essa atividade foi bastante satisfatória, pois 100% dos estudantes realizaram a atividade.

**Figura 14 e 15: Aquisições fotográficas da turma alvo construindo os mapas conceituais na plataforma Cmap Tools.**

**Figura 14**



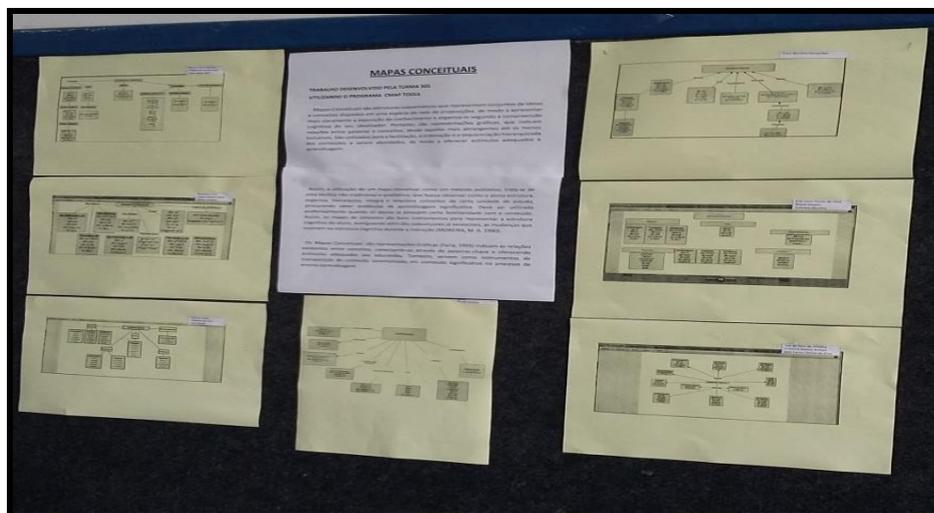
**Figura 15**



**Fonte: própria autora (2017).**

Após a construção e impressão de todos os mapas conceituais, foi montado um painel na sala de aula, conforme figura 16, onde os estudantes puderam analisar seus mapas conceituais e os dos colegas. Cada estudante teve a oportunidade de explicar para toda a turma o resultado do seu trabalho e o que sentiu no desenvolvimento da atividade.

**Figura16: Aquisições fotográficas do painel montado com os mapas conceituais**



**Fonte: material produzido pelos estudantes (2017)**

### **5.5 Descrição da Quinta Unidade Didática (UD) - O Uso de Técnicas de Memorização para Aprimorar o Conhecimento – atividade realizada com a turma alvo.**

Tempo aproximado: 100 minutos.

Data: 22/08/2017.

Esta atividade foi realizada em sala de aula, onde a pesquisadora trabalhou com a apresentação de técnicas de memorização. Foram analisados, nesta UD, os benefícios que o uso de slides proporciona como estímulo aos estudantes. A visualização das imagens e dicas de como melhorar a memorização ajuda o estudante a lembrar dos conceitos estudados. É necessário para isso que se compreenda como os elementos são capazes de harmonizar a aprendizagem. As imagens, geradas na utilização dos slides, de uma forma ou de outra, proliferam na vida dos estudantes, principalmente quando tratamos de adolescentes. É de extrema importância ressaltar, que não basta apenas o professor ter acesso às novas ferramentas tecnológicas, mas é preciso ter a consciência de que uma aula enquadrada no uso de novas tecnologias exige outro desafio a ser enfrentado. Esse desafio é preparar o ambiente e ter condições de lidar com as ferramentas que se irá utilizar e buscar identificar a familiaridade que o estudante tem com determinada ferramenta. Segundo Faria:

Planejar uma aula com recursos de multimeios exige preparo do ambiente tecnológico, dos materiais que serão utilizados, dos conhecimentos prévios dos alunos para manusear estes recursos, do domínio da tecnologia por parte do professor, além de seleção e adequação dos recursos à clientela e aos objetivos propostos pela disciplina (FARIA, 2004, p.3).

A grande maioria de profissionais da educação presentes em nossas escolas, conhecem pouco esse tipo de tecnologia, ou não sabem usar o recurso. De forma alguma podemos pensar assim precisamos conhecer os benefícios da utilização da tecnologia e utilizá-la para nosso auxílio visando a aprendizagem do estudante. O que não se deve deixar de enxergar é o potencial da representação a favor da aprendizagem. Ferrés (1996), ao identificar a atitude dos professores frente às possibilidades tecnológicas, afirma que alguns professores têm se mostrado apreensivos diante das novas técnicas aplicadas à comunicação. Muitos professores sempre se mostraram resistentes à integração na escola perante às atividades envolvendo tecnologias.

Os estudantes ficaram muito empolgados com a utilização da tecnologia voltada para a organização dos seus estudos. Criou-se, então, um momento de discussão, em que cada estudante pôde apresentar sua interpretação sobre os assuntos abordados que trataram dos tipos de memórias, sobre como fazer o treinamento de memórias; os cuidados relacionados ao cérebro para melhorar a memorização; o funcionamento da memorização por associação; o significado, o funcionamento e as diferenças da memória de curto e longo prazo; os cuidados e a importância de conhecer as nossas emoções para usá-la como aliada à aprendizagem; os principais cuidados com a saúde em favorecimento da memória e os estímulos necessários que o cérebro precisa para melhor assimilação e memorização. Todo esse estudo e aprofundamento sobre a memorização são hipóteses de pesquisas e estudos que, de acordo com Portes (2010), são feitas a partir de investigações, leituras, bate-papos e, por fim, resume-se tudo isso em pontos de partida para a construção e a ampliação do conhecimento (PORTES, 2010).

A partir das apresentações dos Slides conforme apêndice 10 sobre a memorização, muitos questionamentos foram surgindo e curiosidades e dúvidas sendo sanadas em conjunto. A figura 17 faz parte do acervo da autora, o qual contém slides apresentando dicas de como melhorar a memória.

**Figura 17: Slide dicas de memorização**



**Fonte: istckphot.com**

Os slides foram feitos pela pesquisadora, com o auxílio do programa Power Point e abordaram assuntos relacionados à memorização:

- ✓ Tipos de memórias;
- ✓ Treinamento de memórias;
- ✓ Cuidados relacionados ao cérebro para melhorar a memorização;
- ✓ Memorização por associação;
- ✓ Memória de curto prazo;
- ✓ Memória de longo prazo;
- ✓ Aprendendo pelas emoções;
- ✓ Cuidados com a saúde em favorecimento da memória;
- ✓ Atividades que ajudam no treinamento da memória;
- ✓ O cérebro precisa de estímulos.

### **5.6 Descrição da Sexta Unidade Didática (UD) - O uso de materiais manipuláveis para a memorização e consolidação da aprendizagem.**

A turma alvo participou ativamente dessa atividade.

Tempo aproximado: 100 minutos.

Data: 31/08/2017.

A unidade didática teve como proposta a construção de poliedros, utilizando materiais manipuláveis. Para essas construções, os estudantes da turma alvo fizeram uso de canudinhos de refrigerante e barbante. Em um primeiro momento, foi solicitado que formassem grupos e que escolhessem uma figura espacial estudada para representar e construir. A atividade teve o envolvimento e a participação de todos os estudantes de forma dinâmica e proativa. De acordo com Procópio (2011), no estudo da geometria, inicialmente, existe uma grande dificuldade na

construção de conceitos geométricos. Essas dificuldades são reveladas, tanto na representação, como na visualização de figuras espaciais, sendo a interpretação de figuras que representam objetos tridimensionais em perspectiva, dificuldade essa que também é observada nos professores em determinadas situações (KALEFF, 2003). Para entender os conceitos de geometria espacial, é imprescindível o incentivo à visualização espacial para suprir as deficiências do ensino teórico, uma vez que não se pode conceber uma geometria teórica, conceitual, sem que se faça acompanhar da figurativa (KOPKE, 2006). A construção dos sólidos estudados é uma das formas de incentivar o raciocínio, o que leva o discente a vivenciar os conceitos através de experiências simples (KALLEF E REI, 1995).

No segundo momento, foi realizada a atividade proposta. A construção dos poliedros teve envolvimento dos estudantes de forma dinâmica e proativa. Com o material desenvolvido, foi proposto aos participantes, na forma de desafio, a explicação oral das figuras construídas. Os resultados das atividades foram expostas no saguão da escola e disponibilizadas na página virtual da Escola Abramo Pezzi. As imagens das figuras 18 e 19 demonstram o desenvolvimento e a realização da atividade.

**Figura 18: Aquisições fotográficas atividade de construção de figuras geométricas espaciais.**



**Fonte: própria autora (2017)**

**Figura 19: Aquisições fotográficas de atividades com figuras geométricas espaciais.**



**Fonte: própria autora, 2017.**

### **5.7 Descrição da Sétima Unidade Didática (UD)- Simuladores Virtuais – Phet.**

Participaram todos os alunos da turma alvo.

Tempo aproximado: 100 minutos.

Data: 06/09/2017.

Nessa atividade, após o professor titular da disciplina fazer a apresentação do conteúdo de geometria analítica, foi apresentada, na forma de atividade complementar, a plataforma dos simuladores virtuais. Foi utilizado o laboratório de informática da escola o qual possui acesso internet. Nesta proposta consideram-se as simulações virtuais oferecidas pelo grupo PhET da Universidade do Colorado. O software PhET é um pacote computacional que traz aplicativos desenvolvidos em ambiente Java e Flash.

Para a organização da atividade, é necessário que a escola tenha disponível um laboratório de informática ou laboratório móvel com rede de internet móvel wifi<sup>11</sup>. Caso isso não seja possível, o software precisa ser baixado nos computadores. Os estudantes desenvolveram a atividade em duplas.

O desenvolvimento da atividade ocorreu de forma dinâmica, e os estudantes foram motivados a trabalharem de forma integrada fazendo com que os conceitos fossem compartilhados pelos integrantes das duplas e da turma em geral.

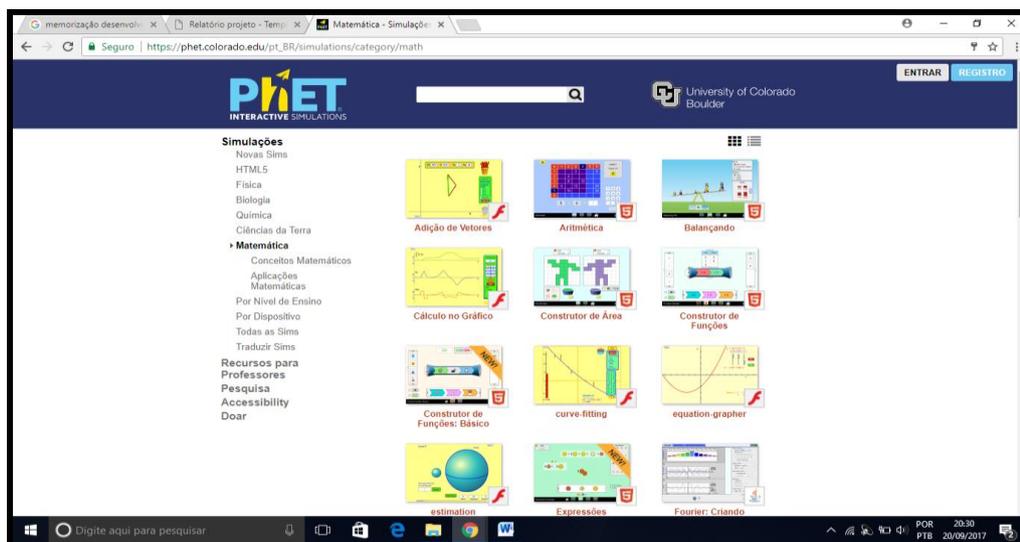
Ao final da atividade os alunos tiveram uma nova oportunidade de memorização na forma de questionário escrito conforma apêndice 6.

A figura 20 mostra a página da plataforma Phet a qual se utiliza para iniciar a simulação.

---

<sup>11</sup> Wi-Fi é uma abreviação de “Wireless Fidelity”, que significa fidelidade sem fio, em português.

**Figura 20: Página inicial da plataforma Phet.**



**Fonte:** [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR](https://phet.colorado.edu/pt_BR)

Os estudantes foram envolvidos na proposta da UD junto à plataforma Phet, mostrando satisfação, envolvimento e muita atenção em sua utilização. A representação é mostrada na figura 21, onde estão realizando as atividades propostas.

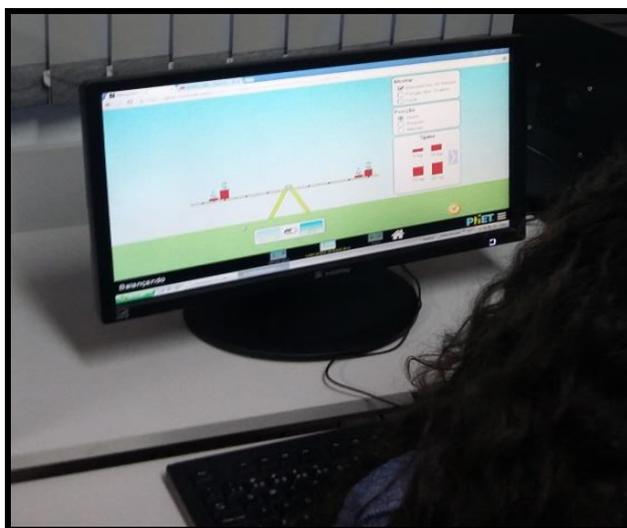
**Figura 21: Aquisições fotográficas dos estudantes, realizando atividades no Simulador Phet.**



**Fonte:** própria autora (2017).

Os estudantes realizaram as atividades propostas e também fizeram experimentações em outras disciplinas. Na figura 22, os estudantes estão buscando outros desafios e possibilidades.

**Figura 22: Aquisições fotográficas dos estudantes, realizando atividades no Simulador Phet .**



**Fonte: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR](https://phet.colorado.edu/pt_BR)**

Os estudantes mostraram um envolvimento nas atividades. Conseguiram de forma autônoma realizar todas as atividades propostas com bastante envolvimento, agilidade e habilidade.

### **5.8 Descrição da oitava Unidade Didática (UD) – Quis com o uso da plataforma Kahoot**

Participaram todos os estudantes da turma alvo.

Tempo aproximado: 100 minutos.

Data: 15/09/2017.

Para a realização desta UD, foi organizada a sala de informática com um projetor multimídias e um telão. Foi feito um cadastro para a pesquisadora em <https://grtkahoot.com> junto à plataforma Kahoot. Esse login é necessário para acesso à funcionalidade do sistema, acesso aos quizzes games já existentes, e na elaboração de novos quizzes games. Foram criadas perguntas sobre os conteúdos de geometria plana e espacial. Posteriormente, os estudantes da turma alvo foram levados até o laboratório de informática e, em duplas, acomodados nos computadores. Em seguida, foram orientados a abrir a plataforma Kahoot <https://kahoot.com> e inserir o pin proposto pela plataforma o qual apareceu no telão. Com o auxílio do projetor multimídias, sob o comando da pesquisadora e a efetiva participação dos estudantes da turma alvo a atividade foi sendo realizada. Primeiramente, os estudantes responderam a um quiz proposto pela plataforma sobre memorização e, em seguida, iniciaram o quiz elaborado e

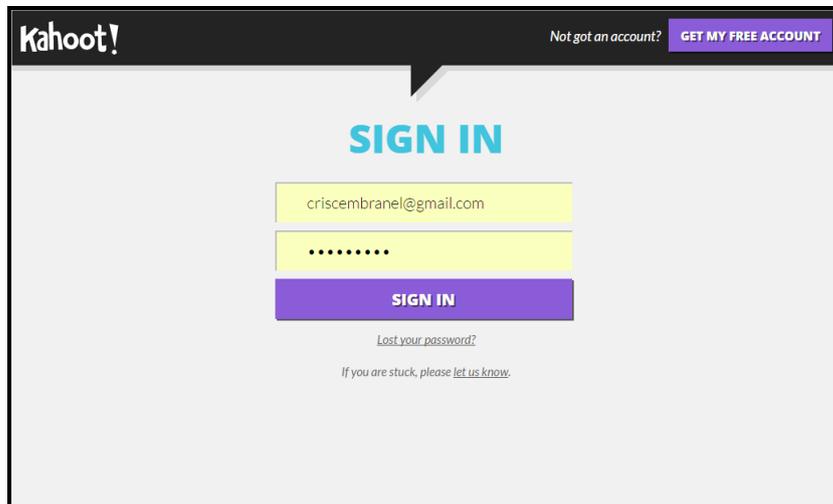
proposto pela pesquisadora. Esse quiz foi elaborado com questões pertinentes aos assuntos estudados em sala de aula fundamentados em geometria plana e espacial.

### Elaboração de Perguntas

A elaboração das perguntas para a plataforma aconteceu no planejamento prévio da pesquisadora. Nesse caso, envolveram questões de geometria espacial e plana. As perguntas estão dispostas no apêndice 2 como atividades na plataforma Kahoot.

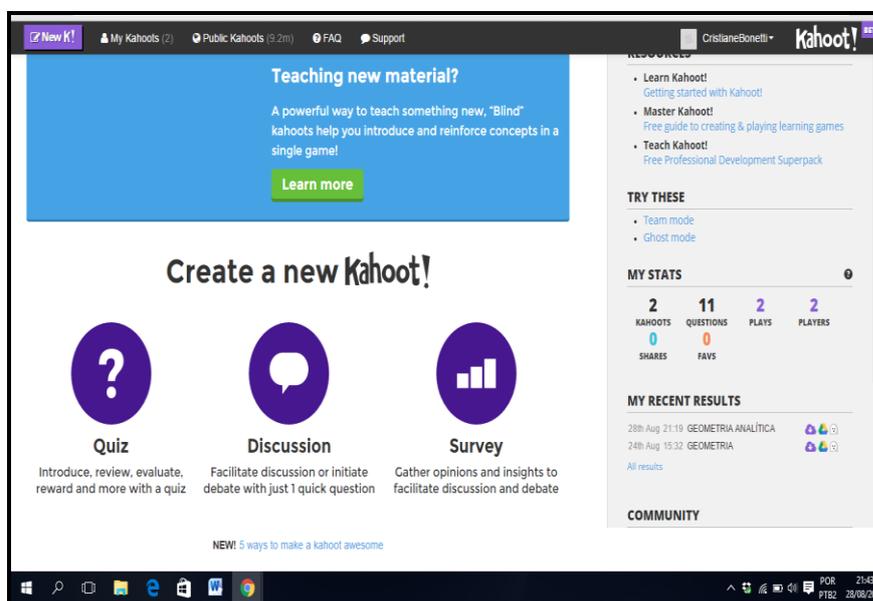
Como o assunto estudado era geometria espacial e plana, as perguntas selecionadas foram relacionadas a esse assunto. É muito importante que o conteúdo tenha sido previamente estudado em sala de aula e que o jogo de respostas e perguntas, nesse caso, seja utilizado com o objetivo de fazer uma revisão do conteúdo previamente abordado. Os estudantes participaram da atividade de forma bastante participativa e dinâmica, respondendo ao quiz e discutindo com os colegas as respostas apresentadas. A figura 23 é a representação da página inicial do Kahoot, na qual aparece para o educador cadastrado.

**Figura 23: Página inicial da plataforma Kahoot**



Fonte: <https://grtkahoot.com>

**Figura 24: Página de inserção das perguntas na plataforma Kahoot**

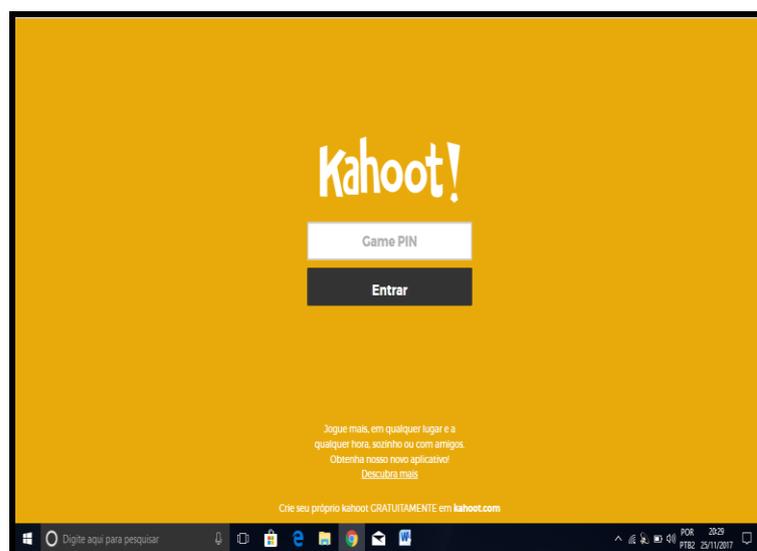


Fonte:

<https://grtkahoot.com>

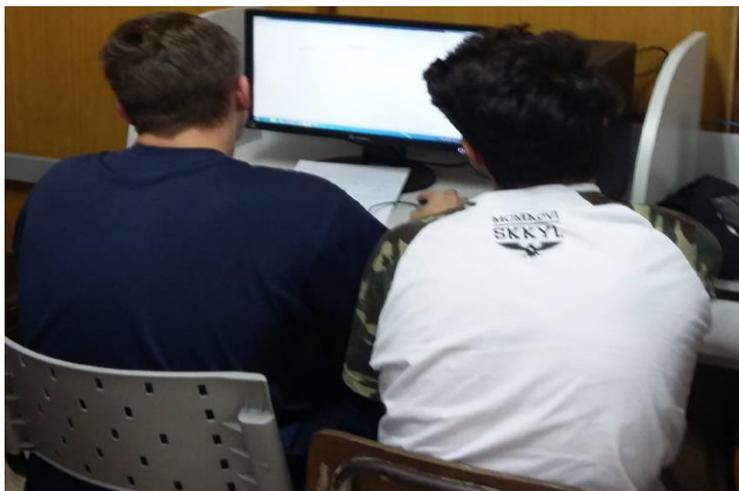
A figura 24 representa a página inicial que aparece para o estudante. Nessa página, ele insere um Pin, ou seja, um código numérico que é fornecido pela plataforma. Já a figura 25 mostra os alunos na realização do Quiz no laboratório de informática da escola

**Figura 25: página inicial do Kahoot**



Fonte: <https://grtkahoot.com>

**Figura 26: Estudantes realizando as atividades na plataforma Kahoot**



**Fonte: própria autora (2017)**

## 6 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para que fosse atendido o objetivo de reconhecer as Neurociências como um saber importante para o ensino, procedeu-se à interpretação dos dados coletados, com abordagem qualitativa. Buscando a sua compreensão, os dados foram interpretados de forma a evidenciar a veracidade das informações e, também, foram cotizados com o referencial teórico, para destacar e extrair as informações neurocientíficas mais relevantes e que possam contribuir com educadores na forma de melhorar a aprendizagem.

Após o questionário de sondagem inicial com os estudantes o qual serviu de parâmetro para a realização das UD, foram elaboradas atividades estratégicas dentro da área de ensino da matemática as quais constituem uma Sequência Didática Interativa (SDI), sequência esta que teve como finalidade propor estratégias diferenciadas aos estudantes. A SDI foi dividida em oito Unidades Didáticas (UD) conforme consta no capítulo 4 as quais ficaram focadas nos questionamentos prévios, fazendo relações aos conceitos sobre as Neurociências, ao mapa mental e conceitual, e a todo material concreto ou interativo utilizado na elaboração e na aplicação. Ao se iniciar o procedimento relativo à comunicação, junto aos estudantes, cuidados foram tomados para que os receptores não fossem indivíduos inativos, para que fosse introduzido o conhecimento. Ser dono de uma hipótese de mediação no processo de aprendizagem do jovem, com a inserção de estratégias diferenciadas e com conceitos referenciados, é o que foi proposto por meio das questões as quais são os conhecimentos necessários à Educação, amparados pelas Neurociências que são efetivos para a construção do conhecimento matemático? Quais estratégias de aprendizagem que podem ser utilizadas pelo docente para que o estudante melhore a capacidade da sua memória em relação aos conteúdos de matemática e consolide a sua aprendizagem?

As questões a serem analisadas foram focadas nas contribuições da utilização de uma SDI visando à qualificação dos processos de ensino e aprendizagem de adolescentes, tendo como subsídios os conceitos Vigotskyanos relacionados à interação social e aos princípios norteadores das neurociências.

No início da pesquisa, foi realizado um levantamento das notas trimestrais das três turmas pesquisadas (turma alvo, turma controle 1 e 2). Ao final do estudo, houve alteração positiva nos conceitos obtidos pela turma alvo e se estes indicadores podem apontar para uma melhoria da memorização e aprendizagem através do uso das atividades estratégicas propostas (SDI).

**Na primeira UD** os professores da escola participaram da pesquisa como ouvintes. Nessa unidade foram apresentados os principais conceitos norteadores das Neurociências e explicado os passos da pesquisa a qual iria ocorrer na escola. O procedimento de pesquisa escolhida foi o estudo de caso, o qual, de acordo com Gil (1993, p. 123) “para o estudo de caso não se pode falar em etapas que devem ser observadas no processo de análise e interpretação dos dados”. Foi evidenciado que os encontros realizados com foco em atividades didático-pedagógicas, aliados com estratégias de aprendizagem, as quais buscaram o melhoramento da memória em favorecimento da aprendizagem. Também fatores como a motivação e a autoestima dos alunos em relação à matemática foram minuciosamente cuidados e trabalhados. De acordo com Souza (1996), as emoções envolvidas no processo de aprendizagem incluem desde sentimentos de inferioridade, frustração e perturbação emocional, até problemas de autoestima e depressão.

Algo importante a ser destacado nas atividades foi em relação à teoria de Vygotsky, que atribuiu à linguagem grande importância na aprendizagem. Segundo ele, palavras são fundamentais para a elaboração de conceitos. E, os estudantes e professores precisaram utilizar a linguagem para fazer a construção dos seus instrumentos de aprendizagem.

**Na segunda UD** foram trabalhadas com os estudantes estratégias de aprendizagem diferenciadas, aliadas às TICs, nesse caso o GOOGLE DRIVE e o CMAP TOOLS. O Objetivo dessa unidade foi minimizar deficiências na formação educacional e na área tecnológica. Não podemos admitir que problemas impeçam uma conversa com a tecnologia. As limitações individuais não devem ser empregadas como “justificativa”, ou receio e que é possível fazer uma construção de aprendizagem com ferramentas básicas na área das tecnologias.

O aparecimento de novas tecnologias impõe ao professor uma contradição de consequências imprevisíveis. Por um lado, sente-se tentado a incorporá-las ao processo educativo para se adaptar às exigências dos novos tempos. Por outro, sente-se freado pela inércia que o leva a tentar somente pequenas e superficiais modificações no sistema de ensino com a intenção última de que tudo continue igual. É um mecanismo de defesa diante de possíveis concorrentes que poderiam impor mudanças substanciais em sua função didática (FERRÉS, 1996, p.45).

Das colocações apresentadas por Ferrés (1996) para a prática de sugestões para a educação, a motivação dos estudantes em vir para à aula e encontrar algo novo, diferenciado, talvez seja a que mais confirme e aproxime a aprendizagem a um enfoque do universo juvenil.

A aplicação das estratégias propostas com a utilização das TCs para realização de uma Sequência Didática Interativa facilitou a identificação da construção de conceitos neurocientíficos pelos estudantes envolvidos, dando uma melhor percepção dos fatos e

acontecimentos. Assim, foi possível minimizar a subjetividade da professora/pesquisadora em sala de aula, uma vez que esta educadora acompanhou, passo a passo, a evolução do pensamento dos estudantes, facilitando, dessa forma, a aprendizagem.

A motivação do estudante ocorre quando o educador torna as suas aulas mais dinâmicas e inovadoras. Então, usar slides, jogos, plataformas, ferramentas diferenciadas, imagens coloridas os quais também são um meio motivador nessa faixa etária de estudantes. De acordo com Ferrés (1996), “a imagem mostra-se mais eficaz que a palavra na hora de provocar emoções e afetos. As imagens e os sentimentos se encontram em uma mesma frequência de onda” (FERRÉS, 1996, p. 48).

Ao realizar a análise pós-aplicação da UD, foi possível confirmar que muitos estudantes já possuem certa noção do conhecimento científico envolvido nas respostas, mas o que falta em muitos é a formalização na verbalização destas. Em outras, porém, detectamos que as respostas têm certa lógica, porém estão distantes do conhecimento científico. Muitos estudantes desconheciam os recursos tecnológicos propostos do Google Drive, sendo que inicialmente foram cadastrados todos os e-mails para que as ferramentas pudessem ser utilizadas. Na concepção de Santiago e Santos (2014) na contemporaneidade é importante que o professor realize atividades didáticas mediadas pelo uso dos instrumentos tecnológicos que tencionam promover a interação do aluno com os recursos tecnológicos disponíveis na internet. O acompanhamento no processo de aprendizagem dos estudantes de acordo com Bottentuit Júnior, Lisboa e Coutinho (2011) ressaltam que é importante que o professor planeje previamente as atividades solicitadas e avalie de modo cuidadoso se a atividade solicita visa o objetivo proposto – a aprendizagem do conteúdo da disciplina, nesse caso relacionado a revisão de geometria plana. Esses autores ainda apresentam que é preciso que o professor esteja atento ao acompanhamento das atividades solicitadas aos estudantes que serão executadas por intermédio da ferramenta tecnológica

Na **terceira UD** uma atividade experimental foi proposta. Em relação a atividades experimentais, cabe citar a contribuição de Mason (1996), quando nos alerta para o fato de “[...] que para usar um instrumento matemático com eficácia, pode ser necessário gastar algum tempo a examinar o que está por trás dele, como funciona, e mesmo como isso poderia ser feito, em princípio, à mão” (MASON, 1996, p. 19).

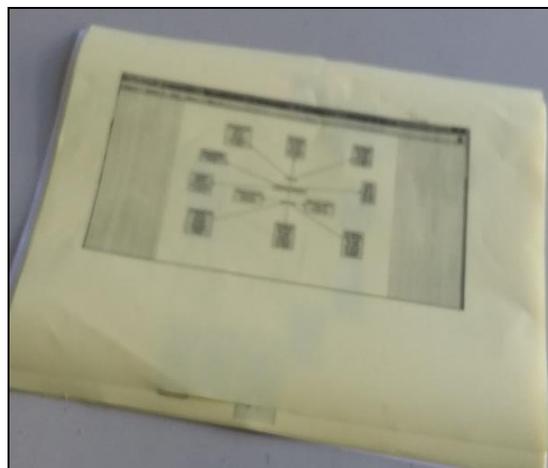
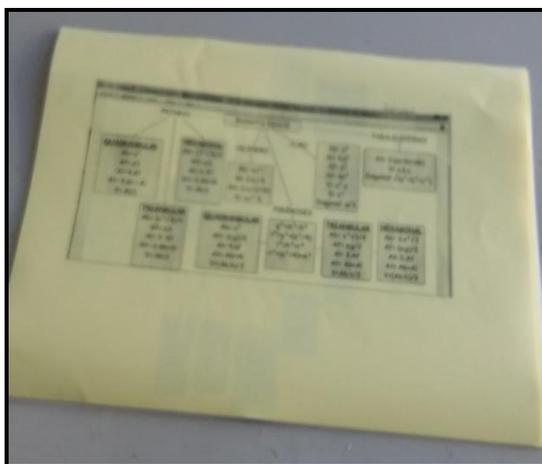
Muitos estudantes apresentaram dificuldades em descrever e nomear as figuras planas. Nenhum grupo percebeu que havia uma linha reta com a intenção de facilitar o desenho das mesmas. Quando partimos para o trabalho individual, pedindo o conceito de Geometria Plana, nenhum estudante soube definir com precisão esse conceito. Na pergunta relacionada com as

fórmulas das áreas das figuras relacionadas no exercício, poucos souberam responder de forma precisa. Ao final da análise da atividade experimental proposta, foi constatado que um grande número de educandos apresentou deficiências similares ao processo que diz respeito aos conceitos sobre a Geometria Plana não conseguindo utilizar a percepção em prol do seu conhecimento e desconhecendo as diferenças básicas entre as figuras planas.

**Na quarta UD** foram trabalhados os mapas mentais e conceituais. Através desse processo de estudo e elaboração de mapas mentais e conceituais a quarta unidade utilizou-se da ferramenta Cmap Tools. Inicialmente os estudantes organizaram seus conhecimentos mentalmente, posteriormente transcreveram para o papel e após fizeram a apropriação do conhecimento da ferramenta tecnológica. A utilização desta ocorreu de forma bastante dinâmica, criando agilidade na manipulação e na organização do conhecimento. A ferramenta foi de grande valia para o processo ensino-aprendizagem criando interação, memorização e especificamente, gerando conhecimento. Organizar as tarefas de aprendizagem de forma explícita, de acordo com as estruturas conceituais dos alunos, promoveu a reflexão dos estudantes e sua transferência para novas situações, mediante o planejamento de problemas e desafios propostos com a atividade. Os estudantes nessa atividade cometeram um erro o qual consideraram que o cubo e o paralelepípedo não são prismas. Em cima deste equívoco foi feita uma explicação revendo o erro.

As figuras 27 e 28 são resultado do mapa conceitual dos estudantes, confeccionado nessa unidade. A atividade foi desenvolvida no laboratório de informática da escola utilizando a plataforma Cmap Tools.

**Figuras 27 e 28: Aquisições fotográficas de trabalho realizado com o auxílio do Cmap Tools.**



**Fonte: material produzido pelos estudantes (2017)**

**Na quinta UD** os estudantes participaram de uma explanação teórica, a qual lhes ofereceu a oportunidade de conhecer formas diferenciadas de memorização. Participaram de forma bastante ativa na explanação dos slides mostrando bastante curiosidade sobre os temas abordados. A principal premissa dessa unidade era mostrar aos estudantes que é possível utilizar técnicas de memorização as quais podem facilitar e melhorar as suas formas de aprendizagem

**Na sexta UD** os materiais manipuláveis foram levados até a sala de aula pela pesquisadora. Os estudantes tiveram que prestar atenção aos elementos manipuláveis (nesse caso canudinhos e linha) e planejar as formas geométricas escolhidas e concretizar as suas construções. Nessa unidade percebeu-se que a diversificação e multiplicação de objetos de conhecimento, possibilitou-se que em diferentes contextos e diferentes formas de rever o mesmo conteúdo a forma de aprendizagem apresentou resultados muito positivos. Os estudantes precisaram em conjunto discutir a forma com que precederiam para a realização das formas geométricas. Nesse caso o planejamento, execução e estudo ocorreram em conjunto.

**Na sétima e a oitava Unidades** os estudantes utilizaram simuladores virtuais e a plataforma Kahoot as quais mostraram possibilidades de investir nas estratégias relevantes de elaboração e organização de materiais de aprendizagem. A promoção e o uso em novas ferramentas de aprendizagem fazendo uso das tecnologias disponíveis, mostrou que revendo o conteúdo através de diferentes formas ocorreu uma melhora na assimilação e fixação dos conceitos estudados. Os simuladores possibilitaram que ocorressem simulações de diferentes situações, utilizando-se de problemática contextualizadas e o Kahoot de forma dinâmica e divertida possibilitou a pesquisadora mensurar a aprendizagem, pois, ocorreu em forma de Quiz, fazendo o fechamento das Unidades Didáticas em prol da pesquisa proposta.

Em suma ao fazer a análise dos primeiros questionários dos estudantes para esta pesquisa foi realizada uma reflexão minuciosa sobre os rumos que o projeto tomaria, ou seja, quais caminhos que a pesquisa tomaria. De acordo com Phillips, “quaisquer materiais escritos podem ser usados como fonte de informação sobre o comportamento humano” (PHILLIPS, 1974, p.187, *apud* LÜDKE e ANDRÉ, 1986, p.38). Assim sendo, foram analisados todos os questionamentos prévios os quais formaram a base e a interpretação da turma alvo. Foi constatado que a turma estava totalmente desmotivada, sem interesse nas atividades propostas pelo professor de matemática. As notas dos estudantes também não estavam satisfatórias. Quando analisadas e comparadas com as turmas controle 1 e 2, foi constatado uma grande diferença tanto de motivação quanto de resultados de aprendizagem.

Os oito encontros realizados mostraram elementos interessantes e respeitáveis para a compreensão do processo de ensino e aprendizagem do jovem. Entretanto, não se pode deixar

levar pelas próprias conclusões em relação às posições diferentes, mas também opostos ao estudo de caso que, de acordo com Gil (1993):

A primeira consiste em finalizar a pesquisa com a simples apresentação dos dados coletados. A segunda consiste em partir dos dados diretamente para a interpretação, ou seja, para a procura dos mais amplos significados que os dados possam ter. Esta última situação tende a ser bastante problemática, pois no estudo de caso é frequente o pesquisador chegar a uma falsa sensação de certeza de suas conclusões (GIL, 1993, p. 123).

É preciso pensar sobre o que foi trabalhado, como foi executado e para o que foi executado para não ser enganado pela realidade concreta.

Existe a compreensão de que uma pesquisa dessa conjuntura levanta uma série de problemas metodológicos, teóricos, pedagógicos, psicológicos dentre outros.

A partir de tudo, as relações instituídas com as propostas de estratégias de aprendizagem, compondo as atividades da SDI, trazem como premissa a melhoria da memorização de conceitos relativos ao ensino e à aprendizagem da matemática.

Entre os aspectos trabalhados, foram observados, nos estudantes, no decorrer da aplicação da SDI, um maior interesse e confiança perante a aprendizagem dos assuntos relacionados à matemática. Estes tiveram mais motivação na realização das atividades propostas, além de trabalharem de forma harmônica, integrada e dinâmica.

Em relação aos conceitos neurocientíficos, Metring (2011) diz que, conforme o estímulo que o cérebro recebe, algumas conexões se formam (talvez possa se dizer que se estabelece uma amizade entre os neurônios), o que cria redes neurais que serão utilizadas no futuro, ou até mesmo pela vida toda. Estímulos já conhecidos pelo cérebro levam a uma recordação. Novos estímulos desencadeiam mudanças, provocando uma “atualização” nos conhecimentos já armazenados pelos estudantes. Quanto mais estímulos, mais conexões entre neurônios são estabelecidas ou reforçadas, formando redes neurais novas em maior número, que mais facilmente podem ser ativadas. As estratégias de aprendizagem, evocando as memórias em favor da aprendizagem significativa da matemática, podem ser classificadas como estimuladores de aprendizagem. Carvalho (2011) relata que oferecer situações de ensino-aprendizagem fundamentadas em experiências ricas de estímulos e fomentar atividades intelectuais pode promover a ativação de novas sinapses. As informações do meio, uma vez selecionadas, não são apenas armazenadas na memória, mas geram e integram um novo sistema funcional, caracterizando, com isso, a complexificação da aprendizagem. No entender de Carvalho (2011):

[...] não devemos nos equivocar que, ao estimularmos as crianças em determinadas atividades, estaremos estimulando um hemisfério cerebral somente. Isso seria um reducionismo equivocado. As informações derivadas da estimulação alcançarão os dois hemisférios, cada um trabalhando com sua especificidade (CARVALHO,2011, p.29).

As aulas precisam estimular nos estudantes o desejo de aprender, de conhecer o novo e, para isso, devem ser prazerosas, bem-humoradas, planejadas de maneira a atender e considerar “movimentos” neurológicos do aluno, vivenciados no tempo de duração da aula, aulas práticas e atividades que estimulem a criatividade e também o uso de estímulos sensoriais, ou seja, a diversificação de métodos.

O elogio também é um estímulo muito importante, pois, segundo Boruchovitch e Bzuneck (2004), ele alimenta a autoestima e pode apresentar efeitos motivacionais positivos que influenciaram diretamente o ato de aprender. Despertado por estímulos sensoriais, o prazer é o mecanismo pelo qual se alcança determinados objetivos, impulsionados pelo desejo, mas aprender requer mais do que isso, pois, para tornar o aprendizado efetivo, é preciso o processo de repetição constante do que se aprendeu. O estudante necessita rever o que aprendeu para que a memorização ocorra e a aprendizagem se consolide.

Segundo Pozo (2002), professores e estudantes podem beneficiar-se, ainda, de alguns princípios para construir e recuperar aprendizagens, resumidamente:

1. Prestar atenção aos elementos contextuais relevantes e no caso do professor, apontá-los.
2. Planejar tarefas de aprendizagem de forma que tenham maior semelhança possível com contextos já conhecidos pelos estudantes.
3. Diversificar e multiplicar os contextos de aprendizagem de um mesmo conhecimento. Diferentes formas de rever o mesmo conteúdo.
4. Organizar as tarefas de aprendizagem de forma explícita, de acordo com as estruturas conceituais dos alunos, promovendo a reflexão dos alunos e sua transferência para novas situações, mediante o planejamento de problemas e tarefas abertas.
5. Investir nas estratégias relevantes de elaboração e organização dos materiais de aprendizagem, promovendo seu uso em novas tarefas e problemas de aprendizagem. Fazer uso das tecnologias disponíveis em favor da aprendizagem.

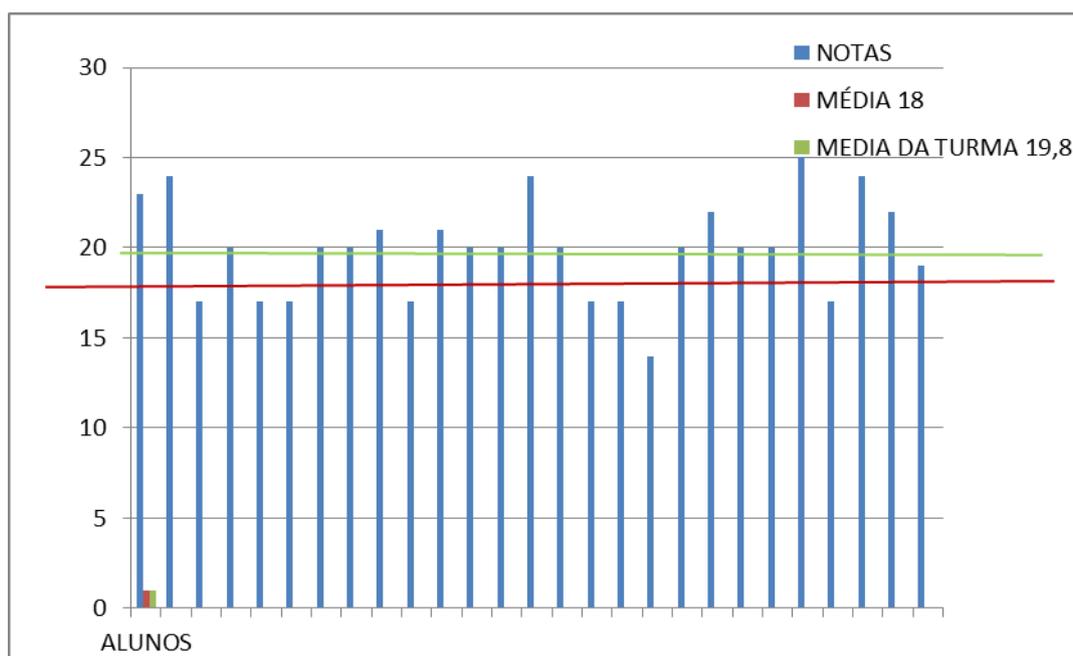
Para práticas pedagógicas que realmente sejam eficazes, ponderamos ser essencial despertar a curiosidade, o interesse do estudante, desde seus primeiros contatos com a escolarização. Também acreditamos que é preciso revelar para o adolescente as possibilidades de abordar o conhecimento, as várias formas de estudar, interligando saberes a práticas que

instiguem e os motivem na busca de soluções próprias para situações problemas. Entendemos, assim, a grande importância de uma docência que motiva e provoca a reflexão por parte dos estudantes, com atividades que ampliem as capacidades mentais e de relacionamento com os demais, através de vínculos positivos e saudáveis: alunos que sejam capazes de “criar novas conexões e inventar coisas novas e novos caminhos”.

### 6.1 Desempenho da turma alvo no segundo trimestre

A turma alvo apresentou uma melhora significativa no segundo trimestre em relação às turmas controle 1 e 2. No primeiro trimestre, essa turma apresentava média aritmética de 15 pontos sobre 30, ficando abaixo da média de 18 pontos, ou seja, 60% da nota total conforme regimento da escola. A turma alvo teve interferência da pesquisadora em relação à aplicação das estratégias de aprendizagem e obteve uma média aritmética de 19,8 pontos sobre 30 conforme figura 28. A avaliação e atribuição de notas foi realizada pelo professor titular da disciplina, e a pesquisadora não interferiu e nem participou dessa avaliação. O objetivo era não participar do processo avaliativo da turma para que o resultado se mostrasse o mais fiel à realidade possível. Os diários de classe encontram-se no Apêndice 11.

**Figura 29: Representação do desempenho dos estudantes da turma alvo no segundo trimestre.  
Média da turma 19,8**

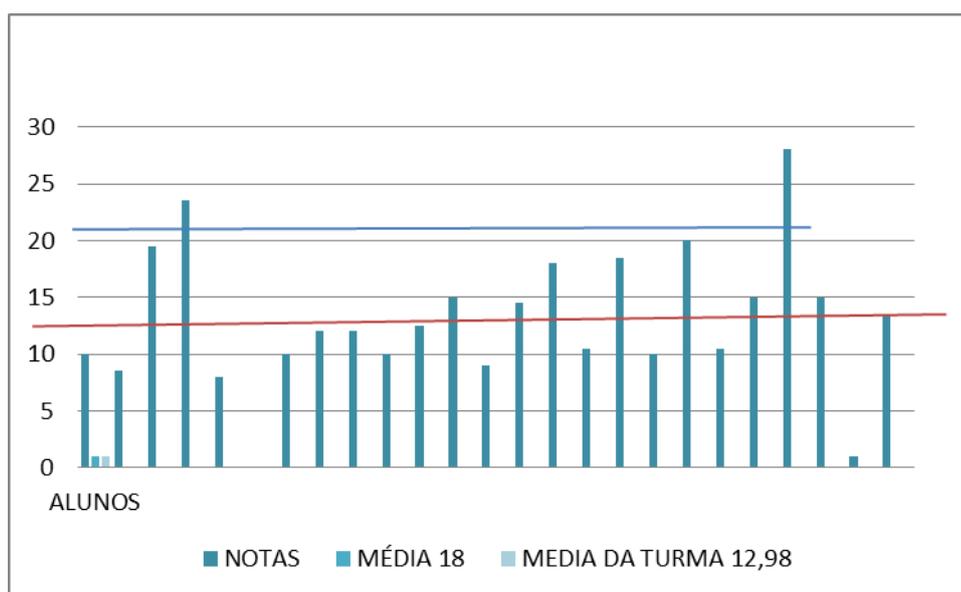


Fonte: própria autora (2017)

## 6.2 Desempenho da turma controle 1 no segundo trimestre

A turma controle 1 não teve nenhuma interferência da pesquisadora e nem participou das estratégias de aprendizagem, somente participou como parâmetro para a pesquisadora. Essa turma, no primeiro trimestre, apresentava uma média aritmética de 18 pontos sobre 30. A média aritmética dessa turma caiu para 12,98 pontos conforme mostra a figura 30. No segundo trimestre, a turma controle 1 apresentou uma queda de rendimento.

**Figura 30: Representação do desempenho dos estudantes da turma controle 1 no 2º trimestre.  
Média aritmética 12,98 pontos.**

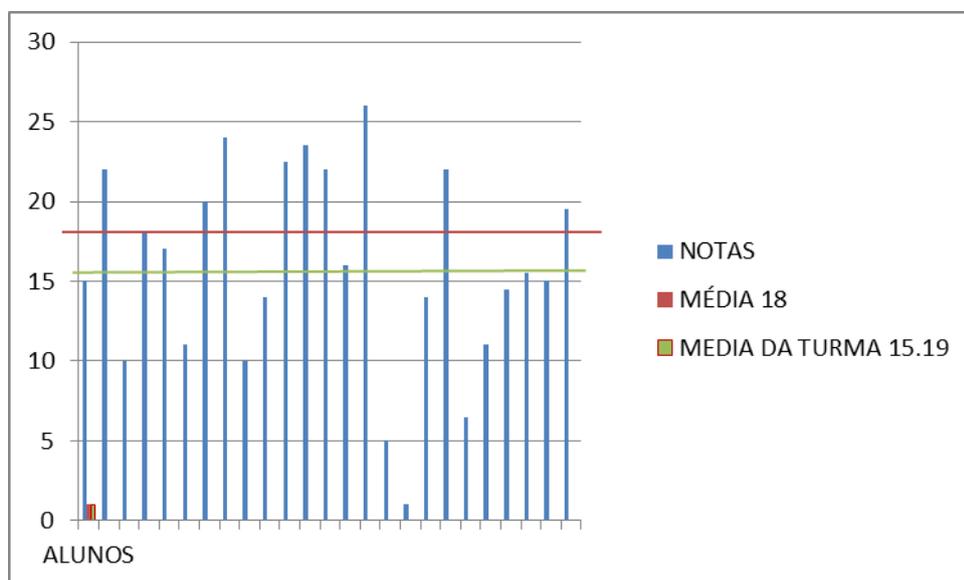


Fonte: própria autora (2017)

## 6.3 Desempenho da turma controle 2 no segundo trimestre

Essa turma também não teve nenhuma interferência da pesquisadora e nem participou das estratégias de aprendizagem. No segundo trimestre de 2017, a turma apresentou uma média aritmética de 15,19 pontos sobre os trinta pontos propostos pela instituição como nota máxima para o trimestre. Essa turma controle 2 apresentou, no primeiro trimestre, 14,1 pontos sobre 30.

**Figura 31: Representação gráfica do desempenho da turma controle 2 no 2º trimestre.  
Média aritmética 15,19 pontos**



Fonte: própria autora (2017)

#### 6.4 Tabela de representação do questionário final

No final da aplicação do projeto de pesquisa, foi aplicado um questionário para os 27 estudantes da turma alvo. Nessa fase, os alunos ainda não sabiam os resultados do segundo trimestre. A tabela 2 representa o questionário aplicado junto com seu resultado. O questionário, na íntegra, encontra-se no apêndice 11 e os resultados são apresentados na referida tabela. Com esta autoavaliação obtivemos resultados muito positivos a respeito da aplicação das estratégias de aprendizagem na forma de atividades. Obtivemos como resposta que 90% dos estudantes concordaram com a forma de trabalho apresentada, sentiram-se mais motivados à aprendizagem da matemática e responderam que os fatores que influenciaram nos resultados positivos do crescimento em relação à aprendizagem, segundo relato escrito por eles, foram essas diferentes estratégias utilizadas em cada UD, além de estabelecer uma relação de reciprocidade com a professora, isso conseguiu com que a memorização dos conteúdos ficasse mais fácil em função das diferentes formas de apresentar o conteúdo. Os estudantes, de 94%, também relataram que o uso das tecnologias favoreceu o interesse pela aprendizagem e que, de acordo com eles, não pode mais ser separada do cotidiano escolar.

**Tabela 2: Tabulação do questionário no final do trimestre aplicado a turma alvo**

CRITÉRIOS AVALIATIVOS	PERCENTUAL DE ESTUDANTES			AVALIADOS	
	Discordo plenamente	Discordo	Parte concordo parte discordo	Concordo	Concordo plenamente
1- As emoções como a raiva o medo e a ansiedade podem interferir sua aprendizagem.	0%	0%	4 %	44%	51%
2- A falta de estudo e interesse do aluno interfere na aprendizagem	0%	0%	4 %	33%	63%
3- A falta de paciência do professor interfere na aprendizagem	0%	0%	0 %	33%	71%
4- As estratégias e metodologias ultrapassadas por parte do professor interferem na aprendizagem.	0%	0%	18 %	44%	37%
5- A relação estabelecida entre aluno e professor é importante na aprendizagem da matemática	4%	0%	0 %	41%	51%
6- O uso de tecnologias educacionais favorecem a aprendizagem de matemática.	0%	7%	11 %	37%	44%
7- O uso de estratégias educacionais são importantes e favorecem a aprendizagem.	0%	0%	7 %	33%	59%
8- A memorização dos conteúdos é favorecida com estratégias diferenciadas de aprendizagem.	0%	0%	0 %	22%	59%
9-Para que a aprendizagem seja consolidada é necessário rever o conteúdo de diversas maneiras.	4%	0%	0 %	33%	63%
10- O aluno é o maior responsável pela sua aprendizagem.	4%	4	4 %	44%	30%
11-A leitura é uma forma de melhorar a memorização do conteúdo.	0%	4	4 %	37%	30%
12- A repetição de atividades é uma forma de memorizar o conteúdo.	0%	0%	0 %	44%	48%
13- Organizar conteúdos em forma de mapas conceituais.	0%	0%	26 %	33%	41%
14- A mudança de ambiente contribui para a aprendizagem.	0%	4	11 %	59%	59%
15- A mudança de configuração da sala de aula- sala de aula invertida contribui para a aprendizagem.	0%	4	11 %	30%	33%
16-O trabalho de matemática o qual exige materiais manipuláveis contribui para a aprendizagem.	4%	3	4 %	44%	44%
17- O uso de tecnologias como SV, a plataforma GEEKIE, Kahoot, Cemaptools podem contribuir para a consolidação das memórias e fazer o aluno memorizar o conteúdo.	0%	3	7 %	48%	48%

**Fonte: própria autora (2017)**

Neste questionário, a tabulação das respostas dos estudantes está disposta na tabela 1. Foram apresentados aos estudantes questões a respeito das emoções, do medo e da ansiedade, da falta de estudo, da falta de paciência do professor como interferência da aprendizagem, das estratégias utilizadas, das relações estabelecidas com o professor, sobre o uso de tecnologias, da memorização dos conteúdos e do favorecimento em relação às estratégias diferenciadas, aos mapas conceituais, ao uso de materiais manipuláveis e ao uso das novas tecnologias. Cada estudante expressou suas respostas de forma individual e sem interferências dos colegas ou da pesquisadora. As respostas deste questionário mostraram que os estudantes, em sua maioria, ou seja, 51% pensam que as emoções interferem em sua aprendizagem. Dos 27 estudantes pesquisados, 63% responderam que a falta de estudo é responsabilidade deles mesmos, 77% pensam que a falta de paciência do professor também interfere em suas aprendizagens. A respeito das metodologias ultrapassadas, 37% pensam que os professores precisariam modificar a sua forma de trabalhar. Tratando-se das boas relações com o professor, 51% disseram que a empatia com o educador é fundamental para o entendimento dos conteúdos. Quarenta e quatro por cento (44%) acham que as tecnologias favorecem a aprendizagem. De todos os estudantes entrevistados na turma alvo, 59% entendem que estratégias de aprendizagem favorecem a

memorização e a aprendizagem. Também 63% afirmam que se o professor apresentar os conteúdos de diferentes maneiras isso favorece o entendimento. Quanto à responsabilidade em sua aprendizagem e memorização, 30% entendem que o estudante pode melhorar a aprendizagem por conta própria. Também 59% compreendem que modificar o ambiente ajuda a melhorar o entendimento dos conteúdos. Em relação ao auxílio de mapas conceituais em benefício da aprendizagem, 41% entendem que é importante usar esse recurso de aprendizagem. Quando perguntados sobre os materiais manipuláveis, 48% pensam que são importantes para a aprendizagem da matemática.

Em todas as UD's, apresentadas nesta pesquisa, os estudantes, além de fazerem a parte interativa, eles precisaram fazer o registro das atividades, seja no caderno de matemática, folhas sulfite ou em forma de cartazes. Como último instrumento, após toda a aplicação da pesquisa, foi aplicada a autoavaliação. Nessa atividade, os estudantes precisavam responder individualmente qual foi o fator influenciador que fez com que eles tivessem uma melhora nos resultados, no 2º trimestre, na disciplina de matemática. Na atividade avaliativa e realizada, estes escreveram por unanimidade de que os fatores que foram primordiais pelos seus crescimentos foram as diferentes estratégias de aprendizagem utilizadas para a compreensão do mesmo conteúdo. Um fator também importante, levantado por eles, foi de que a empatia com a educadora-pesquisadora foi um fator que estabeleceu uma relação de confiança com os alunos e favoreceu os diferentes questionamentos feitos por eles, o que fez com que melhorassem a aprendizagem da matemática e, principalmente, conseguiram resgatar o gosto pela disciplina. Os estudantes mostraram-se motivados na realização das atividades de cada UD, sem demonstrar indiferença perante a proposta oferecida.

## **7 PRODUTO FINAL**

O produto final deste estudo será uma Sequência Didática Interativa composta de oito Unidades Didáticas, em que o uso de estratégias de aprendizagem diferenciadas e de tecnologias, fundamentadas nas Neurociências e que foram aplicadas junto à área da matemática. Todas as Unidades Didáticas poderão ser adaptadas a qualquer área do conhecimento. Tal sequência didática ficará disponível para cursos de formação de professores de matemática e de áreas afins. Também será proposta uma página no Facebook com o nome de “NEURO conectados” encontrada no endereço <https://www.facebook.com/criscembranel/> que publica semanalmente, assuntos voltados às Neurociências.

## 8 CONCLUSÃO

A aprendizagem é a capacidade que todo ser humano possui e desenvolve no decorrer de sua trajetória. Embora cada indivíduo aprenda da sua maneira, possuímos um cérebro apto à neuroplasticidade e capaz de mudar, adaptar-se e evoluir ao longo de sua vida. Geralmente, é no espaço escolar que o indivíduo desenvolve habilidades e adquire conhecimentos cada vez mais complexos que serão úteis para sua vida. Por isso, consideramos que a aprendizagem não é um ato de simples transmissão de informação ou conhecimento, é uma mistura de diferentes elementos: biológicos, culturais, sociais, emocionais e pedagógicos. Todos esses aspectos precisam ser considerados quando se busca uma aprendizagem. O projeto de pesquisa desenvolvido é uma modesta tentativa de reflexão sobre as neurociências e as suas contribuições para a aprendizagem. A proposta foi fundamentada e estudada no campo neurocientífico. Sabemos que o panorama educacional contemporâneo exige inovações pedagógicas para que ocorra ensino-aprendizagem mais significativo e que a eficiência no processo gera uma eficácia nos resultados. No entanto, isso só é possível quando a escola se abre para outras possibilidades de aprendizagens e assume sua função principal: ensinar e criar condições para que a aprendizagem ocorra. Com nesse intuito que foram desenvolvidas práticas como: atividades de sensibilização com os professores, confecção de mapas mentais e conceituais, atividade prática de confecção de figuras espaciais, atividade de experimentação, plataforma Phet, plataforma Kahoot, Google Drive e plataforma Geekie Lab que se alicerçam em concepções das Neurociências, e amparadas pela teoria Vygotskyana, no intuito do melhoramento das funções da memória em prol da aprendizagem.

Atualmente, demandamos de mais ações voltadas às diferentes necessidades dos estudantes as quais visem um processo ensino-aprendizagem coerente com a forma com que aprendemos, e as Neurociências oferecem respaldo para este fim. Até a primeira metade do século XX, as concepções a respeito do cérebro e suas potencialidades eram apenas empíricas, pois o conhecimento que se tinha sobre o SNC era muito pouco. Porém, especialmente após a década do cérebro, o processo de aprendizagem começa a ser visto em uma nova perspectiva: do ponto de vista neurocientífico. A localização precisa e a possibilidade de interpretação de fenômenos cognitivos clareiam positivamente os fatores essenciais relacionados à aprendizagem. A partir disso, passamos a almejar a necessidade de um novo perfil de educador. Educador este, capaz de integrar, a paradigmas antigos, novos conhecimentos, que atue no sentido de dar sabor ao seu trabalho e implique em constantes aperfeiçoamentos para que os

estudantes sejam beneficiados. Os professores trabalham com a aprendizagem, e tal processo depende do funcionamento cerebral, pois, quando o estudante aprende, ocorre uma reestruturação do sistema nervoso. Esta reestruturação envolve diferentes conexões e funções cerebrais, as quais as Neurociências estudam e para elas trazem importantes contribuições, que esclarecem aspectos do comportamento humano e fornecem subsídios que fundamentam, de forma muito positiva, a aprendizagem com o auxílio de estratégias diferenciadas. Segundo Cosenza e Guerra (2011), os conhecimentos agregados pelas Neurociências podem contribuir para um avanço na Educação, em busca de melhor qualidade e resultados mais eficientes para a qualidade de vida do indivíduo e da sociedade. Portanto, quanto mais os professores compreendem princípios básicos das Neurociências, mais conseguem compreender as limitações e potencialidades durante os processos de ensino e de aprendizagem. Muitos professores desconhecem fundamentações básicas daquilo que desenvolvem em sala de aula, e poucos os relacionam com estudos referentes ao cérebro em prol da aprendizagem. Isso ocorre pela não familiaridade com o tema, seja pela falta de informação, de interesse, ausência de saberes como conteúdos de formação docente ou pela dificuldade de acesso a publicações sobre o assunto.

Para as Neurociências, todos possuem capacidade de aprender e utilizam as mesmas funções para alcançar o conhecimento, embora de formas e em níveis diferentes. Levar o estudante a construir conhecimentos que realmente lhe façam sentido exige, cada vez mais, que educadores conheçam como o cérebro funciona e que funções mentais estão ligadas ao aprendizado. Através desta pesquisa, compreendemos o quanto as Neurociências podem servir de ferramentas que auxiliem os educadores na tarefa de ensinar. Estreitar os laços com as Neurociências com a Educação cria novas possibilidades de ações. Embora a compreensão dos processos cognitivos não esteja totalmente desvendada, grandes progressos já foram alcançados e pesquisas estão disponíveis. No entanto, as Neurociências não sugerem soluções definitivas, apenas novas ideias de intervenções, baseando-se na forma como o cérebro funciona. É neste alicerce que este projeto está embasado.

Conhecimentos neurocientíficos podem qualificar a prática pedagógica, adaptando as mudanças ao cotidiano na atuação em sala de aula, permitindo explorar potencialidades do cérebro dos estudantes de forma a melhorar a aprendizagem. A compreensão dos mecanismos do cérebro, que estão na base da aprendizagem e da memória, dos efeitos da genética, do ambiente, das emoções e da idade em que se aprende, pode ser transformada em estratégias educacionais (BLAKEMORE & FRITH, 2009, p. 11). Desta forma, entendemos o cérebro como o órgão por excelência da aprendizagem e que “[...] alterando a atividade e a estrutura das ligações existentes entre os neurónios, a experiência molda diretamente os circuitos

responsáveis por processos como a memória, a emoção e a autoconsciência” (SIEGEL, 2004, p. 18). Assim sendo, consideramos fundamental a compreensão da perspectiva neurobiológica por educadores, que se poderão servir de informações favoráveis ao processo de ensino-aprendizagem a fim de conceber um trabalho pedagógico que se utiliza de estratégias que respeitem o desenvolvimento cerebral. Para tanto, destacamos a necessidade de formações para docentes no campo das Neurociências para que possam tomar para si próprios conhecimentos na área e, aos poucos, transpor para suas práticas educativas desenvolvidas nas escolas. Acreditamos que a intenção principal deste estudo foi atingida, clareando sobre perspectivas das Neurociências que trazem, de forma explícita e implícita, saberes importantes para o processo de ensino-aprendizagem. Ressaltamos, ainda, que este texto permite trazer estratégias educacionais e conhecimentos para a utilização na área da matemática ou adaptados a outras áreas do conhecimento e que podem ser difundidos entre educadores, acadêmicos e formadores de pedagogos e outras licenciaturas. Estamos tratando de um olhar que precisa ser direcionado para a aprendizagem e também para o ensino. Pode também contribuir para a elaboração das matrizes curriculares dos cursos de formação de professores.

Como apontamento final, mesmo sabendo que há um longo caminho a percorrer, não é possível deixar de salientar que este estudo não pode se encerrar aqui, pois abre novas perspectivas para um presente-futuro no campo educacional com conhecimentos comprovados pelas Neurociências, os quais enriquecerão muito as práticas escolares.

## 9 REFERÊNCIAS

ALESSI, S., & Trollip, S.. **Multimedia for learning : Methods and development (3a ed.)**. Boston: Allyn and Bacon, 2001.

ALCARÁ, A., & Guimarães, S.. **A Instrumentalidade como uma estratégia motivacional**. *Psicologia Escolar Educacional*, 11(1), 177–178, 2007.

ALVES, R. **O desejo de ensinar e a arte de aprender**. Campinas: Fundação Educar DPaschoal, 1991.

ARAÚJO, J. L. **Ser crítico em projetos de modelagem em uma perspectiva crítica de educação matemática**. *Boletim de educação matemática (Bolema)*, Rio Claro, V. 26, n. 43 p. 67-87, agos. 2012.

ASSOCIAÇÃO DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA. **A natureza e organização das atividades de aprendizagem e o novo papel do professor**. Lisboa: Associação de Professores de Matemática, 1996, p. 51-60.

BARTOSZECK, A.B. **Neurociências dos seis primeiros anos: implicações educacionais**. EDUCERE. *Revista da Educação*, 9 (1), p. 7-32, 2007. Disponível em: [revistas.unipar.br/educare/article/viewfile/2830/2098](http://revistas.unipar.br/educare/article/viewfile/2830/2098). Acesso: 21/07/2016.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio)**. Brasília: MEC, 1998.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio)**. Brasília: MEC, 2000.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio)**. Brasília: MEC, 2002.

BEAR, M. F.; CONNORS, B.W.; PARADISO, M.A. **Neurociências: desvendando o sistema nervoso**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

BERGMANN, J.; SAMS, A. **Sala de aula invertida: uma metodologia ativa de aprendizagem**. Tradução de Afonso Celso da Cunha Serra. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

BLAKEMOR B.T.S; ALENCAR, G. **Metodologias ativas na promoção da formação crítica do estudante: o uso das metodologias ativas como recurso didático na formação crítica do estudante do ensino superior**. *Cairu em Revista*; n° 04, p. 1 19-143, 2014.

BLAKEMORE, S.J.; FRITH, U. **O Relatório sobre as implicações dos recentes desenvolvimentos em neurociência para a pesquisa em ensino e aprendizagem - um documento de consulta encomendado pelo Programa de Pesquisa em Ensino e Aprendizagem**, ESRC, 2000.

\_\_\_\_\_. **O cérebro que aprende**. Lisboa: Gradiva, 2009.

BORBA, M. C.; PENTEADO, M. G. **Informática e Educação Matemática**, Belo Horizonte: Autêntica, 2001.

BORUCHOVITCH, E.; BZUNECK, J. A. (Orgs.) **Aprendizagem: processos psicológicos e o contexto social da escola**. Petrópolis: RJ: Vozes, 2004.

BOTTENTUIT JUNIOR, J. B; LISBOA, E. S; COUTINHO, C. P. **Google Educacional: utilizando ferramentas web 2.0 em sala de aula**. Revista Educa On-line, v. 5, p. 17-44, 2011.

BRITO, G. S.; PURIFICAÇÃO, I. **Educação e novas tecnologias: um repensar**. Curitiba: IBPEX, 2006.

CARDOSO, G.; COSTA, A. F; Conceição, P. e G; CARMO, M. **Sociedade em Rede em Portugal**. Porto: Campo das Letras, 2005.

CARDOSO, S. **Cérebro & Mente**. 2000. Disponível em <http://www.epub.org.br/cm/n11/mente/eisntein/rats-p.html>). Acesso 25 nov. 2016.

CARDOSO, S. H. Memória: o Que é e Como Melhorá-la. Disponível em: Acesso 28 de ago. de 2017.

CARVALHO, L. A. S. et al. **A análise da eficácia do quiz como um jogo didático aplicado em oficina para alunos de 9ºano, na Escola Estadual Joaquim Xavier de Brito**. In: JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO – JEPEX, 10, 2011, Recife. Anais. Recife: UFRPE, 2010. p. 1 - 3. Disponível em: ([www.fae.unicamp.br/revista/index.php/zetetike/article/view/2546/2291](http://www.fae.unicamp.br/revista/index.php/zetetike/article/view/2546/2291)). Acesso 22 jan. de 2016.

CASTORINA, J. A.; FERREIRO, E.; LERNER, D. **Piaget – Vigotsky**. 6ª edição, São Paulo: Ática. 2003.

CONSENSA, R. M; GUERRA, L. B. **Neurociência e educação: como o cérebro aprende**. Porto Alegre: Artmed, 2011.

CORSO, L. & DORNELES, B. **Senso numérico e dificuldades de aprendizagem na matemática**. Porto Alegre: Rev. Psicopedagogia 27 (83): 298. 2010.

DAMÁSIO, A. **E o Cérebro Criou o Homem**. São Paulo: Companhia das Letras, 2011.

DANTAS, Heloysa. **A afetividade e a construção do sujeito na psicogenética de Wallon**. In: LA TAILLE, Y.; OLIVEIRA, M. K.; DANTAS, H. **Piaget, Vygotsky, Wallon: teorias psicogenéticas em discussão**. Cap. 2, p. 85-100, São Paulo: Summus, 1992.

DOMINGOS, J. **Jogos didáticos e o desenvolvimento do raciocínio geométrico**. 2008. Disponível em: <<http://www.webartigos.com>>. . Acesso 25 de out. de 2016.

FERRÉS, J. **Vídeo e educação**. 2ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

FONSECA, V. **Aprender a aprender: a educabilidade cognitiva**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

FIOLHAIS, C. & TRINDADE, J. **Física no computador: o computador como uma ferramenta no ensino e na aprendizagem das ciências físicas**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 25, n. 3, p. 259–272, set. 2003.

GAMA, J.C.N.B. **O uso de metodologias alternativas no ensino de ciências**. 2015. Disponível em: <http://www.uniube.br/eventos/epeduc/2015/completos/21.pdf>. Acesso 07 mai. 2016.

GAZZANIGA, M. S.; IVRY, R. B.; MANGUN, G. R. **Neurociência cognitiva: A biologia da mente**. Porto Alegre, RS: Artmed, 2006.

GATTO, S.L.; TAK, S.H. **Computer, Internet, and E-mail Use Among Older Adults: Benefits and Barriers**. *Educational Gerontology*, v. 34, n. 9, p.800 – 811, 2008.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. (organizadoras). **Métodos de Pesquisa**. 1ª Ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GERMANO, A. S. M. et al. **Integração do quiz como ferramenta de aprendizagem numa disciplina de astronomia na modalidade a distância**. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA – SNEA, 1., 2011, Rio de Janeiro. Anais. Rio de Janeiro: UNIRIO, 2011. P.1\_7. Disponível em: <[http://snea2011.vitis.uspnet.usp.br/sites/default/files/SNEA2011\\_TCO3.pdf](http://snea2011.vitis.uspnet.usp.br/sites/default/files/SNEA2011_TCO3.pdf)>. Acesso 10 jan. 2016.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1993.

GODOY, Arilda Schmidt. **Pesquisa Qualitativa – tipos fundamentais**. *Revista de Administração de Empresas*. São Paulo: RAE, v. 35, p. 20-29, maio/jun. 1995.

GOLEMAN, D. **La Prática de la Inteligência emocional**. Barcelona: Editorial Kairós, 1998.

\_\_\_\_\_. **Inteligência Emocional**. Lisboa: Temas Editoriais, 2003.

GOSWAMI, U. **Neuroscience and education: from research to practice? Nature Reviews of Neuroscience**, v. 7, n. 5, p. 406-411, 2006.

\_\_\_\_\_. **Neuroscience and Education. British Journal of Education and Psychology**, v. 74, p. 1-14, 2004.

GUERRA, H. T. M. F. **Metodologia qualitativa na sociologia**. 3. ed. Petrópolis: Vozes, 1992.

HERCULANO-HOUZEL, S. **O cérebro em transformação**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2005.

\_\_\_\_\_. **DVD Neurociências na Educação: Neurociência do aprendizado**. São Paulo: Nitta's Digital Vídeo, 2009a.

\_\_\_\_\_. **Neurociências na Educação**. Belo Horizonte: Cedic, 2010.

HENNEMANN, A. L. **Senso numérico – importância para a fluência matemática**. Novo Hamburgo, 29 de julho/2017. Disponível em:

<http://neuropsicopedagogianasaladeaula.blogspot.com.br/2017/07/senso-numerico-importancia-para.html>. Acesso 15 jul. 2018.

INÁCIO, S. R. L. **A importância da neurociências na aprendizagem e educação.** 2011. Disponível em: <<http://www.artigos.com/artigos/humanas/educacao/a-importancia-da-neurociencia-na-aprendizagem-e-educacao.-5206/artigo/>> Acesso 12 mai. 2018.

IZQUIERDO, I. **Memória.** 2. ed. Porto Alegre: Artemed, p. 133, 2011.

JAIME, M. P.; KOLLER, M. R. T.; GRAEML, F. R. **La aplicación de flipped classroom en el curso de dirección estratégica.** In: JORNADAS INTERNACIONALES DE INNOVACIÓN UNIVERSITARIA EDUCAR PARA TRANSFORMAR, 12., 2015. Actas. Madrid: UNIVERSIDAD EUROPEA, 2015. p. 119-133.

KAMII, C.; CLARK, G. **Reinventando a aritmética: implicação da teoria de Piaget.** 6. ed. Campinas, SP: Papyrus, 1992.

KANDEL, E.R.; SCHWARTZ, J. H.; JESSELL, T. M.. **Princípios da Neurociência.** 4. ed., São Paulo: Ed. Manole, p.1412, 2003.

KANDEL, E. R.; KUPFERMANN, I.; IVERSEN, S. **Learning and memory.** In E. R. Kandel, J. H. Schwartz & T. M. Jessell (Eds.), **Principles of neural science** (4th ed.). New York: McGraw-Hil, 2000.

KANDEL, Eric R.; SCHWARTZ, James H.; JESSEL, Thomas M.. **Fundamentos da neurociência e do comportamento.** Tradução: Charles Alfred Esbérard e Mira de Casrilevitz Engelhardt. Rio de Janeiro: Editora Prentice Hall do Brasil Ltda, 1997.

KENSKI, V. M. **Palestra proferida no V Simpósio Paulista de Educação Física,** Depto. de Educação Física, UNESP de Rio Claro, 1995.

KOPKE, R. C. **Geometria, Desenho, Escola e Transdisciplinaridade: Abordagens Possíveis para a Educação. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Federal do Rio de Janeiro,** 2006.

LAGE, M. J.; PLATT, G. J.; TREGLIA, M. **Inverting the classroom: a gateway to creating an inclusive learning environments.** *Journal of Economic Education, Bloomington*, v. 31, n. 1, p. 30-43, 2000.

Sala de aula invertida: investigação sobre o grau de familiaridade conceitual teórico-prático dos docentes da universidade. Available from: [https://www.researchgate.net/publication/322567566\\_Sala\\_de\\_aula\\_invertida\\_investigacao\\_sobre\\_o\\_grau\\_de\\_familiaridade\\_conceitual\\_teorico-pratico\\_dos\\_docentes\\_da\\_universidade](https://www.researchgate.net/publication/322567566_Sala_de_aula_invertida_investigacao_sobre_o_grau_de_familiaridade_conceitual_teorico-pratico_dos_docentes_da_universidade). Acesso: 23 set. 2017.

LA TAILLE, Y. et al. **Teorias psicogenéticas em discussão.** São Paulo: Summus, 1992. p.115.

LAKOFF, A. G. **Adaptative will evolution of attention déficit disorder.** *Journal of the History of the Behavioral Science* (36), p. 149-169, 2000.

LENT, R. **Cem bilhões de neurônios: conceitos fundamentais de Neurociência**. São Paulo: Atheneu, 2010.

LEONTIEV, A. et. al. **Psicologia e pedagogia: bases psicológicas da aprendizagem e do desenvolvimento**. São Paulo: Centauro, 2003.

LINCOLN, Y.; GUBA, E. **Naturalistic Inquiry**. Beverly Hills: Sage Publisher, 1985.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

LURIA, A. R. «Vygotsky», in: VYGOTSKY, L. S.; LURIA A. R.; LEONTIEV, A. N. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. SP: Ícone, 1998.

MARSHALL, C.; ROSSMAN, G.. **Designing Qualitative Research**. Beverly Hills: Sage Publisher, 1989.

MASON, J. **O “quê”, o “porquê” e o “como” em Matemática. Investigar para Aprender Matemática** (textos selecionados). Lisboa: Associação de Professores de Matemática, 1996, p. 15-23.

METRING, R.. **Neuropsicologia e aprendizagem: fundamentos necessários para planejamento de ensino**. Rio de Janeiro, Wak, 2011.

MINAYO, M. C. S. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 7. ed. São Paulo: Hucitec; Rio de Janeiro: Abrasco, 2000.

MORALES, R. **Educação e neurociências: uma via de mão dupla**. In: REUNIÃO GT13: EDUCAÇÃO FUNDAMENTAL, 28. 2011, Natal.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.

MOREIRA, M.A. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Editora da UnB, 2006.

MOREIRA, M. A. **A teoria da aprendizagem significativa**. Subsídios Teóricos para o Professor Pesquisador em Ensino de Ciências. Instituto de Física, UFRGS 1ª edição, Porto Alegre: 2009a.

MORALES, R. **Educação e Neurociências: uma via de mão dupla**. UFSCar, 2011.

MORAN, J. M. **Ensino e Aprendizagem inovadores com tecnologias auditivas e temáticas**. In: MORAN, J. M; MASETTO, M. T e BEHRENS, M. **As novas tecnologias e mediação pedagógica**. 1 ed. São Paulo: Papirus, 2000.

NACARATO, A.M. **Eu Trabalho primeiro no concreto**. Revista de Educação Matemática. Sociedade Brasileira de Educação Matemática (SBEM). Ano 9, n.9-10, (2004-2005), p.1-6. Disponível em [http://vicenterisi.googlepages.com/RevEdMat\\_gamo.pdf#page=7](http://vicenterisi.googlepages.com/RevEdMat_gamo.pdf#page=7) Acesso 15 jun. 2016.

NORONHA, F. **Contribuições da Neurociência para a formação de professores**. Web Artigos, mar. 2008, Seção Educação.

OLIVEIRA, M K. **Vygotsky: Aprendizado e desenvolvimento um processo sócio-histórico**, 3ª ed. São Paulo: Scipione, 1995.

OLIVEIRA, M. M. **Como fazer pesquisa qualitativa**. 2 ed. Petrópolis: Vozes, 2008.

\_\_\_\_\_. **Metodologia Interativa: um desafio multicultural à produção do conhecimento V Colóquio Internacional Paulo Freire**. Recife: 19 a 22-setembro 2005.

\_\_\_\_\_. **Metodologia Interativa: um processo hermenêutico dialético**. Revista Educação: Porto Alegre: INTERFACES BRASIL/CANADÁ, V1, N.1, 2001.

OLIVEIRA, G. G. **Neurociências e os processos educativos: um saber necessário na formação de professores**. Educação Unisinos, 2014.

\_\_\_\_\_. **Neurociência e os processos educativos: Um saber necessário na formação de professores**. Uberaba: 2011.

OLIVEIRA, L.P.L. **Metodologia de projetos: da segmentação de conteúdos a um ensino contextualizado e integrado à vida**. Planaltina – DF, 2014.

PAPALIA, D. E. & OLDS, S. W. & FELDMAN, R. D. **Desenvolvimento humano**. Porto Alegre: Artmed, 2006.

PENTEADO, M. G. **Novos atores, novos cenários: discutindo a inserção dos computadores na profissão docente**. In: BICUDO, M. A. V. (Org.). **Pesquisa em Educação Matemática: concepções e perspectivas**. São Paulo: UNESP, 1999, p. 297-313.

PERRENOUD, P. **As dez novas competências para ensinar. Convite viagem**. Porto Alegre: ArtMed, 2000.

PERRENOUD, P. & MAGNE, B.C. (org). **Construir as competências desde a escola**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1999.

\_\_\_\_\_. **Ensinar: agir na urgência, decidir na incerteza**. Porto Alegre: Artmed Editora, 2001.

PERRENOUD, P.; Ramos, P.C. (trad.). **10 novas competências para ensinar**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.

PHILLIPIS, B.S. **Pesquisa social: estratégias e táticas**. Rio de Janeiro: Livraria Agir Editora, 1974.

PIAGET, J & INHELDER, B. **A psicologia da criança**. Trad. Octávio Mendes Cajado. Rio de Janeiro: Difel, 2007.

PIEROZAN, C. & BRANCHER, J. D. **A Imp. do Jogo Educativo e suas vantagens no processo ensino e aprendizagem**. In: Congresso Nacional de Ambientes Hipermídia para Aprendizagem. Florianópolis: UFSC, 2004.

PINTO, G. C. **O livro do cérebro 3: memória, pensamento e consciência**. São Paulo: Duetto, 2009.

- PONTE, João Pedro da. **Concepções dos professores de matemática e processos de formação**. 1992. Disponível em: < <http://repositorio.ul.pt/handle/10451/2985>> Acesso 23 mai. 2017.
- PORTES, K. A. C. **A Organização Curricular por Projetos de Trabalho**. Revista Virtú – ICH, Rio de Janeiro, v. 2, n. especial, jul./dez. 2005.
- \_\_\_\_\_. **A organização do currículo por projetos de trabalho**. Disponível em: <http://www.ufjf.br/virtu/files/2010/04/artigo-2a3.pdf>. Acesso 12 ago. 2017.
- POZO, J. I. **Aprendizes e Mestres: a nova cultura da aprendizagem**. Porto Alegre: Artmed, 2002.
- PROCÓPIO, R. B. **Geometria como um curso de serviço para a licenciatura em matemática: Uma leitura da perspectiva do modelo dos campos semânticos**. Juiz de Fora: UFJF. Dissertação de mestrado, 2011.
- RELVAS, M. P. **Neurociência e transtornos de aprendizagem: as múltiplas eficiências para uma educação inclusiva**. Rio de Janeiro: Wak, 2007.
- \_\_\_\_\_. **Fundamentos biológicos da educação**. Rio de Janeiro: Wak, 2007b.
- \_\_\_\_\_. **Neurociências e transtornos da aprendizagem: as múltiplas eficiências para uma educação inclusiva**. Rio de Janeiro: Wak, 2009.
- \_\_\_\_\_. **Que cérebro é esse que chegou à escola? As bases neurocientíficas da aprendizagem (org)**. Rio de Janeiro: Wak, 2012.
- \_\_\_\_\_. **Neurociências e educação, gêneros e potencialidades na sala de aula**. 2º edição. Rio de Janeiro, Walk, 2010.
- RIZZO, G. **O método Natural de alfabetização**. In: **Alfabetização Natural**. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1988.p.33-129.
- ROSE, S.. **O cérebro do século XXI: como entender, manipular e desenvolver a mente**. São Paulo: Globo, 2006.
- SANTIAGO, M. E. V; SANTOS, R. **Google Drive como ferramenta de produção de textos em aulas de inglês instrumental**. *Revista Intercâmbio*, v. 34, p. 83-107, 2014.
- SALAS, R. **Educación y Neurociencia. Cómo desarrollar al máximo las potencialidades cerebrales de nuestros educandos**. Asunción, PY: Universidad Americana, 2007.
- SCALDAFERRI, P. M.; GUERRA, L. B. **A inserção da neurobiologia na educação**. In: X SEMANA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E II SEMANA DO CONHECIMENTO DA UFMG, 2002, Belo Horizonte. Anais. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2002.
- SIEGEL, D. **A mente em desenvolvimento. Para uma neurobiologia de experiência interpessoal**. Lisboa: Instituto Piaget, 2004.
- SILVA, F.A.; MORINO, C. R. I. **A importância das neurociências na formação de professores**. *Momento*, Rio Grande, 21 (1): 29-50, 2012.

\_\_\_\_\_. **A importância das neurociências na formação de professores.** Momento Diálogos em Educação, v. 21, n. 1, p. 29-50, 2012. (<https://periodicos.furg.br/momento/article/view/2478>). Disponível em: Acesso 15 mai. 2016.

SOUZA, E.M. **Problemas de aprendizagem - criança de 8 a 11 anos.** Bauru: EDUSC, 1996.

SQUIRE, RL; KANDEL, ER. **Memória: da mente as moléculas.** Porto Alegre: Artmed, 2003.

TABACOW, L. S. **Por dentro do cérebro do aprendiz: uma nova abordagem no processo educacional com a neurociência cognitiva: um guia para pais e educadores.** Sorocaba: O Clássico, 2006.

VIGOTSKY, L. S. **Psicologia Pedagógica.** Porto Alegre: Artmed, 2003.

\_\_\_\_\_. **A formação Social da Mente: o desenvolvimento dos processos psíquicos superiores.** São Paulo: Martins Fontes, 1994.

VIGOTSKI, L. S. apud LEONTIEV In: LURIA N. A. R. **A Aprendizagem e desenvolvimento intelectual na idade escolar. Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem.** São Paulo: Ícone, 2001b.

\_\_\_\_\_. **Linguagem, Desenvolvimento e Aprendizagem,** Trad. Maria da Penha Villa Lobos, São Paulo: Ícone Editora, 2003.

[www.significados.com.br/quiz](http://www.significados.com.br/quiz) acesso 27 jul.2017.

[www.wikipedia.org/wiki/Neurociencia](http://www.wikipedia.org/wiki/Neurociencia) acesso 16 abr. 2018.

[www.wikipedia.org/wiki/googledrive](http://www.wikipedia.org/wiki/googledrive) acesso 16 abr. 2018.

[www.wikipedia.org/wiki/cemap\\_tools](http://www.wikipedia.org/wiki/cemap_tools) acesso 16 abr. 2018.

[www.wikipedia.org/wiki/](http://www.wikipedia.org/wiki/) acesso 16 abr. 2018.

[www.educador.brasilecola.uol.com.br/orientacoes/pcnparametros-curriculares-nacionais.ht](http://www.educador.brasilecola.uol.com.br/orientacoes/pcnparametros-curriculares-nacionais.ht) acesso 06 mai. 2018.

[www.bab.la/dicionario/ingles-portugues/mix](http://www.bab.la/dicionario/ingles-portugues/mix) acesso 06 mai. 2018.

[www.wikipedia.org/wiki/Tecnologias\\_da\\_informacao\\_e\\_comunicacao](http://www.wikipedia.org/wiki/Tecnologias_da_informacao_e_comunicacao) acesso 06 mai. 2018.

WILEY, David A. **Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and taxonomy.** In David A. Wiley (Ed.), *The Instructional Use of Learning Objects*, 2000. Disponível em: <<http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc>>. Acesso 20 set. 2016.

XAVIER, O.S.; FERNANDES, R. C. A. **A Aula em Espaços Não-Convencionais.** In: VEIGA, I. P. A. *Aula: Gênese, Dimensões, Princípios e Práticas.* Campinas: Papirus Editora. 2008.

ZABALA, A. **A prática educativa.** Porto Alegre: Atmed, 1998.

YIN, Robert. **Case Study Research: design and methods.** Beverly Hills: Sage Publisher, 1985.

## APÊNDICES

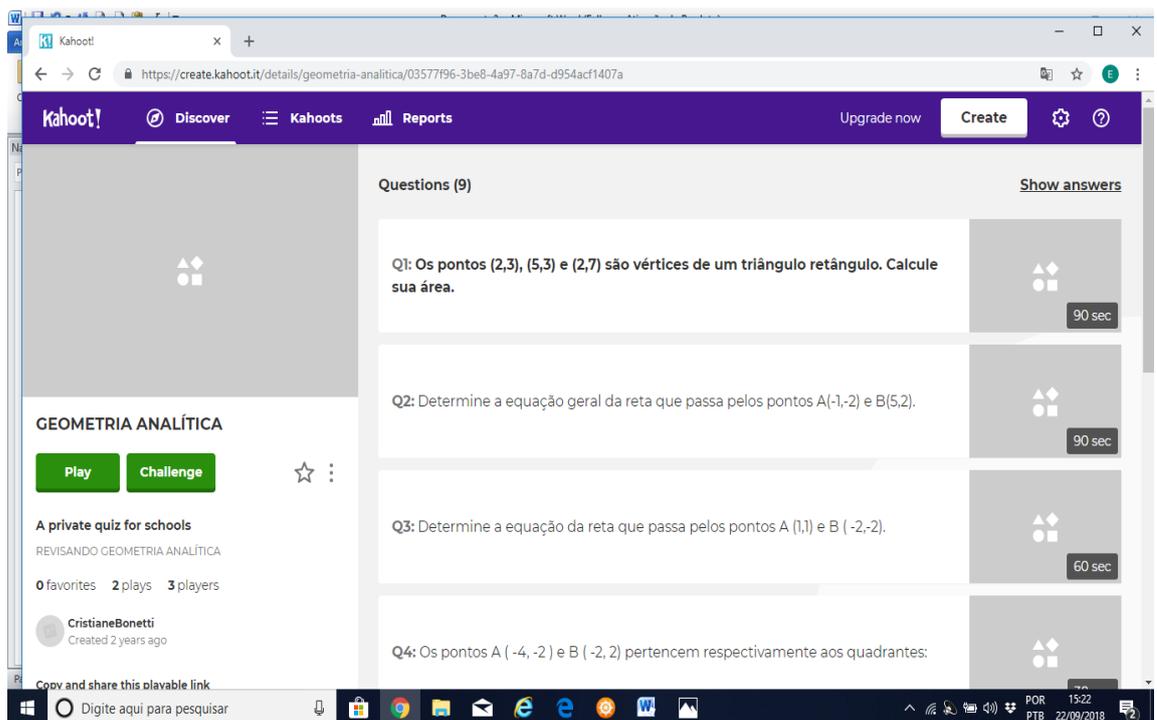
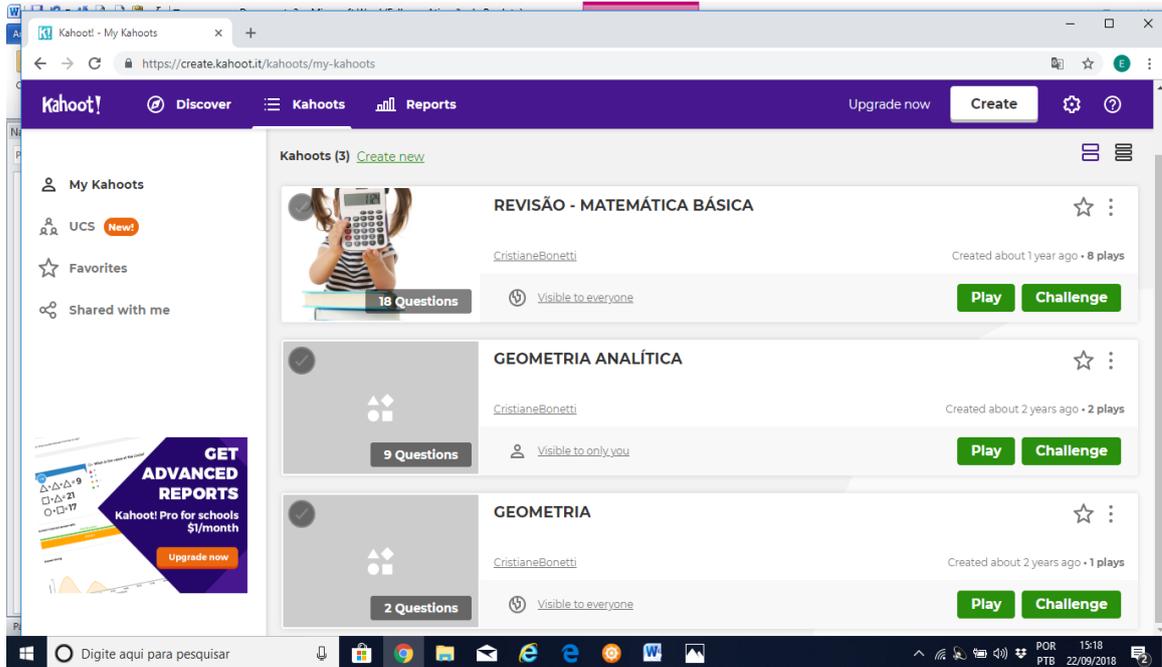
**APÊNDICE I**  
**QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO INICIAL – ESTUDANTES**





## APÊNDICE II

### PLATAFORMA KAHOOT – CRIAÇÃO DE PERGUNTAS



## APÊNDICE III

### SLIDES POWER POINT

# NEUROCIÊNCIAS

É a parte da ciência que estuda o sistema nervoso central, suas estruturas, funções, mecanismos moleculares, aspectos fisiológicos e as doenças relacionadas ao sistema nervoso.

Ela vem contribuindo com a educação na forma de instrumentalizar o professor com embasamento biológico científico o entendimento cerebral.

## O que é aprendizagem?

A word cloud illustrating the concept of learning. The central and largest word is 'aprendizagem'. Other prominent words include 'ensino', 'conhecimento', 'universidade', 'acessibilidade', 'educação', 'professor', 'pesquisa', 'motivação', 'diálogo', 'acompanhamento', 'estudante', 'inclusão', 'conceitos', 'grupo', 'aula', 'leitura', 'dedicação', 'orientação', 'planejamento', 'avaliação', 'comunicação', 'desafios', 'perspectiva', 'potencialização', and 'reflexão'.

O que é aprendizagem?

- Aquisição de novos comportamentos.

Por que precisamos aprender?

- Aprendemos para a vida. O cérebro se desenvolve quando aprendemos significativamente.

## O que é inteligência?

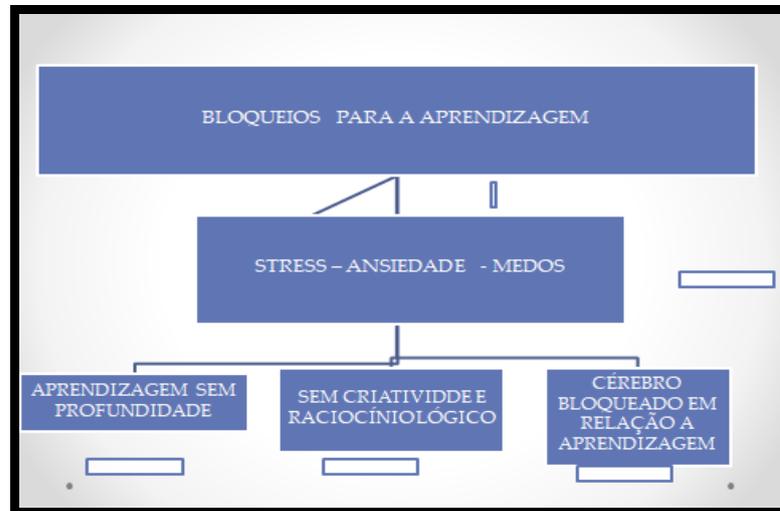


- Para as neurociências é o conjunto de habilidades que o indivíduo apresenta para resolver problemas.

As Neurociências vem apontando alguns caminhos....

...





## ADOLESCÊNCIA

- ✓ *Necessita de repetição;*
- ✓ *Necessário que se respeite as fases de maturação de cada indivíduo;*
- ✓ *O tempo de concentração do adolescente é comparado ao do bebê;*
- ✓ *Emocionalmente descontrolado;*
- ✓ *O professor deverá sempre mostrar para que o conteúdo será usado (tentar que seja uma utilidade de uso imediato);*
- ✓ *Utilizar o final da aula para elaboração de uma pergunta sobre o tema estudado;*
- ✓ *Pensar nos nativos virtuais como alunos e saber como lidar com eles.*

**CONSIDERAÇÕES SOB O OLHAR DA NEUROCIÊNCIA**

- Aprender a enxergar o aluno na individualidade dentro da pluralidade.
- Entender que os indivíduos podem utilizar outras áreas cerebrais de forma a potencializa-las.
- O processamento do raciocínio-lógico: outros caminhos cerebrais ocorrem através de estimulações. Acontecem com estratégias diferenciadas e ferramentas de estimulação cerebral.

## APÊNDICE IV

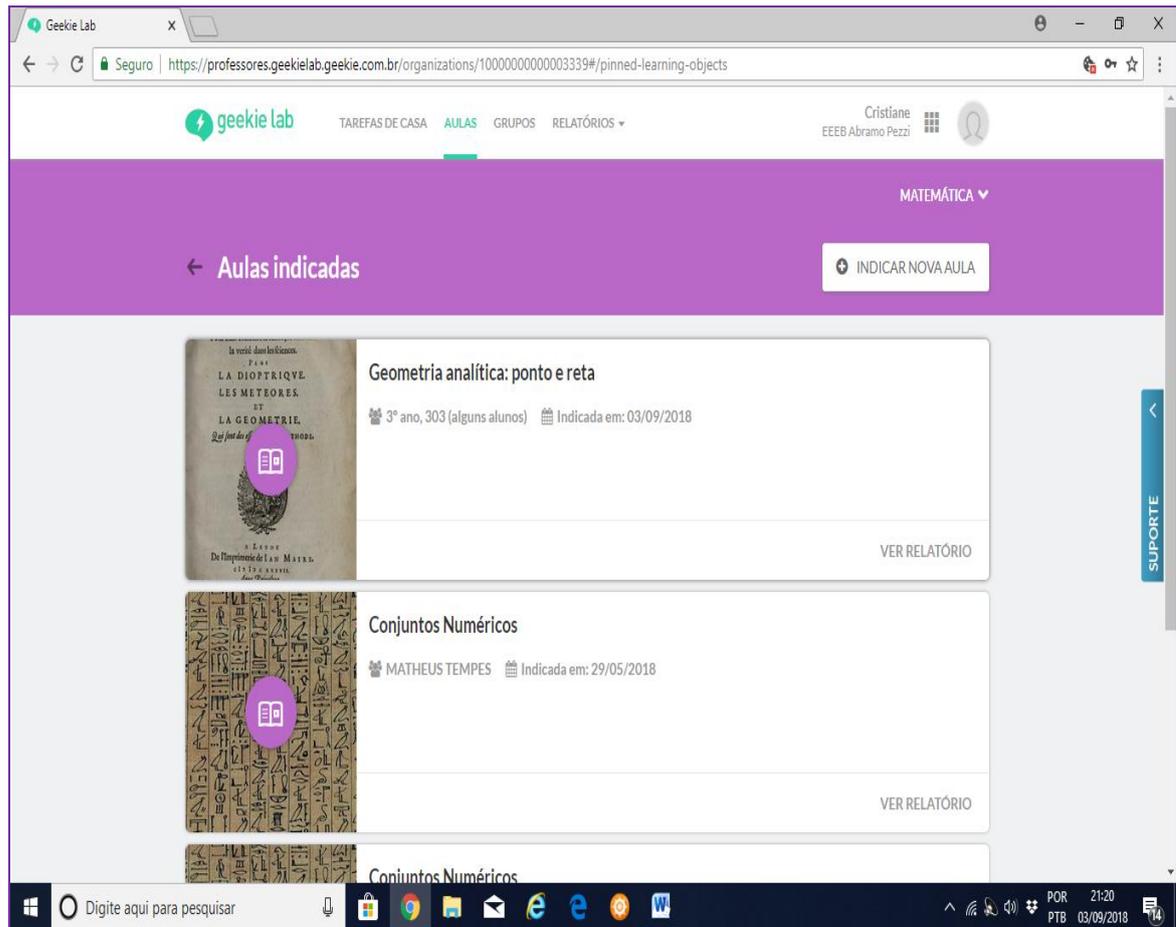
## GEEKIE LAB – VÍDEO AULA INDICADA AOS ESTUDANTES

The screenshot displays a web browser window with the following elements:

- Browser Tab:** "Geometria analítica: pont..."
- Address Bar:** "Seguro https://alunos.geekielab.geekie.com.br/sgpzfmdIZWtpZWlkchklEgXpCmdhbmI6YXRpb24Yi5qE\_qbe4REM/learning\_object/54de49dc7e179b0017bf86d67\_ga=None&standalon..."
- Page Header:** "2 de 27" and "Geometria analítica: ponto e reta".
- Section Title:** "Vídeo 1: Introdução à geometria analítica".
- Video Player:** A video player showing a grid with a point labeled "O(1, 2)". The player includes a play button, a progress bar at 02:15, and the Vimeo logo.
- Left Sidebar:** A navigation menu with the following items:
  - Geometria analítica: ponto e reta
  - Vídeo 1: Introdução à geometria analítica (highlighted)
  - Você viu no Vídeo 1
  - Pratique
  - Questão 1
  - Questão 2
  - Vídeo 2: Distância entre dois pontos
- Right Sidebar:** A vertical button labeled "SUPPORTE".
- Taskbar:** Windows taskbar at the bottom showing the search bar "Digite aqui para pesquisar", application icons (Chrome, File Explorer, Mail, Edge, Office), and system tray information: "POR 21:18 PTB 03/09/2018".

## APÊNDICE V

## GEEKIE LAB – AULA INDICADA AOS ESTUDANTES – PONTO E RETA



The screenshot displays the Geekie Lab web interface. At the top, the browser address bar shows the URL: <https://professores.geekielab.geekie.com.br/organizations/10000000000003339#/pinned-learning-objects>. The website header includes the Geekie Lab logo, navigation tabs for 'TAREFAS DE CASA', 'AULAS', 'GRUPOS', and 'RELATÓRIOS', and a user profile for 'Cristiane EEEB Abramo Pezzi'. A purple banner at the top right indicates the subject 'MATEMÁTICA'. Below this, the page title is '← Aulas indicadas' with a button 'INDICAR NOVA AULA'. The main content area lists two lessons:

- Geometria analítica: ponto e reta**  
3º ano, 303 (alguns alunos) | Indicada em: 03/09/2018  
VER RELATÓRIO
- Conjuntos Numéricos**  
MATHEUS TEMPES | Indicada em: 29/05/2018  
VER RELATÓRIO

The bottom of the image shows the Windows taskbar with the search bar and system tray.

The screenshot shows a web browser window with the address bar displaying a URL from Geekie Lab. The page title is "Escolha as questões (3)" and the subject is "GEOMETRIA ANALÍTICA: PONTO E RETA (EM)". A "CONTINUAR" button is visible in the top right. The page contains three questions, each with a "VER MAIS" link and a "SUPPORTE" button on the right side.

**Question 1:** (FEI)  
Dados um triângulo de vértices  $(1, 1)$ ,  $(3, 1)$ ,  $(-1, 3)$ , o baricentro (ponto de encontro das medianas) é  
A.  $\left(1, \frac{3}{2}\right)$

**Question 2:** (FGV-SP)  
Considere um ponto P do plano cartesiano, situado no 1º quadrante, pertencente à reta de equação  $y = 2x$ , e cuja distância à reta  $y = x$  é igual a  $\sqrt{2}$ .  
A soma das coordenadas de P é:  
A. 6

**Question 3:** (ENEM)  
Um bairro de uma cidade foi planejado em uma região plana, com ruas paralelas e perpendiculares, delimitando quadras de mesmo tamanho. No

## APÊNDICE VI

## ATIVIDADE DE EXPERIMENTAÇÃO



Mestranda: Cristiane Bonetti Cembranel

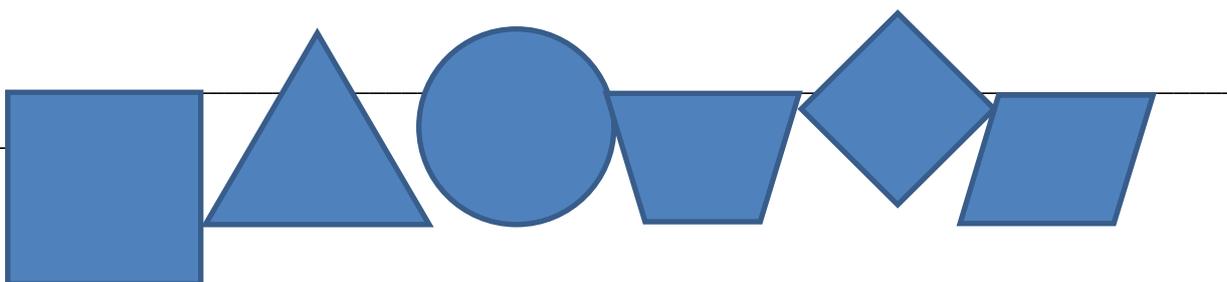
**[criscembranel@gmail.com.br](mailto:criscembranel@gmail.com.br)**

**Mestrado Profissional em Ciências e Matemática**  
**ATIVIDADE EXPERIMENTAL DE MATEMÁTICA**

**Instruções:**

- formar grupos de 5 pessoas e escolher um instrutor.
- o instrutor não poderá dispor de nenhum material de medida e nem poderá mostrar a folha com a atividade para o seu grupo.
- o grupo poderá utilizar régua, papel sulfite, lápis e borracha.
- todos os componentes deverão seguir as orientações do instrutor.

**Sem mostrar a imagem abaixo oriente o seu grupo a realizar o desenho das seguintes figuras planas na folha sulfite.**

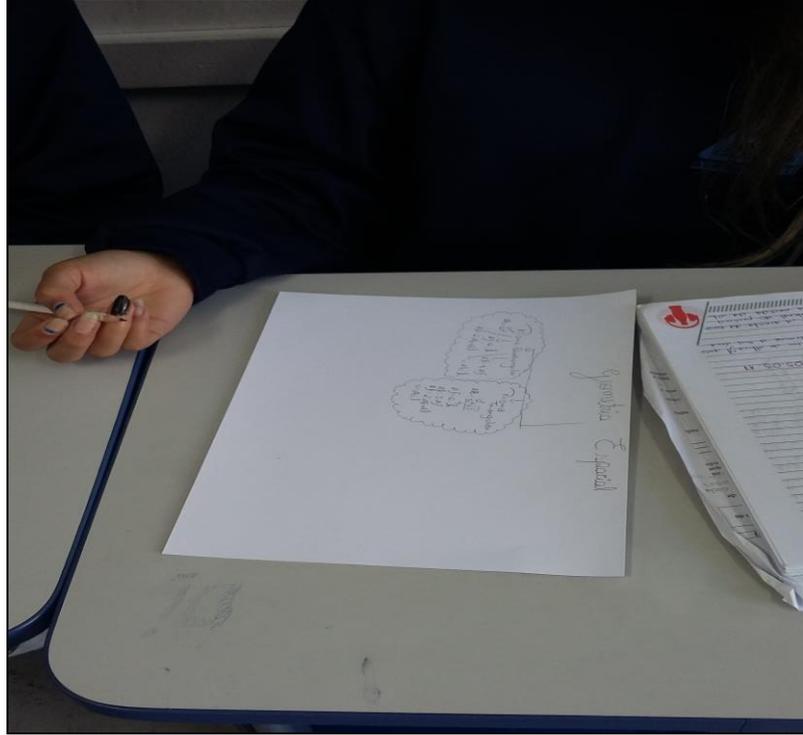


**APÊNDICE VII**  
**REALIZAÇÃO DAS ATIVIDADES DE EXPERIMENTAÇÃO PELOS**  
**ESTUDANTES**



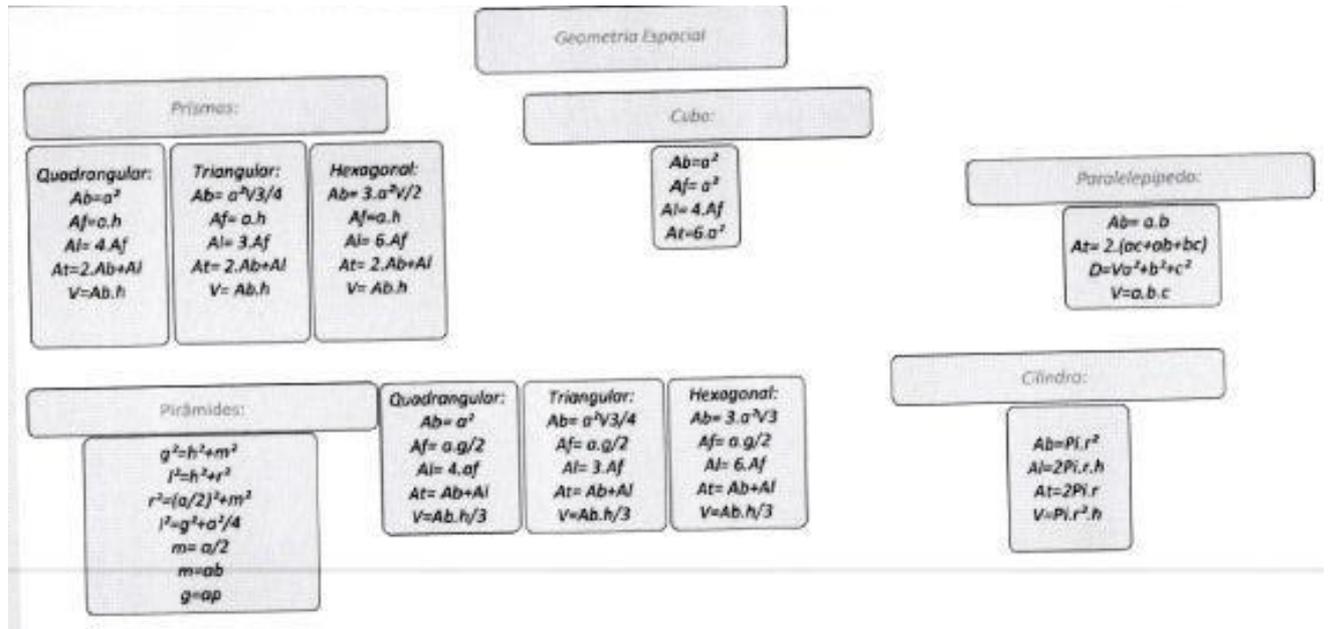
## APÊNDICE VIII

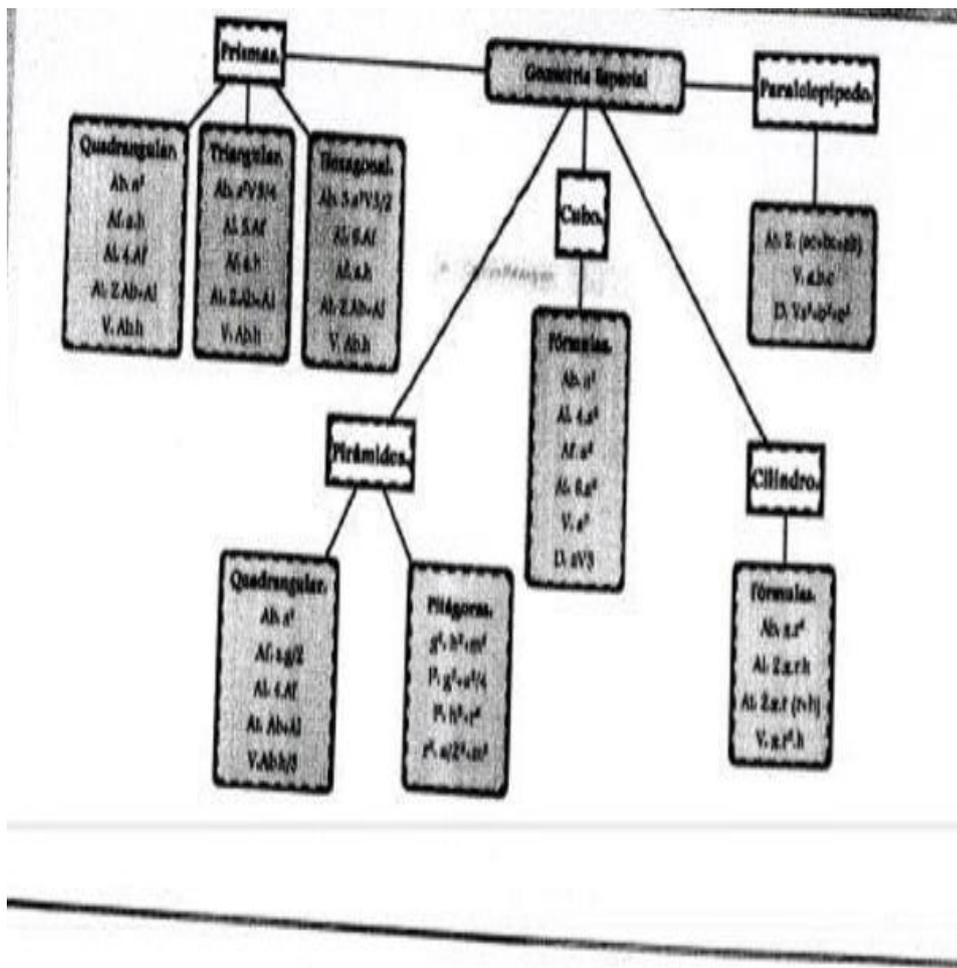
### MAPAS MENTAIS E CONCEITUAIS

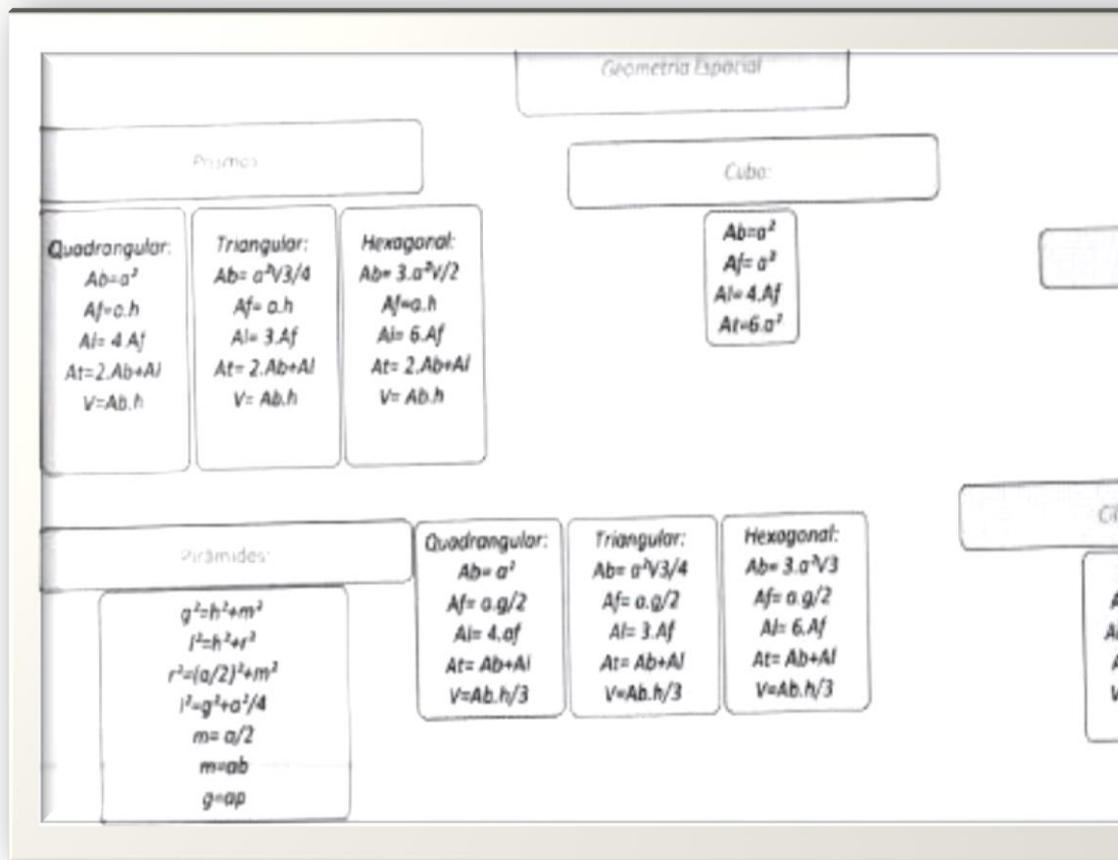


## APÊNDICE IX

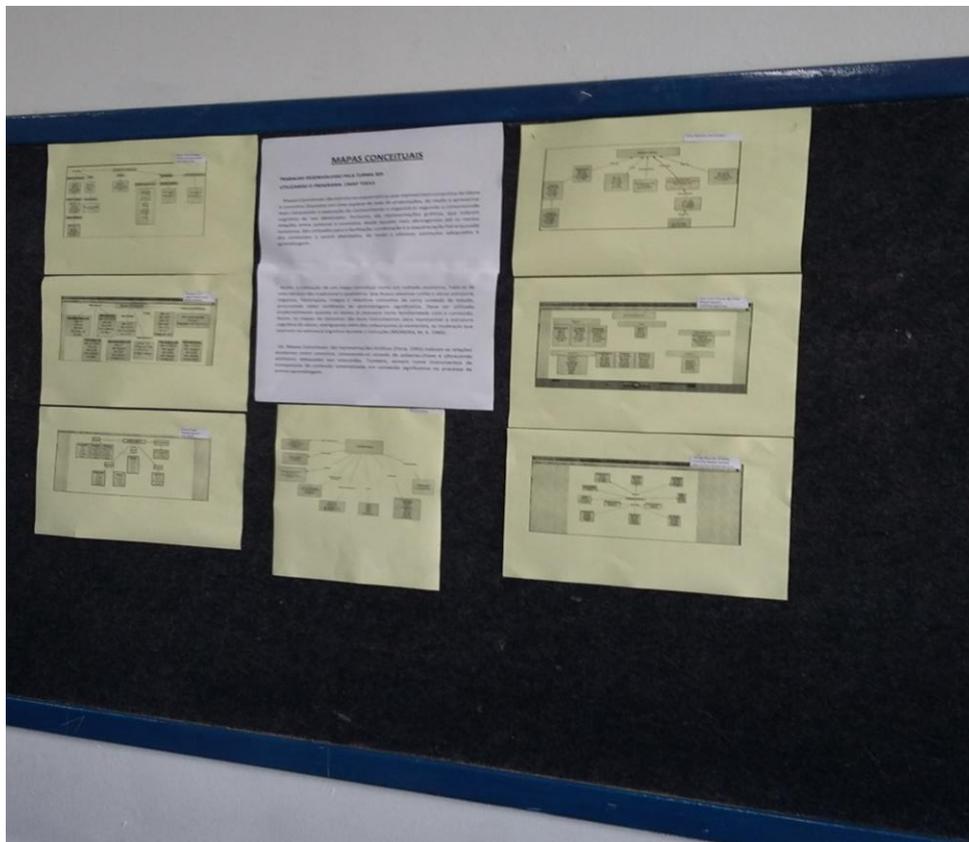
### MAPAS CONCEITUAIS CONSTRUÍDOS PELA TURMA ALVO







**APÊNDICE X**  
**PAINEL FOTOGRÁFICO DE MAPAS CONCEITUAIS CONSTRUÍDOS PELA**  
**TURMA ALVO**



**APÊNDICE XI****ATIVIDADE NA PLATAFORMA PHET**

**Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática**

**Atividade de estágio de Mestrado**

**Mestranda Cristiane Bonetti Cembranel**

Nome: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_ Turma: \_\_\_\_\_

➤ Pedir aos alunos que façam previamente a pesquisa das seguintes questões:

- 1) Qual é a diferença entre Geometria Plana, Geometria Espacial e Geometria Analítica?
- 2) Pesquise o conceito de geometria analítica;
- 3) Defina o conceito de ponto, reta e plano;
- 4) Defina plano cartesiano

## APÊNDICE XII

### SLIDES – FORMAS DE MELHORAR A MEMORIZAÇÃO

#### DICAS PARA MELHORAR A MEMÓRIA



#### 1º FAÇA EXERCÍCIOS FÍSICOS

A liberação de endorfinas gera uma sensação de relaxamento físico e mental.



## 2º CUIDE DA ALIMENTAÇÃO

- Alimentação leve e equilibrada é extremamente necessária para o sistema nervoso funcionar perfeitamente.
- Antioxidantes
- Ômega 3
- Café em doses moderadas.



## 3º BEBA ÁGUA

- A carência de água desidrata o organismo como um todo, e o cérebro é um dos primeiros órgãos a sentir.
- Sensação de cansaço e dificuldade de concentração.



## 4º ANOTE

- Confiar na memória pode não ser uma boa opção, pois, estamos sujeitos a lapsos de memória.
- Dica: anotar em agendas físicas ou blocos de anotações e deixar sempre a mostra.



## 5º SEJA ORGANIZADO

- Manter os ambientes organizados como casa, carro e trabalho ajudam no bom funcionamento da memória.
- Dica: um lugar para cada coisa uma coisa para cada lugar.

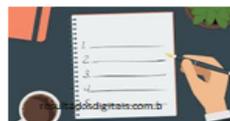
## 6º MANTENHA O CHECK UP EM DIA

- Fazer exames periodicamente é fundamental para o bom funcionamento do organismo como um todo.
- Dica: ficar atento a pequenas modificações da memória.



## 7º FAÇA LISTAS

- O simples fato de descrevê-las é uma estratégia de memorização.
- Dica: escrita manual ativa dopamina a qual é muito benéfica para o bom funcionamento cerebral.



## 8º CONSUMA CULTURA

- Atividades intelectuais variadas mantêm a memória em forma.
- Dica: ler, ir ao cinema, fazer um curso de línguas e conversar com os amigos.



© Can Stock Photo - 66602783

## 9º LEITURA

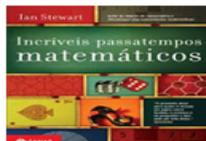
- A leitura é uma grande aliada para estimular a memória.
- 



Dica: fazer um resumo daquilo que está lendo.

## 10º ABUSE DOS PASSATEMPOS

- Os passatempos desafiam a mente e são capazes de refinar a capacidade de atenção. O cérebro precisa ser estimulado e treinado como se fosse um músculo.
- Dica: passatempos como caça-palavras, palavras cruzadas, sudoku, ilusão de ótica.



## 11º PRESTE MAIS ATENÇÃO

- Identifique prioridades e foque em sua execução.
- Dica: focar na leitura, atividade ou conversa em qual está fazendo.

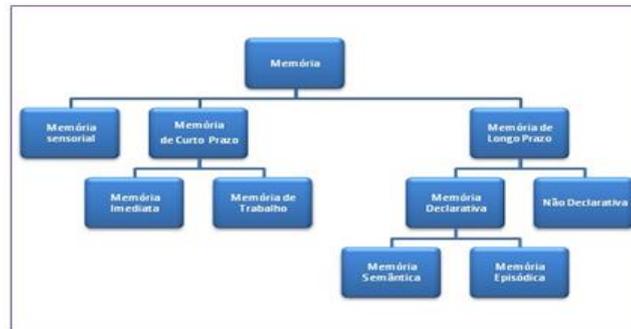
## **12º BUSQUE ASSOCIAR**

- Sempre que aprender algo novo, procure associar em algo que já conheça, pois isso facilita a memorização. A técnica de associação faz com que o cérebro crie conexões que ajudam a reviver lembranças. Aquilo que emociona é mais fácil de lembrar.
- Dica: quanto mais absurdas as associações mais fácil de se lembrar delas.

## **13º COMPREENDA**

- A memorização não pode ocorrer apenas pela repetição.
- Memória de trabalho/memória de curto prazo.
- Memória de longo prazo.

## Tipos de Memórias



### MEMÓRIA DE CURTO PRAZO

- Tem duração de poucos minutos, ou seja, até que a informação é usada. A informação é registrada temporariamente.



### MEMÓRIA DE LONGO PRAZO

- Permite que façamos leituras, identificar pessoas, recordar episódios.
- A duração e capacidade é ilimitada.
- Envolve as emoções.

## 14º PEQUENAS MUDANÇAS

- Cuidado para não cair no “automático”. A maneira de “envelhecer” a memória e o cérebro é fazer sempre o mesmo. Fazer coisas de forma diferente estimula e enriquece as redes neurais.
- Dicas: teste novo trajeto diário, escovar os dentes com a mão que não usa habitualmente.

## 15º NÃO SE AUTO MEDIQUE

- Principalmente os remédios para dormir podem alterar a capacidade de memorização.



## 16º REVIVA AS EMOÇÕES

- Memórias ligadas as emoções são mais facilmente fixadas.
- Dicas: reviver as memórias boas, rever fotos, remontar momentos mentalmente.



## 18º DESCANSE

- O bom funcionamento cerebral depende do descanso físico e mental. A importância do ócio criativo.
- Dicas: dormir 8 horas, tirar férias.

## 19º RABISQUE

- Rabiscar trata-se de uma tática de memorização. Rabiscar enquanto se recebe informações não visuais aumenta a capacidade de memorização.



FSARDENBERG.DEVIANTART.COM  
FACEBOOK.COM/RABISKETCH  
INSTAGRAM.COM/FSARDENBERG

## 20º ADMINISTRE O STRESSE

- O stresse eleva o nível do hormônio cortisol, chamado hormônio do “Stresse”.
- Quando estamos estressados modificamos a nossa respiração causando desequilíbrio no organismo, o que prejudica a memória.



## 21º CONTROLE A ANSIEDADE

- Processo muitas vezes involuntário, no entanto, pode se transformar em transtorno.
- O resultado da ansiedade são processos cerebrais mais lentos afetando a memória e causando problemas de atenção e concentração.



## 22º EVITE BEBIDAS ALCOÓLICAS

- O álcool afeta diretamente o sistema nervoso central interferindo nos processos de atenção e memória.



## Treino de Memória

➤ Para melhorar a sua **memória visual, auditiva e tátil**, **observe** detalhadamente uma **moeda** de 25 centavos e outra de 1 real, estudando bem as **semelhanças e diferenças** de cada uma. Após um minuto, cubra-as com um papel e tente **desenhá-las** com o maior número possível de detalhes. **Avalie seu desempenho**, comparando as moedas.

## Esqueceu?

Se você sempre **esquece** se tomou ou não o seu remédio, acostume-se a **conversar consigo mesmo**, dizendo algo como: “Missão cumprida, já tomei meu remédio hoje”, logo depois de bebê-lo.

## Concentração X Ponto fixo

- Para treinar, fixe um objeto de mais ou menos 5 centímetros de diâmetro à sua frente, na parede. Deixe todos os outros pensamentos de lado enquanto estiver olhando aquele ponto e volte a seu foco de atenção sempre que necessário.
- Repita o exercício por 3 minutos, todos os dias

### Resgate de dados

- Para treinar essa capacidade, fale, em voz alta, durante um minuto, o que você consegue comprar com uma nota de 1 real e com uma nota de 10 reais.

### E para terminar

Para melhorar a **concentração**: sem escrever, escolha uma palavra e solete-a de trás para a frente.



 Escola de Ensino Médio Instituto de Ensino - IEE - Centro de São Paulo - São Paulo, Avenida Paulista R. General Mota de Azevedo, 1900 - Centro de São Paulo CEP: 01308-900 - Fone: (11) 5255-1580		Curso: Curso Ensino Médio Coleção: 2007 - 2009 Série: 3ª Série Componente Curricular: Álgebra Matricial Regente: <i>Kleber R. R. R. Filho</i>		Diário de Classe / Período: Segunda Quinzena Turma: 311 Anos: 2008			
NR	NOME DO ALUNO	PROVA	CONDIÇÕES	M	AVG	OT	Revisão
1	Alves Wilson Ricardo Feres		Exatidão em 100% (100%)	1			
2	Alves Wilson Ricardo Feres		Exatidão em 100% (100%)	2			
3	Alves Wilson Ricardo Feres			3			
4	Alves Wilson Ricardo Feres			4	25		
5	Alves Wilson Ricardo Feres			5	22		
6	Alves Wilson Ricardo Feres			6	40		
7	Alves Wilson Ricardo Feres			7	42		
8	Alves Wilson Ricardo Feres			8	12		
9	Alves Wilson Ricardo Feres			9	41		
10	Alves Wilson Ricardo Feres			10	22		
11	Alves Wilson Ricardo Feres			11	20		
12	Alves Wilson Ricardo Feres			12	10		
13	Alves Wilson Ricardo Feres			13	14		
14	Alves Wilson Ricardo Feres			14			
15	Alves Wilson Ricardo Feres			15	22,5		
16	Alves Wilson Ricardo Feres			16			
17	Alves Wilson Ricardo Feres			17	22,5		
18	Alves Wilson Ricardo Feres			18			
19	Alves Wilson Ricardo Feres			19	22		
20	Alves Wilson Ricardo Feres			20	46		
21	Alves Wilson Ricardo Feres			21			
22	Alves Wilson Ricardo Feres			22			
23	Alves Wilson Ricardo Feres			23	26		
24	Alves Wilson Ricardo Feres			24	5		
25	Alves Wilson Ricardo Feres			25			
26	Alves Wilson Ricardo Feres			26	1		
27	Alves Wilson Ricardo Feres			27	24		
28	Alves Wilson Ricardo Feres			28	22		
29	Alves Wilson Ricardo Feres			29	5,5		
30	Alves Wilson Ricardo Feres			30	44		
31	Alves Wilson Ricardo Feres			31	15,5		
32	Alves Wilson Ricardo Feres			32	15,5		
33	Alves Wilson Ricardo Feres			33	45		
34	Alves Wilson Ricardo Feres			34	10,5		

## APÊNDICE XIV

### QUESTIONÁRIO FINAL APLICADO AOS ESTUDANTES



UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL  
 PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA  
 MESTRADO PROFISSIONAL  
 MESTRANDA: CRISTIANE BONETTI CEMBRANEL

Nas questões abaixo as quais apresentam alternativas, favor assinalar apenas uma.

- 1) No seu entendimento quais são as emoções as quais poderiam interferir na sua aprendizagem? Justifique sua resposta.  
 raiva  medo  ansiedade
- 2) O que, na sua opinião, mais interfere na aprendizagem de matemática?  
 falta de estudo e empenho por parte do aluno  
 falta de paciência do professor em explicar o conteúdo  
 estratégias e metodologias ultrapassadas por parte do professor
- 3) A relação estabelecida entre aluno e professor é importante na aprendizagem da matemática?  
 sim  não Por que? \_\_\_\_\_
- 4) O que você acha que deveria mudar nas aulas de matemática que poderia favorecer a sua aprendizagem?  
 \_\_\_\_\_
- 5) Você acha que o uso de tecnologias educacionais favoreceriam a aprendizagem da matemática?  
 sim  não
- 6) Para que você aprendesse matemática significativamente o que você acha que seria importante?  
 aulas contextualizadas  uso de materiais concretos  uso das tecnologias digitais
- 7) Para que a aprendizagem de matemática ocorra o que você considera importante?  
 métodos diferenciados  aulas diferenciadas  professor carismático  aluno mais interessado

## APÊNDICE XV

### QUESTIONÁRIO FINAL RESPONDIDO POR ESTUDANTES

UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL   
 PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA  
 MESTRADO PROFISSIONAL  
 MESTRANDA: CRISTIANE BONETTI CEMBRANEL

Nas questões abaixo as quais apresentam alternativas, favor assinalar apenas uma.

- 1) No seu entendimento quais são as emoções as quais poderiam interferir na sua aprendizagem? Justifique sua resposta.  
 raiva  medo  ansiedade
- 2) O que, na sua opinião, mais interfere na aprendizagem de matemática?  
 falta de estudo e empenho por parte do aluno  
 falta de paciência do professor em explicar o conteúdo  
 estratégias e metodologias ultrapassadas por parte do professor
- 3) A relação estabelecida entre aluno e professor é importante na aprendizagem da matemática?  
 sim  não  
 Por que?  
Por que com o bom relacionamento permite dialogar entre ambas as partes, em dúvidas.
- 4) O que você acha que deveria mudar nas aulas de matemática que poderia favorecer a sua aprendizagem?  
métodos de explicação interagindo e inovando maneiras de explicação
- 5) Você acha que o uso de tecnologias educacionais favoreceriam a aprendizagem da matemática?  
 sim  não
- 6) Para que você aprendesse matemática significativamente o que você acha que seria importante?  
 aulas contextualizadas  uso de materiais concretos  uso das tecnologias digitais
- 7) Para que a aprendizagem de matemática ocorra o que você considera importante?  
 métodos diferenciados  aulas diferenciadas  professor carismático  aluno mais interessado

## APÊNDICE XVI

### TABELA COM DADOS DO QUESTIONÁRIO FINAL APLICADO AOS ESTUDANTES AUTO AVALIAÇÃO

CRITÉRIOS AVALIATIVOS	PERCENTUAL DE ESTUDANTES AVALIADOS				
	Discordo plenamente	Discordo	Parte concordo parte discordo	Concordo	Concordo plenamente
1- As emoções como a raiva o medo e a ansiedade podem interferir sua aprendizagem.	0%	0%	4 %	44%	51%
2- A falta de estudo e interesse do aluno interfere na aprendizagem	0%	0%	4 %	33%	63%
3- A falta de paciência do professor interfere na aprendizagem	0%	0%	0 %	33%	71%
4- As estratégias e metodologias ultrapassadas por parte do professor interferem na aprendizagem.	0%	0%	18 %	44%	37%
5- A relação estabelecida entre aluno e professor é importante na aprendizagem da matemática	4%	0%	0 %	41%	51%
6- O uso de tecnologias educacionais favorecem a aprendizagem de matemática.	0%	7%	11 %	37%	44%
7- O uso de estratégias educacionais são importantes e favorecem a aprendizagem.	0%	0%	7 %	33%	59%
8- A memorização dos conteúdos é favorecida com estratégias diferenciadas de aprendizagem.	0%	0%	0 %	22%	59%
9- Para que a aprendizagem seja consolidada é necessário rever o conteúdo de diversas maneiras.	4%	0%	0 %	33%	63%
10- O aluno é o maior responsável pela sua aprendizagem.	4%	4	4 %	44%	30%
11- A leitura é uma forma de melhorar a memorização do conteúdo.	0%	4	4 %	37%	30%
12- A repetição de atividades é uma forma de memorizar o conteúdo.	0%	0%	0 %	44%	48%
13- Organizar conteúdos em forma de mapas conceituais.	0%	0%	26 %	33%	41%
14- A mudança de ambiente contribui para a aprendizagem.	0%	4	11 %	59%	59%
15- A mudança de configuração da sala de aula- sala de aula invertida contribui para a aprendizagem.	0%	4	11 %	30%	33%
16- O trabalho de matemática o qual exige materiais manipuláveis contribui para a aprendizagem.	4%	3	4 %	44%	44%
17- O uso de tecnologias como SV, a plataforma GEEKIE, Kahoot, Cemaptools podem contribuir para a consolidação das memórias e fazer o aluno memorizar o conteúdo.	0%	3	7 %	48%	48%





**2018**

**GUIA DIDÁTICO**

**NEUROCIÊNCIAS UM SABER EFETIVO PARA A  
CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO  
MATEMÁTICO**

CRISTIANE BONETTI CEMBRANEL

**CARO PROFESSOR .....**

Este Guia Didático é composto de uma Sequência Didática Interativa (SDI) foi a qual foi planejada para aplicar com os professores e estudantes do terceiro ano do Ensino Médio. Ela desenvolvida e preparada para orientá-lo na elaboração de material didático a ser utilizado em salas de aulas e cursos de formação de professores. O texto o qual constitui este guia foi escrito a partir de elementos da dissertação de mestrado acadêmico-profissional cujo título é “NEUROCIÊNCIAS: UM SABER IMPORTANTE PARA EFETIVA CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO MATEMÁTICO”. O principal objetivo desse material é compartilhar as etapas da elaboração desse estudo, procurando atender necessidades da educação em relação às estratégias de ensino com embasamento em conhecimentos neurocientíficos. Assim sendo, essa SDI está dividida em duas partes. Na primeira – Introdução - onde serão apresentados uma breve iniciação sobre as Neurociências, e embasamento teórico baseado na teoria de Vigotsky e os conceitos de uma SDI. Na segunda parte – Planejamento da Sequência Didática Interativa e aplicação e foi dividida em oito Unidades Didáticas (UD) - na primeira UD uma atividade de sensibilização para introdução do assunto sobre Neurociências e estratégias de aprendizagem junto aos professores – na segunda UD estratégias de aprendizagem para trabalhar com o Google Drive e Geekie Lab – na terceira UD uma proposta de experimento de matemática envolvendo a geometria plana- na quarta UD mapas conceituais utilizando a ferramenta Cmap tools – na quinta UD técnicas de memorização para trabalhar com os estudantes – na sexta UD confecções de figuras espaciais com a utilização de materiais manipuláveis – na sétima UD simuladores virtuais utilizando a plataforma Phet e na oitava UD uma proposta de jogo interativo com uso da plataforma Kahoot. A SDI por sua vez demonstrou excelentes resultados e indícios muito positivos na memorização e aprendizagem dos estudantes.

Desejo uma excelente leitura e uma promissora aplicação da SDI tendo a certeza que os estudantes terão uma enriquecedora experiência, assim com foi a minha no desenvolvimento e elaboração do trabalho.

**Cristiane Bonetti Cembranel**

## 1. INTRODUÇÃO

Nos tempos atuais, a preocupação de educadores em relação a motivação, memorização e formas como o estudante processa e consolida a aprendizagem está em evolução.

Diante das mudanças sociais refletidas em nossas salas de aulas, originadas, principalmente, pelos inúmeros avanços tecnológicos, os quais nos geram informações de forma rápida e atrativa, faz-se necessária uma cultura de aprendizado que possibilite a construção do conhecimento. Para isso, é imprescindível que seja explorado e estimulado o potencial dos nossos alunos. Nesse sentido, os profissionais da educação precisam estar preparados para suas funções, de modo que acompanhem as mudanças educacionais, os avanços tecnológicos e compreendam o funcionamento do cérebro do educando. De acordo com Fonseca: “O professor tem o dever de preparar os estudantes para pensar, para aprender a serem flexíveis, ou, seja, para serem aptos a sobreviver na nossa aldeia de informação acelerada” (FONSECA, 1998, p.315).

O objetivo desta pesquisa é buscar suportes teóricos os quais contribuam para a construção de uma resposta mesmo que provisória, no entanto sustentada pela pesquisa científica, a respeito da contribuição das neurociências para a formação do professor e melhoria da aprendizagem dos alunos. A pesquisa buscou respostas para o questionamento sobre as contribuições que as Neurociências oferecem hoje, e quais os conhecimentos o professor poderá utilizar em sua prática que poderão favorecer a aprendizagem da matemática.

As Neurociências não devem ser analisadas apenas como uma disciplina, mas sim um conjunto de ciências cujo sujeito de averiguação é o sistema nervoso. Em especial o interesse com a atividade do cérebro se relaciona com a aprendizagem e a conduta. O propósito geral das Neurociências, declarada por Kandel, Schwartz e Jessel (1997), é compreender como o encéfalo produz a marca individual da ação humana. O termo Neurociências inclui, pois, segundo Blakemore e Frith (2000) todos os tipos de estudo do cérebro.

As pesquisas relatam que o emprego das Neurociências na educação veio ajudar a compreender melhor o ensino-aprendizagem dos educandos. O termo Neurociências é para a maioria dos neurocientistas algo fundamental à formação docente, visto que ela é como um grande guarda-chuva que abriga e protege as outras ciências em seu aspecto multidisciplinar. Sendo assim, para desenvolver um bom ensino é necessário que o professor com ajuda das Neurociências procure por estratégias que ajudem na realização desse fato.

É crescente as publicações em Neurociências e Educação, tanto na pesquisa quanto em aplicações didáticas (Salas Silva, 2008). Tabacow (2006) mostrou tal relação, especialmente na

formação docente. Para Bartoszeck (2007) a pesquisa em Neurociências por si não produz novas estratégias educacionais, mas pode elucidá-las. As pesquisas vêm abordando aspectos das Neurociências que afetam a educação e têm procurado promover a interação entre estas duas áreas de modo de haja contribuições recíprocas entre as ambas. Muitas pesquisas ainda precisarão ocorrer de modo que possam acontecer sugestões advindas da sala de aula, e que possam vir contribuir com os neurocientistas para que ocorram pesquisas efetivas. Goswami (2006) relata sua experiência ao divulgar o ambiente educacional:

Primeiramente é a imensa boa vontade que os professores e educadores tem para com as Neurociências- eles são muito interessados em Neurociências, eles sentem que nós temos o potencial de fazer descobertas importantes sobre a aprendizagem humana e estão ansiosos para aprender sobre essas descobertas e para contribuir com ideias e sugestões (GOSWAMI 2006, p.6).

## 2. NEUROCIÊNCIAS ALIADAS COM A TEORIA DE VYGOTSKY

Estimulada pelo pensamento de Vygotsky (2004), “a educação é a influência premeditada, organizada e prolongada no desenvolvimento de um organismo”. Nesse contexto, pensar a educação do adolescente e do ser humano de modo mais amplo é pensar num contexto de possibilidades de interações sociais intersubjetivas estabelecidas ou que se estabelecem num processo de trocas mediadas pelo conhecimento, pela cultura e pela história inerentes a todos os seres humanos. A educação, de acordo com a vertente da psicologia russa, é colocada em destaque, por partir do pressuposto de que os seres humanos apropriam-se da cultura para se desenvolver e também para que ocorra o desenvolvimento da sociedade como um todo. Sem a transmissão dos resultados do desenvolvimento sócio-histórico da humanidade seria impossível a continuidade do processo histórico. O interesse por Vygotsky, nessa perspectiva de estudo, análise e desenvolvimento humano, se dá principalmente pelo fato de que ele via o ser humano como possuidor de história, cultura e ferramentas culturais e sociais de transformação da realidade, possuidor de materiais que possibilitam a concreticidade das coisas vivas e inanimadas (DRAGO, 2009).

Atualmente, a relação entre o ensinar e aprender é um dos maiores desafios da educação. E as Neurociências trazem elementos os quais possam contribuir para a melhoria desses desafios. Um dos grandes objetivos desse estudo é que os estudantes possam compreender a aprendizagem de forma consciente e que possam acompanhar os avanços científicos e tecnológicos, transformá-los e utilizá-los em conhecimentos para sua vida fazendo contextualizações e melhoramento da memória.

Os programas de graduação e pós-graduação necessitam também modernizar seus currículos no sentido de mostrar aos posteriores docentes como abordar conceitos Matemáticos usando uma linguagem mais próxima ao cotidiano dos estudantes do Ensino Médio e também mostrando que conhecimentos relacionados às Neurociências poderão ser essenciais para a melhoria da aprendizagem.

A aproximação dos conteúdos matemáticos com o cotidiano dos estudantes e com as novas tecnologias ainda é um desafio dentro das instituições. Então concordo com Ostermann e Moreira (2001, p.43), quando ao enfatizarem que: “colocar todas estas reflexões na prática da sala de aula é ainda um desafio”.

A produção de conhecimento implica no exercício da curiosidade, da motivação e do conhecimento do professor sobre as diferentes maneiras que os estudantes processam o conhecimento na forma de transformação das memórias de trabalho em memórias permanentes. Por isso, Freire (1999) afirma não ter dúvida alguma do enorme potencial de estímulos e desafios à curiosidade que a tecnologia propõe a serviço das crianças e dos adolescentes. Por isso a inserção das TIC (Tecnologias de Informação e Comunicação) também como estratégias nas aulas de Matemática foram propostas. Além de proporcionar um momento lúdico para a inserção de alguns conceitos trabalhados, uma vez aliados na construção de conhecimentos para uma geração que está se tornando mais íntima de telas de cristal líquido do que de livros de papéis impressos.

É evidente, que no traçado das linhas do cotidiano, a influência de tecnologias está cada vez mais sofisticadas e que exigem novas habilidades a serem desenvolvidas. De acordo com a visão oficial sobre educação em relação ao ensino médio os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) recomendam que:

... os objetivos do ensino médio em cada área do conhecimento devem envolver, de forma combinada, o desenvolvimento de conhecimentos práticos, contextualizados, que respondam às necessidades da vida contemporânea, e o desenvolvimento de conhecimentos mais amplos e abstratos, que correspondam a uma cultura geral e a uma visão de mundo. (BRASIL, 1998, p. 207).

Uma das discussões está em torno da contextualização, a qual consiste em se fazer relações ao contexto do estudante e objeto; o papel do estudante como participante e não como sujeito indiferente; a ação de compreender, inventar, reconstruir; a relação com as áreas e aspectos presentes na vida social, pessoal e cultural do aluno, entre outros. O que, segundo Vigotsky (2004), prioriza a função mediadora da cultura e da linguagem na formação do ser humano, dando significado para o mesmo. Ele defende que a educação vai muito além do desenvolvimento das potencialidades individuais. Abrir espaços para tornar estudantes mais críticos, construir uma visão da matemática que esteja voltada para a formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para compreender, intervir e participar da realidade (BRASIL, 2002). Essas metas que se encontram nos documentos elaborados pelo Ministério da Educação (MEC), como por exemplo as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 2013).

### 3. SEQUÊNCIA DIDÁTICA (SDI)

As Sequências Didáticas Interativas (SDI) e Unidades Didáticas (UD) são estilos rotativos de idealização, preparação, mediação e coordenação das atividades construídas em sala de aula. Esta maneira de planejar ressalta os conhecimentos que o estudante traz, assinalando e colaborando para o desenvolvimento de propostas interdisciplinares. De acordo com Zabala (1998), a determinação de UD pode ser explicada como:

[...] um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos. [...] Estas unidades têm a virtude de manter o caráter unitário e reunir toda a complexidade da prática, ao mesmo tempo são instrumentos que permitem incluir as três fases de toda intervenção reflexiva: planejamento, aplicação e avaliação (ZABALA, 1998 p. 18).

A inserção das UD no ensino da matemática é uma metodologia de ensino que visa variar as formas de resgatar a construção do conhecimento no aluno, se apropriando de interações, crenças, valores, sentimentos e desejos, afetando as relações e, conseqüentemente, o processo de aprender e memorizar de forma efetiva. As Unidades Didáticas Interativas (UDI) são instrumentos que permitem incluir as três fases de toda intervenção reflexiva: planejamento, aplicação e avaliação.

O objetivo geral desta sequência, que é identificar os conhecimentos necessários em relação às Neurociências que através de estratégias diferenciadas estimulem e auxiliem o desenvolvimento do processo ensino-aprendizagem da matemática.

A proposta de trabalho a partir da SDI está fundamentada na pesquisa qualitativa. Como as SDI nos dão uma liberdade de planejamento, foram observadas muitas peculiaridades de uma escola popular, dentre elas a flexibilidade do currículo e o calendário escolar.

Coerente com esses referenciais, a proposta de construção e aplicação da SDI ocorreu devido à liberdade de planejamento que pode ser utilizado. O planejamento da mesma foi projetada para qualquer educador possa utilizá-la, e deixando-a aberta para modificações em relação à ordem das atividades propostas.

### **3.1 Planejamento da SDI**

- 1.** Desenvolver uma Sequência Didática Interativa (SDI), constituída de 08 (oito) Unidades Didáticas (UD), para apoio do professor despertando o interesse nas Estratégias e conhecimentos de Neurociências.
- 2.** Subsidiar e motivar os professores de Matemática a introduzirem em suas aulas atividades as quais façam uso das TCs e estratégias diferenciadas de aprendizagem.
- 3.** Promover conhecimentos significativos e propor atividades desafiadoras, as quais favoreçam e promovam a organização de um pensamento lógico matemático visando a consolidação das memórias e aprendizagem significativa.

#### 4. DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS A PARTIR DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INTERATIVA (SDI)

**4.1 Primeira Unidade Didática (UD) - Atividade Introdutória com os professores - Saberes Importantes para o conhecimento do professor sobre Neurociências. Apresentação do projeto. Tempo aproximado 480 min.**

**Tema abordado: Saberes Importantes para o conhecimento do professor sobre Neurociências.**

**Questão a ser investigada e discutida:** Os saberes importantes para conhecimentos básicos dos professores sobre Neurociências para o favorecimento da aprendizagem dos estudantes.

##### **Objetivo geral**

- Verificar a eficiência da aprendizagem de Neurociências junto aos professores;
- Avaliar a possibilidade da aplicação dos conhecimentos relacionados às Neurociências;

##### **Objetivos específicos:**

- Sondar e resgatar os conhecimentos prévios dos professores sobre as neurociências;
- Reconhecer e descrever possíveis influências dos conhecimentos neurocientíficos para possível utilização em sala de aula.

##### **Justificativa**

Através da aplicação dessa estratégia, do aprofundamento de estratégias de ensino e aprendizagem das Neurociências deve ser buscado junto aos professores da escola em que a pesquisa será aplicada. Na escola muitas vezes se fazem formações com os professores, no entanto, não se é explicado de forma clara os conceitos relacionados à formação cerebral do adolescente e sobre a sua aprendizagem. Baseada na filosofia de Vigotsky, que salienta: “ A educação dialógica parte da compreensão que os estudantes têm de suas experiências”.

**Material**

- Slides elaborados no PowerPoint.
- Projetor multimídia.

**Proposta metodológica:**

O projeto tratará da criação, análise, interpretação dos Slides sobre os princípios básicos das Neurociências. A metodologia de aplicação segue os princípios abaixo descritos:

**1ª etapa (PROVOCAR):** Propor aos professores uma discussão sobre o comportamento dos alunos, e analisar em conjunto as possíveis causas para a baixa aprendizagem;

**2ª etapa (DISPOR):** A partir disso, relacionar junto com os educadores as possíveis causas dos problemas relacionados às reprovações escolares;

**3ª etapa (INTERAGIR):** Explicação e interação sobre os slides dispostos em power point.

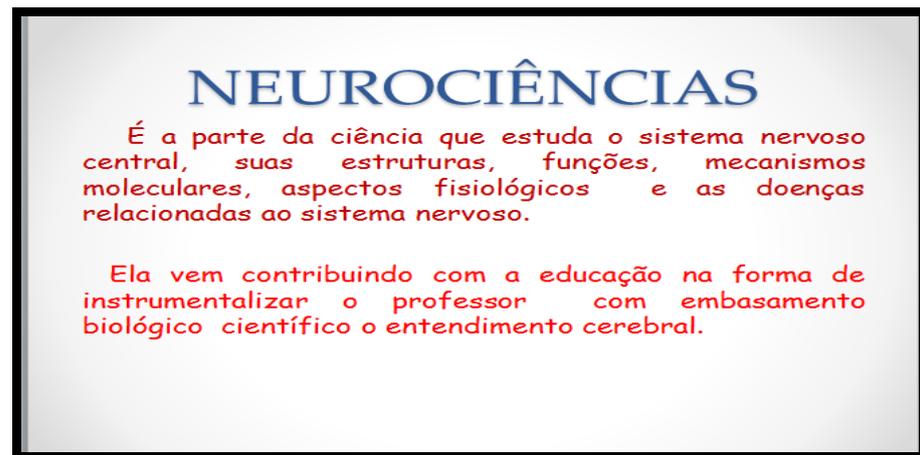
Abaixo seguem alguns, assuntos os quais foram transformados em slides com a ajuda do Power Point:

- ✓ As Neurociências dentro do contexto histórico;
- ✓ Os caminhos apontados pelas Neurociências;
- ✓ A definição do termo Neurociências;
- ✓ Explicação do que é aprendizagem;
- ✓ De que forma a aprendizagem transforma o cérebro do indivíduo;
- ✓ O que é inteligência?
- ✓ O professor tem como instrumento de trabalho o estudante. Quem é o estudante dos dias de hoje?
- ✓ Entendendo como o cérebro funciona (sinapses, neuroplasticidade);
- ✓ Funções cerebrais;
- ✓ Como aprendemos;
- ✓ Aprendizagem e as emoções;
- ✓ Característica da adolescência;
- ✓ Bloqueadores de aprendizagem;
- ✓ Memorização;

- ✓ Nativos digitais;
- ✓ Novas tecnologias para serem utilizadas em sala de aula.

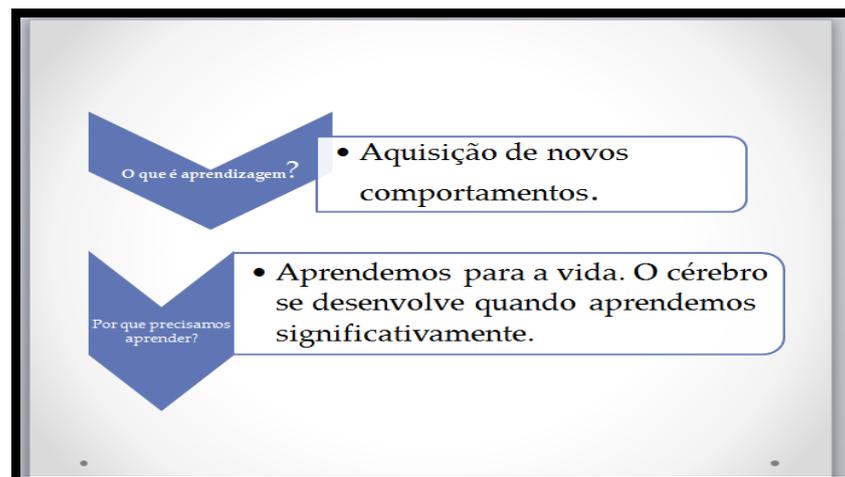
1) Iniciar a explanação dos slides sobre o conceito das neurociências:

**Figura 01: Conceito de Neurociências.**



**Fonte: própria autora , 2017.**

**Figura 02: Como ocorre a aprendizagem?**



**Fonte: própria autora , 2017.**

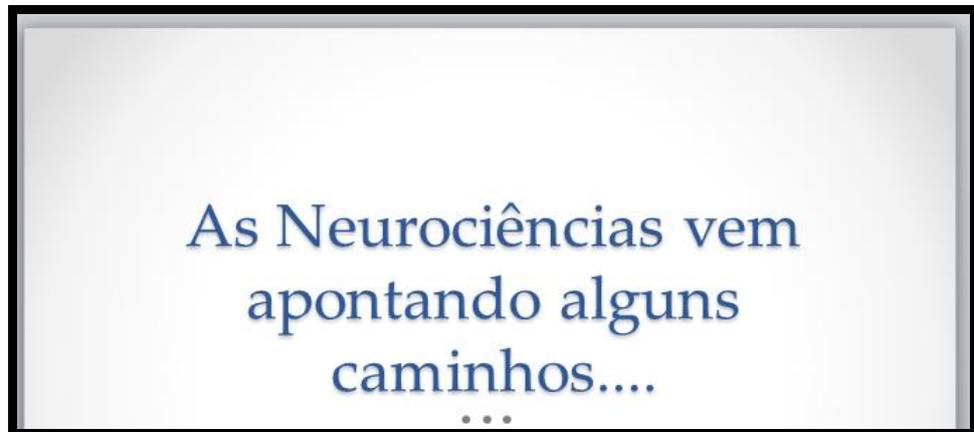
2. Como as Neurociências explicam as inteligências/ caminhos apontados pelas Neurociências:

**Figura 03: O que é a inteligência?**



Fonte: [ptdramstime.com](http://ptdramstime.com)

**Figura 04: Caminhos apontados pelas Neurociências**

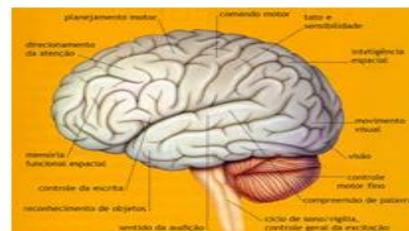
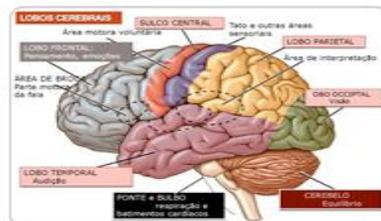


**Imagem Fonte: ptdramstime.com**

3. Entendendo uma célula neural e como o cérebro funciona:

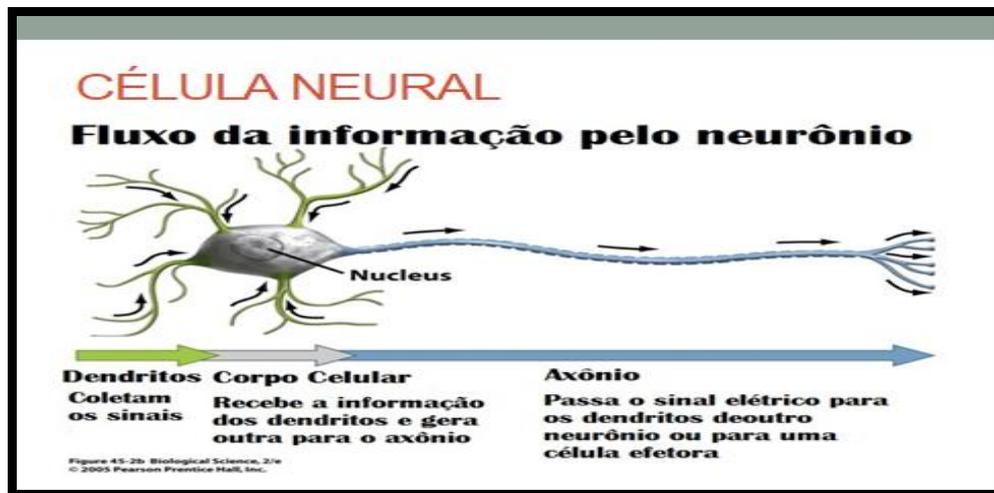
**Figura 05: O cérebro e a aprendizagem.**

## CÉREBRO E A APRENDIZAGEM



**Fonte: slideshere.net**

**Figura 06: Estrutura de uma célula neural.**



Fonte: [alabioquimica.blogspot.com](http://alabioquimica.blogspot.com)

4. O público abordado pelos educadores. Como ele o comportamento do público que lidamos diariamente.

**Figura 07: Slide com quem estamos lidando.**



Fonte: própria autora, 2017.

5. As melhores formas de aprendizagem. As memórias quando associadas às emoções são mais facilmente fixadas e as emoções favorecem a aprendizagem. Tudo que emociona fica na memória de longo prazo e dificilmente é esquecida:

**Figura 08: Formas de aprendizagem.**



Fonte: [brdepositphotos.com](http://brdepositphotos.com)

**Figura 09: Aprendizagem x emoções.**

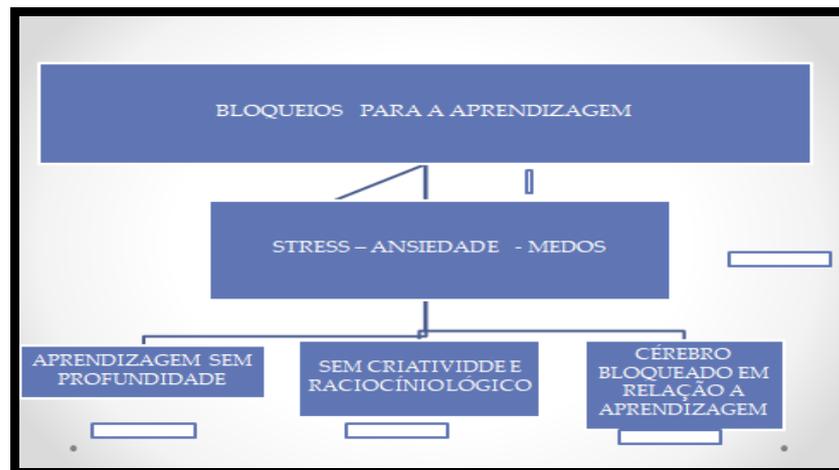


Fonte: [slideshare.net](http://slideshare.net)

6. Principais bloqueios de aprendizagem como o stress, a ansiedade e os medos resultam na aprendizagem superficial, sem explorar a criatividade. O cérebro fica bloqueado para novas aprendizagens não utilizando suas potencialidades. Principais características que os adolescentes apresentam.

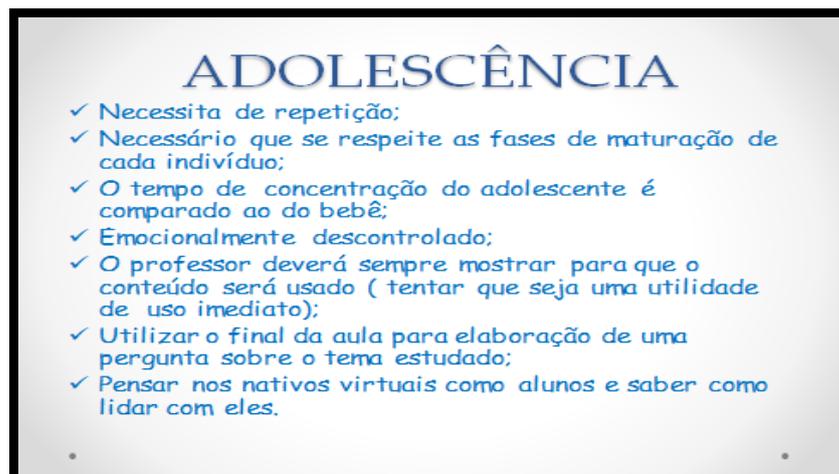
Analisando os comportamentos dos adolescentes:

**Figura 10: Bloqueios de aprendizagem.**



Fonte: própria autora, 2017.

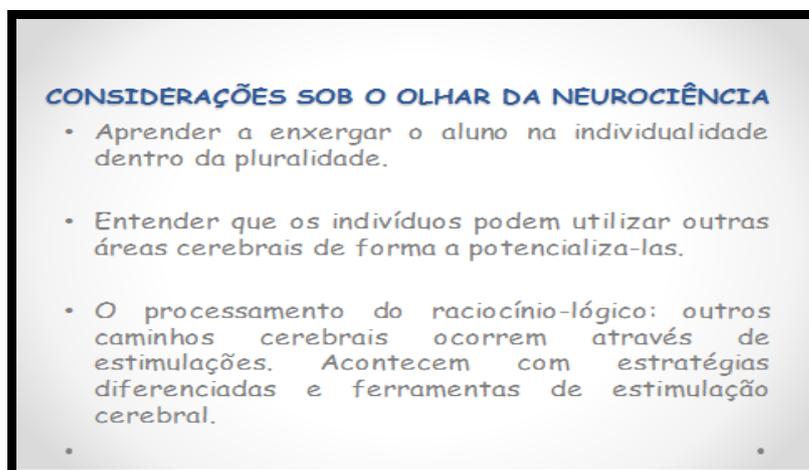
**Figura11: Características da adolescência.**



Fonte: própria autora, 2017.

## 7) Principais considerações sob o olhar das Neurociências:

**Figura 12: Considerações sob o olhar das Neurociências.**



**Fonte: própria autora, 2017.**

### **Avaliação**

Poderá ser sugerida a confecção de um mapa conceitual em duplas a respeito dos assuntos estudados. Em seguida cada dupla de professores poderá fazer considerações sobre o seu entendimento sobre o assunto abordado.

## **4.2 Segunda Unidade Didática (UD) - Utilizando o GOOGLE DRIVE e plataforma GEEKIE LAB como recursos de aprendizagem.**

**Tempo aproximado 100 min.**

**Tema abordado: Usando o Google Drive e Geekie Lab como recursos de aprendizagem**

**Questão a ser investigada e discutida:** A importância da utilização de recursos como o Google Drive e a plataforma Geekie Lab como auxiliar na aprendizagem da matemática e a melhoria da memorização.

### **Objetivo geral**

- Mostrar aos estudantes que recursos virtuais poderão ser úteis para a aprendizagem da matemática e melhoramento da memorização.

### **Objetivos específicos:**

- Sondar os conhecimentos dos alunos sobre o Google Drive;
- Inserir junto aos estudantes conceitos sobre a plataforma Geekie Lab.
- Cadastrar o email de todos os alunos para a inclusão da atividade;
- Explicar aos estudantes a importância de se usar um recurso com a possibilidade de compartilhamento de atividades;
- Construir um recurso favorável para a memorização dos conteúdos.

### **Justificativa**

Através destas atividades, buscar como ponto fundamental aprimorar os conhecimentos dos recursos de aprendizagem como o Google Drive e Geekie Lab e mostrar o quanto essas ferramentas poderão ser úteis para a aprendizagem da matemática, podendo, favorecer o estudo em qualquer ambiente, inclusive fora da escola.

**Materiais**

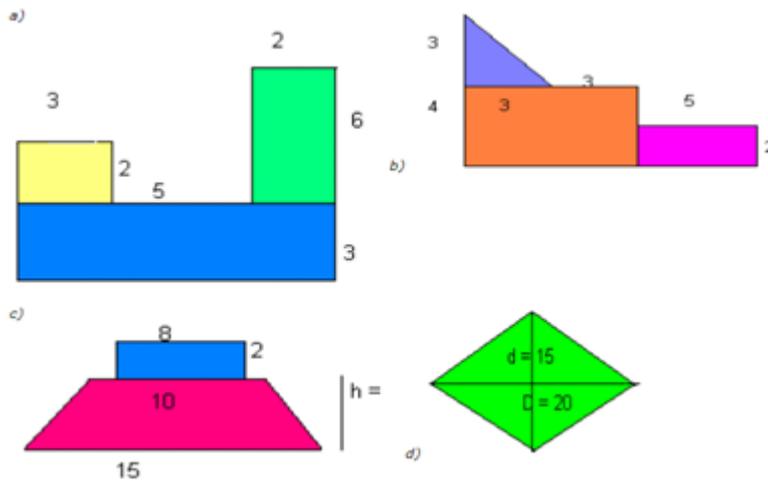
- Laboratório de informática e ou laboratório móvel com acesso a internet.
- Google chrome instalado.
- Acesso liberado na plataforma Geekie lab.

**Proposta metodológica 01: Google Drive**

A atividade deve ser iniciada com o cadastramento dos emails dos estudantes na conta de email google do professor. Após o cadastro deverá ser enviado junto ao Google Drive um convite de compartilhamento com as atividades propostas. Também poderá ser solicitado aos estudantes que utilizem cores diferentes em suas respostas, para que facilite a diferenciação das respostas. Segue modelo de atividades compartilhadas com os estudantes:

### Resolva os exercícios sobre Geometria Plana

- 1) Temos um triângulo equilátero com lado 6 cm. Calcule o perímetro e a área desse triângulo.
- 2) Um trapézio tem a base menor igual a 2 cm, a base maior igual a 3 cm e a altura igual a 10 cm. Qual a área desse trapézio?
- 3) Sabendo que a área de um quadrado é  $36 \text{ cm}^2$ , qual é o seu perímetro?
- 4) Calcule a área e o perímetro (em metros) dos retângulos descritos abaixo:
  - a)  $a=25 \text{ m}$  e  $b=12 \text{ m}$
  - b)  $a=15 \text{ m}$  e  $b=10 \text{ m}$
- 5) Determine a área das seguintes áreas figuras em cm:



## **Proposta metodológica2: Plataforma Geekie Lab**

A Geekie lab é uma plataforma que facilita a prática docente trazendo ganhos no aprendizado dos estudantes. Com o uso da plataforma é possível visibilizar o desempenho deles e melhorar o planejamento dos professores e escola. A plataforma otimiza o tempo de planejamento do professor sugerindo um aprendizado personalizado dos estudantes, e pode ser utilizada dentro e fora da sala de aula. O conceito de sala de aula invertida pode ser inserido sendo que o conceito básico de inversão da sala de aula é fazer em casa o que poderia ser feito em aula. Um exemplo é assistir palestras em casa e em aula, o trabalho que era feito em casa, ou seja, resolver problemas (BERGMANN; SAMS, 2012). Em resumo, significa transferir eventos que tradicionalmente eram feitos em aula para fora da sala de aula, de acordo com Lage, Platt e Treglia (2000). Também pode ser explicada como forma de abordagem pela qual o próprio estudante assume a responsabilidade pelo estudo teórico e a aula presencial serve como aplicação prática dos conceitos estudados (JAIME; KOLLER; GRAEML, 2015).

A Geekie lab é uma plataforma paga onde os estudantes são cadastrados pelo suporte e recebem uma senha e login individuais e intransferíveis. Assim como os estudantes o professor também necessita receber o convite da Geekie via email particular com login e senha. Após estarem inseridos e cadastrados na plataforma podem ser sugeridas, as estratégias de aprendizagem. As aulas inseridas na plataforma pelo professor poderão ser em forma de tarefas de casa ou realizadas na escola. A orientação do Geekie é de que nunca se envie mais do que três atividades aos estudantes. Quando o professor envia tarefas os estudantes recebem um aviso no celular com a foto do professor que está enviando as tarefas. Em cada atividade ou aula enviada o professor determina um tempo limite para o aluno realizar as tarefas. Os estudantes foram orientados a acessar a plataforma e assistir as aulas sugeridas na disciplina de matemática especificamente no conteúdo de geometria analítica.

A figura 13 mostra a página inicial da plataforma Geekie Lab onde são selecionadas as atividades aos estudantes:

**1º Passo: Fazer o login na plataforma.**

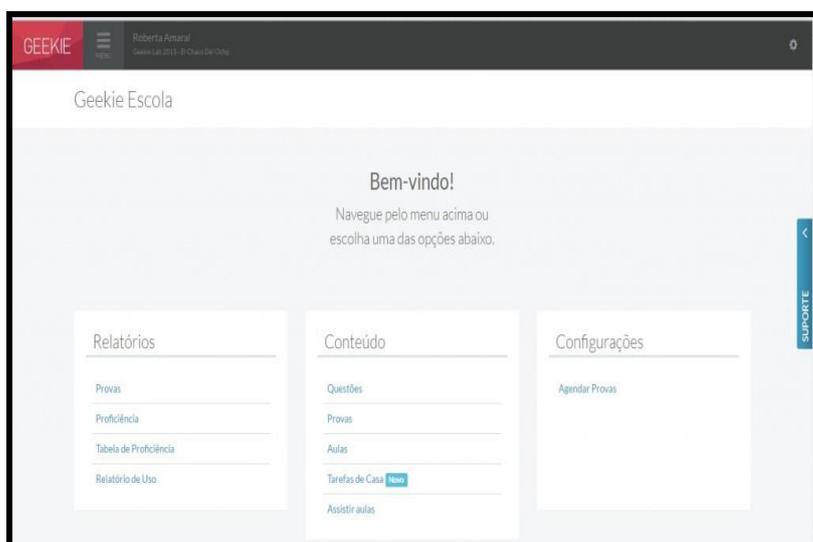
**Figura 13: Página da plataforma Geekie Lab.**



**Fonte: geekielab.com.br**

**2º Passo: Clicar em tarefa de casa.**

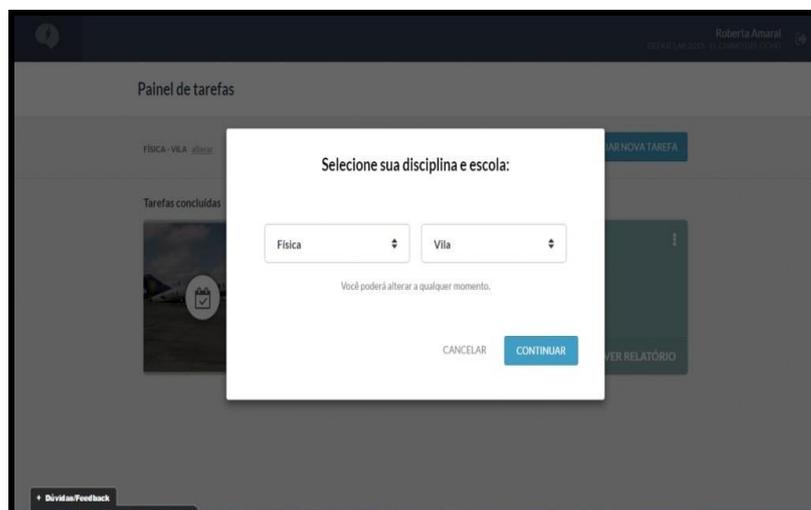
**Figura 14: Página da plataforma Geekie Lab**



**Fonte: geekielab.com.br**

### 3º Passo: Escolher a sua escola e matéria.

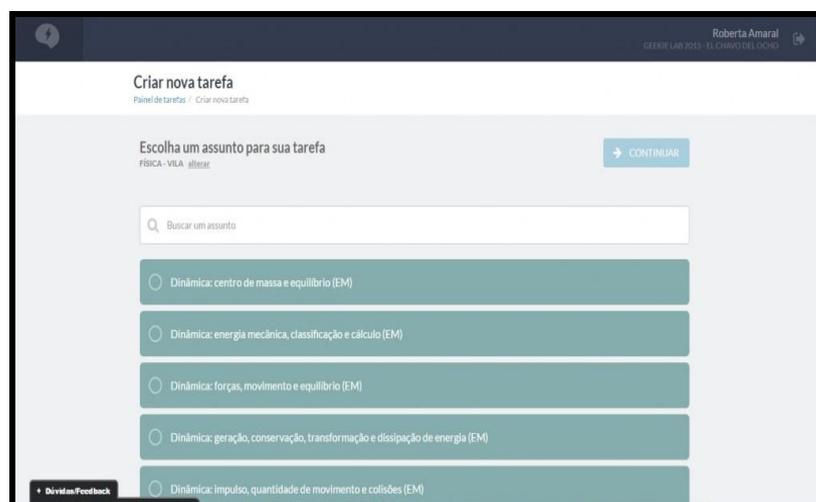
Figura 15: Página da plataforma Geekie Lab.



Fonte: [geekielab.com.br](http://geekielab.com.br)

### 4º Passo: Selecionar as tarefas.

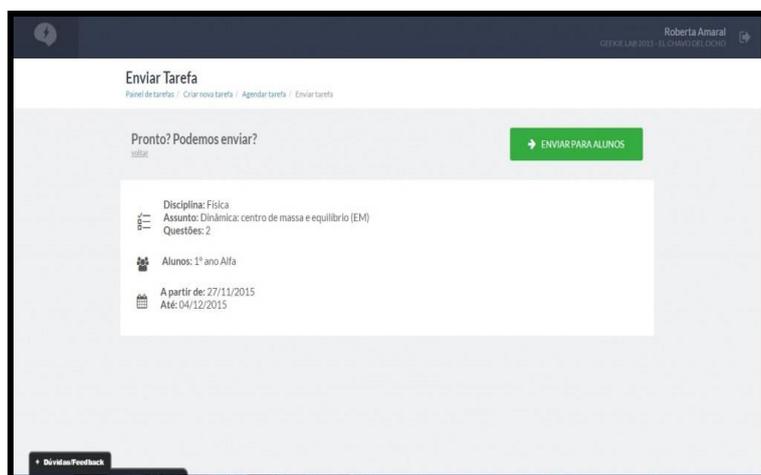
Figura 16: Página da plataforma Geekie Lab.



Fonte: [geekielab.com.br](http://geekielab.com.br)

**5º Passo: Agendar e enviar tarefas.**

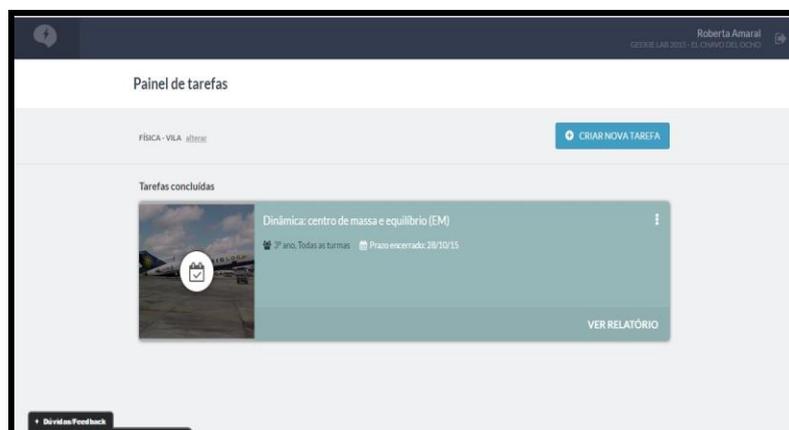
**Figura 17: Página da plataforma Geekie Lab.**



**Fonte: geekielab.com.br**

**6º Passo: Avisar aos estudantes (caso não recebam aviso eletrônico) e acompanhar o infográfico em tempo real, as estatísticas sobre as tarefas programadas. Clicar em “Tarefa” e quer ver relatório.**

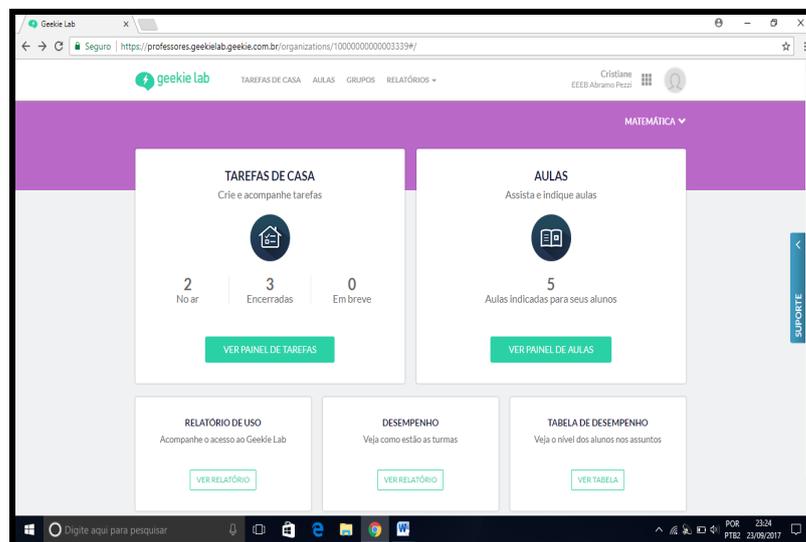
**Figura 18: Página da plataforma Geekie Lab.**



**Fonte: geekielab.com.br**

7º Passo: Visualizar o relatório de tarefas e fazer o acompanhamento.

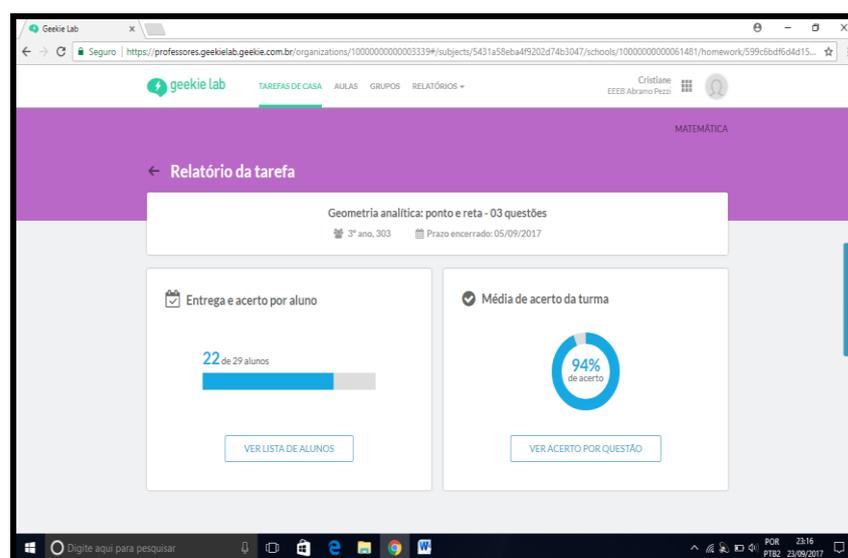
Figura 19: Página da plataforma Geekie Lab



Fonte: geekielab.com.br

A figura mostra o relatório de quais estudantes entraram na plataforma, o percentual de acertos e qual foi a reação deles perante as atividades sugeridas.

Figura 20: Página da plataforma Geekie Lab



Fonte: geekielab.com.br

### **Avaliação das atividades**

Em relação ao Google Drive, a avaliação poderá ocorrer pelo acompanhamento pelo educador das atividades compartilhadas e acessadas.

Na plataforma Geeki Lab a avaliação já ocorre de forma automática. O professor acessa a plataforma e acompanha toda a evolução dos estudantes. Cabe ao professor fazer o acompanhamento e análise posterior.

### **4.3 Terceira Unidade Didática (UD) - Atividade Experimental de Matemática – Geometria Plana.**

**Tempo aproximado 100 min.**

**Tema abordado: Geometria Plana.**

As Neurociências apresentam algumas estratégias para a construção das memórias de aprendizagem e segundo Salas (2007) apud Silva e Morino (2012, p.40-43) [...] “examinam-se alguns instrumentos que se podem usar no ensino para ajudar os alunos a construir as memórias semânticas, episódicas, procedimentais, automáticas e emocionais” .

Em relação a atividade experimental , cabe citar a contribuição de Mason, quando nos alerta para o fato de “[...] que para usar um instrumento matemático com eficácia, pode ser necessário gastar algum tempo a examinar o que está por trás dele, como funciona, e mesmo como isso poderia ser feito, em princípio, à mão” (MASON, 1996, p. 19).

**Questão a ser investigada e discutida:** A importância da utilização de atividades experimentais como auxiliar na memorização e aprendizagem da matemática.

#### **Objetivo geral**

- Mostrar aos estudantes outras formas de aprendizagem de matemática as quais envolvem uma atividade experimental focando na memorização dos conteúdos de Geometria Plana.

#### **Objetivos específicos:**

- Sondar os conhecimentos dos estudantes sobre Geometria Plana;
- Trabalhar a importância do trabalho entre pares.
- Avaliar a capacidade de raciocínio dos grupos e poder de memorização.
- Explicar aos estudantes a importância de se usar um recurso com a possibilidade de compartilhamento de atividades.

#### **Justificativa**

Nessa estratégia de aprendizagem é primordial fazer com que o estudante de uma forma diferenciada consiga associar a atividade ao conteúdo estudado de forma que efetive a aprendizagem.

**Materiais**

- Lápis, borracha e régua.
- Atividade impressa de experimentação.
- Folha sulfite branca.

**Atividade experimental de Geometria Plana**

A sala deve ser dividida em grupos com 5 estudantes sendo que 4 deles devem ficar sentados sem poderem visualizar a atividade dos outros e um deles devem ser escolhido pelo grupo para ser o instrutor. A função do instrutor será de receber a tarefa de atividades 01 conforme figuras abaixo, descrever para o seu grupo da melhor forma possível à construção das figuras geométricas da folha da atividade conforme quadro abaixo. A segunda atividade 02 dessa unidade, é a realização do trabalho individual para a melhor memorização.

**Atividade 01****MESTRADO PROFISSIONAL EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**

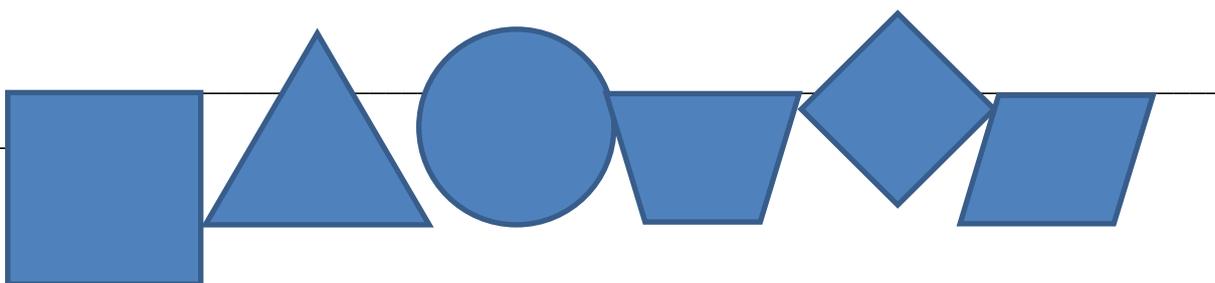
**Cristiane Bonetti Cembranel**

**[criscembranel@gmail.com.br](mailto:criscembranel@gmail.com.br)**

**ATIVIDADE EXPERIMENTAL DE MATEMÁTICA****Instruções:**

- formar grupos de 5 pessoas e escolher um instrutor.
- o instrutor não poderá dispor de nenhum material de medida e nem poderá mostrar a folha com a atividade para o seu grupo.
- o grupo poderá utilizar régua, papel sulfite, lápis e borracha.
- todos os componentes deverão seguir as orientações do instrutor.

**Sem mostrar a imagem abaixo oriente o seu grupo a realizar o desenho das seguintes figuras planas na folha sulfite.**



**Atividade 02****MESTRADO PROFISSIONAL EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**

**Responda as questões propostas individualmente**

- 1) O que você entende por Geometria Plana?**
- 2) Identifique as figuras desenhadas na atividade anterior?**
- 3) Você lembra a fórmula para o cálculo da Área das figuras da atividade anterior?  
Cite-as:**
- 4) Como se calcula o perímetro de uma figura plana?**

#### **4.4 Quarta Unidade Didática (UD)- Preparação para a construção dos Mapas Conceituais usando a ferramenta Cmap Tools .**

**Tempo aproximado 200 minutos.**

**Tema Abordado: Geometria Espacial**

A atividade deve ser trabalhada em pares ou em pequenos grupos melhorando a aprendizagem pela socialização e a pela troca entre pares. Um mapa mental do conteúdo de geometria espacial em folhas de papel cartão deve ser proposta inicialmente para que posteriormente seja confeccionado o mapa conceitual no laboratório de informática onde fizemos o uso da ferramenta Cmap Tools. O conteúdo de geometria espacial deve ser previamente trabalhado pelo educador.

O Cmap Tools é uma ferramenta dedicada à confecção de mapas conceituais. De acordo com o desenvolvedor da teoria, Joseph Novak, esses mapas servem para organizar e representar o conhecimento. A primeira ideia foi que os estudantes desenvolvessem no papel em duplas um mapa conceitual, elencando os aspectos que achavam mais relevantes na aprendizagem em relação a geometria espacial visto até o momento.

#### **Questão a ser investigada e discutida:**

A importância da utilização de mapas conceituais na aprendizagem da matemática.

#### **Objetivo geral**

- Utilizar o programa Cmap Tools como auxiliar na aprendizagem da matemática e na memorização dos conteúdos.

#### **Objetivos específicos**

- Avaliar a capacidade de organização dos grupos e organização do mapa conceitual.
- Mostrar aos estudantes que o uso de recursos tecnológicos nos dão a possibilidade de organização mental para um estudo mais efetivo .
- Trabalhar a memória semântica episódica e procedimental nos estudantes.

**Justificativa**

Nessa estratégia de aprendizagem será utilizado o programa Cmap Tools para favorecer a aprendizagem da matemática.

**Materiais**

- Laboratório de informática com acesso a internet.
- Plataforma Cmap Tools instalado.
- Folhas de papel sulfite brancas e coloridas.
- Lápis preto e lápis colorido, borracha e régua.
- Impressora.

## ORIENTAÇÕES PARA A REALIZAÇÃO DA ATIVIDADE DOS MAPAS CONCEITUAIS

1º Passo – Pedir aos estudantes que formem duplas e com o auxílio de papel cartão confeccionar um mapa mental com todos os assuntos relacionados a geometria espacial.

2º Passo – Pedir aos estudantes divididos em duplas e nos computadores ligados a internet, para visitarem a página da plataforma Cmap Tools: <http://cmap.ihmc.us/download> e clicar no ícone para obter a última versão do software Cmap Tools;

3º Passo – Pedir que selecionem o arquivo gerado para instalação do software Cmap Tools no módulo “executar” de seu computador e cliquem em “OK”. A instalação é praticamente automática, clicar aceitando as condições do contrato de uso do software e os demais passos; basta confirmar com um clique em “next”.

4º Passo - Com o software aberto clique em “arquivo” e depois em “novo Cmap”. Para que criem seu primeiro mapa, aparecerá uma tela pedindo dados pessoais como nome e e-mail, os quais deverão ser preenchidos, pois serão importantes ao longo de suas atividades com este software. Quando utilizarem os recursos referentes à caixa de diálogo “comentar”, os dados sobre o autor do mapa de conceitos aparecerão automaticamente.

5º Passo – Os estudantes devem gerar um cabeçalho e rodapé em seus mapas. Para isso devem clicar em “editar”, “propriedades” e “edit header and footer”.

6º Passo - Para inserirem os conceitos já explanados nos mapas mentais feitos no papel cartão, os estudantes devem clicar duas vezes rapidamente em qualquer ponto da tela do mapa, esta ação vai gerar uma caixa de conceito.

7º Passo - Após colocarem nos mapas pelo menos dois conceitos, devem clicar em cima do primeiro que querem ligar a outro. Esta ação vai criar uma nova caixa de acesso em cima do conceito destacado. Devem então clicar nesta nova caixa e arrastar até a seta gerada ligar o outro conceito que pretendem ligar.

8º Passo – Para que consigam mover conceitos em grupos devem clicar na região destacada. Os conceitos movem-se conjuntamente não perdendo sua posição entre si.

9º Passo – Para que os estudantes consigam salvar, eles deverão clicar em “arquivo” e depois em “salvar mapa conceitual como”.

10º Passo- Após inserirem todos os conceitos pretendidos sobre geometria espacial e salvarem os seus mapas conceituais os estudantes foram orientados a enviarem os mapas para a análise e impressão da professora.

11º Passo- Montagem de um mural com todos os mapas mentais dos estudantes.

**4.5 Quinta Unidade Didática (UD)****O Uso de Técnicas de Memorização para Aprimorar o Conhecimento****Tempo aproximado 100 minutos.****Tema abordado: memorização**

A estratégia proposta é uma aula sobre memorização. Para isso deverá ser utilizado o programa Power Point para confeccionar os slides. A aula deve ser apresentada aos estudantes de forma dinâmica e participativa, sanando as dúvidas dos estudantes e discutindo sobre os slides apresentados. A utilização de um projetor multimídia será necessário para reproduzir os slides.

**Tema abordado: Como melhorar a memorização**

**Questão a ser investigada e discutida:** Conhecimentos e dicas básicas embasadas nas Neurociências para o favorecimento da memorização em favor da aprendizagem mais efetiva.

**Objetivo geral**

- Utilizar conhecimentos neurocientíficos os quais poderão favorecer a memorização.

**Objetivos específicos:**

- Demonstrar aos estudantes a possibilidade de memorização mais eficiente.
- Ensinar técnicas básicas de memorização.
- Mostrar que atitudes simples em favor da saúde cerebral.

**Justificativa**

Através da aplicação desta atividade, foi buscado aprofundar o processo de ensino e aprendizagem melhorando o processo de memorização.

**Materiais**

- Slides confeccionados no Power point.
- Projetor multimídia.

**1º Slide: Apresentação da atividade.**

**Figura 21: Benefícios da água para a memória**

- A carência de água desidrata o organismo como um todo, e o cérebro é um dos primeiros órgãos a sentir.
- Sensação de cansaço e dificuldade de concentração.

A photograph showing clear water being poured from a plastic bottle into a glass. The water is captured in mid-pour, creating a dynamic splash. The background is a soft, light blue gradient.

**Fonte: imagem:melhorcomsaude.com.br; própria autora, 2017.**

**2º Slide: Faça exercício físicos para que seu cérebro tenha oxigenação.**

**Figura 22: Benefícios dos exercícios físicos para a memória**

A liberação de endorfinas gera uma sensação de relaxamento físico e mental.

A group of people, including men and women, are performing a physical exercise on large blue exercise balls. They are in a similar pose, leaning back with their feet on the balls. The setting appears to be a gym or a fitness studio.

**Fonte: própria autora, 2017.**

**3º Slide: Cuide da alimentação.**

**Figura 23: Benefícios da boa alimentação para a memória**

- Alimentação leve e equilibrada é extremamente necessária para o sistema nervoso funcionar perfeitamente.
- Antioxidantes
- Ômega 3
- Café em doses moderadas.



Fonte: própria autora, 2017.

**4º Slide: Faça anotações das coisas que precisa lembrar.**

**Figura 24: Rabisque para memorizar.**

- Rabiscar trata-se de uma tática de memorização. Rabiscar enquanto se recebe informações não visuais aumenta a capacidade de memorização.



FSARDENBERG.DEVIANTART.COM  
FACEBOOK.COM/RABISKETCH  
INSTAGRAM.COM/FSARDENBERG

Fonte: própria autora, 2017

**5º Slide: Para que memorização seja facilitada, seja organizado.**

**Figura 25: Organização para memorizar.**

- Manter os ambientes organizados como casa, carro e trabalho ajudam no bom funcionamento da memória.
- Dica: um lugar para cada coisa uma coisa para cada lugar.

**Fonte: própria autora, 2017.**

**6º Slide: Alimentar o cérebro é muito importante. Para isso utilizar a leitura, o cinema, o teatro e o encontro com os amigos. Atividades intelectuais favorecem a memória.**

**Figura 26: Atividades intelectuais para memorização**

- Atividades intelectuais variadas mantêm a memória em forma.
- Dica: ler, ir ao cinema, fazer um curso de línguas e conversar com os amigos.

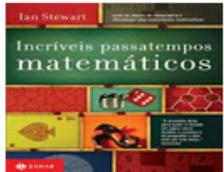


**Fonte: própria autora, 2017.**

7º Slide: Tenha o hábito de fazer passatempos.

**Figura 27: Usar passatempos**

- Os passatempos desafiam a mente e são capazes de refinar a capacidade de atenção. O cérebro precisa ser estimulado e treinado como se fosse um músculo.
- Dica: passatempos como caça-palavras, palavras cruzadas, sudoku, ilusão de ótica.



Fonte: própria autora, 2017.

8º Slide: Prestar atenção na atividade que está desenvolvendo.

**Figura 28: Atenção e prioridades.**

- Identifique prioridades e foque em sua execução.
- Dica: focar na leitura, atividade ou conversa em qual está fazendo.

Fonte: própria autora, 2017.

9º Slide: Buscar fazer associações entre as coisas as quais deseja memorizar.

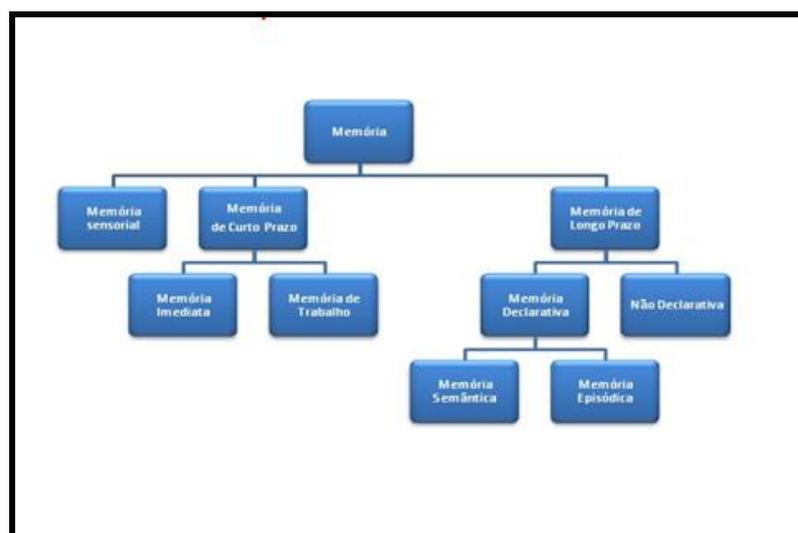
**Figura 29: Aprendizagem com associações.**

- Sempre que aprender algo novo, procure associar em algo que já conheça, pois isso facilita a memorização. A técnica de associação faz com que o cérebro crie conexões que ajudam a reviver lembranças. Aquilo que emociona é mais fácil de lembrar.
- Dica: quanto mais absurdas as associações mais fácil de se lembrar delas.

**Fonte: própria autora, 2017.**

10º Slide: Explicar sobre os tipos de memórias e as suas funções.

**Figura 30: Memórias e funções.**



**Fonte: própria autora, 2017.**

**11º Slide: Cuidar para que a vida se torne uma rotina constante.**

**Figura 31: Rotina e memorização.**

- Cuidado para não cair no “automático”. A maneira de “envelhecer” a memória e o cérebro é fazer sempre o mesmo. Fazer coisas de forma diferente estimula e enriquece as redes neurais.
- Dicas: teste novo trajeto diário, escovar os dentes com a mão que não usa habitualmente.

**Fonte: própria autora,2017.**

**12º Slide: Reviver emoções é muito importante para lembrar e associar coisas importantes.**

**Figura 32: O que emociona...**

- Memórias ligadas as emoções são mais facilmente fixadas.
  - Dicas: reviver as memórias boas, rever fotos, remontar momentos mentalmente.
- 
- The illustration shows a red heart with a face and arms on the left, and a human brain with a face and legs on the right. They are standing on a white surface and holding hands, symbolizing the connection between emotion and memory. A small watermark 'MicroBesi.it' is visible at the bottom right of the illustration.

**Fonte: própria autora, 2017.**

13º Slide: Administre as doenças da atualidade como o “stress”.

**Figura 33: Nível de stress.**

- O stresse eleva o nível do hormônio cortisol, chamado hormônio do “Stresse”.
- Quando estamos estressados modificamos a nossa respiração causando desequilíbrio no organismo, o que prejudica a memória.



psicologiacatadas.com.br

Fonte: própria autora,2017.

14º Slide: Controle da ansiedade. Procurar fazer meditações e atividades as quais oxigenem o cérebro e liberem endorfina.

**Figura 34: Controle de ansiedade.**

- Processo muitas vezes involuntário, no entanto, pode se transformar em transtorno.
- O resultado da ansiedade são processos cerebrais mais lentos afetando a memória e causando problemas de atenção e concentração.



Fonte: própria autora,2017.

**4.6 Sexta Unidade Didática (UD) - O Uso de Materiais manipuláveis -para a memorização e consolidação da aprendizagem.****Tempo aproximado 100 minutos****Tema abordado: geometria espacial**

Nessa unidade a proposta é a construção de poliedros, utilizando materiais manipuláveis. Para essas construções a sugestão é o uso de canudinhos de refrigerante e barbante. Os estudantes devem ser organizados em grupos de quatro elementos e escolher uma figura espacial para representar e construir. No final da atividade é sugerido uma exposição das construções realizadas,

Cada mesa deverá receber os materiais utilizados para a construção dos poliedros.

Para todas as construções é necessário seguir as orientações:

1. Cortar os canudinhos com 8 cm de comprimento cada um;
2. Para fazer os polígonos basta passar agulha com linha dentro dos canudinhos amarrando as linhas ao completar cada um;
3. Para fazer os poliedros será necessário passar a agulha com a linha duas ou mais vezes pelo mesmo canudinho;

**Questão a ser investigada e discutida:** Construir figuras geométricas com materiais manipuláveis.

**Objetivo geral**

- O principal objetivo desta unidade didática é apresentar uma metodologia de estudar a geometria espacial em forma de oficinas, de maneira que o estudante seja ativo no processo de aprendizagem. Com isso pretende-se facilitar a compreensão dos conceitos geométricos e as relações destes conceitos com o cotidiano.

**Objetivos específicos**

- Apresentar os principais conceitos de geometria espacial;
- Construir figuras geométricas espaciais por meio de materiais concretos, propiciando aos alunos contato direto com os conceitos de geometria,
- Buscar mais uma forma de aprendizagem para que os estudantes consigam consolidar a aprendizagem.

## Justificativa

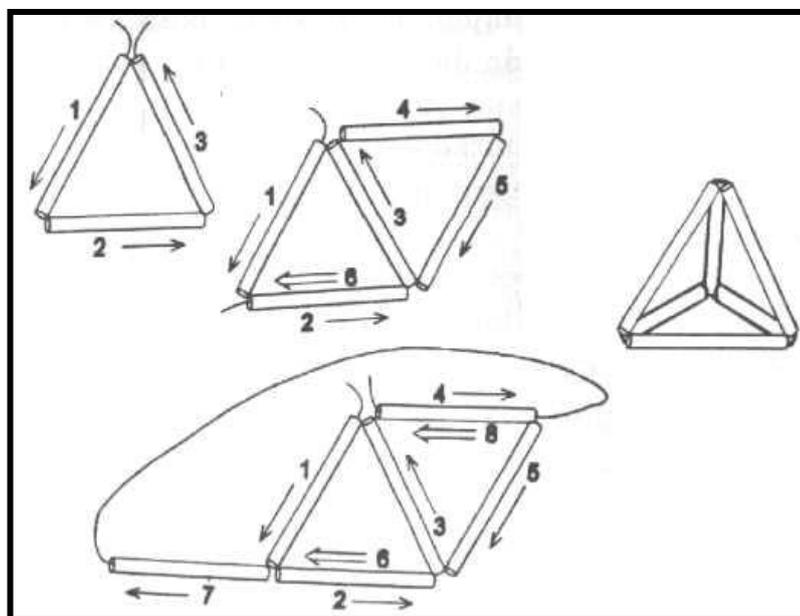
Com a aplicação desta estratégia com o auxílio dos materiais manipuláveis é possível transformar a matemática abstrata em concreta, o que faz com que o estudante manipulando esses materiais compreenda as figuras geométricas espaciais e facilite a sua aprendizagem.

## Materiais

- Canudinhos de refrigerante.
- Agulha grossa e barbante.

**Modelo 1** – Construção de um octaedro regular. O material utilizado é um metro de barbante e seis pedaços de canudo de refrigerante do mesmo comprimento. As etapas seguem as figuras abaixo:

Figura 35: Octaedro modelo



Fonte: geocitie.ws

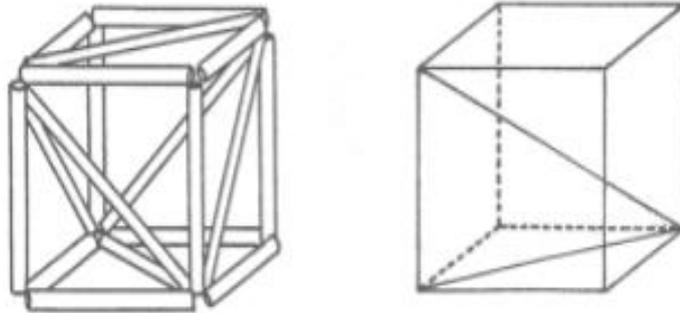
**Figura 36: Octaédro realizado pelos estudantes.**



**Fonte: própria autora, 2017.**

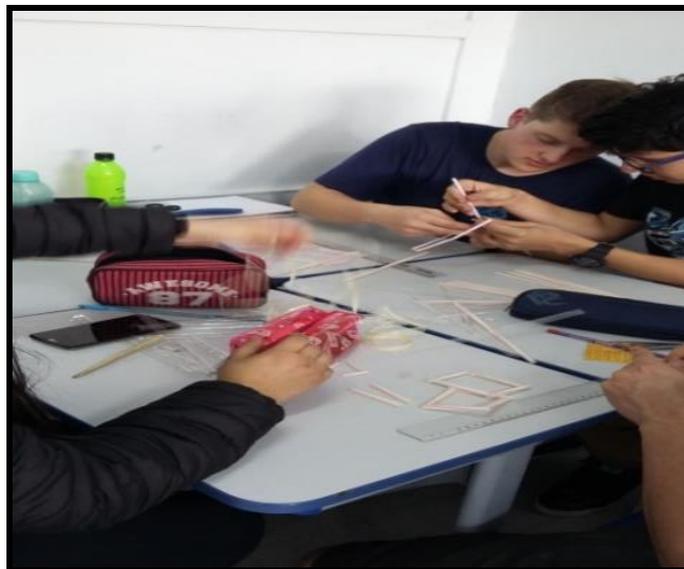
**Modelo 2** - A construção de um cubo e de suas diagonais utilizamos dezoito pedaços de canudos da mesma cor medindo 8 cm, e mais um canudo de cor diferente da demais. Construa um cubo de 8 cm de aresta. Observe as figuras:

**Figura37: Modelo de cubo**



**Fonte: geocities.ws**

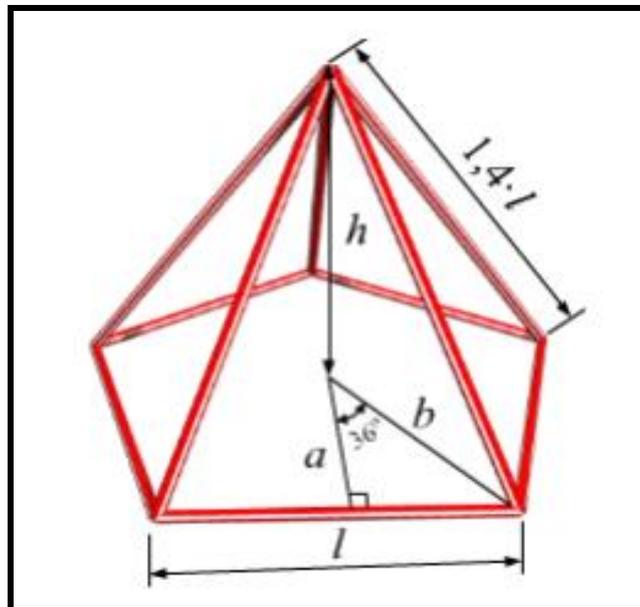
**Figura 38: Cubo em desenvolvimento**



**Fonte: própria autora, 2017.**

**Modelo 3-** Na construção do dodecaedro regular vamos precisar de 30 canudos com a mesma medida. Os vértices serão unidos no centro do poliedro para conseguir estabilidade a figura. A construção deverá começar pela base.

**Figura 39: Modelo do dodecaédro.**



Fonte: geocities.ws

**Figura 40: Dodecaédro em desenvolvimento.**



**Fonte: própria autora, 2017.**

**Modelo 4** – Para essa construção a sugestão é de que os grupos construam figuras de suas preferências.

**Figura 41: Exposição das figuras espaciais criadas pelos estudantes.**



**Fonte: própria autora, 2017.**

## **Avaliação**

A avaliação poderá ser realizada pelo acompanhamento do professor no envolvimento realização das figuras escolhidas. Na exposição das figuras o professor poderá avaliar todas as construções em conjunto tendo uma visão do todo.

### **4.7 Sétima Unidade Didática (UD) - Simuladores Virtuais – Phet.**

**Tempo aproximado 100 minutos.**

**Tema abordado: geometria analítica**

Nesta proposta devem ser consideradas as simulações virtuais oferecidas pelo grupo PhET da Universidade do Colorado EUA. O software PhET, é um pacote computacional que traz aplicativos desenvolvidos em ambiente Java e Flash.

#### **Questão a ser investigada e discutida:**

A importância da utilização de Simuladores Virtuais na aprendizagem da matemática.

#### **Objetivo geral**

- Utilizar o Simulador Virtual Phet como auxiliar na aprendizagem da matemática e na memorização dos conteúdos.

#### **Objetivos específicos**

- Mostrar aos estudantes que o uso de recursos tecnológicos nos dão a possibilidade de organização mental para um estudo mais efetivo .
- Trabalhar a memória semântica episódica e procedimental nos estudantes.

#### **Justificativa**

Nessa estratégia de aprendizagem será utilizado o Simulador Virtual de aprendizagem como estratégia de aprendizagem onde o estudante tem a oportunidade de realizar simulações que favorecem a aprendizagem da matemática.

## Materiais

- Laboratório de informática com acesso a internet.
- Plataforma Phet Colorado instalado.
- Folhas de papel sulfite para anotações.
- Lápis preto.
- Pedir aos estudantes que previamente respondam as seguintes questões diagnósticas:

### Sondagem inicial

- 5) Qual é a diferença entre Geometria Plana, Geometria Espacial e Geometria Analítica?
- 6) Pesquise o conceito de geometria analítica;
- 7) Defina o conceito de ponto, reta e plano;
- 8) Defina plano cartesiano.

### ROTEIRO DE ATIVIDADES DE SIMULAÇÃO - PHET

Acessar o Software Phet no endereço: <a href="https://phet.colorado">https://phet.colorado</a>
1ª Etapa: Formar duplas de estudantes para trabalhar no laboratório de informática.
2ª Etapa: Cada dupla precisa estar com seu material para fazer anotações.
3ª Etapa: O professor inicia fazendo os questionamentos e explicando sobre a proposta do uso do Simulador Virtual Phet.
4ª Etapa: Sugerir aos estudantes que preencham os questionamentos.
5ª Etapa: pedir que os alunos explorem o ambiente virtual por alguns minutos;
6ª Etapa: Os estudantes deverão previamente fazer uma pesquisa no endereço <a href="http://www.phetcolorado.edu/pt_BR">www.phetcolorado.edu/pt_BR</a> sobre o simulador PHET.
7ª Etapa: Pedir aos alunos que observem as Abas de inclinação e intersecção no eixo y e iniciem as atividades 01, e 02 conforme modelo.

**Dica:** Para a organização da atividade é necessário que o professor tenha disponível um laboratório de informática ou laboratório móvel com rede de internet móvel “wifi”. O primeiro passo é acessar a página do PhET e escolher a disciplina a ser utilizada, neste caso a Matemática.

### **Atividade 01**

Esta atividade pode ser conduzida tomando-se como base algumas considerações:

- As abas são projetadas para que os alunos explorem os parâmetros das equações que, quando modificados, afetam o gráfico (ou, quando se modifica o gráfico, os parâmetros são alterados);
- Cada aba apresenta equações interativas na qual os parâmetros (por exemplo,  $(x_1, y_1)$ ,  $m$  e  $b$ ) podem ser variados clicando-se nos botões verde, azul e roxo;
- O recurso **Salvar Reta** permite ao usuário fazer várias retas em um mesmo gráfico. Isso facilita a comparação e permite a discussão sobre, por exemplo, com retas paralelas tem equações equivalentes;
- O recurso de **Apagar as Retas** possibilita a reconstrução“ imediata; \*
- As ferramentas de **Ponto** destacam a exibição de objetos geométricos específicos, como exemplo a intersecção entre retas.

Os alunos deverão explorar o ambiente, clicando nas abas e movimentando o cursor responder aos questionamentos abaixo:

- O que é ponto? (definida pelos dois pontos rosa e amarelo)
- O que é plano? (plano cartesiano e coordenadas)

#### **Na Aba: Inclinação:**

Posicionar o ponto rosa e amarelo sobre o eixo x. Observar o valor de “m” no quadro direito da tela. Questionar sobre o ângulo de inclinação. Repetir o processo modificando os pontos de posição. Definir o que é coeficiente angular.

#### **Na Aba: Inclinação e Intersecção no eixo Y:**

Reforce que para toda reta existe dois pares de ordenadas que a defina. Movimentar os pontos rosa e amarelo e observar o canto da tela. Questionar sobre o conceito de equação reduzida da reta. Aproveitar para introduzir o conceito de coeficiente linear

## Atividade 02

Após o estudo de retas com a utilização do simulador, pode ser utilizado o jogo das retas (última aba no topo da simulação) para fixação do conteúdo estudado. Informações sobre o jogo das retas: Os alunos podem optar por trabalhar em qualquer nível do jogo. Existem seis níveis com seis desafios cada, a pontuação e o tempo de jogo em cada nível são exibidos na parte inferior da tela. O som e temporizador podem ser ligados ou desligados na tela de seleção de nível.

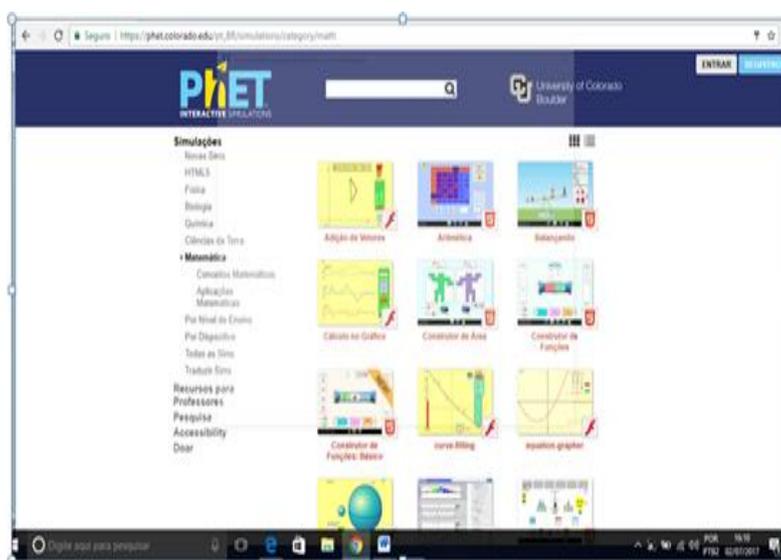
Existem três tipos principais de desafios:

- \* representar graficamente uma reta, dada a equação;
- \* escrever uma equação dada à reta traçada;
- \* marcar três pontos de forma que fiquem na reta cuja equação é dada.

## Avaliação da atividade

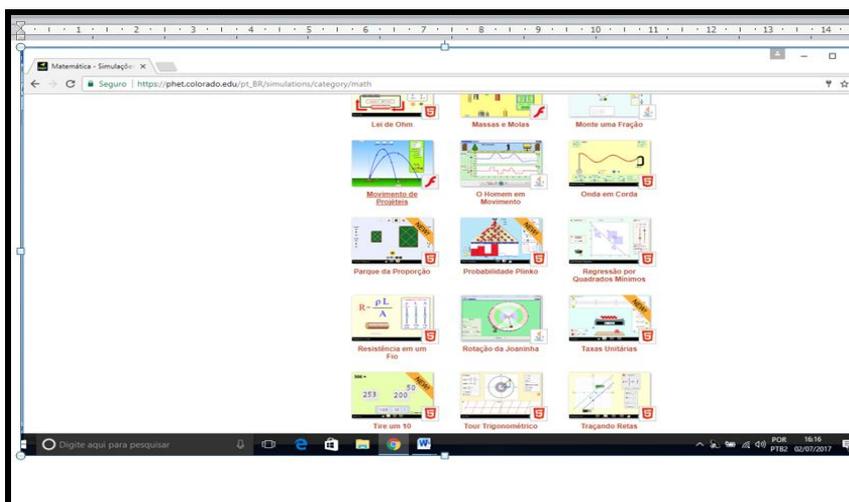
De maneira geral, o recurso tecnológico PhET é de grande utilidade para o ensino matemática, possibilitando a interatividade do aluno com os conteúdos estudados. Contudo o seu uso depende do professor estar disposto a experimentar o computador e os recursos tecnológicos disponíveis como ferramentas de auxílio e complementação do processo de ensino e aprendizagem.

**Figura 42: – Página de abertura e seleção simulação.**



**Fonte: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/category/math](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/category/math) -  
Modificação da autora(2017)**

**Figura 43: página do simulador para matemática.**

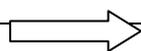


**Fonte:** <http://phet.colorado.edu/pt/simulations/category/math>

### CONSIDERAÇÕES IMPORTANTES SOBRE O USO DO SIMULADOR PHET

Esta atividade pode ser conduzida tomando-se como base algumas considerações:

- As abas são projetadas para que os alunos explorem os parâmetros das equações que, quando modificados, afetam o gráfico (ou, quando se modifica o gráfico, os parâmetros são alterados);
- Cada aba apresenta equações interativas na qual os parâmetros (por exemplo,  $(x_1, y_1)$ ,  $m$  e  $b$ ) podem ser variados clicando-se nos botões verde, azul e roxo;
- O recurso **Salvar Reta** permite ao usuário fazer várias retas em um mesmo gráfico. Isso facilita a comparação e permite a discussão sobre, por exemplo, com retas paralelas tem equações equivalentes;
- O recurso de **Apagar as Retas** possibilita a reconstrução imediata;
- As ferramentas de **Ponto** destacam a exibição de objetos geométricos específicos, como exemplo a intersecção entre retas.



Os estudantes deverão explorar o ambiente, clicando nas abas e movimentando o cursor responder aos questionamentos abaixo:

O que é ponto? (definida pelos dois pontos rosa e amarelo)

O que é plano? (plano cartesiano e coordenadas)

### Na Aba: Inclinação

Posicionar o ponto rosa e amarelo sobre o eixo x. Observar o valor de “m” no quadro direito da tela. Questionar sobre o ângulo de inclinação. Repetir o processo modificando os pontos de posição. Definir o que é coeficiente angular.

### Na Aba: Inclinação e Intersecção no eixo Y

Reforce que para toda reta existe dois pares de ordenadas que a defina. Movimentar os pontos rosa e amarelo e observar o canto da tela. Questionar sobre o conceito de equação reduzida da reta. Aproveitar para introduzir o conceito de coeficiente linear.

#### Atividade

Após o estudo de retas com a utilização do simulador, pode ser utilizado o jogo das retas (última aba no topo da simulação) para fixação do conteúdo estudado. Informações sobre o jogo das retas: Os alunos podem optar por trabalhar em qualquer nível do jogo. Existem seis níveis com seis desafios cada, a pontuação e o tempo de jogo em cada nível são exibidos na parte inferior da tela. O som e temporizador podem ser ligados ou desligados na tela de seleção de nível.

Existem três tipos principais de desafios:

- \* representar graficamente uma reta, dada a equação;
- \* escrever uma equação dada à reta traçada;
- \* marcar três pontos de forma que fiquem na reta cuja equação é dada;

#### Atividade

##### Teste as atividades com o uso do Software Phet

- a) Qual o coeficiente angular formado pelos pontos A (3,2) e B (-3,-1)?
- b) Qual o coeficiente angular formado pelos pontos A (3,-8) e B (5,0)?
- c) Qual o coeficiente angular formado pelos pontos A (3,-2) e B (3,1)?
- d) Qual o coeficiente angular formado pelos pontos A (3,-2) e B (4,1)?
- e) Determinar o coeficiente angular e o linear da reta de equação  $2x+3y=1$ .
- f) Determinar a equação da reta que passa pelo ponto A (-1,4) e B (5,2).
- g) Verifique se os pontos A (0,2), B(-3,1) e C (4,5) estão alinhados.

#### 4.8 Oitava UD - Organização para o acesso ao Kahoot

**Tempo: 480 min**

**Temas abordados: revisão de geometria e atividade de memorização**

Criado em 2013 na Noruega, o Kahoot é uma plataforma de ensino gratuita que funciona em forma de um gameshow. Os professores criam questionários de múltipla escolha (sempre com 4 opções) e os alunos participam online, cada um com seu dispositivo (computador, tablet ou celular).

O professor deverá fazer o seu cadastro em <https://grtkahoot.com/>. Este login é necessário para acesso a funcionalidade do sistema e acesso aos quizzes games já existentes e a elaboração de novos quizzes games. Para os estudantes terem acesso ao Quiz Game deverão digitar no provedor de pesquisa: **Kahoo.it**

O professor deverá passar o número da senha ou **PIN** aos estudantes para que todos estejam aptos a jogar.

#### **Questão a ser investigada e discutida:**

O benefício do uso da plataforma Kahoot como auxiliar na memorização e aprendizagem da matemática.

#### **Objetivo geral**

- Trabalhar com a plataforma Kahoot como auxiliar na aprendizagem da matemática e na memorização dos conteúdos.

#### **Objetivos específicos**

- Mostrar aos estudantes que o uso de recursos tecnológicos nos dão a possibilidade de organização mental para um estudo mais efetivo .

- Trabalhar a memória semântica episódica e procedimental nos estudantes.

#### **Justificativa**

Nessa estratégia de aprendizagem será utilizado Kahoot como recurso e estratégia de aprendizagem onde o estudante tem a oportunidade de realizar simulações que favorecem a aprendizagem da matemática.

## Materiais

- Computador, celular e tablet com acesso a internet.
- Projetor multimídia.

## Criação de Perguntas

O professor poderá fazer o seu acervo de perguntas e respostas no Quiz. Nesse caso as atividades são de geometria analítica. As perguntas devem ser disponibilizadas pelo professor na plataforma. É muito importante que o conteúdo tenha sido previamente estudado em sala de aula e que o jogo de respostas e perguntas neste caso seja utilizado com o objetivo de fazer uma revisão do conteúdo previamente abordado. Abaixo segue um exemplo de algumas questões que podem ser abordadas para a criação do “quiz”.

<b>PASSO A PASSO PARA A UTILIZAÇÃO DO KAHOOT E INSERÇÃO DE NOVAS ATIVIDADES NA PLATAFORMA</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para criar novas perguntas com alternativas de respostas o professor deverá clicar no botão “ My Kahoots” e, em seguida “New Kahoots”,</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Selecionar a opção “Quiz” e dar um nome ao seu “Quiz”. Escolha o título, a linguagem “português” a opção “ Everyone”, e a opção de audiência “ school”.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Digite todas as suas opções de perguntas e escolha a opção de alternativa certa para cada uma e o tempo de resposta para cada questão.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quando todas as perguntas escolhidas estiverem cadastradas clicar em “Save e Continue”.</li> </ul>
<p><b>Dica:</b> O jogo precisa estar cadastrado como público para que os alunos tenham acesso.</p>

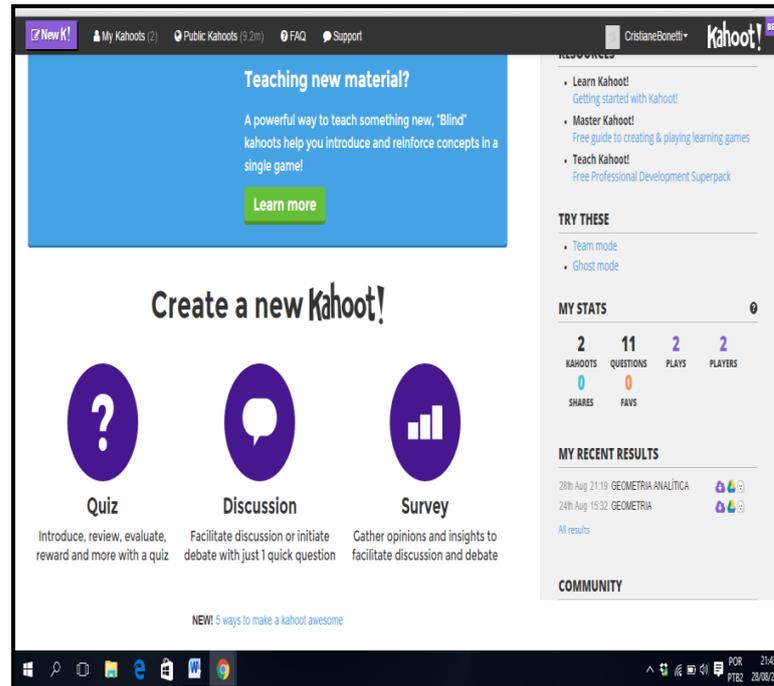
Segue abaixo uma lista de atividades as quais foram inseridas na plataforma Kahoot como forma de Quis de atividade relacionadas a uma revisão de matemática.

**Sugestão de atividades para incluir na plataforma Kahoot****Questões para inserir na plataforma do Kahoot.**

- 1) Volumes de líquidos podem ser calculados em litros, metros cúbicos ou quilômetros quadrados.  
 certo  errado
- 2) A porcentagem é uma fração com denominador 100.  
 certo  errado
- 3) A circunferência tem 3 dimensões: área, comprimento e perímetro.  
 certo  errado
- 4) Uma tonelada significa 1.000 quilogramas: é correto afirmar que é uma unidade de massa.  
 certo  errado
- 5) A extensão de uma área de floresta desmatada é apresentada em metros quadrados ou quilômetros quadrados.  
 certo  errado
- 6) A colheita das uvas é calculada em milhares de centímetros cúbicos.  
 certo  errado
- 7) No cálculo da área de um retângulo, as medidas da base e da altura são idênticas.  
 certo  errado
- 8) A porcentagem é utilizada para apresentar o crescimento ou a retração do PIB (Produto Interno Bruto).  
 certo  errado
- 9) Uma circunferência trigonométrica mede 360 graus ou  $4\pi$  radianos.  
 certo  errado
- 10) Nas grandes cidades, os congestionamentos são medidos em quilômetros.  
 certo  errado
- 11) A Lua, satélite da Terra, é uma esfera.  
 certo  errado
- 12) Círculo e esfera são a mesma coisa, na geometria.  
 certo  errado
- 13) Numa esfera, qualquer ponto da superfície está sempre à mesma distância do centro.  
 certo  errado
- 14) Como é calculado o volume de um cilindro?
- 15) Na geometria, o que são os poliedros?
- 16) Quantos triângulos equiláteros formam um icosaedro?

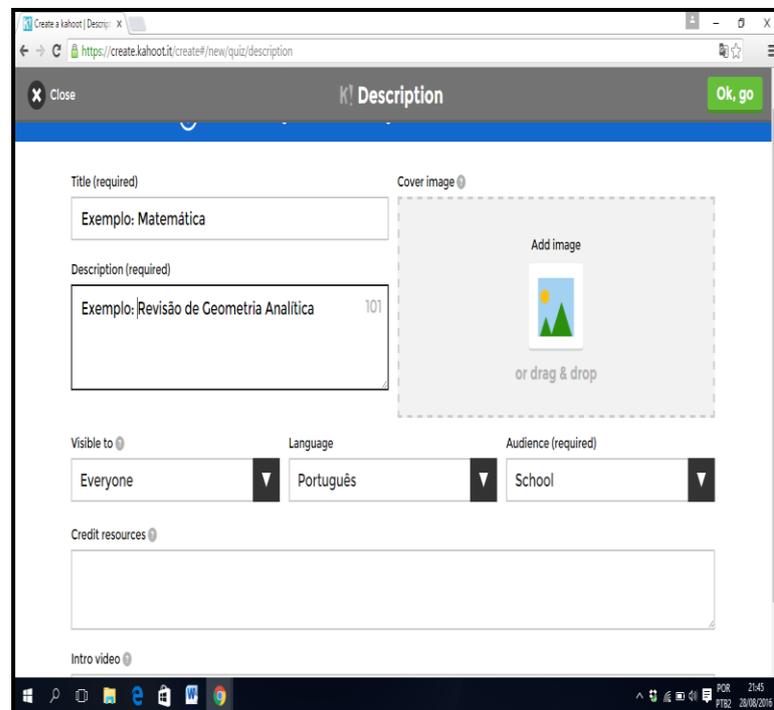
- 17) As famosas pirâmides egípcias (Quéops, Quéfren e Miquerinos) são poliedros?  
( ) certo ( ) errado
- 18) Se 3 gatos matam 3 ratos em 3 minutos, quanto tempo levarão 100 gatos para matar 100 ratos?
- 19) Que tipo de número é o número pi?  
a) real b) racional c) complexo d) inteiro
- 20) Assinale a opção que completa a sequência:  
 $2 - 3 - 4 - 11 - 12 - 13 - 17 - 18 - ( )$   
a) 24 b) 20 c) 23 d) 19
- 21) Dois pacotes juntos pesam 30 kg. Quanto quilograma pesa o menor deles, se o maior tem 8 kg a mais que o menor?  
a) 9 kg b) 10 kg c) 11 kg d) 19 kg
- 22) Para que um triângulo seja retângulo um dos ângulos deve medir:  
a)  $90^\circ$  b)  $100^\circ$  c)  $60^\circ$  d)  $180^\circ$
- 23) O que acontece quando dividimos um número por zero?  
a) O resultado é o próprio número.  
b) O resultado é zero.  
c) É impossível dividir um número por zero.  
d) O resultado é infinito.
- 24) Quando por três pontos passam uma reta?  
a) Nunca.  
b) Sempre.  
c) Quando os três pontos são alinhados.  
d) Quando os três pontos são homônimos.

**Figura 43: Página do Kahoot**



**Fonte: [www.kahoot.com.br](http://www.kahoot.com.br)**

**Figura 44: Inserção de perguntas na plataforma Kahoot.**



**Fonte: [www.kahoot.com.br](http://www.kahoot.com.br)**

## Avaliação

A avaliação é parte do processo e necessária no contexto da aprendizagem. Luckesi (1998) coloca a importância da avaliação como parte do processo, onde determina ações a serem tomadas na direção de uma aprendizagem que seja de fato significativa. A avaliação não deve ser o final do processo de aprendizagem, e sim o norteador para as dificuldades diagnosticadas. Nesse sentido é que a avaliação das sequências terão com enfoques diagnósticos e processuais, auxiliares no entendimento e compreensão do conteúdo pelos estudantes.

Um modelo que também será utilizado para a avaliação dos estudantes em relação a atividade dos jogos educacionais, é o modelo MEEGA (SAVI et al. 2011). Este modelo visa a avaliação de jogos educacionais em relação ao grau de aprendizagem, motivação e experiência do usuário. A percepção dos estudantes é avaliada após jogarem o jogo. São avaliados motivação (atenção, confiança, relevância e satisfação), experiência do usuário (competência, desafio, divertimento, interação social, imersão) (contribuição para a vida profissional, eficiência na aprendizagem, e contribuição no aprendizado da disciplina). Também a avaliação ocorrerá por meio da observação do professor em todo o processo da realização das sequências pelo estudante. Ao final da atividade será proposta uma a mesma atividade, porém, de forma escrita para que o aluno tenha consciência e oportunidade de memorização de todo processo de aprendizagem.

### Modelo de avaliação

<b>TRAÇOS LATENTES</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>
<b>MOTIVAÇÃO</b>	Avalia se o jogo consegue motivar o aluno a usar do mesmo como recurso de aprendizagem
<b>EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO EM JOGO</b>	Avalia como foi o jogo para o jogador, por exemplo, se o jogo foi divertido.
<b>APRENDIZAGEM</b>	Avalia se os jogadores perceberam que aprenderam ao jogar o jogo.

**Tabela 1 – Variáveis latentes da estrutura do modelo de avaliação de jogos educacionais (SAVI et al. 2011).**

**Referências:**

- BORIN, Júlia: **Jogos e resolução de problemas: uma estratégia para as aulas de matemática**. São Paulo: IME–US,2007.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais** (Ensino Médio). Brasília: MEC, 1998.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais** (Ensino Médio). Brasília: MEC, 2000.
- CARVALHO L. A. S. et al. **A análise da eficácia do QUIZ como um jogo didático aplicado em oficina para alunos de 9º ano, na escola estadual Joaquim Xavier de Brito**. Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão – JEPEX. 10 Recife. 2010.
- CASSETTARI, Fernando T.: Trabalho de Conclusão de curso: Estudo de caso: **Uso de Quiz Game para Revisão de Conhecimentos em Revisão de Projetos**. Universidade Federal de Santa Catarina UFSC- Departamento de informática e Estatística.
- ETGES, N.J. **Avaliação, Controle Social e Avaliação**. Revista AEC, ano. 15, no. 60, 1986.
- GROENWALD, Claudia Lisete Oliveira e TIMM, Ursula Tatiana. **Utilizando curiosidades e jogos matemáticos em sala de aula**. Educação Matemática em Revista, Osório, n.2, p.21 - 26, nov. 2000.
- HOFFMAN, Jussara. **Avaliação Mediadora; Uma prática da Construção da Pré-escola a Universidade**. 17ª ed. Porto Alegre: Mediação, 2000.
- HOFFMAN, Jussara. **Avaliação Mediadora: uma prática em construção na pré escola à universidade**. Mediação, Porto Alegre, 1993.
- HOFFMAN, Jussara. **Avaliação Mediadora: uma prática em construção na pré escola à universidade**. 4ª ed. Porto Alegre, 1994.
- HOFFMAN, Jussara. **Avaliação Mediadora; Uma prática da Construção da Pré-escola a Universidade**. 17ª ed. Porto Alegre: Mediação, 2000.
- IEZZI, Gelson, et al. **Matemática: ciência e aplicações**. vol 3. São Paulo: Saraiva, 2010.
- LUCKESI, Cipriano Carlos. **Da necessidade de construir um novo paradigma para a didática. Tecnologia Educacional**. Rio de Janeiro, nº 77, 1987.
- LUCKESI, Cipriano Carlos. **Avaliação da aprendizagem escolar**. 10ª Edição. São Paulo Cortez, 2000.
- LUCKESI, Cipriano Carlos. **Avaliação da aprendizagem escolar**. 10ª Edição. São Paulo Cortez, 2000.

MACEDO, Lino de, PETTY, Ana Lúcia Sicoli, PASSOS, Norimar Christe. **Aprender com jogos e situações problema**. Porto Alegre: Artmed, 2000.

MORETTO, Vasco Pedro. **Prova: um momento privilegiado de estudos não um acerto de contas**. Rio de Janeiro: DP&A, 2000.

OLIVEIRA, Kethure; Vasco, Aline Mendes; Santos, Jader G. C. **Plano de Aula – Objetos de Aprendizagem: Pontos em Batalha**. Disponível em: <http://gied.ffalm.br> Acessado em 27 de agosto de 2016.

SAVI, R. **Avaliação de Jogos Voltados para a Disseminação do Conhecimento** - Florianópolis, 2011.

SAVI, R.; WANGENHEIM, C. G.; BORGATTO, A. **Um Modelo de Avaliação de Jogos Educacionais na Engenharia de Software**. 25th Brazilian Symposium on Software Engineering (SBES). São Paulo, Brasil, 2011.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Editora Artes Médicas Sul Ltda, 1998.

<http://www.proativa.vdl.ufc.br/oa/pontos/pontos.html>.

<http://geekielab.com.br>

<https://grtkahoot.com>

<https://phet.colorado.edu>

<https://www.emotricidade-neurociencia-e-educacao/ineditacursos>

