

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA
E TECNOLOGIA DO RIO DE JANEIRO
CURSO DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA**

CURSO DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA

**ESTRATÉGIAS DE APRENDIZAGEM: UMA ANÁLISE DE POTENCIALIDADES
ATRAVÉS DE RELAÇÕES COM ESTRUTURAS CEREBRAIS E DIMENSÃO
AFETIVA**

THAMARA LISANDRA FERREIRA

Volta Redonda
2015

**ESTRATÉGIAS DE APRENDIZAGEM: UMA ANÁLISE DE POTENCIALIDADES
ATRAVÉS DE RELAÇÕES COM ESTRUTURAS CEREBRAIS E DIMENSÃO
AFETIVA**

THAMARA LISANDRA FERREIRA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao corpo docente de Matemática, como requisito parcial à obtenção do grau de Licenciada em Matemática, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro.

Orientador: Magno Luiz Ferreira

Volta Redonda
Setembro/2015

**ESTRATÉGIAS DE APRENDIZAGEM: UMA ANÁLISE DE POTENCIALIDADES
ATRAVÉS DE RELAÇÕES COM ESTRUTURAS CEREBRAIS E DIMENSÃO
AFETIVA**

THAMARA LISANDRA FERREIRA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao corpo docente de Matemática, como requisito parcial à obtenção do grau de Licenciada em Matemática, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro.

Aprovada em 02 de Setembro de 2015

Prof. e Msc. Magno Luiz Ferreira – orientador, IFRJ

Prof. e Msc. Isaque de Souza Rodrigues, IFRJ

Prof. Giovana da Silva Cardoso, IFRJ

Prof. e Dr. Renata Arruda Barros, IFRJ

Volta Redonda
2015

AGRADECIMENTOS

Agradeço o professor Magno Luiz Ferreira pela paciência, apoio e suporte durante orientação. Por muitas vezes ter feito o papel de psicólogo, sempre me acalmando nos momentos de desespero.

Aos meus pais e irmão, por terem sempre acreditado em mim e por terem me dado forças para concluir esse trabalho.

Aos meus amigos, pelos momentos de alegria e calma que ajudaram a dar uma pausa na correria de cada semestre.

RESUMO

FERREIRA, Thamara. Estratégias De Aprendizagem: Uma Análise De Potencialidades Através De Relações Com Estruturas Cerebrais E Dimensão Afetiva. Volta Redonda, 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Matemática) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, *câmpus* Volta Redonda, 2015.

Este trabalho tem como objetivo identificar potencialidades de diferentes tipos de estratégias de aprendizagem, no que diz respeito a possíveis influências na configuração da dimensão afetiva e no processo de retenção de memórias. Foi feita uma revisão bibliográfica para estabelecer o significado de estratégias de aprendizagem e classificá-las quanto ao tipo e intensidade; identificar as partes do cérebro que estão ligadas ao processo retenção de memórias; estabelecer relações de influência mútua entre dimensão afetiva e a escolha de uma estratégia de aprendizagem pelo professor ou aluno. De posse dessas informações, buscamos identificar possíveis vantagens e desvantagens em cada tipo de estratégia de aprendizagem. Acreditamos que a tomada de consciência destas relações, seja uma importante contribuição para a escolha de estratégias por professores e alunos.

Palavras-chave: Retenção de memórias; estratégias de aprendizagem; crenças e concepções.

ABSTRACT

FERREIRA, Thamara. Estratégias De Aprendizagem: Uma Análise De Potencialidades Através De Relações Com Estruturas Cerebrais E Dimensão Afetiva. Volta Redonda, 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Matemática) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, *câmpus* Volta Redonda, 2015.

This paper aims to identify potentialities of different types of learning strategies, with regard to possible influences in the configuration of affective dimension and memory retention process. A bibliographic review was made to establish the meaning of learning strategies and classifies them as to the type and intensity; to identify parts of the brain that are linked to memory retention process; and to establish relations of mutual influence between affective dimension and the choice of a learning strategy by the teacher or by the student. Based on this information, we seek to identify possible advantages and disadvantages in each type of learning strategy. We believe that awareness of these potentialities is an important contribution to the choice of strategies by teachers and students.

Key words: Memory retention; learning strategies; beliefs.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Partes do cérebro.....	23
Figura 2: Especialização dos hemisférios.....	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Qualidade das estratégias.....	17
Tabela 2: Potencialidades das estratégias.....	46

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. ESTRATÉGIAS DE APRENDIZAGEM.....	12
2.1. Estratégias quanto ao formato.....	14
2.1.1. Estratégias de Ensaio.....	14
2.1.2. Estratégias de Elaboração.....	14
2.1.3. Estratégias de Organização.....	15
2.1.4. Estratégias de Monitoramento.....	15
2.1.5. Estratégias Afetivas.....	16
2.2. Estratégias quanto a intensidade.....	17
3. ESTRUTURAS CEREBRAIS E RETENÇÃO DE MEMÓRIAS.....	23
3.1. Estruturas cerebrais.....	23
3.2. Retenção de memórias.....	25
3.3. Cérebro e Matemática.....	28
4. DIMENSÃO AFETIVA.....	31
4.1. Crenças.....	32
4.1.1. Tipos de crenças sobre a Matemática.....	33
4.2. Atitudes.....	34
4.3. Emoções.....	35
5. RELAÇÕES ENTRE AS ESTRATÉGIAS DE APRENDIZAGEM, ESTRUTURAS CEREBRAIS E DIMENSÃO AFETIVA.....	37
5.1. Estratégias de Ensaio.....	37
5.2. Estratégias de Elaboração.....	38
5.3. Estratégias de Organização.....	40
5.4. Estratégias de Monitoramento.....	42
5.5. Estratégias Afetivas.....	44
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	48
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50

1. INTRODUÇÃO

Bom ensino inclui ensinar os alunos a como aprender, como lembrar, como pensar, e como motivar eles mesmos (WEINSTEIN; MAYER, 1983)

Nos dias de hoje, uma das preocupações dos professores está ligada a capacidade de aprendizagem dos alunos. Em outras palavras, existe uma grande preocupação com a capacidade de retenção de conceitos e dos seus significados dos mesmos. Com isso, os professores têm buscado, cada vez mais, novos métodos e estratégias para uma melhor fixação dos conteúdos abordados em sala de aula.

Durante a minha participação no programa Ciência Sem Fronteiras¹, foi possível realizar alguns trabalhos que relacionavam o cérebro e o aprendizado. Esses trabalhos relatavam sobre as áreas do cérebro que são responsáveis pela criação e retenção de memórias e o que pode ser feito para que os alunos não esqueçam as informações. Vários aspectos influenciam nesse processo, como o sono, alimentação e fatores ambientais. Nos trabalhos em que participei os fatores ambientais eram parte fundamental. Esses fatores influenciam na descrição sobre o que o professor pode fazer para mudar o ambiente em sala de aula para que os alunos fiquem mais atentos.

Essas experiências e o interesse pelas relações entre a aprendizagem e as estruturas cerebrais inspiraram o presente trabalho, cujo objetivo é identificar potencialidades de diferentes estratégias de aprendizagem, de modo que seja possível influenciar na configuração da dimensão afetiva e do processo de retenção de memória. Para isso, iremos definir o que são as estratégias de aprendizagem, apresentar o funcionamento do cérebro no que diz respeito à retenção de memórias, apresentar relações entre estruturas cerebrais e algumas áreas da Matemática e apresentar o significado de dimensão afetiva.

Trata-se de uma revisão bibliográfica, não estando assim diretamente focado em um público específico, ano escolar ou faixa etária. Para estabelecer o significado de estratégias de aprendizagem, usaremos as definições de dicionários e de Boruchovitch, e os trabalhos de Weinstein e Mayer nos servirão como base para

¹ Ciência sem Fronteiras é um programa que busca promover a consolidação, expansão e internacionalização da ciência e tecnologia, da inovação e da competitividade brasileira por meio do intercâmbio e da mobilidade internacional.

classificar as estratégias de aprendizagem quanto ao tipo e a intensidade. Em seguida apresentaremos as partes do cérebro que estão ligadas a retenção de memória, como elas são formadas, retidas e lembradas. Além disso, também serão apresentadas quais partes do cérebro são ligadas a quais áreas da Matemática. Os autores principais usados nessa etapa são Gleitman, Fridlund, Reiseberg e Gross. Na seção sobre dimensão afetiva, usaremos os estudos da Chacón e Ernest.

Através dessa revisão bibliográfica tentaremos estabelecer relações de influência mútua entre dimensão afetiva e a escolha de uma estratégia de aprendizagem pelo professor ou aluno. Esta etapa de análise tem como objetivo mostrar como a escolha dessa estratégia afeta no processo de retenção da informação. E também, como a escolha de uma estratégia pelo professor em sala de aula pode influenciar na dimensão afetiva do aluno.

Este trabalho está dividido em quatro seções. Na primeira, definiremos o que são as estratégias de aprendizagem e as separaremos quanto ao tipo e intensidade. Cada uma das estratégias de aprendizado causa um impacto diferente na aprendizagem, pois cada uma delas ativa diferentes partes do cérebro que farão com que o conteúdo fique ou não na memória². Sendo que uma estratégia pode ativar mais de uma parte do cérebro e duas estratégias diferentes podem ativar a mesma parte. Tanto o professor quanto o aluno podem escolher um tipo de estratégia para usar no momento da aprendizagem. O que influencia a escolha do professor ou do aluno é a relação de afetividade que os mesmos têm com a disciplina em si. No entanto, cabe ressaltar que existe uma relação de influência mútua entre esta escolha e a própria dimensão afetiva.

Na segunda seção, apresentaremos como os alunos aprendem de acordo com o funcionamento dos processos cerebrais no momento da aprendizagem, como a memória é formada e retida no cérebro, e quais estruturas cerebrais estão relacionadas com as áreas de Matemática. Para isso, devemos conhecer como o cérebro processa as informações, como a informação é armazenada na memória e quais estruturas estão ligadas na formação das memórias. Com isso, poderemos identificar quais partes do cérebro devemos ativar quando queremos que uma

² É importante destacar que quando falamos de memória não estamos falando de decorar, mas sim da capacidade que o cérebro tem de reter informações.

informação fique retida por mais tempo, e assim procurar quais ações ativam essas partes.

E, na terceira seção, definiremos dimensão afetiva e como elas influenciam na escolha de uma estratégia de aprendizagem. Entendemos que pensar no ensino por um ângulo afetivo é fator importante para o processo de ensino-aprendizagem. Além disso, será apresentado como as crenças dos professores e dos alunos sobre a Matemática, sobre si mesmo e sobre o ensino da Matemática podem influenciar no ensino e aprendizagem. Cabe ressaltar que, além das crenças, a dimensão afetiva também é descrita pelas atitudes e reações emocionais instantâneas.

Por fim, a quarta seção está reservada para as análises a respeito das possíveis potencialidades de cada uma das estratégias de aprendizagem descritas neste trabalho. Também serão apresentadas algumas conexões entre estas estratégias, dimensão afetiva, e funcionalidades do cérebro. Nos concentraremos em analisar com mais profundidade as possíveis relações entre as estratégias de aprendizagem e as crenças. Desta forma, acreditamos que este trabalho é uma contribuição importante para reflexões significativas sobre o ensino e a aprendizagem em matemática.

2. ESTRATÉGIAS DE APRENDIZAGEM

Como foi dito anteriormente, este trabalho tem a intenção de esclarecer o modo como as ações realizadas por professores e alunos e as relações afetivas presentes em âmbito escolar influenciam na retenção de informações pelo cérebro. Nesta seção, nos concentraremos em discutir as características de alguns tipos de estratégias de aprendizagem. Para essa discussão, será realizada uma divisão das estratégias de acordo com a forma e a intensidade. Antes de iniciar com estas divisões, nos focaremos no significado da expressão “estratégias de aprendizagem”.

Segundo Freitas (2006), a aprendizagem funciona de modo semelhante ao processo de desenvolvimento humano descrito por Luria e Vygotsky. Vygotsky diz que o ser humano constitui-se de acordo com as relações sociais, que só se desenvolvem dentro de um grupo cultural. Em outras palavras, é possível afirmar que a aprendizagem tem relação próxima com o modo como as habilidades acadêmicas são construídas, tendo em vista que estes são características de um grupo cultural específico. Sendo assim, as estratégias de aprendizagem passam a ter papel fundamental no desenvolvimento do aluno.

Para melhor compreensão do significado da expressão “estratégias de aprendizagem” observamos que o termo estratégia, segundo o dicionário Michaelis (2015), é a arte de conceber operações de guerra em planos de conjunto. Outra descrição possível para estratégia é como a ciência das operações militares e uma combinação engenhosa para conseguir um fim (FERREIRA, 2015). De modo mais geral, o termo estratégia tem sido usado como um conjunto de procedimentos para realizar ou obter alguma coisa.

O termo aprendizagem pode ser descrito como o ato ou efeito de aprender, tempo durante o qual se aprende e a experiência que tem quem aprendeu (FERREIRA, 2015). Ou descrição possível diz respeito a ação de aprender qualquer ofício, arte ou ciência (MICHAELIS, 2015). Então estratégia de aprendizado é uma sequência de procedimentos para facilitar o aprendizado. Assim, quando estamos envolvidos em jogos e desafios é comum, inicialmente, nos sentirmos perdidos ou sem saber o que fazer. Porém, depois, começamos a tentar estratégias que já conhecemos para ver se funcionam nessa situação. Com isso, escolhemos aquelas que funcionam e começamos a usá-las para vencer o jogo. (AMARAL, 2007). Esse

processo de pensar em como pensar é o mesmo utilizado pelos alunos e professores em sala de aula para aprender um novo conteúdo. Tanto os alunos quanto os professores tentam estratégias que mais se adequem ao conteúdo e à turma, com o objetivo de que o conteúdo seja aprendido. As estratégias de aprendizagem são necessárias, e úteis, para um aprendizado efetivo ou para a retenção de informação que será usada depois.

Do ponto de vista acadêmico, é possível entender a expressão como:

Estratégias de aprendizagem são técnicas ou métodos que os alunos usam para adquirir a informação (Dembo, 1994). Como aponta Nisbett, Schucksmith e Dansereau (1987, citados por Pozo, 1996), as estratégias de aprendizagem vêm sendo definidas como sequências de procedimentos ou atividades que se escolhem com o propósito de facilitar a aquisição, o armazenamento e/ou a utilização da informação. Em nível mais específico, as estratégias de aprendizagem podem ser consideradas como qualquer procedimento adotado para a realização de uma determinada tarefa (Da Silva & Sá (1997) Apud BORUCHOVITCH, 1999, p. 3) .

As estratégias de aprendizagem podem ser definidas como uma série de ações que o aluno faz para influenciar o modo como seu cérebro processa uma informação. Weinstein e Mayer (1983) também definem que as estratégias de aprendizado são os comportamentos e pensamentos em que o aluno se empenha e que tem como objetivo influenciar no processo de decodificação das informações adquiridas pelo aluno. Em outras palavras, essas estratégias são métodos que ajudam o aluno a reter informação e lembrá-la quando necessário. Desta forma, é possível entender que o objetivo de uma estratégia é afetar a motivação e a dimensão afetiva do aluno, ou de como o aluno seleciona, adquire, organiza, ou integra um novo conhecimento. Por exemplo, em uma situação de se preparar para uma aula, o aluno pode conversar com ele mesmo para reduzir a ansiedade; em situações que envolvem textos, o aluno pode gerar sumários para cada seção; em aprendizado de associações, o aluno pode formar uma imagem mental para ajudar a associar os objetos representados; em aprendizados científicos, o aluno toma notas sobre o material. Estratégias muito usadas pelos alunos são grifar partes importantes de um texto que está sendo aprendido, repetir o texto em voz alta, copiar o texto e fazer notas. Dois aspectos importantes nessas estratégias são a seleção, que ajuda o aluno a prestar atenção em aspectos importantes do texto, e a aquisição, que é ter certeza que a informação é transferida para a memória para estudos posteriores. Cada atividade que o aluno faz é um exemplo de estratégia de aprendizado também.

2.1. Estratégias quanto ao formato

Neste sentido, torna-se importante identificar características peculiares das estratégias de aprendizagem. Boruchovitch (1999) cita em seu trabalho cinco tipos de estratégias de aprendizagem definidas por Weinstein e Mayer (1983), as de ensaio, elaboração, organização, monitoramento e afetivas.

2.1.1 Estratégias de Ensaio

São definidas por repetição, tanto pela fala ou pela escrita do material. São procedimentos feitos através de repetição de procedimentos para resolução de problemas, definições de objetos matemáticos e informações a serem aprendidas, que envolvem copiar, anotar e sublinhar o material. Esse tipo de estratégia é usada quando o objetivo é organizar e reter a informação por mais tempo e favorece a recordação literal do conteúdo. Por exemplo, repetir o teorema de Pitágoras ($a^2=b^2+c^2$) em voz alta, repetindo a fórmula quantas vezes forem necessárias, quando se deseja memorizar um método para calcular um dos lados de um triângulo retângulo tendo outros dois lados dados. Diferente das outras estratégias, as de ensaio não focam no significado da informação.

2.1.2. Estratégias de Elaboração

Consistem em fazer conexões entre o material novo com o antigo, como reescrever, resumir ou fazer analogias. Uma imagem mental para aprender uma informação nova pode ser criada de várias formas. Uma destas é relacionar a informação nova com um conhecimento ou experiência já adquiridos. Outra trata de examinar o material novo e identificar relações lógicas entre as partes para criar algumas conexões. Esse tipo de estratégia também envolve parafrasear, resumir, anotar e criar analogias, que vão além de apenas repetição, como as estratégias de ensaio. Por exemplo, aprender sobre o conceito de semelhança de triângulos torna-se uma tarefa mais simples se as reflexões sobre o mesmo partem de analogias a respeito do significado da palavra em si. O objetivo desse tipo de estratégia é relacionar o novo, o que não é familiar, com o velho, com o que já foi aprendido ou com as experiências que os alunos vivenciaram, analisando e relacionando as informações. (MAYER, 1988). Quando essas estratégias são usadas, as informações são integradas com informações antigas, construindo conexões internas que são aumentadas quando a informação é treinada e dada significado.

2.1.3. Estratégias de Organização

Consistem em reestruturar o material, como dividir em partes, tópicos ou diagramas. Colocando ordem na estrutura do conteúdo a ser estudado, estabelecendo tópicos mais importantes. Como, por exemplo, ao estudar questões históricas da evolução do pensamento matemático, um aluno pode decidir por organizar o estudo através de épocas onde ocorreram mudanças na forma de pensar nos problemas. Outro exemplo, na resolução de problemas longos que envolvem vários procedimentos, o aluno pode separar cada etapa em tópicos na ordem em que precisam ser usados. O objetivo dessa estratégia é transformar a informação de modo a facilitar a sua compreensão, como, por exemplo, a categorização da informação, o seu agrupamento em blocos, a criação de esquemas, resumos, construção de diagramas, mapas, fluxogramas e a criação de uma hierarquia de fontes de informação. Essas estratégias consideram tarefas de reflexão a seleção de ideias, organização, construção de roteiros e mapas.

2.1.4. Estratégias de Monitoramento

Este tipo de estratégia se refere a uma crítica pessoal do aluno. Ou seja, o mesmo busca mecanismos capazes de indicar o quanto ele pode captar ou absorver um novo conteúdo. Além disso, caso não ocorra a absorção, o aluno é capaz de realizar questionamentos a fim de melhorar seu entendimento. Consistem no controle da própria aprendizagem através do auto questionamento, podendo substituir, aprimorar e até mesmo recriar novos caminhos, ou rotinas de trabalho, que ajudem na aquisição de algum conhecimento. Como, por exemplo, quando um aluno resolve um problema envolvendo teoria dos conjuntos, existem duas possibilidades: usar o diagrama de Venn ou analisar o enunciado para determinar a distribuição correta os valores fornecidos. Este tipo de estratégia permite que o aluno tenha consciência da escolha de qual método usar. Esta tomada de consciência do quanto compreendemos o material, nos leva a perceber o que foi ou não aprendido, estabelecendo novas estratégias e questionamentos. Esse tipo de estratégia permite também que o aluno tome a decisão de rever a escolha da própria estratégia de aprendizagem. Isso pode ser feito quando se percebe que a estratégia que ele está usando não faz com que ele obtenha os resultados desejados.

2.1.5. Estratégias Afetivas

Consistem em eliminar sentimentos negativos, de modo a controlar a ansiedade e melhorar a motivação, atenção, concentração. Estratégias afetivas, como estar atento e relaxado, ajudam a tirar a ansiedade do aluno. Tarefas comuns nessa categoria incluem reduzir distrações externas, por exemplo, estudando em lugares quietos, direcionar a atenção do aluno para longe de sentimentos de medo e falha e prevenir pensamentos sobre estar fazendo errado. Pesquisas nessa área tem se focado em estratégias nas quais o professor se foca na atenção, mantém a concentração, gerencia a ansiedade, estabelece e mantém a motivação, e gerencia o tempo efetivamente (WEINSTEIN; MAYER, 1983).

Do que se refere a atenção, o nosso cérebro nos permite focar em apenas uma coisa de cada vez. O cérebro prioriza o que é mais importante. Segundo o psicólogo Dan Simons, a atenção é o que focalizamos em nosso meio visual. Ela permite selecionar aspectos do mundo a ser vistos e outros a serem ignorados ou filtrados do consciente. Para ele só dá para concentrar a atenção em uma coisa de cada vez e é esta processaremos em detalhe e ficaremos ciente. Como o cérebro não consegue processar tudo a nossa volta, ele evolui para focalizar no que é importante. De uma outra forma, atenção é como um holofote. Um feixe estreito de luz fornece uma imagem bem detalhada. Um feixe mais largo mostra a imagem toda, mas torna difícil acompanhar todos os detalhes da cena (NATIONAL GEOGRAPHIC TELEVISION, 2011). As estratégias afetivas ajudam o aluno a manter a motivação, controlar a ansiedade e a frustração e manter a atenção e o desempenho, focalizando sua atenção no que está sendo ensinado. Assim, o cérebro dá importância a essa informação e ela é guardada na memória.

Essas estratégias fazem com que as informações se tornem mais significativas. O uso dessas estratégias fazem com que os alunos criem algum tipo de construção simbólica, como uma imagem ou analogia, para ajudar a reter essas informações (MAYER, 1988). E operam no sistema das memórias de curto prazo, pois elas têm como foco a atenção, manipulam a informação organizando-as e fazem com que sejam recuperadas. Algumas estratégias são automáticas e outras dependem do controle voluntário (BORUCHOVITCH, 1999).

2.2. Estratégias quanto a intensidade

O estudo sobre as estratégias de aprendizagem é focado em como as pessoas aprendem e em como as informações são processadas. O que veremos a seguir são as estratégias de aprendizagem relacionada aos processos cognitivos.

Como as estratégias de aprendizagem tem como objetivo influenciar no processo de aprendizagem do aluno, saber como aprendemos é fundamental. Mayer (1988) define três visões de aprendizado, a quantitativa, a qualitativa e a comportamental. Sobre a quantitativa, o autor enfatiza quatro elementos principais: instrução, processo de aprendizagem, resultado da aprendizagem e performance.

Primeiro, a instrução é apresentada ao aluno e então o aluno processa essa informação. Algumas dessas informações são guardadas na memória, para que elas possam ser usadas depois na resolução de um problema ou na resposta a alguma questão. Se a informação for processada, então significa que essa informação foi aprendida. Os efeitos desses processos seriam quantitativos, ou seja, influenciam em quanto é aprendido. A visão qualitativa também consiste nos mesmos quatro elementos da quantitativa. Para explicar melhor essa visão, Mayer apresenta a seguinte tabela:

Instrução	Processos de aprendizagem	Resultados da aprendizagem	Performance
Alta Qualidade	Alto processamento	Vários nós	Boa retenção e transferência
Baixa Qualidade	Baixo processamento	Poucos nós	Pouca retenção e transferência
Instrução por atenção	Presta atenção no geral	Vários nós	Boa retenção
Instrução por atenção guiada	Presta atenção seletivamente	Vários nós de tipos selecionados	Boa retenção de tipos selecionados
Instrução por repetição organizada	Organizada	Conecções internas	Boa conclusão em responder questões e pouca retenção da ordem original
Instrução por codificação generativa	Elaborada	Conecções externas	Boa transferência e pouca retenção textualmente

Tabela 1: Qualidade das estratégias (MAYER, 1988, p. 13, tradução nossa)

Essa tabela mostra as maneiras em como o aluno pode aprender e como ele processa as informações. Como mostrado na tabela, cada maneira em como a

informação é processada influencia em um tipo de resultado de aprendizagem. Por exemplo, estratégias do tipo de ensaio talvez melhorem a performance do aluno em um teste de reconhecimento textual, enquanto uma tarefa em que se usa uma estratégia de elaboração resulte em uma melhor performance em um teste que requer informações do texto. Desta forma, as estratégias de aprendizagem ajudam a saber que tipo de processo é apropriado para que o aluno atinja os objetivos. Os efeitos desse processo são qualitativos, ou seja, o objetivo é o tipo de resposta que é atingida.

No que diz respeito a visão comportamental, Mayer (1988) indica que dois elementos cognitivos são ignorados por professores e alunos, no momento em que optam por esta visão: os processos de aprendizagem e os resultados da aprendizagem. De acordo com esse modelo, a performance do aluno em um teste depende apenas da quantidade de instrução que é apresentada. Porém, estamos de acordo com o autor quando este não apoia esse ponto de vista em que o “aluno é um balde vazio em que o conhecimento pode ser derramado”(MAYER, 1988, p. 13 tradução nossa).

Esses três modelos de aprendizado representam três fundamentalmente diferentes visões de estratégias de aprendizagem. O primeiro modelo mostra estratégias em que o importante é aumentar a quantidade de aprendizado. (...) O segundo modelo sugere que os alunos tem que aprender como selecionar uma estratégia de aprendizado que é apropriada ao seu objetivo. (...) Finalmente, o último rejeita a utilidade das estratégias de aprendizado, já que o que vai para a cabeça do aluno durante o ato de instrução não é importante. (MAYER, 1988, p. 14. tradução nossa)

A seguir, veremos como Mayer relaciona as estratégias de aprendizagem com os quatro componentes de aprendizado citados na tabela anterior, instrução, processos de aprendizagem, resultados da aprendizagem e performance.

Primeiro a instrução, que para o autor se refere em qualquer sequência de eventos que tem a intenção de ajudar o aluno a aprender alguma coisa. Mayer (1988) cita dois tipos de tarefas diferenciadas por Weinstein e Mayer (1983), as tarefas básicas e as complexas e cada uma delas tem um tipo de estratégia. Para eles, as tarefas básicas seriam o aprendizado de fatos isolados, como por exemplo, “ $2 + 2 = 4$ ” ou “a capital do Brasil é Brasília”. E as tarefas complexas seriam o aprendizado de corpos de conhecimentos, como por exemplo uma aula sobre o ciclo do nitrogênio ou do funcionamento de um radar. Os autores sugerem que talvez a estratégia usada para um tipo de situação não seja apropriada para outra.

Os processos de aprendizagem consistem em três tipos de memórias que serão explicadas com mais detalhes na próxima seção, memória sensorial (MS), memória de curto prazo (MCP) e a memória de longo prazo (MLP), e quatro processos de controle representados por atenção, ensaio, codificação e recuperação (MAYER, 1988).

A atenção ajuda a informação a entrar na memória sensorial. Uma vez que a informação está na memória sensorial, o aluno precisa prestar atenção para que a informação vá para a memória de curto prazo. Estratégias do tipo afetiva ajudam nesse processo, pois se focam na eliminação de pensamentos negativos, na motivação e atenção. De acordo com o modelo quantitativo, as estratégias de aprendizagem através do processo de atenção influenciam em quanta atenção é dada e, então, em quanta informação vai para a memória de curto prazo. Por exemplo, um aluno motivado presta mais atenção nas informações do que um aluno desmotivado. E, segundo o modelo qualitativo, as estratégias de aprendizagem através da atenção podem influenciar na atenção seletiva, e então qual tipo de informação é levada para a memória de curto prazo (MAYER, 1988).

O ensaio é como uma revisão, pois uma vez que a informação está na memória de curto prazo, o aluno passa a pensar nela. Se a informação começar a desaparecer da memória de curto prazo, é necessário revisá-la. De acordo com o modelo quantitativo, as estratégias de aprendizagem por meio do ensaio influenciam em quanta revisão é necessária, e então, por quanto tempo a informação pode ficar na memória de curto prazo. Em resumo, quanto mais o material for revisto, mais informação é guardada na memória de curto prazo. Estratégias do tipo de organização ajudam nesse processo de controle, pois fazem com que os alunos dividam o conteúdo em partes, fazendo assim uma revisão do que foi visto. E, de acordo com o modelo qualitativo, as estratégias de aprendizagem através do ensaio influenciam no tipo de revisão que é usada. E, então, no tipo de informação que pode ficar na memória de curto prazo (MAYER, 1988). Por exemplo, o aluno pode se revisar o material dividindo-o em tópicos com as partes mais importantes.

A codificação ajuda no processo de transferir a informação da memória de curto prazo para a de longo prazo. Pois a informação guardada na memória de longo prazo é permanente. Segundo o modelo quantitativo, as estratégias de aprendizagem por meio da codificação influenciam em quão rápido e quanta a

informação é codificada. E de acordo com o modelo qualitativo, as estratégias de aprendizagem também podem influenciar na qualidade do processo de codificação, “que é o grau em que a informação nova é integrada a um conhecimento já existente” (MAYER, 1988, p. 16). Por exemplo, no aprendizado de uma equação matemática, a informação pode ser codificada como apresentada ou pode ser integrada com um conhecimento existente sobre as variáveis em uma equação. Veremos que quando uma informação é integrada a outra já existente fica mais fácil de lembrá-la quando necessário.

Por último, tem a recuperação, que se refere a transferir a informação da memória de longo prazo para a de curto prazo, o contrário do processo anterior. De acordo com o modelo quantitativo, recuperar um conhecimento durante o aprendizado pode afetar na quantidade que é aprendida, mas não afeta em como a informação é guardada na memória de longo prazo. E, segundo o modelo qualitativo, o resultado do aprendizado depende tanto do que é apresentado quanto do entendimento de conhecimentos já existentes. “Em resumo, o tipo de conhecimento já existente que é recuperado e usado em assimilações durante o aprendizado pode influenciar no que é aprendido” (MAYER, 1988, p. 16). Por exemplo, no aprendizado de um novo conceito matemático o aluno deve se lembrar de um conhecimento antigo.

O que vimos até agora mostra que as diferenças no processo cognitivo do aluno durante a aprendizagem podem afetar no que é aprendido. Por exemplo, o modelo quantitativo mostra que a quantidade de atenção que é prestada, a quantidade de revisão e a força de cada codificação afetam em quanto é aprendido. Em contraste, o modelo qualitativo sugere que o processo de atenção pode afetar a seleção de informações, a revisão pode afetar as conexões internas que são construídas nessa informação, e que a codificação afeta na integração de informações novas com conhecimentos já existentes. Essas diferenças em respostas de aprendizagem serão vistas a seguir em três aspectos, o número de nós, conexões internas e externas.

Considerando cada informação um nó, a resposta de aprendizagem pode ser considerada o número de nós. Por exemplo, cada nó é uma ideia, um evento simples, uma ação ou uma situação. O modelo quantitativo, por meio das estratégias

de aprendizagem, influencia no número de nós que são adquiridos, e o modelo qualitativo em quais nós são adquiridos.

Também é possível descrever as conexões internas entre os nós. Por exemplo, na aprendizagem sobre o ciclo do nitrogênio o aluno pode criar conexões internas que indicam relações do dia-a-dia a cada passo no ciclo. O modelo quantitativo não influencia as conexões internas pois seu foco é apenas em quantos nós são adquiridos, já o modelo qualitativo mostra que os diferentes tipos de ensaio podem levar o aluno a construir diferentes conexões internas.

E, por último, as respostas de aprendizagem podem se distinguir em quão bem a informação nova é relacionada com o conhecimento já existente. Como no mesmo exemplo anterior do ciclo do nitrogênio, o aluno pode criar conexões externas que indicam uma analogia entre o ciclo natural com o ciclo de uma fábrica. Como nas conexões internas, o modelo quantitativo não tem influência nas conexões externas, e o modelo qualitativo sugere que diferentes tipos de codificação podem levar a diferentes tipos de conexões externas construídas pelo aluno.

Resumindo, o modelo quantitativo se foca apenas em quantos nós são adquiridos ou formados, enquanto o qualitativo foca em quais nós são adquiridos, como eles estão relacionados com outros e em como eles estão relacionados com conhecimentos já existentes. (MAYER, 1988, p. 17)

Sobre performance, Mayer (1988) divide em dois graus também, o quantitativo e o qualitativo. O quantitativo se refere a dar um teste ao aluno para saber quanto foi aprendido, que inclui testes de recordação, reconhecimento e múltipla escolha. Esses tipos de testes avaliam a quantidade de informação aprendida. Diferente do qualitativo, que se refere em avaliar a qualidade das respostas, que inclui testes para diferenciar a atenção, recordação e reconhecimento, como foco em que tipos de informação são aprendidas. Para medir as diferenças em conexões internas, recordação e reconhecimento, os testes podem ser marcados por grau de retenção verbal e interferência. Por exemplo, alunos que tem boas conexões internas tem mais conclusões mas são menos capazes de reter informações de forma verbal. E para medir as diferenças em conexões externas, testes de transferência podem ser aplicados. Por exemplo, alunos que tem mais conexões externas se destacam em transferências de longe, mas não em problemas iguais aos dados durante a instrução.

Existem vários tipos de estratégias de aprendizagem e cada uma delas tem uma intensidade diferente e causa uma resposta diferente no aprendizado do aluno. Cada tipo de estratégia ativa uma parte diferente do cérebro, sendo todas elas ligadas ao aprendizado e a intensidade das estratégias determina se a informação será ou não guardada na memória. O que veremos a seguir é como essa informação é processada, retida e lembrada pelo cérebro e quais partes estão envolvidas nesses processos.

3. ESTRUTURAS CEREBRAIS E RETENÇÃO DE MEMÓRIAS

3.1. Estruturas cerebrais

Como vimos, as estratégias de aprendizagem influenciam de várias maneiras em como o conteúdo é aprendido. Isso acontece devido ao modo como o cérebro processa as informações novas. Cada estratégia de aprendizado afeta uma parte do cérebro, fazendo com que o conteúdo seja aprendido, como será discutido mais à frente. A seguir, veremos como as partes do cérebro funcionam no processo de reter informações. Neurocientistas analisaram quais partes do cérebro são responsáveis pelo processo de aprendizado e retenção de memória, que tipo de memória está conectada com o aprendizado e como a memória é formada. Sendo assim, apresentaremos a seguir uma breve descrição das subdivisões do cérebro bem como de suas funcionalidades.

O cérebro está dividido em três partes principais: o rombencéfalo (hindbrain), que é a parte posterior do cérebro, o mesencéfalo (midbrain), a parte média, e o prosencéfalo (forebrain), a parte anterior (GLEITMAN; FRIDLUND; REISEBERG, 1999), como na figura abaixo.

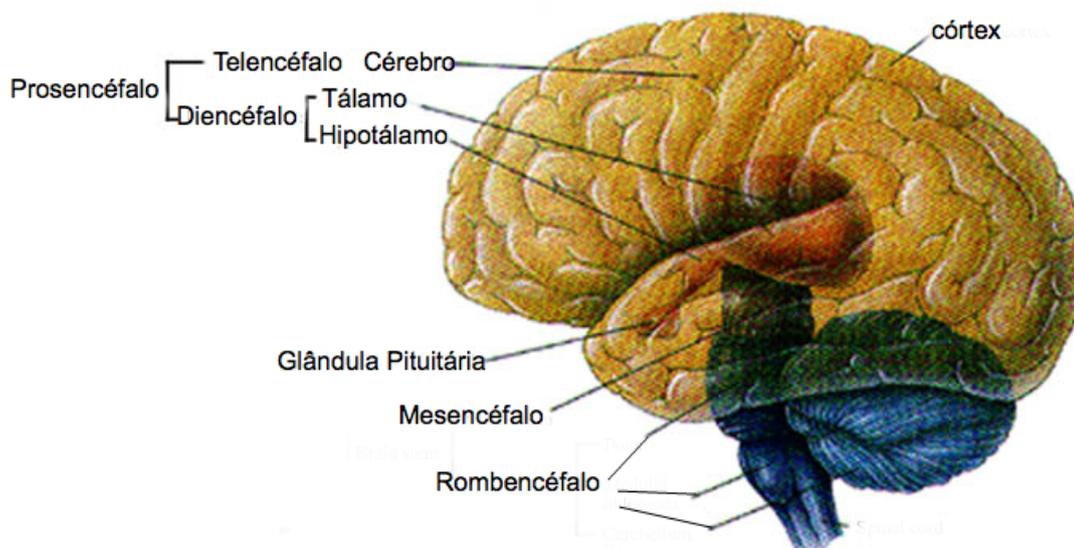


Figura 1: Partes do cérebro

Disponível em: <http://users.bergen.org/ricpan/jfk/brain.html>

O prosencéfalo é a maior região do cérebro e o maior responsável pela aprendizagem. Esta parte está dividida em duas outras: o telencéfalo (formado pelo córtex cerebral, a glândula basal e o sistema límbico, que é dividido em hipocampo e amígdala) e o diencefalo (formado pelo tálamo, o hipotálamo, o epitélamo, o subtálamo).

O córtex cerebral tem funções em ação, memória e todo o alto processo de pensamento. Dentro do córtex tem a massa branca, que dentro dela tem a massa cinza, composta de células nervosas. O córtex também é dividido em dois hemisférios, o direito e o esquerdo, e cada um deles tem a sua própria função. O hemisfério direito é responsável pela criatividade, na percepção de sons musicais, no reconhecimento de faces. E o esquerdo pelas habilidades lógicas, como atividades que envolvem matemática, controla a fala, comanda a escrita, e entre outras coisas (GLEITMAN; GROSS; REISBERG, 2010).

As funções do tálamo são enviar as informações sensoriais e motoras para o córtex cerebral e o hipotálamo regula as funções viscerais, incluindo temperatura, fome, sono, emoção e comanda o sistema nervoso autônomo (GLEITMAN; GROSS; REISBERG, 2010). O sistema límbico tem uma coleção de estruturas dentro do prosencéfalo, incluindo a amígdala e o hipocampo, também conhecido como o cérebro emocional, pois tem a função de fornecer as emoções do ser humano. Isto é importante na formação de memórias e aprendizado, pois as emoções manifestadas no momento da aprendizagem influenciam em como o conteúdo será guardado no cérebro. Pois é o hipocampo que envia as informações para o córtex e ele faz uma seleção do que será enviado. Então, se no momento da aprendizagem uma forte emoção positiva estiver envolvida, o hipocampo tratará essa informação como importante e, então, enviará para o córtex para que seja guardada. Esse processo será explicado com mais detalhes a seguir. O sistema límbico é também responsável pelos instintos básicos, como o medo.

Entendemos que todas essas estruturas estão ligadas a aprendizagem pois são essas estruturas que participam do processo de formação de memórias. Cabe ressaltar que cada uma das estruturas citadas anteriormente tem uma função específica, mesmo que relacionadas entre si. A seguir, será apresentada uma descrição do modo como as informações são formadas, guardadas e lembradas no cérebro.

3.2. Retenção de memórias

Cada um de nós tem um grande número de memórias. Somos capazes de reter lembranças sobre acontecimentos, fatos, procedimentos ou habilidades. Qualquer ato de lembrar requer três aspectos no processo de memorização. Primeiro, para lembrar é necessário aprender, o que significa colocar alguma informação dentro da memória. O próximo passo de lembrar é o armazenamento. Para ser armazenada, uma experiência precisa deixar algum registro no sistema nervoso. Cabe destacar que emoções positivas têm papel importante neste processo, possibilitando uma aprendizagem mais significativa. O último passo é a recuperação, que é o processo em que a informação é armazenada e depois usada. Algumas vezes, a recuperação é uma forma de recordação, um processo em que recuperamos informações da memória em resposta a alguma afirmação ou questão (GLEITMAN; GROSS; REISBERG, 2010). Esses autores usam o termo memória para se referir a capacidade do cérebro de adquirir, guardar e lembrar de fatos.

Basicamente, o processo de memorização é definido como guardar informação vinda de fatos e eventos ou de estímulo sensorial, e então relembrar essa informação quando necessário. Também, memorização envolve o córtex, a amígdala, o tálamo e o hipocampo (SERENDIP, 2012). O hipocampo faz um registro de tudo que foi colhido durante o dia e copia esses dados para o córtex. Após isso, os dados são apagados do hipocampo para que mais informações sejam armazenadas no próximo dia. Já no córtex, as informações são retidas definitivamente. É durante o sono que o córtex guarda as informações passadas pelo hipocampo, e não há uma escolha do que será guardado. Mas dependendo da profundidade com que as informações foram passadas para o hipocampo, as informações podem ficar guardadas por mais tempo.

Os neurônios e dendritos são células localizadas no prosencéfalo que formam a memória. Neurônios são células que enviam, recebem e retêm informação, e os dendritos, que conectam os neurônios, são células que permitem a comunicação entre os neurônios recebendo informações de outros neurônios (WILLIS, 2007). Os neurônios têm vários tamanhos e formatos. Os neurônios motores transmitem impulsos neurais do cérebro para os músculos, o que nos permite, por exemplo, mexer os pés. Os neurônios que levam informação do sistema nervoso central para fora, chamados de eferentes, permitem o cérebro controlar os músculos. Esses

neurônios carregam informações do cérebro para algum lugar fora do cérebro. Outros neurônios, os chamados aferentes, mantém o sistema nervoso informado sobre o mundo externo e sobre o ambiente interno do corpo. Alguns desses neurônios são especializados em responder a energias externas, como pressão, mudanças químicas, luz, etc. Neurônios aferentes traduz em os estímulos físicos em mudanças elétricas, que então desencadeiam um impulso nervoso em outros neurônios. 99% das células nervosas do cérebro são aferentes (GLEITMAN; GROSS; REISBERG, 2010).

As conexões entre células nervosas, chamadas de sinapses, também tem uma função importante na memória. Essas conexões podem ser químicas ou elétricas e são ultrarrápidas. Cada neurônio no cérebro se conecta com milhares de outros neurônios e essas conexões criam passagens que crescem de acordo com a frequência com que cada neurônio é ativado (WILLIS, 2007).

O processo de retenção de memórias é a entrada de informações através de um determinado sensor externo, que é encaminhado para o sistema neural relacionado a memória, onde estas informações serão guardadas por um tempo. Existe uma seleção de exatamente como essas informações ou até mesmo se essas informações serão guardadas, e essa seleção é determinada pela importância dessa informação ou pela frequência que elas acontecem (WILLIS, 2007). A importância das informações podem ser definidas pelas reações emocionais do indivíduo ao ter contato com uma informação nova, ou no momento da aprendizagem. Se uma experiência de aprendizagem estiver relacionada a uma categoria intensa de emoções e o nível de atenção do aluno for adequado, as informações serão guardadas por mais tempo do que no caso da não ocorrência deste tipo de experiência de aprendizagem.

Às vezes, informações são esquecidas, e isso é um processo natural chamado poda, que não é uma falha, mas um mecanismo de limpeza que tenta impedir uma super retenção de informações no cérebro (WILLIS, 2007). Esse processo de memorização e aprendizado implica passos, e existem diferentes tipos de memória, que são classificadas de acordo com a função, tempo e conteúdo. No que se refere a função de memória, existe a memória sensorial, a de curto prazo e a de longo prazo (MOGHADDAM; ARAGHI, 2013).

No processo de aprendizagem, a memória de longo prazo é a mais importante. Pois a memória de curto prazo guarda uma pequena quantidade de informação e por um curto período de tempo, por volta de 20 minutos e também ela guarda a informação que esta sendo trabalhada. Uma informação de curto prazo pode se transformar em uma informação de longo prazo, essa informação é verificada para saber se vale a pena ser armazenada na memória de longo prazo. Mas quando a informação é guardada na memória a longo prazo, a informação não é esquecida, pois a memória de longo prazo guarda informações por dias ou anos. Por exemplo, não precisamos pensar para piscar os olhos ou para levantarmos as mãos, pois essas informações já estão na memória de longo prazo. Então para que essas informações fiquem por anos, é preciso que elas sejam associadas com informações mais velhas, dar significado e/ou praticar (MOGHADDAM; ARAGHI, 2013). Pois, quando associamos memórias, damos significado e praticamos, mais neurônios são usados para acessarmos essa memória mais tarde, e quanto mais neurônios são ativados mais fortes ficam as conexões entre eles. Então, essa informação pode ser acessada mais fácil e rapidamente. Quando as conexões entre os neurônios são fortalecidas e as informações são facilmente acessadas, o aprendizado acontece. Estabelecer informações na memória de longo prazo não é um processo automático e depende de como a informação foi pensada quando vista pela primeira vez. Alguns estudos feitos durante atividades de aprendizado mostraram que quanto mais alto o nível de atividades durante o início da aquisição da memória, mais alta é a chance de lembrar as informações depois (GLEITMAN; GROSS; REISBERG, 2010).

A memória é uma das muitas funções do cérebro chamada de função inteligente. É por causa da memória que podemos nos lembrar do que vivemos no passado e usar isso na aquisição de novos conhecimentos e habilidades, o que ajuda na resolução de problemas.

Sem o papel da memória, seria impossível exercer qualquer atividade, seja mental, motora ou afetiva. Seria como ter que aprender todo o dia como exercer as mesmas tarefas, até mesmo tarefas básicas como falar e andar.

a memória comporta a nossa história intrapsíquica que é formada por milhões de experiências de prazer, dor, tristeza, medo, tranquilidade, inquietação, angústia, raiva, desde a vida intra-uterina, e que vão se acumulando ao longo dos anos. (LÚRIA, 1998, Apud ESTRELA; RIBEIRO, 2012, p. 145)

Em resumo, aprender é guardar informação na memória de longo prazo, praticando o que foi visto para criar e fortalecer as conexões entre os dendritos; e, então, permitir que a informação seja facilmente acessada. Existem fatores que podem fortalecer ou enfraquecer essas conexões entre os dendritos. Um exemplo é o que sentimos, pois as estruturas do cérebro são afetadas pela emoção que a pessoa está sentindo no momento em que a informação está sendo processada. A emoção gera várias experiências, e o cérebro entende essas experiências por estímulos gerados pelo indivíduo.

3.3. Cérebro e Matemática

Ninguém nasce sabendo o alfabeto ou os números. Mas, claramente, o cérebro controla esses diferentes tipos de conhecimento. Muitas pessoas são mais propensas para uma área ou outra, mostrando uma propensão mais para tarefas verbais do que numéricas ou vice e versa. Como vimos, o córtex é dividido em dois hemisférios, o direito e o esquerdo. Cada um tem suas funções específicas e não existe uma relação de dominância entre eles, pelo contrário, eles trabalham em conjunto.

Aposo (2012) diz que o lado esquerdo é responsável pela habilidade em matemática, mas isso não quer dizer que o direito não trabalhe. Por exemplo, o hemisfério esquerdo também participa do reconhecimento de faces, mas a sua especialidade é descobrir precisamente quem é o dono de cada face. Do mesmo modo que o hemisfério direito é capaz de saber categorias gerais de objetos e seres vivos, mas é o esquerdo que identifica as categorias específicas. O hemisfério direito é melhor na identificação de coisas espaciais, mais como as relações de medida, quantitativas. O esquerdo não deixa de participar dessas funções também, mas é melhor na identificação de relações espaciais na categoria de qualitativa (APOSO, 2012). Park (2012) diz que fortalecer a comunicação entre os dois hemisférios do cérebro aumenta a performance em aritmética, mas não sabem com certeza se pode aumentar a performance em matemática. Isso porque cada lado é responsável por um “tipo” de matemática.



Figura 2: Especialização dos hemisférios

Disponível em: <http://www.infoescola.com/anatomia-humana/cerebro/>

Estudos sobre o mapeamento do cérebro tem mostrado que a região superior/meio do cérebro é responsável pelo papel central na chamada cognição numérica, que é a habilidade de processar as informações numéricas. Esses estudos tem também mostrado que a região direita é envolvida primeiramente em processos de quantidades básicas, como a quantidade de frutas em uma cesta. Enquanto o lado esquerdo é o responsável em operações numéricas mais precisas, como adição e subtração.

Em uma pesquisa conduzida em Dallas pelo Dr. Joonkoo Park, concluiu-se que atividades do tipo encontrar o número de itens ativou o lado direito do córtex, e as do tipo de adição e subtração ativaram o lado esquerdo do córtex. Mas, também foi descoberto nessa pesquisa, que a comunicação entre os dois hemisférios aumenta muito durante tarefas de aritmética, quando comparado com atividades quantitativas. E, também, que pessoas que tinham uma conexão mais forte entre os hemisférios resolviam problemas de subtração mais rapidamente (PARK, 2012).

Em outros estudos, Rocha e Rocha (2000, p. 45) dizem que “o hemisfério esquerdo do cérebro desempenha as funções de movimentos dos membros e

também é importante em atividades que envolvem manipulação do espaço”. O hemisfério esquerdo tem outras divisões, microrregiões, que são especializadas para números, escrita, espaço e os dedos. Essa área é tão importante que uma lesão nela pode causar problemas como a incapacidade da pessoa compreender operações aritméticas básicas e manusear os números, dificuldade em escrever e diferenciar direita de esquerda. Em várias pesquisas com pessoas que sofreram acidente cerebrais no hemisfério esquerdo, foi descoberto que o hemisfério esquerdo tem um papel muito importante no processamento numérico, mas isso não significa que essa é a única área do cérebro que trabalha nisso. Concordando com os estudos de Park e Aposo de que os dois hemisférios trabalham junto na resolução de alguns problemas que envolvem matemática. Pois o processo do cálculo é muito complexo e, então, precisa de várias partes do cérebro para formar redes de neurônios. Com isso, podemos dizer que ambos os hemisférios são responsáveis pela habilidade numérica, uma vez que, em alguns casos, lesões no hemisfério direito causaram uma deterioração dessa habilidade, assim como em lesões no hemisfério esquerdo.

Várias estruturas cerebrais participam do processo de criação, retenção e recordação de memórias, e existem tipos diferentes de memórias. O tipo de memória que será criada, de longo ou de curto prazo, vai depender do tipo de estratégia a ser usada no momento em que a informação está sendo vista. O que veremos a seguir é o que influencia os professores e os alunos a escolher um tipo de estratégia de aprendizagem e quais fatores estão envolvidos nesse processo.

4. DIMENSÃO AFETIVA

Como vimos, existem vários tipos de estratégias de aprendizagem e cada uma delas causa uma resposta no aprendizado do aluno. Cada professor ou aluno escolhe a estratégia que ele acredita ser melhor para ele ou para aquela situação. Seus pensamentos sobre o que é aprender, o que é Matemática e até sobre eles mesmos vão influenciar essa escolha.

A matemática tem sido rodeada de crenças que estão ligadas a “verdades” absolutas, vindas de experiências ou criações pessoais e com forte componente afetivo (CHACÓN, 2003). Chacón diz que as crenças e emoções que estão relacionadas ao ensino e aprendizagem da Matemática tem se tornado o foco de várias pesquisas. Mais geral, que há muitas crenças negativas sobre a Matemática. Como, por exemplo, a ideia que a maioria das pessoas têm de que aprender Matemática é muito difícil, o que pode criar uma barreira para o ensino. O que pode estar ligado a maneira com que a Matemática é ensinada nas escolas, sem uma ligação com o cotidiano. É muito importante ter várias formas pedagógicas de ensinar Matemática, sem deixar de pensar no ângulo afetivo do ensino. Chacón (2003) se baseia nessa visão e a autora chama de domínio afetivo, que “inclui atitudes, crenças, considerações, gostos e preferencias, emoções, sentimentos e valores” (CHACÓN, 2003, p. 20).

As experiências dos alunos em sala de aula podem criar ou não um obstáculo no seu processo de aprendizagem. Por exemplo, o respeito por cada um e a valorização da participação em sala podem favorecer o processo, mas a antipatia e o desrespeito podem dificultá-lo. Para Chacón (2003) é indispensável a conscientização dos professores de Matemática sobre como a reação emocional de seus alunos tem relação com a sala de aula. Dessa maneira, os professores podem ver as reações emocionais como parceiras para ajudar os alunos a entender suas próprias emoções e fazer da sala de aula um ambiente de crescimento. A atividade matemática deve proporcionar o acesso ao que Chacón chama de “Matemática emocional”, que considera como meio do conhecimento a emoção e o afeto.

Segundo Chacón (2003) domínio afetivo é uma categoria de sentimentos e de humor, o que é diferente da cognição pura. Em sua definição, são considerados não só os sentimentos e emoções como descritores básicos, mas também as crenças, atitudes, valores e emoções.

4.1. Crenças

As crenças em Matemática são o que a pessoa pensa sobre a Matemática e isso está baseado em sua experiência. Sendo definida como as experiências e conhecimentos do estudante e do professor. Chacón (2003) classifica as crenças dos estudantes como objeto da crença: as crenças sobre a Matemática, as crenças sobre si mesmo, as crenças sobre o ensino da Matemática e as crenças sobre em que âmbito a Matemática acontece (contexto social). Para o nosso trabalho as duas primeiras dão conta de nossas análises, porém a terceira se relaciona com a primeira.

As crenças sobre a Matemática como objeto, são crenças sobre o que é a Matemática. Essas crenças afetam em como um professor de Matemática prepara suas aulas e em como os alunos estudam o conteúdo.

Por exemplo, se o professor vê a Matemática como uma ferramenta para resolver problemas, talvez sua aula será mais sobre resolver exercícios, usar fórmulas e conceitos. Da mesma forma que se o aluno a vê dessa mesma forma, quando ele for estudar, ele dará preferência a resolução de exercícios para fixar o conteúdo. Então, o que pensamos sobre o que é Matemática pode influenciar em seu ensino. As crenças sobre si mesmo, são a visão sobre o contexto em que vivemos, sobre o mundo matemático, sobre a capacidade de aprender Matemática, sobre se é “bom” em Matemática ou se não servem para Matemática. Essas crenças estão ligadas às atitudes. Pois têm um componente importante na confiança em si mesmo para a capacidade de resolver um problema, para entender em que contexto o problema está inserido e, assim, para escolher a estratégia certa para resolvê-lo.

As crenças estão ligadas a experiência de cada um, que não precisam ter lógica ou explicação, são as suas “verdades”. Chacón (2003) mostra duas categorias de crenças que para McLeod (1992) tem influência nos aprendizes de Matemática. A primeira sendo as crenças de que a Matemática é uma disciplina que os estudantes desenvolvem, que apesar de implicar pouco elemento afetivo, é importante no ambiente em que o afeto é desenvolvido. E a segunda são as crenças dos estudantes/professores sobre si mesmos e sua relação com a Matemática, incluindo um forte componente afetivo por abranger crenças sobre confiança, autoconhecimento e o domínio de sucesso ou fracasso.

Ponte (1992) define crenças como sendo muito importantes na construção do conhecimento. “O papel das crenças é muito forte, sendo apenas condicionado pelo grau de impregnação da cultura social pelo conhecimento científico e profissional e pelas vivências pessoais” (PONTE, 1992, p. 8). Para ele, as crenças influenciam em todo o conhecimento, pois sem as crenças seria impossível ir além da racionalidade. O que difere os tipos de conhecimento são os diferentes tipos de crença, que são diferentes tipos de pensamento, experiência e raciocínio. Desse modo, crenças e conhecimento estão relacionados, sendo as crenças uma parte do conhecimento, onde as crenças fazem o papel menos ligado a realidade e o conhecimento o papel mais prático e experimental. Sendo que as crenças está em um domínio metacognitivo e o conhecimento cognitivo. O conhecimento é o certo, exige procedimentos e evidências, e as crenças são diferentes de pessoa para pessoa, e são, muitas vezes, explicadas por argumentos que nem todos concordam. As crenças podem ser vistas como uma visão de si mesmo e sobre a matemática, e são essas visões que vão determinar o comportamento da pessoa (SCHOENFELD 1987, 1992 Apud CHACÓN, 2003).

Grande parte dos alunos veem os professores como um transmissor de informação ou como uma pessoa para dar respostas. Nessa primeira visão, o importante é que o aluno apenas aprenda um conceito, que a informação seja passada a ele. Porém, isso tem mudado, o professor tem sido visto como uma pessoa que valoriza a aprendizagem. Para que haja aprendizagem, o aluno tem que saber como a aprendizagem ocorre e dar significado a isso. Isso pode causar um estranhamento por parte dos alunos, pois ele tem que mudar sua opinião (crenças) sobre o papel do professor em sala de aula e sobre o seu próprio papel também.

4.1.1. Tipos de crenças sobre a Matemática

A escolha de uma estratégia de aprendizagem pelo professor e pelo aluno depende de sua visão sobre a natureza da Matemática e sobre o ensino e a aprendizagem da Matemática. Segundo Ernest (1988), o ensino de Matemática depende de três fatores principais: esquemas mentais dos professores sobre a Matemática; o contexto social de uma situação de ensino; e o nível de pensamento do professor sobre processos de pensamento e reflexão. Para o autor, são esses os fatores que vão determinar as inovações dos professores. As crenças tem um papel importante em qual estratégia o professor escolherá para suas aulas. Pois, um

professor pode ter o mesmo nível de conhecimento de um outro professor, mas um pode conduzir a aula focando na resolução de exercícios e o outro pode ter uma abordagem mais dinâmica com jogos, por exemplo (ERNEST, 1988). Ernest (1988) define três tipos de crenças dos professores de matemática que estão ligados aos três fatores sobre o ensino de Matemática, que são: “a visão da natureza da matemática, o modelo ou visão da natureza do ensino de matemática e o modelo ou visão do processo da aprendizagem matemática” (ERNEST, 1988, p. 1).

Sobre a visão da natureza da Matemática, o autor diz que são os sistemas de crenças da Matemática como um todo e que não tem que ser consciente. Existem três tipos de visões, que o autor chama de filosofias. Primeiro a visão instrumentalista, que se trata de enxergar a Matemática como fatos, regras e uma habilidade a ser usada para um fim. Nessa visão, a Matemática não tem relação com outras coisas, ela é vista apenas como útil. A segunda visão é a Platonista, a Matemática “como estática mas como um corpo unificado de certos conhecimentos” (ERNEST, 1988, p. 2). Nessa visão, a Matemática é uma descoberta, e não uma criação. E a terceira visão é a resolução de problemas, onde a Matemática é dinâmica que está sempre expandindo através da criação e invenção humana. Nessa visão, a Matemática é um processo, um produto cultural não terminado. Isso resulta em uma contínua revisão aberta. Essas três visões podem ser classificadas em hierarquias,

Instrumentalista está no nível mais baixo, envolvendo conhecimentos de fatos, regras e métodos matemáticos como entidades separadas. No próximo nível está a visão Platonista da matemática, envolvendo um entendimento global de matemática como uma estrutura consistente, conectada e objetiva. No nível mais alto, a visão de resolução de problema vê matemática como uma estrutura dinamicamente organizada localizada em um contexto social e cultural. (ERNEST, 1988, p. 2, tradução nossa)

Na visão instrumentalista o professor é mais um instrutor, onde ele segue um texto ou esquema; na Platonista, o professor é um explicador; e na resolução de problemas, o professor é um facilitador (ERNEST, 1988).

4.2. Atitudes

As atitudes em educação Matemática tem uma definição diferente da dos psicólogos. Elas podem ser definidas pelo pensamento do aluno sobre para que a Matemática serve, sobre a confiança que o aluno tem sobre a Matemática, pela

compreensão da Matemática sobre a visão dos alunos, dos pais e dos professores, essa não tem componente afetivo, e a ansiedade, com um forte componente afetivo.

São as atitudes que vão causar as intenções pessoais, influenciando no comportamento. Compõe-se de três elementos: o cognitivo, que são as crenças ao realizar tal atitude, o afetivo, que são os sentimentos de aprovação ou não de um conteúdo, e o intencional, que são a predisposição a um comportamento. O comportamento dos alunos podem ser considerados atitudes se considerarmos a dimensão afetiva. Dimensão afetiva difere a capacidade, que é o que o aluno é capaz de fazer, de atitude, que é o que o aluno prefere fazer.

As atitudes podem ser divididas em dois grupos, as atitudes em relação a Matemática e as atitudes Matemáticas. As atitudes em relação a Matemática tem um forte componente afetivo pois trata-se da valorização e o interesse sobre a Matemática. Nesse grupo, incluem-se as atitudes em relação ao aspecto social da Matemática, ao aspecto da Matemática como matéria/conteúdo e ao método de como a Matemática é ensinada. E as atitudes Matemáticas tem um aspecto mais cognitivo. Se referem ao uso da Matemática de uma forma crítica e objetiva.

4.3. Emoções

São as respostas da pessoa a um evento que pode ser positivo ou não para ele. “As emoções são respostas organizadas além da fronteira dos sistemas psicológicos, incluindo o fisiológico, o cognitivo, o motivacional e o sistema experiencial” (CHACÓN, 2003, p. 22). As crenças dos alunos que vão determinar essas respostas através de suas expectativas, criando o significado de seus atos emocionais. Mandler (1984, 1985, 1988, 1989 Apud Chacón, 2003) descreve a emoção como sendo uma combinação entre o sistema cognitivo e o biológico. Quando o Sistema Nervoso Autônomo (SNA) é ativado e acontece uma avaliação cognitiva determinando a qualidade da emoção, há uma experiência emocional. O que faz com que o SNA seja ativado são interrupções de pensamentos e ações, como atividade inacabadas, não confirmadas ou com o conflito entre o esperado e a realidade. E a avaliação cognitiva define se uma emoção é boa ou não, como, por exemplo, as avaliações inatas que determinam o gosto de uma comida. Essas avaliações fazem com que julgemos uma coisa como positiva ou negativa. Se a experiência emocional for positiva, o cérebro entende essa experiência como importante e então ela é guardada.

A dimensão afetiva é descrita por Chacón (2003) por três descritores básicos: as crenças, as atitudes e as emoções. Nesse trabalho escolhemos analisar com mais profundidade as possíveis relações entre as crenças e as estratégias de aprendizagem.

5. RELAÇÕES ENTRE AS ESTRATÉGIAS DE APRENDIZAGEM, ESTRUTURAS CEREBRAIS E DIMENSÃO AFETIVA

5.1. Estratégias de Ensaio

Essa estratégia é uma das mais usadas pelos alunos. Ela tem como característica principal a repetição, cópia literal da informação, anotação e sublinhar o material. Isso faz com que a informação seja gravada na memória da mesma forma que foi vista, se algo for mudado, como uma palavra ou a ordem, o aluno não conseguirá se lembrar da informação. No exemplo dado, de memorizar o teorema de Pitágoras, se o aluno memorizou como $a^2 = b^2 + c^2$ ele só se recordará dessa forma. Talvez se as letras forem mudadas ele não se lembrará qual letra se trata de qual lado do triângulo, ou se o teorema for enunciado de outra maneira o aluno também pode não lembrar do que se trata.

Esse tipo de estratégia está mais preocupada com a quantidade de informação aprendida, e não com a qualidade da informação. A instrução é de baixa qualidade de acordo como a descrição de Mayer (1988) e feita por repetição organizada, o que faz com que ele tenha bons resultados em testes de recordação, como testes que privilegiam a memorização. Isso acontece porque poucos nós são criados. No momento da aprendizagem, as informações ficam gravadas na memória de curto prazo e não na de longo prazo, pois não foi dado nenhum significado a informação e esta também não foi relacionada com nenhuma outra informação já guardada, fazendo com que não tenha conexões externas. Porém, a informação pode ser facilmente lembrada, por um curto período de tempo, pois como ela foi repetida várias vezes as conexões entre os neurônios foram fortalecidas. Então, nesse tipo de estratégia o importante é a quantidade de informação guardada e que será usada rapidamente, não precisa ser lembrada daqui um ano, por exemplo.

Como a repetição é muito usada nessa estratégia, a área do cérebro que é mais ativada enquanto essa estratégia é usada é o córtex. Pois é nele que os neurônios estão localizados, e com a repetição as conexões entre eles, sinapses, são reforçadas fazendo com que quando ela seja lembrada com mais facilidade e rapidez. Vale ressaltar que, quando essa estratégia é usada, a informação fica na memória por um curto período de tempo, ela não é transferida para a memória de longo prazo. Uma das razões disso não acontecer é pelo fato de que o hipocampo

não é ativado na formação de memória desse tipo de informação, pois não é dado significado a informação e nenhuma emoção forte está ligado a esta estratégia.

Alunos e professores que tem uma visão instrumentalista da Matemática tem a predisposição por usar esse tipo de estratégia. Pois, segundo Ernest (1988), nessa visão a Matemática é vista como um conjunto de fatos, regras e é apenas uma habilidade a ser treinada. Sendo assim, a repetição é a melhor forma para o conteúdo ser guardado. Como nessa visão a Matemática não tem relação com outras coisas, fica difícil dar significado a informação e fazer conexões com informações já aprendidas. Com isso, o professor é visto por alunos com essa visão como um instrutor e os professores com essa visão tendem a ser mesmo instrutores. E os alunos e professores que usam essa estratégia tendem a usar a Matemática de forma mais objetiva, como uma ferramenta para resolver problemas. A performance dos alunos seriam melhores em testes em que apenas o uso de formulas é necessário ou em testes de múltipla escolha. Porém, se nesses testes a informação for colocada de uma forma diferente da que foi mostrada em sala ou vista nos livros, a performance já não será a mesma. Como, por exemplo, se em uma prova tiver uma questão com um triangulo retângulo com dois de seus lados dados, talvez o aluno que usa esse tipo estratégia o resolva com facilidade, pois ele só tem que se lembrar da fórmula que ele repetiu por várias vezes. Mas, se for um problema envolvendo o teorema de Pitágoras de uma forma contextualizada, talvez o aluno não saiba resolver pois para ele esse conhecimento não tem relação com outras coisas. Nessa visão, ele vê o teorema apenas como uma ferramenta.

5.2. Estratégias de Elaboração

Essa estratégia também é muito usada pelos alunos. Ela tem como característica fazer conexões com informações já aprendidas, reescrever a informação, resumir o material, fazer analogias e parafrasear. Com essa estratégia, conexões internas e externas são criadas, pois é dado significado a informação quando, por exemplo, são feitas analogias e são reforçadas quando são feitos, por exemplo, resumos do material. Como no exemplo dado anteriormente, aprender o conceito de semelhança de triângulos talvez seja mais fácil quando é feito uma relação com o significado da palavra em si. Com isso, é possível entender o conceito melhor e usar em várias situações. No exemplo da estratégia de ensaio, do teorema de Pitágoras, talvez se o aluno fizesse uma analogia do teorema com outro

conhecimento, fosse possível resolver problemas contextualizados que envolvem esse assunto.

Nessa estratégia, a preocupação é mais a qualidade da informação. De acordo com Mayer (1988) a instrução é por codificação generativa e, assim, o processo de retenção dessa informação é mais elaborado. Com isso, a performance é melhor em testes em que a qualidade da resposta é mais importante. Por exemplo, em testes que incluem reconhecimento da informação e como em problemas matemáticos com textos. Isso porque conexões externas são criadas ao relacionar a informação nova com um conhecimento já existente. A performance também é melhor em testes em que a informação está colocada de uma forma diferente da que foi aprendida, pois no momento da aprendizagem o foco foi a qualidade da informação. Quanto mais diferentes tipos de conexões externas são criadas, a recordação dessa informação também é facilitada. Com essa estratégia, a informação passa da memória de curto prazo para a de longo prazo, sendo possível ser lembrada depois de mais tempo que foi aprendida. Sendo assim, esse tipo de estratégia é adequada quando o objetivo é guardar a informação por mais tempo.

Visto que analogias e conexões com informação velha são usadas neste tipo de estratégia, a memória dessa informação é guardada na memória de longo prazo. A associação de memórias dá significado a ela, por isso ela passa de curto prazo para a de longo prazo. As áreas do cérebro mais ativadas são o córtex e o hipocampo. O hipocampo entende a informação como importante pelo fato de que ela é associada com alguma informação já guardada. Isso também faz com que a informação seja lembrada com mais facilidade, mais neurônios são usados na associação de memórias. A associação de memória também faz com que os dois lados do cérebro sejam ativados no processo de retenção e recordação da informação. Pois podemos associar uma informação relativa a Matemática com uma ligada à música, por exemplo, fazendo com que os dois lados do cérebro trabalhem juntos. E, como vimos anteriormente, quando a conexão entre os dois lados do cérebro é reforçada, as habilidades em aritméticas também são.

A visão de resolução de problemas sobre a Matemática é mais comum em alunos e professores que usam estratégias do tipo elaboração. Pois, nessa visão, a Matemática é vista como dinâmica, como um produto cultural e social que pode sempre ser revista (ERNEST, 1988). O professor faz o papel de facilitador, pois ele

tem uma atitude em que valoriza a Matemática e seu aspecto social. Nessa visão é importante o modo em que a Matemática é ensinada. Ela não é vista apenas como uma ferramenta para resolver problemas. Com essa estratégia, é mais simples ver que a Matemática tem relações com outros conteúdos e com o cotidiano. Alunos que tem essa visão da Matemática utilizarão mais de analogias quando forem estudar um conteúdo e se sairão melhor em testes em que a Matemática está em algum contexto. Talvez o aluno não se saia tão bem em um teste de múltipla escolha quanto um aluno que utilize estratégias do tipo de ensaio, em que a memorização de formulas são necessárias. E professores que tem essa visão da Matemática talvez façam mais conexões do conteúdo que está sendo ensinado com outros já vistos ou até mesmo com conteúdos de outras matérias. Suas aulas tendem a ser mais dinâmicas, com menos resolução de problemas. Como no teorema de Pitágoras, o professor com essa visão fará mais analogias desse tema com o cotidiano, em que é necessário uma interpretação do problema e não apenas o uso de fórmulas.

5.3. Estratégias de Organização

Esse tipo de estratégia também é muito usado pelos alunos quando envolve conteúdos maiores. Essa estratégia tem como características dividir o material em partes ou tópicos e fazer diagramas. Nessa estratégia são selecionadas as partes mais importantes do conteúdo. Isso facilita a compreensão e faz com que o aluno tenha que refletir sobre o material para saber qual informação é mais importante. Como essa estratégia envolve também uma reflexão do aluno, o conteúdo é revisado e visto várias vezes, fazendo com que as conexões entre os neurônios também sejam reforçadas. Como no exemplo de resolução de problemas longos, o aluno pensa no assunto em geral e seleciona apenas as etapas mais importantes para solucionar o problema. Esse tipo de estratégia tem o foco em quantidade e qualidade. Quanto a quantidade, mais informações são guardadas. E quanto a qualidade, a informação, em geral, não é guardada com tanta qualidade mas as etapas são. Por exemplo, em um problema que envolve o teorema de Pitágoras o aluno pode separar as etapas em primeiro reconhecer que se trata de um triângulo retângulo, depois em identificar qual lado é a hipotenusa, qual é o ângulo dado, assim quais são os catetos e então aplicar a fórmula. Ressaltando que essa estratégia é mais usada em resolução de problemas longos, apesar desse exemplo não ser longo, funciona da mesma forma em um longo.

Nessa estratégia, a instrução é dada por atenção guiada, pois é dada atenção apenas no que é mais importante sobre o material (MAYER, 1988), fazendo com que a atenção do aluno esteja apenas em pontos importantes e não no conteúdo em geral. Nessa estratégia, é preciso saber selecionar o que é mais importante, pois se o aluno só tratar como importante a maneira de como resolver um problema, talvez ele tenha dificuldades em resolver problemas contextualizados. Nesse processo a atenção do aluno depende de sua seleção, ele prestará atenção apenas em partes importantes, fazendo com que a memória vá de sensorial para a de curto prazo. Com isso a informação só será lembrada por um curto período de tempo. Para que essas informações passem da memória de curto prazo para a de longo prazo é necessário que outra estratégia seja usada, como a de elaboração, dando significado a informação, e de ensaio, repetindo as etapas. A utilização desse tipo de estratégia cria vários nós de tipos selecionados, e como cada nó pode ser entendido como uma informação, várias informações selecionadas são guardadas. O aluno que opta por essa estratégia tem uma boa retenção do conteúdo, lembrando que apenas as informações que ele selecionou como importante será guardada.

As áreas do cérebro mais ativadas quando esse tipo de estratégia é usada são o córtex e o hipocampo. Como é o hipocampo que seleciona o que vai para o córtex, se uma informação for dada como importante, o hipocampo entenderá da mesma forma. O ato de reflexão da importância a uma informação ativando o hipocampo. Se a informação for passada com profundidade pelo hipocampo ela ficará guardada por mais tempo na memória. Por essa razão a reflexão é muito importante nessa estratégia, para que o hipocampo a entenda da mesma forma. Quanto mais importância for dada para cada tópico que o aluno selecionou, por mais tempo essas informações serão guardadas e mais facilmente elas serão acessadas quando necessário. Como apenas informações específicas são guardadas, os dois lados do cérebro são ativados, isso depende do tipo de informação. Mas não há interação entre os dois lados do cérebro, pois apenas informações específicas são guardadas sem serem associadas com outro tipo de informação.

A visão instrumentalista também é a mais comum em professores e alunos que usam dessa estratégia. Isso porque como a Matemática é vista como apenas fatos e regras, somente as partes mais importantes que serão usadas na resolução de um problema, por exemplo, são selecionadas. Assim a Matemática é útil apenas

como uma ferramenta para atingir um objetivo. Como no exemplo, na resolução de problemas longos, o aluno seleciona apenas as partes importantes para resolver o problemas, apenas os passos que precisam ser utilizados. O contexto em que o problema pode ser usado, ou a contribuição social que esse conteúdo pode ter não são considerados importantes, o importante é chegar em um resultado para o problema. Para Ernest (1988) professores que tem essa visão da Matemática faz o papel de instrutor, em que em sala de aula ele talvez reforce apenas as partes que ele acha mais importante. Isso vai depender de sua reflexão pessoal do que ele acha mais importante, o que pode ser diferente do que o aluno acha. Assim, em um teste, o professor cobrará o que ele acha mais importante de um determinado assunto, o que pode ser diferente do que o aluno selecionou como importante na hora de se preparar para o teste. O uso dessa estratégia pode fazer com que algumas partes do conteúdo fique de lado e depende muito do que cada um acredita ser importante. Talvez dois alunos que estudam na mesma classe e que utilizam dessa estratégia para estudar, tenham desempenhos diferentes em um mesmo teste. Pois cada um seleciona o que ele acha importante, o que vai depender de sua visão sobre a Matemática e sobre si mesmo. Pode ser que um aluno mais inseguro selecione mais coisas como importante do que outro que acha que entendeu bem o conteúdo. Esse tipo de estratégia é adequado quando o aluno está revisando o material, quando esse conteúdo já foi visto antes.

5.4. Estratégias de Monitoramento

Esse tipo de estratégia tem como característica a autocrítica. Quando o aluno faz uma reflexão do quanto ele pode aprender e se questiona o que pode ser feito para melhorar a sua aprendizagem. Nesse tipo de estratégia o aluno tem consciência do melhor método a ser usado na resolução de um problema e também tem consciência se a estratégia que ele tem usado para estudar é a mais adequada para o objetivo que ele quer atingir. Como no exemplo de resolução de uma problema que envolve teoria de conjuntos, o aluno pode resolver usando o diagrama de Venn ou analisar o enunciado do problema. Nesse caso o aluno analisa qual a melhor opção a ser usada, e caso ela não funcione ele revê o que foi feito e, talvez, use outra opção.

As estratégias de monitoramento são mais usadas quando o importante é a qualidade e a quantidade de informação. Com essa estratégia o aluno tem uma boa

retenção do conteúdo e consegue lembrar quando necessário com mais facilidade. Pois com a autocritica o processamento da informação é alto, fazendo com que a informação seja transferida da memória de curto prazo para a de longo prazo. Sendo, assim, possível lembrar a informação por mais tempo. E, também, como o processamento da informação é alto, vários nos são criados com o uso dessa estratégia (MAYER, 1988). Quanto a qualidade e a quantidade, ambas são consideradas nesse tipo de estratégia. Isso porque o aluno está preocupado com a quantidade de informação que ele pode aprender e com a qualidade, pois o objetivo é conseguir resolver um problema. Como no exemplo, que ele busca várias formas de resolver um problema, analisa, e escolhe a que ele acha mais adequada. Para que isso ocorra, é necessário que o aluno tenha aprendido mais de uma técnica. Estratégias de monitoramento permite também que o aluno questione a qualidade de estratégia que ele está usando para estudar. Por exemplo, ele pode usar a estratégia de ensaio mas não atingir o resultado esperado, com isso ele passa a usar uma estratégia diferente. Na estratégia de monitoramento é difícil determinar a performance do aluno, pois vai depender de seus questionamentos que farão com que ele escolha uma estratégia na hora de estudar e de suas escolhas entre as opções que ele tem na hora de resolver um problema.

As áreas do cérebro que são ativadas durante a autocrítica e os questionamentos são o córtex e o hipocampo. Essa estratégia ativa o córtex pois como vários nós são criados, varias informações são levadas da memoria de curto prazo para a de longo prazo. A reflexão também reforça a conexão entre os neurônios, o que faz com que as informações sejam facilmente lembradas. Durante questionamentos e autoanálises o hipocampo é ativado pois esse processo envolve as emoções. Assim como na estratégia de organização, que também envolve reflexões, o hipocampo da importância as informações que estão sendo questionadas e as envia para o córtex. Mas, como foi dito anteriormente, essa estratégia depende de outros tipos de estratégias quando se trata da performance dos alunos. Os resultados obtidos dependem da escolha de cada um. Por exemplo, primeiro o aluno reflete qual tipo de estratégia é a mais adequada para estudar e atingir o objetivo esperado e depois no momento do teste reflete novamente, mas agora sobre as opções que ele tem para resolver o problema. Porém, como o aluno reserva um tempo para refletir sobre o que fazer para atingir seus objetivos, ele tem

mais chances de atingir seus objetivos. E caso eles não sejam atingidos, o aluno é capaz de mudar de estratégia, pois com os questionamentos ele pode encontrar o que não funcionou.

Professores e alunos que tem a visão de resolução de problemas usam mais dessa estratégia. Como Ernest (1988) descreve que nessa visão a Matemática é dinâmica, ela permite mudanças na maneira de estudar o conteúdo. A Matemática está aberta a revisões. Com isso o professor é um facilitador, onde suas atitudes são em relação a Matemática. Esse tipo de estratégia está bem ligado as crenças dos alunos e dos professores, pois as crenças influenciam no tipo de pensamento (CHACÓN, 2003), que influencia, então, os questionamentos. O pensamento sobre a Matemática e sobre si mesmo irá influenciar esses questionamentos. Como no exemplo de resolução de um problema envolvendo teoria de conjuntos, o aluno tem duas opções de como resolve-lo, mas o que fará com que ele escolha um caminho serão suas crenças. O aluno usará o que ele acha que é melhor para aquela questão, e se não der certo ele tentará outra opção. Isso é possível devido ao fato de que ele vê a Matemática como um produto inacabado, aberta a mudanças.

5.5. Estratégias Afetivas

Esse tipo de estratégia envolve eliminar sentimentos negativos no momento da aprendizagem, aumentar a motivação, prender a atenção, manter a concentração e controlar a ansiedade. Com isso, é possível ficar mais relaxado, reduzir as distrações e ter como foco a atenção. Assim como na estratégia anterior, as estratégias afetivas também podem envolver outros tipos de estratégia. É como usar uma das outras estratégias em conjunto com essa. Por exemplo, usar a estratégia de elaboração em um ambiente calmo, sem distrações. Essa estratégia não funciona sozinha, ela ajuda a melhorar as outras estratégias.

Como essa estratégia trabalha junto com outras, ela visa a qualidade da informação (MAYER, 1988). A instrução é boa e é por atenção guiada, pois como vimos ela foca na atenção. Quando sentimentos negativos são eliminados é possível prestar mais atenção, e como não conseguimos prestar atenção em tudo ao mesmo tempo, o aluno se focará no que o professor está mostrando no momento. Como, por exemplo, o professor pode usar mais de um material em sala de aula, como PowerPoint, livro e quadro, mas o aluno vai se focar no que o professor der mais importância e deixará o restante de lado. Com o foco na atenção, vários nós de tipos

selecionados são criados e o processamento das informações é alto. Primeiro a informação fica na memória sensorial e com a atenção a informação é levada para a memória de curto prazo. Para que a informação seja levada para a memória de longo prazo é necessário que o aluno continue focado na informação, que ele continue prestando atenção. Com isso a informação é guardada na memória de longo prazo e fácil de ser lembrada quando necessário. Ressaltando que a informação que irá para a memória de longo prazo é a que foi o foco da atenção. Como sentimentos positivos estavam envolvidos durante a aprendizagem, fica mais fácil de recordar a informação. Nesse tipo de estratégia o foco é qualidade da informação e não a quantidade. Então pode ser que o aluno tenha uma performance melhor em testes que avaliar o tipo de repostas, como em testes que não sejam de múltipla-escolha. Um teste em que visa a qualidade da resposta, e não a quantidade, pois com a atenção não é possível prestar atenção no geral e sim em coisas específicas.

O córtex e o hipocampo são ativados nesse tipo de estratégia. Como o cérebro não consegue se focar em tudo de uma vez, ele prioriza o que é mais importante e processa essa informação. É o hipocampo que envia as informações para o córtex, então como essa estratégia envolve fortes emoções positivas o hipocampo interpreta essa informação como importante e as envia. Quanto mais forte e mais positiva for a emoção manifesta no momento da aprendizagem, por mais tempo essa informação será guardada. Emoções positivas também fortalecem as sinapses, fazendo com que a informação seja facilmente acessada, lembrada. O nível de atenção do aluno também fortalece as conexões entre os neurônios e evita o processo da poda. Como o cérebro vai interpretar aquela informação como importante, ela não será apagada. Porém, é também necessário praticar e dar significado a informação. Nesse tipo de estratégia o lado do cérebro que é mais ativado depende de qual outra estratégia está sendo usada, pois outras partes do cérebro podem ser ativadas pelo uso de outro tipo de estratégia, apesar da ativação do hipocampo. Mas a conexão entre os dois lados são fortalecidas, aumentando a performance em Matemática.

As estratégias afetivas tem um forte componente afetivo, pois elas envolvem a confiança e o autoconhecimento do aluno. As crenças sobre si mesmo, se é ou não bom em Matemática, podem influenciar na motivação do aluno. Talvez se ele se

considera bom em Matemática ele será mais motivado a estudar o assunto e terá mais confiança em si mesmo. E o contrário acontece quando o aluno pensa que não é bom, ele pode sentir medo ao resolver um exercício e assim emoções negativas são manifestadas no momento da aprendizagem. A capacidade de resolver problemas vai depender de quão confiante o aluno está para escolher uma maneira de resolvê-lo. Da mesma forma que a confiança e o autoconhecimento pode influenciar na escolha da estratégia certa usada para atingir seus objetivos. Isso funciona da mesma forma para os professores. O nível de confiança do professor também pode influenciar na qualidade da aula, na escolha da estratégia usada e pode afetar a confiança dos alunos também. Um professor mais confiante e motivado passa isso para seus alunos. Talvez um professor que demonstra medo ao ensinar um determinado assunto faz com que os alunos não se sintam capazes de aprender tal conteúdo e também que eles não prestem atenção na aula. Independente do tipo de visão do professor, o seu papel nesse tipo de estratégia é motivar seus alunos, tirando sentimentos negativos, como o de fracasso, e fazer com que os alunos fiquem atento as aulas.

Para melhor leitura e entendimento dos aspectos principais de cada estratégia, achamos mais simples a construção de uma tabela que mostrasse suas possíveis potencialidades e relações com as estruturas cerebrais.

Tipo de Estratégia	Ensaio	Elaboração	Organização	Monitoramento	Afetivas
Características principais	Repetição	Analogias e conexões com informações velhas	Divisão do material em partes ou tópicos e diagramas	Crítica pessoal	Aumentar a motivação, atenção e concentração. Eliminar sentimentos negativos
Quantidade / qualidade da informação	Quantidade	Qualidade	Qualidade e quantidade	Qualidade e quantidade	Qualidade
Tipo de memória	Curto prazo	Longo prazo	Curto prazo	Longo prazo	Longo prazo
Número de nós	Poucos nós	Vários nós	Vários nós de tipos selecionados	Vários nós	Depende da estratégia escolhida

Conecções internas ou externas	Sem conexões externas e poucas internas	Conecções externas	Conecções internas	Conecções internas	Depende da estratégia escolhida
Performance	Testes de recordação, como de múltipla escolha	Testes de compreensão da informação	Testes com problemas longos	Vários tipos de testes	Depende da estratégia escolhida
Partes do cérebro ativadas	Córtex: conexões entre os neurónios são reforçadas	Córtex e hipocampo	Córtex e hipocampo	Córtex e hipocampo	Córtex e hipocampo
Lado do cérebro ativado	Direito	Dois lados	Dois lados	Dois lados	Reforça a conexão entre os dois lados
Crenças	Visão instrumental	Visão resolução de problemas	Visão instrumental	Visão resolução de problemas	Crenças sobre si mesmo e sobre a Matemática

Tabela 2: Potencialidades das estratégias

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse trabalho teve como objetivo estabelecer relações entre as estratégias de aprendizagem e a dimensão afetiva através do processo de retenção e memória. Para isso primeiro definimos o que são as estratégias de aprendizagem quanto ao tipo e a intensidade, através de um estudo bibliográfico dos trabalhos de Boruchovitch, Weinstein e Mayer, apresentamos o funcionamento do cérebro e quais são as relações de suas estruturas com as áreas da Matemática pelos trabalhos de Gleitman, Fridlund, Reiseberg e Gross. Para definir dimensão afetiva usamos os estudos de Chacón.

Através da análises de cada estratégia, vimos que cada uma destas apresentam vantagens e desvantagens que dependem do que alunos e professores esperam das aulas. As estratégias de Ensaio são adequadas quando o objetivo é ter uma boa performance em testes que envolvam apenas o uso de fórmulas, mas quando o teste se refere a problemas contextualizados, essa estratégia não é a melhor a ser usada. Nas estratégias de Elaboração, a performance é melhor em testes de problemas contextualizados e não é a melhor estratégia quando se trata de um teste em que é necessário responder a muitas questões em um curto período de tempo. As estratégias de Organização são mais adequadas na resolução de problemas longos que envolvem várias etapas, mas também não é a melhor estratégias para resolver muitas questões em pouco tempo. Sobre a performance no uso das estratégias de Monitoramento e as Afetivas, é difícil dizer em que tipos de testes o aluno teria uma melhor performance. Isso porque a primeira depende da reflexão e do questionamento do aluno, e a segunda depende de suas crenças e de seus sentimentos. Porém, a probabilidade do aluno ter uma boa performance em tipos variados de testes é maior quando essas estratégias são utilizadas. Lembrando que esses dois tipos de estratégias são sempre usadas com outras.

Com esse trabalho, foi possível aprender que as diversas estratégias de ensino e aprendizagem que envolvem a Matemática podem influenciar no modo como pensamos sobre o que é Matemática. Desta forma, escolhas adequadas podem levar os alunos a, cada vez mais, a compreender o papel da Matemática na sociedade.

Por fim, destacamos desdobramentos para futuras pesquisas. No que diz respeito as estratégias de aprendizagem, ainda se faz necessária uma pesquisa de

campo que identifique indícios sobre qual tipo de estratégia é mais adequada para qual tipo de público. Além disso, acreditamos que este trabalho se mostre como mais uma contribuição para estudos a respeito de crenças e concepções no Ensino de Matemática, de modo a torná-lo cada vez mais significativo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, Vera Lúcia do. **Psicologia da educação** / Vera Lúcia do Amaral. - Natal, RN: EDUFRRN, 2007. 208 p.: il.

APOSO, Renato. **Neurociência**. Disponível em: <http://www.nce.ufrj.br/ginape/publicacoes/trabalhos/t_2002/t_2002_renato_aposo_e_francine_vaz/neurociencia.htm>. Aug. 30, 2012.

BORUCHOVITCH, Evely. **Estratégias de aprendizagem e desempenho escolar: considerações para a prática educacional**. Psicol. Reflex. Crit., Porto Alegre, v. 12, n. 2, p. 361-376, 1999. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-79721999000200008&lng=en&nrm=iso>. Acessado em 22 de Julho de 2015.

CHACÓN, Inés M Gómes. **Matemática emocional: os afetos na aprendizagem matemática**/ Inés M Gómez Chacón; trad. Daisy Vaz de Moraes. – Porto Alegre : Artmed, 2003.

ERNEST, Paul. **The impact of beliefs on the teaching of mathematics**. Ed. Mathematics Teaching: The State of the Art, London, Falmer Press, 1988: 249-254. 1988.

ESTRELA, Joseneide Bezerra Cerqueira; RIBEIRO, Josenete dos Santos Falcão. **Análise das relações entre memória e aprendizagem na construção do saber**, Caderno Intersaberes, v.1. n.1, jul./dez., PP (140 - 159), 2012.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Dicionário Aurélio Básico da Língua Portuguesa**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira. Disponível em: <<http://dicionariodoaurelio.com/>> 2015.

FREITAS, Neli Klix. **Desenvolvimento humano, organização funcional do cérebro e aprendizagem no pensamento de Luria e de Vygotsky**. Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Florianópolis, Santa Catarina. 2006.

GLEITMAN, Henry, FRIDLUND, A J & REISBERG, Daniel. **Psychology**, 5th edn, WW Norton & Company, New York. 1999.

GLEITMAN, Henry, GROSS, James, REISBERG, Daniel. **Psychology**. 8 edição. W.W. Norton & Company. Nova Iorque. Londres. 2010.

MAYER. Richard E. **Learning and Study Strategies: Issues in Assessment, Instruction, and Evaluation**. / editado por Claire E. Weinstein, Ernest T. Goetz, Patricia A. Alexander. P.11 – 22. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=en&lr=&id=6CqLBQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA11&dq=learning+strategies+mayer&ots=zI_2kVlkb6&sig=H6Pjd7B3BKCON1YhpnKckxcpqT8#v=onepage&q=learning%20strategies%20mayer&f=false> . 1988.

MICHAELIS. **Moderno Dicionário da Língua Portuguesa**. Disponível em: <<http://michaelis.uol.com.br/moderno/portugues/index.php?lingua=portugues-portugues>>. 2015.

MOGHADDAM , A N & ARAGHI, S M. **Brain-based aspects of cognitive learning approaches in second language learning**, English Language Teaching, vol. 6, no. 5, Acessado em: 27 Março 2014, (online Bell & Howell / ProQuest). 2013.

NATIONAL GEOGRAPHIC TELEVISION. **O Poder Da Concentração. Truques da Mente**. National Geographic Television for National Geographic Channels. 2011 Programa de TV.

PARK, Denise. **Study Links Math Abilities to Left-Right Brain Communication. Proficiency in Calculation Requires Efficient Neural Signals Between Separate Cortex Areas**. Disponível em: <http://www.utdallas.edu/news/2012/8/30-19381_Study-Links-Math-Abilities-to-Left-Right-Brain-Com_article-wide.html>. 2012.

PONTE, João Pedro da. **Concepções dos Professores de Matemática e Processos de Formação**. Universidade de Lisboa. Artigo publicado em 1992, em J. P. Ponte (Ed.), Educação matemática: Temas de investigação (pp. 185-239). Lisboa: Instituto de Inovação Educacional. 1992.

ROCHA, Armando Freitas da. & ROCHA, Marly T. **O cérebro na escola**. Jundiaí: Eina. 2000.

SERENDIP (site). **Brain structures and their functions**. 2012, Disponível em: <<http://serendip.brynmawr.edu/bb/kinser/Structure1.html>>. Acessado em 16 de Junho 2015.

WEINSTEIN, Claire E. & MAYER, Richard E. **The Teaching of Learning Strategies**. 4 Nov 1983. 4 paginas. Innovation Abstracts; vol 5, n 32. 1983.

WILLIS, J. **Brain-based teaching strategies for improving students' memory, learning, and test-taking success**, Childhood Education, vol. 83, no. 5, 2007. Acessado em: 16 Janeiro 2009, (online Bell & Howell / ProQuest).