

Mapas de Conhecimento: Uma Ferramenta de Aprendizagem Por Meio de *Card* Informativo Como Instrumento de Ensino

Knowledge Maps: a Learning Tool Throug Information Cards as an Instrument of Teaching

Sandra Fernandes de Oliveira Lima^a; Rubens Barbosa Filho^{ab*}; Luciano Vieira Lima^c; Hécio Camargo Júnior^a

^aUniversidade Federal de Uberlândia, MG, Brasil

^bUniversidade Estadual de Mato Grosso do Sul, MS, Brasil

^cUniversidade Federal de Uberlândia, Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Faculdade de Engenharia Elétrica, MG, Brasil

*E-mail: rubens@comp.uems.br

Resumo

Este artigo apresenta uma ferramenta para o ensino de conteúdos direcionados as mais diversas áreas, os Mapas de Conhecimento. Esta ferramenta tem como objetivo auxiliar na efetivação do processo de Ensino-Aprendizagem. É muito comum aos alunos e estudantes sobrecarregarem o hemisfério esquerdo do cérebro com raciocínios lógicos e matemáticos durante seus estudos e deixarem livre de tarefas o hemisfério direito, o qual é responsável pela abstração, pela criação e pela musicalidade. Diante desse cenário, a ferramenta proposta, constituída por um Raio do Conhecimento e Área da Ignorância correspondente, e a ferramenta de Memorização Permanente de Aprendizado 2n vem contribuir com a possibilidade de integrar os dois hemisférios para efetivação de todos os processos envolvendo o raciocínio e a memorização. Devido ao fato da transmissão do conhecimento ser plenamente dinâmica, estas ferramentas agregam uma estratégia visual singular para dotar os alunos, sempre que se fizer necessário, dos conhecimentos e técnicas fundamentais ao estudo de determinado assunto que venham a garantir a eficaz comunicação entre professor e aluno. Esta ferramenta pode ser aplicada tanto autonomamente, conforme descrita neste artigo, quanto associada aos métodos, ferramentas e metodologias clássicas de ensino, tais como as de Piaget, de Vygotsky, de Trivium, de Skinner, de Problem Based Learning (PBL) e de Paulo Freire.

Palavras-chave: Educação. Mapas Mentais. Mapas de Conhecimentos. Metodologias.

Abstract

This paper presents a tool for teaching school subjects directed to different fields of knowledge: Knowledge Maps. This tool aims to assist in the realization of the teaching and learning process. It is very common to students overload the left hemisphere of their brains with logical and mathematical reasoning while they study and leave the right hemisphere, which is responsible for abstraction, creation and musicality, free. Given this scenario, the proposed tool, consisting of a Radius of Knowledge and corresponding Ignorance Area, and the tool Permanent Memorization of Learning 2n will add the possibility to integrate both hemispheres for the execution of all processes involving memorizing and reasoning. Because the transmission of knowledge is fully dynamic, these tools add a unique visual strategy to provide students, whenever necessary, with the fundamental knowledge and techniques to the study of a particular subject that will ensure effective communication between teacher and student. This tool can be applied both standalone, as described in this paper, and associated with others methods, tools and classical methodologies of teaching, such as Piaget, Vygotsky, Trivium, Skinner, PBL and Paulo Freire.

Keywords: Education. Mental Maps. Knowledge Maps. Methodologies.

1 Introdução

Há muito tempo os educadores têm utilizado metodologias e ferramentas didáticas consagradas com o objetivo de se incrementar a motivação dos alunos nas mais diversas áreas do conhecimento. Cada metodologia possui seu papel de destaque no processo de ensino-aprendizagem. Porém, mesmo com a utilização de todas essas metodologias e ferramentas, identifica-se um problema ao se tentar estabelecer a etapa inicial de um processo de ensino. Assim, o processo de ensino-aprendizado inicia-se com a seguinte pergunta: “O que e quanto se deve ensinar em uma primeira abordagem ao aluno?”

O grande problema surge ao se implementar o primeiro funtor (ASPERTI; LONGO, 1991), que neste texto será entendido como um mapeamento entre duas categorias; sendo estas categorias representadas pelo elemento professor e pelo

elemento aluno. O objetivo do funtor, neste contexto, é garantir a transmissão de conhecimento entre as categorias (professor e aluno). E para este caso, o ideal é que este conhecimento inicial seja o mais básico possível.

A solução da efetivação do aprendizado do questionamento inicial reside no fato de um aluno ter ou não a possibilidade de estabelecer um funtor (um mapeamento) entre ele e o professor. Para que isso ocorra, deve-se existir na categoria aluno uma subcategoria que apresente as condições básicas para que se estabeleça tal funtor, permitindo o mapeamento com a subcategoria do professor (o que se deseja ensinar). Essas condições básicas são compostas por objetos (conteúdos e conceitos que se deseja transmitir) e morfismos (técnicas e métodos referentes aos objetos) necessários para a transmissão e manipulação do conhecimento que se pretende adquirir.

Relacionar funtores com Mapas de Conhecimento

significa poder criar raios de conhecimentos progressivos de tal forma que a subcategoria do aluno seja atualizada com os mínimos conhecimentos necessários (objetos e morfismos) para que o funtor aprendido se estabeleça. Ao se avançar com pequenos raios e preenchendo a área da ignorância, as subclasses sempre estarão factíveis de se permitir ao aluno assimilar novos conhecimentos, isto é, estabelecer os funtores que garantem formalmente que o resultado desta ação é possível.

Desta forma, o Mapa de Conhecimento passa a ser um equalizador de categorias. Ao se propor um novo conhecimento, afloram-se novas ignorâncias que são os objetos e morfismos necessários para complementar os conhecimentos preexistentes, criando uma subcategoria viável à aplicação de um novo funtor que efetive o novo conhecimento.

Durante o processo de inferência dos objetos e morfismos necessários à criação e à complementação da subcategoria básica, o aluno, como sendo o maior interessado na aplicação, poderá elencar as inteligências múltiplas (GARDNER, 1985) necessárias e mais efetivas a cada conhecimento novo.

Apesar da grande aplicabilidade do ensino por meio das Inteligências Múltiplas, deve-se observar com mais acuidade que nem sempre uma inteligência identificada auxilia no aprendizado, mesmo quando a Inteligência está focada na mesma área do conhecimento, como, por exemplo, a inteligência musical. Quando se aplica este tipo de teste, percebe-se que quase todos os candidatos possuem inteligência musical, o que leva a se acreditar que todo mundo pode aprender sobre determinado assunto ouvindo uma música de fundo. Isto não é verdade. Por gostar tanto de música, algumas pessoas até divagam e não prestam atenção ao que esta sendo ensinado.

Com respeito ao tipo de aprendizado e os meios em que se encontram os alunos motivados a aprender, é importante ressaltar uma das pesquisas de McLuhan (1967). Por meio desta é possível perceber que cada tipo de estudo ou trabalho está diretamente relacionado com o meio físico no qual o processo está sendo efetivado. O estudo em sala de aula, por exemplo, se caracteriza por ser um meio frio, isto é, de baixa definição, pois muito pouco é fornecido e muita coisa deve ser preenchida pelo ouvinte. Ao passo que a música se caracteriza por ser um meio quente, ou seja, de alta definição onde tende a ser ressaltado o envolvimento emocional, intuitivo e aural. Com a identificação de ambos os meios é possível concluir que ambos não se complementam.

A despeito dos conceitos sobre Meios Quentes e Meios Frios (MCLUHAN, 1967), é importante relacioná-lo com o que acontece na atualidade, onde se podem perceber adolescentes que não conseguem fazer tarefa alguma sem uma música de fundo. Mas, na realidade, essas pessoas que procedem desta forma conseguem realmente absorver conceitos lógicos e matemáticos ou só estão praticando memorização sem cognição? Estudos feitos por Serger e Miller (2010) provam que realmente pouco ou nada se aprende com a inserção de

música, animações e outros recursos que tornam o meio mais quente. Não se pode concentrar em mais de uma atividade ao mesmo tempo. O que acontece é que o cérebro muda de foco de uma atividade para outra com uma velocidade espantosa. Por meio dos estudos feitos por Serger e Miller (2010) e McLuhan (1967) pode-se sugerir que o meio seja o mais frio possível em processos cognitivos, e, por outro lado, o mais quente possível nos processos onde a velocidade de ação é mais desejada do que o raciocínio sobre ela (como nos casos dos jogos e esportes).

A ideia contida nos Mapas de Conhecimento é oferecer uma alternativa à sedimentação e memorização progressiva dos assuntos que se deseja aprender. A teoria sobre mapas mentais (BUZAN; BUZAN, 1996) explica o porquê de um gráfico ou uma figura ficar mais tempo na memória do que um texto e, a partir deste ponto, os mapas mentais acabam funcionando não só porque o lado direito está menos sobrecarregado, mas sim devido aos textos serem processados sequencialmente pelo cérebro, enquanto as imagens são processadas em paralelo, como um todo. Ou seja, uma informação memorizada se liga a várias outras, disponibilizando informações correlatas ou complementares que auxiliam no resgate e na memorização de outras informações. Neste contexto, o ato de se lembrar de uma imagem (memória visual) acaba se tornando um processo bem mais rápido, pode-se dizer até mais simples, para o cérebro processar, quanto lembrar-se de determinada informação textual (memória semântica) (IZQUIERDO, 2010). O processo de extração do conteúdo, mesmo textual, dentro de um gráfico ou figura, quando realizado pelo lado esquerdo junto com o lado direito do cérebro, portanto, é um processo com mais chances de sucesso.

Atualmente, no Brasil, a aplicação de mapas mentais tem sido muito utilizada nos processos de memorização do conhecimento recebido e no registro inteligente de assuntos estudados, principalmente em provas de concursos (DOUGLAS, 2012). Isto é, servem não somente para “decorar” determinado assunto, como, também, para auxiliar em revisões que demandam um tempo muito curto sobre assuntos já compreendidos, em forma de resumos que sintetizam o entendimento de conteúdos já explanados de forma prática. Este tipo de estudo torna-se potencialmente relevante quando o aluno precisa estudar na maior parte do tempo sozinho.

Diante de diversos métodos e ferramentas utilizados no ensino, vale ressaltar a importância de se fixar o conhecimento trabalhado. E diante deste desafio, este trabalho, após várias experimentações, optou por uma metodologia de fixação do aprendizado, utilizando o que foi denominado por “Reforço 2^o”. Esta relação de um reforço conceitual em intervalos de tempo, em dias, de 2ⁿ, garante que o conhecimento adquirido ficará memorizado pelo aluno enquanto o mesmo não tiver algum problema ou doença que impossibilite o cérebro desta capacidade. Utilizando esta metodologia, a memorização é

duradoura e eficaz.

Assim, utilizando uma ferramenta de memorização denominada 2ª, por meio de figuras e com mapas mentais, consegue-se recuperar informações que muitas vezes, aparentemente, estavam perdidas. Como uma figura traz um contexto lógico, que é o caso dos Mapas de Conhecimento, fica mais factível ao cérebro recuperar e inferir por meio de processos cognitivos a informação que faltava. Assim sendo, os ganhos utilizando um mapa mental (lado direito do cérebro) junto com o descritivo textual (lado esquerdo do cérebro), representam avanços significativos no processo de memorização e aprendizado.

Desta forma, a originalidade do trabalho está fundamentalmente inserida na formalização da criação dos Mapas de Conhecimento. Vale destacar que os mesmos não são construídos como “*cards* americanos” onde se tem um conhecimento e dados sobre o mesmo. Apesar de tais *cards* estarem focados em um único conhecimento, que leva o título do *card*, os mesmos não têm compromisso algum com o estado atual da categoria do aluno para checar se está ou não apto a adquirir o conhecimento em questão.

Concluindo, o mapa proposto neste trabalho formaliza e estipula uma estrutura para que se possa garantir qual o contexto atual em que no mapa, um novo conhecimento já deve estar consolidado, antes que um aluno possa iniciar a aquisição do mesmo. Este processo permite aos Mapas de Conhecimento diferenciar a falta de um conhecimento básico referente a um novo conhecimento necessário, da falta de conceitos e/ou definições necessárias para a consolidação de um novo conhecimento.

Os funtores são fundamentais neste novo paradigma, os quais são, oportunamente, apresentados a seguir:

2 Desenvolvimento

2.1 Funtores e mapeamento de categorias = aprendizado

Da teoria de funtores (ASPERTI; LONGO, 1991), tem-se que, para se implementar um funtor entre duas categorias, deve-se cumprir a exigência mínima de que as duas categorias possuam objetos e morfismos equivalentes. Assim, no processo de ensino e aprendizagem, tomando-se duas categorias representadas por um professor e um aluno respectivamente, estas categorias devem possuir os conceitos e ferramentas básicas (similares ou equivalentes) necessárias para a absorção do novo conhecimento que se deseja transmitir ao aluno.

Desta forma, o novo conhecimento (estabelecido pelo funtor) trabalhará os conceitos e ferramentas já de posse do aluno (objetos), bem como o domínio do uso de tais ferramentas básicas (morfismos). Se na categoria do aluno faltar um objeto (desconhecer um conceito) ou um morfismo (saber manipular os objetos), a aplicação do funtor (transmissão do novo conhecimento) fracassa.

Um funtor, de uma forma mais simplificada, representa,

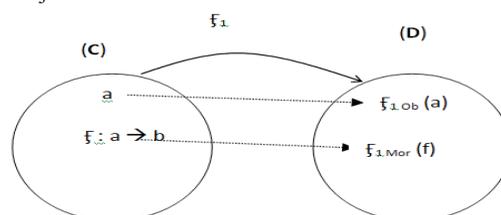
portanto, os meios ou condições pelos quais se permite a um professor levar seus conhecimentos e métodos aos alunos (desde que os mesmos estejam motivados a isto). Este mapeamento, seguido de uma transferência de conhecimento (funtor) daquilo que se quer ensinar, e daquilo que se quer que o aluno aprenda, é o que garante que o que se busca aprender vai obter o sucesso desejado.

A categoria professor, antes de ministrar o conhecimento, deve dotar a categoria aluno dos objetos e morfismos fundamentais para que o aluno possa entender e manipular o novo conhecimento. Feito isto, o professor terá estabelecido uma subcategoria que deverá possuir todas as propriedades exigidas para que um funtor se estabeleça entre as subcategorias, permitindo um mapeamento entre elas. O funtor mapeia estas subcategorias, dotando o aluno do novo conhecimento.

A identificação das subcategorias é fundamental na transmissão do conhecimento do professor para o aluno. A transferência do conhecimento só será atingida quando o aluno possuir uma subcategoria com objetos e morfismos mínimos estabelecidos pelo professor, como uma base sólida para que o funtor se estabeleça entre o aluno e ele, e, conseqüentemente permitindo a efetivação do aprendizado. Esta modelagem assegura que no primeiro conhecimento a ser transmitido ao aluno, a área de pré-conhecimentos seja zero, isto é, para transmitir o conhecimento desejado ao aluno, bastará eliminar suas dúvidas conceituais, as quais, junto com outros conceitos apresentados pelo professor, comporão solidamente o conhecimento que se deseja transmitir.

A Figura 1 apresenta um diagrama composto por duas categorias, de forma a se permitir a identificação dos seus componentes teóricos. Destacam-se nesse diagrama as categorias (C e D), os funtores (F_1), os objetos(a e b) e os morfismos (F_{1Mor}), onde cada conteúdo (objeto) presente na categoria C (professor) representa o conhecimento necessário para se ensinar determinado assunto aos alunos. Cada morfismo (F_{1Mor}) ligando a categoria do professor à do Aluno (Categoria D) representa a forma ou o método de se trabalhar esse conteúdo. Desta forma, só é levado da categoria do professor (C) à categoria do aluno (D) aqueles conceitos que realmente tenham alguma relação com o conteúdo a ser ensinado, bem como, também, os métodos que sejam mais adequados ou aderentes ao ensino dos conceitos.

Figura 1: Diagrama de Categorias, Funtores, Objetos e Morfismos.



Um exemplo prático que aborda o diagrama apresentado na Figura 1 pode ser visto na Figura 2. Nesta Figura 2 tem-se um diagrama com os componentes pertencentes à teoria de trigonometria. O foco da aprendizagem neste diagrama está na transmissão de conhecimentos relativos ao assunto sobre triângulos retângulos. É apresentado um mapeamento dos objetos (conteúdos) necessários para a aprendizagem dos alunos. Neste mapeamento, indicado pelo funtor “triângulo retângulo”, os objetos são discriminados por: (lado, ângulo, cateto e altura). O morfismo é discriminado pelo (cálculo do triângulo retângulo) e o funtor é representado por (\mathbb{F} Triângulo Retângulo).

Com base no diagrama apresentado pela Figura 2, uma

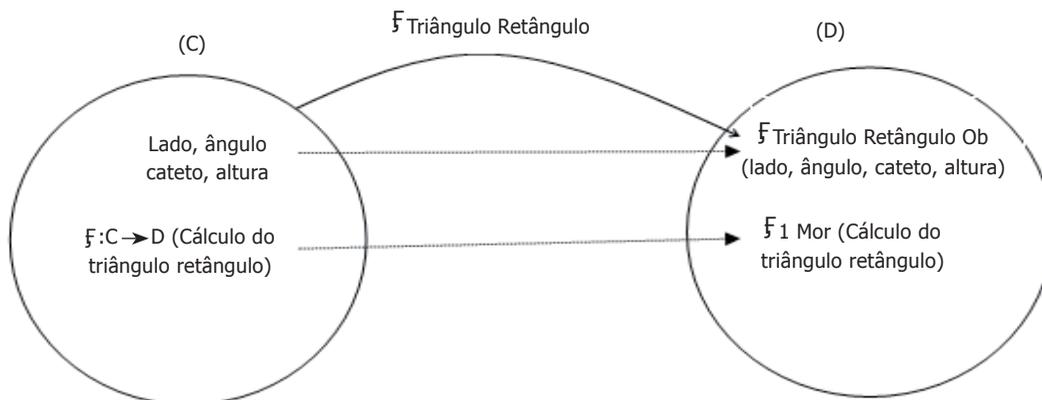
pergunta fundamental surge:

Como iniciar o processo de transmissão dos conhecimentos?

As respostas a este novo questionamento são enumeradas a seguir:

1. As dúvidas, conceitos errados e ignorâncias representam os empecilhos à formação da subcategoria. O conhecimento de tais elementos é fundamental para que se possa filtrá-los, eliminá-los da categoria aluno e estabelecer, assim, o funtor desejado. Mas isto deve ser feito restringindo-se ao máximo ao contexto do novo conhecimento. Não se pode ter a pretensão de se conseguir responder e ensinar a base de todo o conhecimento do mundo, nem mesmo de apenas um.

Figura 2: Mapeamento dos objetos e morfismos por meio de funtores



2. Após solucionar o problema do item 1 deve-se, no domínio do conhecimento a ser ensinado e transmitido à categoria aluno, iniciar a transmissão pelo estabelecimento de funtores com conhecimentos pontuais que exijam da categoria aluno a menor quantidade possível de objetos e morfismos. Assim, a cada funtor e a cada conhecimento, deve-se dotar, previamente, na categoria aluno, dos objetos (conhecimentos e ferramentas) e morfismos (manipulação dos objetos pelas ferramentas) a serem mapeados pelo funtor do conhecimento novo, equivalentes aos mesmos existentes na categoria do professor. Ao se fazer isto, ou seja, criada uma subcategoria que possua todas as propriedades exigidas pelos funtores para se estabelecerem, o novo conhecimento estará pronto para ser transmitido.
3. Deve-se evitar o excesso de inserção de objetos e morfismos que possam vir a confundir o aluno, isto é, colocar objetos e morfismos não pertencentes a um contexto, em uma subcategoria que não exista também na subcategoria do professor. Isto causaria uma tentativa por parte do aluno de tentar anexá-los ao funtor que se estabelecerá na transmissão do novo conhecimento, o que levará o processo ao fracasso. Assim, os excessos de objetos e morfismos (mesmo que

existam correspondência na categoria do professor) são tão indesejáveis quanto a falta.

Outra pergunta que surge destas observações e questionamentos é:

Como criar a primeira subcategoria e as subsequentes, com o mínimo de objetos e morfismos, de tal forma que se possa criar um funtor entre elas, sem desmotivar, desinteressar ou gerar conflitos para o aluno?

A resposta, em primeiro lugar, é identificar subcategorias que possuam o mínimo de conflitos, dúvidas, conceitos errados e ignorâncias, os quais, sem dúvida, serão barreiras para que se possam cumprir as condições exigidas para que um funtor se estabeleça entre elas.

Em segundo lugar, uma vez identificada a subcategoria inicial, normalmente precedida ao ensino atual, por bons educadores, por um nivelamento e alinhamento entre os alunos aprendizes, a resposta está no uso de uma nova e singular ferramenta, proposta neste artigo, a qual pode ser agregada às metodologias e filosofias de aprendizado existentes, ou seja: O Raio do Conhecimento e a Área da Ignorância.

2.2 Mapas de Conhecimentos: raio do conhecimento e área da ignorância

A ferramenta “Raio do Conhecimento e Área da Ignorância” (Mapa do conhecimento) é utilizada, no contexto

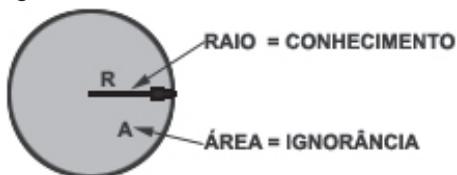
deste artigo, para dotar os alunos dos conhecimentos mínimos necessários ao aprendizado que se deseja estabelecer.

O ideal, neste contexto, seria começar a transmitir todos os conceitos e métodos a partir do zero. Isto é impraticável. Alguma coisa já deve ser considerada como um conhecimento consolidado do aluno, tal como saber ler, escrever, matemática fundamental, entre outros. Tudo depende do que se deseja ensinar e para quem, do grau de conhecimento e maturidade conceitual do mesmo. A anamnese dos envolvidos é um item fundamental neste processo. Na dúvida, parte-se do pressuposto de que se deve ensinar tudo, desde o conceito mais fundamental.

O Raio do conhecimento e a área da ignorância estão fundamentados da seguinte forma:

1. Tem-se um círculo onde o raio representa o conhecimento que se tem ou se quer transmitir e, a área representa a ignorância que este raio desperta no aluno, conforme mostrado na figura 3. Assim, por meio de experimentações de aproximadamente uma década, concluiu-se que a área da ignorância cresce mais que linearmente em relação ao raio do conhecimento apresentado. Ordens polinomiais superiores a 2 muitas vezes foram atingidas, mas na média, pode-se inferir que a área da ignorância cresce com o quadrado do raio do conhecimento, o que é aderente ao paradigma utilizado no mapa, e, portanto, de fácil assimilação. Desta maneira, é fundamental que o primeiro conhecimento a ser transmitido tenha o menor raio possível para que se possa eliminar toda a ignorância gerada pelo mesmo. É importante ressaltar que a satisfação é proporcional à falta de ignorância e não pelo excesso de conhecimento (conclusões obtidas com as mesmas experimentações). Quanto menos dúvidas restar para uma pessoa aprender, quanto menos ignorância restar no processo ensino-aprendizado, a respeito de um determinado assunto, mais satisfeita e realizada esta pessoa será.

Figura 3: Raio do conhecimento e área da ignorância inicial.

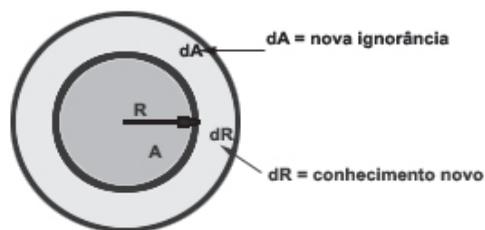


2. Portanto, é fundamental iniciar o processo de ensino e transmissão de um domínio do conhecimento pelo menor raio possível, o “raio inicial do conhecimento do aluno”, o qual é representado pelo conhecimento consolidado citado no item 1 desta numeração. Este raio é aquele dentro da área do círculo onde a área inicial da ignorância não apresenta dúvidas, má

informação ou informações errôneas. Esta assertiva pode ser obtida por meio da identificação, filtragem e eliminação destes ruídos, conforme já discutido neste artigo. Esta é a base da utilização dos Mapas de Conhecimento. A partir desta base pode-se afirmar que novos conhecimentos poderão ser transmitidos às pessoas motivadas, dotadas de habilidade e de competência. Nesta teoria dos Mapas de Conhecimento, as ignorâncias são representadas na área do círculo, internamente, por interrogações indexadas, as quais não existem na área inicial da ignorância, conforme mostrado na Figura 6.

3. O uso dos Mapas de Conhecimento, para dotar os alunos e os aprendizes de estratégias visuais que garantam a assimilação dos novos conhecimentos, prossegue identificando o menor raio de conhecimento (dR) que deve ser proposto ao aluno, de tal forma a gerar o menor acréscimo (dA) na área de sua ignorância, conforme pode ser visto na figura 4. Eliminadas as ignorâncias, pode-se estabelecer um mapeamento entre professor e aluno para o conhecimento a ser ensinado.

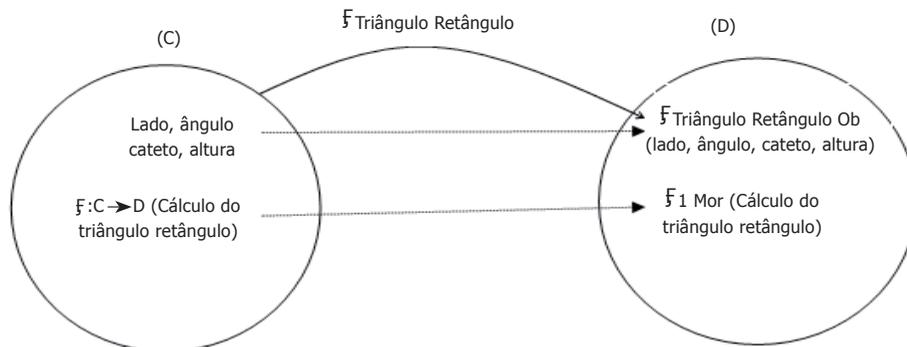
Figura 4: Novo conhecimento implica em nova área de ignorância



4. Destaca-se, novamente, que uma área de ignorância não eliminada causa insatisfação ao aluno, causando no mesmo desinteresse e até mesmo a desistência de adquirir o conhecimento proposto, algumas vezes até mesmo por se julgar incapaz, mesmo não sendo.
5. Desta forma, cada módulo (conhecimento novo) deve representar um incremento controlado do conhecimento a ser transmitido.
6. A partir do raio mínimo de conhecimento, os conhecimentos seguintes partem deste conhecimento inicial. A este conhecimento inicial, no Mapa de Conhecimento, é denominado por pré-conhecimento o qual fará parte da área de conhecimento inicial, ou seja, toda área de ignorância, em uma nova etapa, é transformada em área de conhecimento pré-adquirido e simbolizada no mapa por um sinal de exclamação indexado.

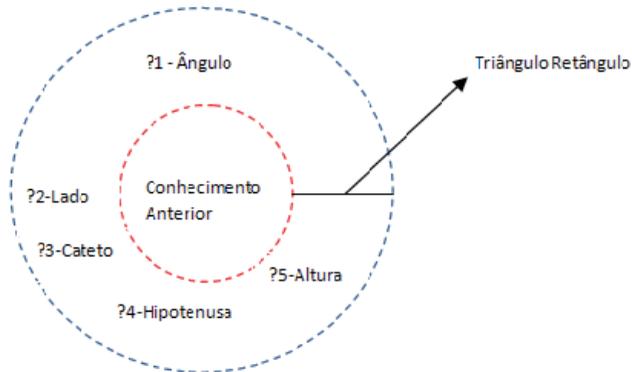
Toma-se como exemplo, um mapeamento estabelecido entre professor e aluno com o objetivo de se ensinar triângulos retângulos, conforme mostra a Figura 5.

Figura 5: Mapeamento entre professor e aluno ao se ensinar triângulos retângulos.



Uma vez concretizado os conceitos e métodos sobre o assunto, pode-se elaborar o Mapa de Conhecimento, composto pelo raio do conhecimento e a área da ignorância, conforme visto na Figura 6.

Figura 6: Raio do Conhecimento = Triângulo Retângulo.



Desta forma, inicia-se colocando uma interrogação com o nome foco da ignorância ou dúvida, sem se preocupar

em conceituá-la, apenas saber que ela existe. Este mapa ou diagrama tem como objetivo ativar e despertar a participação do lado direito no processo de memorização do conhecimento. Como o lado direito do cérebro está menos atarefado do que o esquerdo, a memorização de imagens é mais duradoura do que a de textos (que são processadas pelo lado esquerdo já bastante atarefado), o que facilitará o resgate das informações contidas nas mesmas (das imagens).

A partir da estrutura do Raio do Conhecimento e da Área da Ignorância, pode-se complementar a mesma com a formatação de um texto que permita associar a todos os elementos presentes na figura 6, uma explicação sobre os pré-conhecimentos (grafados com exclamações indexadas), e uma explicação sobre as ignorâncias (grafadas com interrogações indexadas), tornando efetiva a participação da parte cognitiva do lado esquerdo do cérebro. A Figura 7 exemplifica um tipo de formatação textual do conhecimento presente na Figura 6. É fundamental que este texto tenha uma estrutura padrão, o que facilitará ao setor lógico do cérebro armazená-la, podendo aplicar processos associativos entre mapas e resgatar as informações relevantes.

Figura 7: Formatação textual do Raio do Conhecimento e da Área da Ignorância.

<p>CONHECIMENTO $dR = \text{Conhecimento} = \text{Triângulo Retângulo}.$ Conceituação: É um triângulo que possui um ângulo de 90°.</p> <p>PRÉ-CONHECIMENTO $daP = \text{Pré-Conhecimentos}$ Mapas: Não tem. Conhecimento inicial.</p> <p>IGNORÂNCIAS $dA = \text{Ignorância:}$ Definição: ?1 – Ângulo: É a região de um plano concebida pelo encontro de duas semirretas que possuem uma origem em comum. ?2 – Lado: São representados pelas linhas que unem os vértices de um triângulo. ?3 – Cateto: São os dois lados menores do triângulo retângulo. ?4 – Hipotenusa: É representado pelo lado oposto ao ângulo reto. ?5 – Altura: É um segmento de reta perpendicular a um lado do triângulo ou ao seu prolongamento, traçada pelo vértice oposto.</p> <p>REFERÊNCIAS Gelson Iezzi. Fundamentos de Matemática Elementar 3 (Trigonometria). 5ª Edição, Atual Editora, São Paulo, 1983.</p>

Observe a estrutura da Figura 7. A mesma não só formaliza a formatação, mas permite ao profissional que está elaborando o mapa de conhecimento verificar se o mesmo foi montado corretamente. Como exemplo, se no item textual IGNORÂNCIA tiver que conceituar e não apenas definir um item, isto significa que, o que se julgava um item da IGNORÂNCIA na realidade é um pré-conceito que deveria ter sido definido anteriormente. Assim, como primeira proposta, a estrutura do texto fica com os itens: CONHECIMENTO, PRÉ-CONHECIMENTO, IGNORÂNCIA E REFERÊNCIAS.

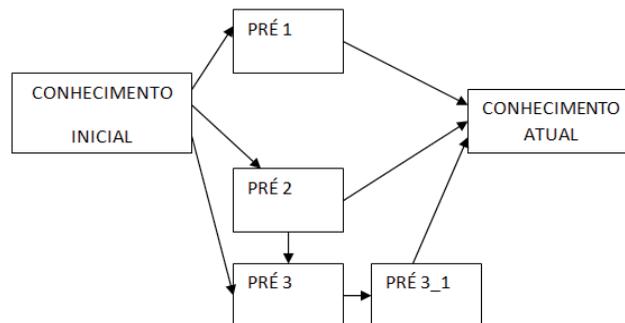
O ideal é que os Mapas de Conhecimento, gráfico (imagem), mais o texto formatado devem, sempre que possível, estar todos em uma única página. Isto é feito para favorecer o armazenamento de toda a estrutura como uma única imagem. Ao se fazer isto, a informação da imagem é armazenada pelo lado direito do cérebro no processo, uma memória de mais longo prazo (BUZAN; BUZAN, 1996).

A experiência no uso destes mapas levou a um consenso onde a relação de área ocupada pelo texto e figura deve possuir a razão mínima de $\frac{2}{3}$ e a máxima de $\frac{1}{2}$ (50%). Concluiu-se, nestes experimentos, que a utilização de figuras com razões menores que $\frac{1}{3}$ em relação ao texto não produzem bons resultados na contribuição de fixação do conteúdo pelo lado direito do cérebro. Figuras com razões maiores que 50% também comprometem esta memorização. O motivo disto é que o aluno passa a ler o texto contido na figura em vez de armazenar todo o conteúdo de uma só vez, como uma figura unificada, ficando cada palavra do texto processada preferencialmente pelo lado esquerdo do cérebro, em vez de um todo, pelo lado direito, como desejado.

Uma vez conhecidas e sanadas todas as ignorâncias do mapa montado, pode-se montar o Mapa de Conhecimento de um novo conhecimento que terá como pré-conhecimento o conhecimento adquirido. É fundamental que um conhecimento novo deva ter apenas novas dúvidas e que todos os conhecimentos necessários (pré-requisitos e pré-conhecimentos) já tenham um mapa montado previamente sobre eles. O conhecimento novo, parte,

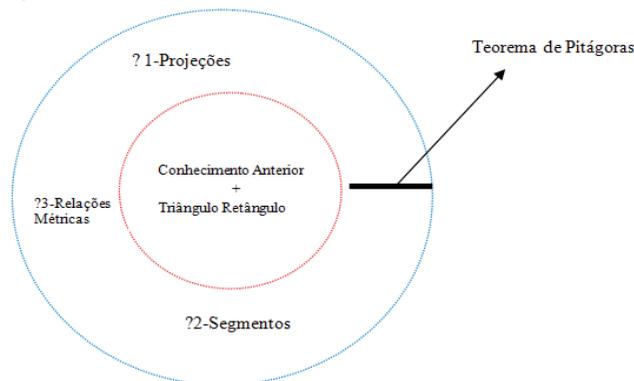
portanto, do conhecimento inicial e sequencial ao mesmo, conforme mostrado pela Figura 8.

Figura 8: Sequência de aprendizado utilizando Mapas de Conhecimentos.



Assim, a área do conhecimento inicial passa a ser um pré-conhecimento no mapa do novo conhecimento. A Figura 9 apresenta o Raio do Conhecimento e a Área da Ignorância de um novo conhecimento adicionado.

Figura 9: Diagrama de Raio do Conhecimento e Área da Ignorância com o acréscimo de conhecimento novo



A Figura 10 apresenta a formatação textual referente à Figura 9.

Figura 10: Formatação textual referente à Figura 9.

CONHECIMENTO
dR = Conhecimento = Teorema de Pitágoras. Conceituação: É uma relação matemática entre os três lados de qualquer triângulo retângulo.
PRE-CONHECIMENTO
daP = Triângulo Retângulo. Mapas: Mapa 11 – Triângulo Retângulo.
IGNORÂNCIAS
daA = Ignorância: Definição:
?1 – Projeções: Considerando um segmento de reta AB e uma reta r recebe o nome de projeção de AB sobre r, o segmento de reta A'B', estabelecido pela intersecção da reta r com as retas que passam pelos pontos A e B sendo perpendiculares a r.
?2 – Segmentos: É o conjunto dos pontos da reta que ficam entre dois outros pontos.
?3 – Relações Métricas: São relações entre as medidas dos elementos de um triângulo retângulo.
REFERÊNCIA
Gelson Iezzi. Fundamentos de Matemática Elementar 3 (Trigonometria). 5ª Edição, Atual Editora, São Paulo, 1983.

O motivo de se ter no mapa a informação do pré-conhecimento necessário ao aprendizado do novo conhecimento é que, apesar de bastar dotar os alunos apenas das novas ignorâncias, a prática em sala de aula mostra que a maioria das pessoas se esquece dos conhecimentos já aprendidos (pré-conhecimentos).

Quando isto ocorre, os pré-conhecimentos acabam sendo identificados como ignorâncias, requerendo, desta forma, mais do que definição, mas principalmente conceito, o que não deveria ocorrer, levando o aprendizado ao fracasso. Este é um motivo fundamental para responder ao porquê de frequentemente um professor ter de explicar, em uma disciplina, por exemplo, tudo o que o aluno já tinha aprendido em outra. Assim, caso isto ocorra, antes de se estabelecer o mapeamento que vai transmitir o novo conhecimento ao aluno, basta que o mesmo olhe no mapa e verifique se ele se recorda dos pré-conhecimentos ali elencados e grafados. Caso isto não ocorra, bastaria ao aluno recordar sequencialmente os pré-conhecimentos pertinentes, e apenas estes, podendo se candidatar a aprender o novo conhecimento. Seria interessante, também, que o professor apresentasse os pré-conhecimentos aos alunos com antecedência, em relação ao que será ensinado no novo conhecimento.

Surge, então, um novo questionamento? A partir deste momento, como fazer para que o aluno não tenha que, a cada novo conhecimento, relembrar os pré-conhecimentos já estudados, sem precisar retornar sequencialmente aos estudos dos pré-conhecimentos? Não seria este um processo inviável?

Experimentações em sala de aula permitiram inferir uma solução singular, eficiente e efetiva: a metodologia do Reforço 2^o. Concluiu-se com tais experimentos que, para que um aprendizado seja fixado, é importante reforçá-lo em uma relação de 2^o. Esta relação de 2^o garante que o conhecimento adquirido será fixado pelo resto da vida, isto é, ao praticá-lo pode-se ter uma memorização duradoura e eficiente.

2.3 Ferramenta de memorização permanente do aprendizado: 2^o

Este estudo sobre memorização, relacionado à prática de reforço 2^o, iniciou-se ao se verificar que as novas informações recebidas pelo cérebro, normalmente tendem a se perderem ou serem esquecidas, caso não sejam reforçadas com um novo acesso em um determinado período de tempo.

Esta ferramenta foi elaborada após quase uma década de experimentações e de observações. A sua comprovação, foi, portanto, de forma empírica, aplicada a mais de 30 turmas de cursos superiores distintos. Entre os cursos, podem-se citar os de Pedagogia, Música, Artes, Engenharias, Letras, Educação Física e Administração. Todos os experimentos alcançaram os resultados esperados.

Por se tratar de uma técnica empírica e experimental, e para que se possa ser considerada como ciência, a técnica deve ser formalizada, e a mesma deve assegurar que outros profissionais da área possam refazer o experimento e chegar

ao mesmo resultado, segundo a evolução natural do método científico. Tal afirmação embasa-se nos trabalhos sobre método empírico e indutivo elaborado por Francis Bacon em seu trabalho “*Novum Organum*” (BACON, 1620), no trabalho sobre método racional e dedutivo elaborado por René Descartes em seu estudo intitulado “O Discurso do Método” (DESCARTES, 1913) e, por fim, na combinação apropriada dos métodos de Bacon e Descartes feita por Isaac Newton em seu trabalho *Naturalis Principia Mathematica*” (NEWTON, 1687), a qual a ciência utiliza como referência até os dias atuais.

Desta forma, em um contexto cognitivo, a observação de que um aluno de uma determinada matéria quase sempre se lembrava dos conceitos e dos conhecimentos obtidos na aula do dia anterior e, quase nada de aulas de uma semana atrás, e de que normalmente os idosos se lembram de conhecimentos que obtiveram e utilizaram desde criança e, praticamente nada do que lhes foi ensinado uma semana atrás, gerou o conhecimento de que o lapso de tempo em se recordar e reutilizar um conhecimento é fundamental no processo de memorização.

Em observância ao exposto no parágrafo anterior, pode-se observar nos cursos trabalhados, incluindo os de extensão à sociedade, que os alunos apresentavam maior dificuldade de se memorizar um assunto quando o curso era dado uma vez por semana ou apenas nos fins de semana, do que quando os mesmos cursos eram dados dia sim, dia não, com o intervalo máximo de dois dias.

Observou-se também que, nos cursos de curta duração dados em sequência de dias na semana (como nos cursos de uma semana ou de um fim de semana), as dúvidas e os esquecimentos eram minimizados quase em sua totalidade. Assim, os cursos alcançavam os objetivos traçados com mais efetivação, quando dados em uma semana, do que em cursos dados em um semestre com duas aulas por semana, mesmo que com carga horária maior.

Esperar-se-ia que, cursos com maior carga horária e mais conteúdo dessem melhores resultados que cursos de curta duração, o que continuamente não ocorria. Partindo-se dessas análises, e na busca de uma resposta sobre os motivos de tal ocorrência, verificou-se, após algumas turmas em observação, que nos cursos com dois dias de aula por semana, a aula consecutiva com intervalo inferior a três dias, geralmente não era esquecida pelo aprendiz, mesmo que ele não tivesse feito qualquer recordação.

Já nos cursos que possuíam aulas com mais de três dias de intervalo, entre uma e outra, os conhecimentos eram muitas vezes esquecidos e até mesmo modificados pelos alunos que não praticavam nenhum tipo de recordação. Este fato apontou aos pesquisadores que o intervalo entre as aulas e a recordação de assuntos trabalhados em sala representava um fator importante a ser considerado. Passou-se, assim, a buscar o menor lapso de tempo necessário para que uma informação fosse memorizada e não mais esquecida.

Um trabalho científico que serviu de base ao levantamento de tal lapso de tempo foi o trabalho desenvolvido por Izquierdo (2010). Este trabalho mostra que tanto a memorização quanto a aprendizagem baseiam-se nas trocas de informações entre os neurônios transmissores de diversos setores do cérebro, promovendo desta forma, a troca de informação, a busca e a sedimentação de conhecimentos.

Quando se faz busca de um conhecimento, as ligações eletroquímicas das sinapses dos neurônios transmissores são reativadas e fortalecidas. Quanto maior for o número de vezes que as utilizarem, menor será a chance de as ligações eletroquímicas se enfraquecerem a tal ponto de perder a informação.

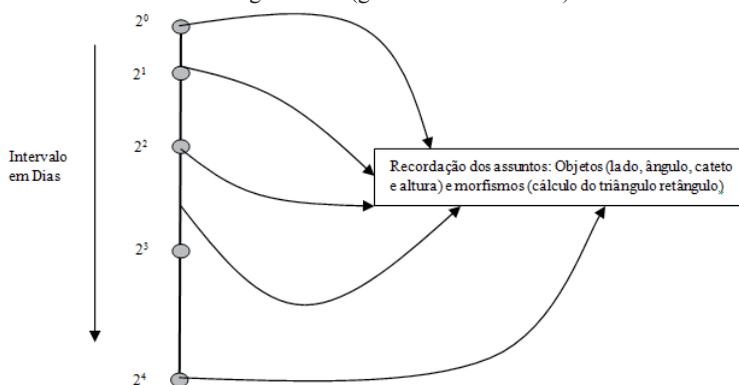
Com base nesta observação pode-se concluir que o tempo entre reforços não é linear, mas sim representado por um fator, em dias, de multiplicação em potência da base 2, a saber: 2^n .

Portanto, para que uma informação nova seja memorizada e consolidada, a mesma deve ser revista no dia seguinte, isto é, em 1 dia (2^0). Depois disto, a mesma informação deve ser revista em 2 dias (2^1), posteriormente deve-se rever a mesma informação em quatro dias, depois em 8 dias, em 16 dias, de mês em mês, de dois em dois meses, de quatro em quatro meses, de oito em oito meses, e assim por diante, até chegar em um ponto onde pode-se praticamente dizer que a informação está permanentemente consolidada, já que em certo momento, o fator 2^n resultaria em valores superior a algumas décadas.

Quando se segue o fator de memorização 2^n , pode-se garantir a uma pessoa normal e saudável, que o conhecimento não mais será perdido.

Uma ilustração da aplicação do método 2^n associado ao ensino de Triângulos Retângulos pode ser visto no diagrama da Figura 11.

Figura 11: Aplicação da ferramenta 2^n em conjunto com funtores e raio do conhecimento e área da ignorância (gráfico fora de escala).



Desta forma, o uso em conjunto da estratégia do Raio do Conhecimento e Área da Ignorância e da ferramenta 2^n permitirá que o estudante realmente retenha e memorize o conhecimento recebido.

Em contrapartida, quando o aluno não segue a razão de reforço 2^n , não se pode precisar ou afirmar que apenas o último conhecimento que estava sendo recordado será prejudicado, nem o grau de sua perda. Isto é pessoal, uma vez que, mesmo não recordando explicitamente uma informação encadeada, pode ser que o aprendiz, no intervalo previsto para a recordação, use os conhecimentos aplicados em alguma atividade ou participe de alguma ação que o envolva.

Assim sendo, quando for apresentado ao aluno um novo conhecimento onde, diante deste novo conhecimento deva ser preenchida a área da ignorância no mapa pelo aluno, e o mesmo acabar elencando além dos conceitos, também conhecimentos, isto significa que a perda foi maior do que apenas o último conceito que estava sendo recordado pela técnica 2^n .

Isto posto, conclui-se que este reforço no processo de sedimentação do conhecimento pode ser obtido, também, aplicando-se estratégias diferentes, como por exemplo,

aplicar novos raios de conhecimento que recordem, na área de ignorância, os temas e conceitos utilizados no conhecimento anterior. É o caso, por exemplo, de se ensinar na disciplina de matemática os conceitos de trigonometria em um dia e, na próxima aula, se ensinar na disciplina de física os conceitos sobre vetores (aplicação direta da trigonometria). Desta forma, podem-se ensinar novos conceitos sem precisar repetir os já ministrados.

3 Conclusão

A motivação deve ser pensada como uma força de importância decisiva no desenvolvimento do ser humano. Dentre muitas metodologias atualmente trabalhadas nos ambientes de ensino escolar, a motivação e consequentemente a satisfação parecem caminhar à margem desse processo. Cada professor desenvolve e aplica seu próprio método para motivar seus alunos, decorrendo disto conceitos que tanto reforçam a recompensa, como também a punição.

Entre várias turmas trabalhadas de pedagogia e outras áreas do conhecimento, tomou-se contato com adeptos de um ou mais métodos de ensino, destacando-se preferencialmente Piaget, Skinner, Paulo Freire, PBL e Vygotsky. Percebeu-se

existir uma grande divergência de opiniões sobre quando aplicar uma ou outra metodologia, porém, no caso de se introduzir as ferramentas propostas como auxiliares a cada metodologia clássica escolhida por cada educador, não se encontrou em nenhum caso um educador que tivesse restringido a aplicação dos mapas de conhecimentos e da técnica de reforço 2^o, muito pelo contrário, identificaram-nas como um recurso importante no processo de aprendizado e de fácil integração, principalmente a técnica de reforço de recordação 2^o.

Desta forma, a combinação de Mapas de Conhecimento com diferentes técnicas e métodos de ensino permite ao aluno alcançar uma solução viável à efetivação do aprendizado e, por conseguinte, a sua satisfação. Esta combinação pode apresentar melhores condições de ensino, por exemplo, ao se aplicar Mapas de Conhecimento em conjunto com mapas mentais (*mind maps*), Skinner, PBL (*Problem Based Learning*) e outros.

A aplicação de Mapas de Conhecimento em conjunto com Skinner (1958) permite visualizar um método onde os pré-conhecimentos, importantes ao aprendizado de um novo assunto, são lembrados passo a passo à medida que o ensino de determinado assunto avança. Já a combinação de Mapas de Conhecimento com PBL (BERBEL, 1998) permite ao aluno estabelecer os morfismos e os objetos que farão parte de seu estudo, onde tais objetos e morfismos podem e devem fazer parte das atividades do dia a dia.

A aplicação de Mapas de Conhecimento em conjunto com Paulo Freire e Vygotsky é importante porque tanto os objetos quanto os morfismos necessitam de uma contextualização social presente no dia a dia do aluno. Complementando, a combinação com Piaget permite que os objetos e morfismos sejam construídos na subcategoria do aluno com o simples fato de lhes apresentar um desafio, ou seja, um novo conhecimento. E, finalmente, a combinação de Mapas de Conhecimento com a teoria de Platão é de suma importância porque caso falte algum objeto ou morfismo na efetivação do conhecimento, a aprendizagem não ocorrerá.

Diante de tantas possibilidades úteis de uso dos Mapas de Conhecimento, partindo desde seu uso individual até a combinação com outras metodologias, passando pela ferramenta de reforço ao aprendizado 2^o onde se tem a possibilidade da manutenção de forma duradoura de todo

o conhecimento recebido durante o processo de ensino aprendizagem, fica a contribuição aos educadores, professores e instrutores este conjunto de técnicas e ferramentas voltadas à possibilidade de se ter algo a mais para se trabalhar em sala de aula.

Como sugestão de trabalho futuro, tem-se a possibilidade de se elaborar e de se implementar este conjunto de técnicas em um *software* com o objetivo de se agilizar e automatizar os processos de preparação de aula.

Referências

- ASPERTI, A.; LONGO, G. *Categories types and structures: an introduction to category theory for the working computer scientist*. Massachusetts: Foundations of Computing Series, MIT, 1991.
- BACON, F. *Novum organum*. São Paulo: Abril Cultural, 1979.
- BERBEL, N.A.N. *A problematização e a aprendizagem baseada em problemas: diferentes termos ou diferentes caminhos?* Botucatu: Interface, 1998.
- BUZAN, T.; BUZAN, B. *The mind map book: how to use radiant thinking to maximize your brain's untapped potential*. New York: Plume, 1996.
- CORVISIERI, E. *Platão: a república*. São Paulo: Nova Cultural, 2004.
- GARDNER, H. *Frames of mind*. New York: Basic Books, 1985.
- DESCARTES, R. *Discours de la methode, pour bien conduire la raison, & chercher la verité dans les sciences...* Leiden: Jan Maire, 1637. In: TANNERYM A.P. *Œuvres de Descartes*. Paris: Éditions du Cerf, 1913.
- DOUGLAS, W. *Como passar em provas e concursos*. São Paulo: Impetus, 2012.
- GOULART, I.B. *Piaget: experiências básicas para utilização pelo professor*. São Paulo: Vozes, 2001.
- IZQUIERDO, I. *A arte de esquecer*. Rio de Janeiro: Vieira & Lent, 2010.
- LURIA, A. R.; VYGOTSKY, S. *Primitive man and child: essays in the history of Behaviour*. 1930.
- MCLUHAN, M. *The medium is the message: an inventory of effects (with Quentin Fiore)*. New York: Bantam Books. 1967.
- NEWTON, I. *The Mathematical principles of natural philosophy*. Londres: Benjamin Motte, 1687.
- FREIRE, P. *Educação como prática de liberdade*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1989.
- SERGER, C.A.; MILLER, E.K. *Category learning in the brain*. *Annual Review of Neuroscience*, v.33, p.203-219, 2010.
- SKINNER, B.F. *Teaching machines*. *Science Magazine*, v.128, n.3330, p.969-977, 1958.