

## Capítulo

# 1

## **Metodologia neurocientífica-pedagógica aplicada à concepção de jogos para ativação das funções cognitivas de estudantes da educação básica**

Carla Verônica Machado Marques, Carlo Emmanoel Tolla de Oliveira,  
Raquel Moreira Machado Fernandes

### *Abstract*

*In this text we will discuss the process of creation and development of games to activate the executive mental functions of basic education students. Based on Computational Neuropedagogy, a new transdisciplinary science, it is possible to measure and stimulate students' cognitive development through games constructed with a neuroscientific-pedagogical methodology. Such games are capable of promoting inclusion and embracing diversity in all its forms, offering great contributions to the teaching-learning processes by enabling the educational object to transcend its content, expanding to a context of polysemy of knowledge and of transitivity between different languages of knowledge. During a minicourse based on this text, participants will have the opportunity to learn how to use the process of developing games as a pedagogical strategy, in order to make the student a protagonist of their own learning. In addition, it is expected to present to the participants, based on the results of already consolidated research, ideas and insights for the creation and use of games in different contexts, in order to enable playfulness, diversity and inclusion.*

### *Resumo*

*Neste texto abordaremos o processo de criação e desenvolvimento de jogos para ativação das funções mentais executivas de estudantes da Educação básica. Com base na Neuropedagogia Computacional, uma nova ciência transdisciplinar, é possível mensurar e estimular o desenvolvimento cognitivo dos estudantes através de jogos construídos com uma metodologia neurocientífica-pedagógica. Tais jogos são capazes de promover a inclusão e acolher a diversidade em todas as suas formas, oferecendo grandes contribuições aos processos de ensino-aprendizagem ao possibilitar que o objeto educativo possa transcender ao seu conteúdo, expandindo-se para um contexto*

*de polissemia de saberes e de transitividade entre diversas linguagens do conhecimento. Durante um minicurso baseado nesse texto, os participantes terão a oportunidade de aprender como utilizar o processo de desenvolvimento de jogos digitais como estratégia pedagógica, de modo a tornar o estudante um protagonista de seu próprio aprendizado. Além disso, espera-se apresentar aos participantes, com base nos resultados de pesquisas já consolidadas, ideias e insights para a criação e utilização dos jogos em diferentes contextos, a fim de possibilitar a ludicidade, a diversidade e a inclusão.*

## **1. Uma breve introdução à teoria neuropedagógica**

É fato que as inovações tecnológicas e a globalização vêm modificando as redes de comunicação, sobretudo as sociais e digitais. A tecnologia hoje é imprescindível em diversas áreas de conhecimento e vem ganhando cada vez mais espaço na educação, principalmente no que se refere à mudança de paradigmas e metodologias de ensino-aprendizagem.

Na luta contra a concepção bancária da educação [Freire, 1983] e acreditando-se no futuro da educação entrelaçado ao avanço da cibernética [Papert, 2008], a computação é uma possibilidade promissora para extirpar a concepção mecânica da consciência, por meio da qual acredita-se ser possível depositar conhecimentos. Esse modelo de educação reduz o potencial do indivíduo, tornando-o passivo em relação ao objeto cognoscível. O indivíduo, portanto, torna-se um memorizador de conteúdos e esse descarte de competências faz com que a humanidade acomode-se em patamares inferiores de cognição [Marques, 2017]. As crianças finalizam a vida escolar com dificuldades de solucionar problemas de forma autônoma e inovadora, excluídas da inteligência coletiva e do pensamento socializado.

Já na década de 80, pesquisadores atentaram para a relação entre o computador e a cognição infantil, sendo Seymour Papert o maior propagador de uma abordagem construcionista através da qual a criança se desenvolve ao descobrir e construir. Contudo, ao afirmar que “a escola não se deixou mudar sob a influência do novo aparelho, ela viu o computador pela lente mental das suas próprias formas de pensar e fazer” [Papert, 2008], o pesquisador reforça os perigos do uso do computador nos moldes do automatismo pedagógico.

Para que o ciclo vicioso gerado por esse paradigma educacional seja quebrado, é preciso difundir um novo paradigma. Esse novo paradigma, entrelaçado à cibernética, deve ter como foco processos e não conteúdos, e possuir um projeto claro e preciso para o desenvolvimento das funções mentais superiores, isso é, da cognição.

Nesse sentido, a proposição de uma escola metacognitiva vai ao encontro da necessidade de tomada de consciência para uma educação dialógica e libertadora.[Freire, 1983].

### **1.1. O que é a Metacognição?**

Metacognição [Flavell, 1979] é o conhecimento da tomada de consciência quando se trata de aprendizagem, emoções, memória e percepção de si e do outro. Esse conhecimento é capaz de promover uma ruptura frente ao paradigma behaviorista

[Seminário, 1999] e, portanto, constitui a base para uma nova ciência transdisciplinar, resultante da necessidade de um mosaico funcional epistêmico abrangendo a constituição e a prossecução de objetos neuropsicoeducativos capazes de possibilitar ao educando a tomada da consciência sobre o ato de aprender em um processo de aprendizagem significativo e, sobretudo, gamificado, de modo a atender todas as necessidades do indivíduo. Essa nova ciência é denominada Neuropedagogia Computacional e foi elaborada sob um modelo mental que comprova a possibilidade de inferir processos cognitivos não diretamente observáveis a partir da captura refinada de comportamentos operativos observáveis [Marques, 2017].

Os problemas de desenvolvimento cognitivo afetam milhões de crianças e adolescentes no mundo inteiro todos os anos, sobretudo a população mais pobre que não possui acesso facilitado aos bens socioculturais que a população mais abastada possui [Marques, 2017]. A Neuropedagogia Computacional, pois, é uma possibilidade promissora para o levantamento de pré-requisitos para condições processuais e decisórias para compreender, prever e programar a conduta humana em direção a uma cognição mais socialmente distribuída. Nesse sentido, a Computação tem a tarefa essencial de promover a catarse do indivíduo, atuando como catalisadora do desenvolvimento cognitivo através de um modelo neurocientífico-pedagógico.

## **1.2. O que são funções cognitivas?**

Segundo a Neurociência Educacional, área de conhecimento que tem como objetivo compreender as relações entre o cérebro e a aprendizagem, perpassando por áreas como Fisiologia, Anatomia, Psicologia, Linguística, entre outras, funções cognitivas são processos que organizam e possibilitam o funcionamento da estrutura cognitiva do cérebro. Tais funções são divididas em: memória, atenção, linguagem, percepção e funções executivas (memória operacional, controle inibitório e flexibilidade cognitiva, entre outras).

As funções executivas estão relacionadas ao planejamento e execução de tarefas, abrangendo a totalidade das funções cognitivas em atividades como a tomada de decisões, estratégias para solucionar problemas, tomada de decisão em tarefas de risco ou responsabilidade, entre outras.

As funções executivas, associadas ao córtex pré-frontal do cérebro, têm um importante papel no controle e regulamentação de condutas, sendo responsáveis por nossos pensamentos, emoções e ações.

Numa perspectiva Piagetiana, direciona-se esforços para a educação básica, pois durante a infância o desenvolvimento evolutivo da criança oportuniza a consolidação de estruturas cognitivas. Sendo assim, a computação pode ser uma aliada para prover estímulos às funções cognitivas, de modo a induzir o incremento de capacidades intelectuais, compreendendo-se a cognição como um sistema complexo.

## **1.3. Um modelo neurocientífico-pedagógico de Educação através de jogos digitais**

A Neuropedagogia Computacional apresenta uma proposta pedagógica baseada em jogos, que exercem grande fascínio sobre os jovens e podem auxiliar nos processos de

ensino-aprendizagem. Considera-se a utilização de jogos uma abordagem efetiva, pois a ludicidade é capaz de despertar o interesse das crianças, impulsionando ações e comportamentos operativos observáveis, trazendo à tona aspectos cognitivos implícitos atrelados aos objetivos de cada jogo. Assim, em concomitância com um processo divertido e prazeroso ao estudante, tem-se a possibilidade de capturar e refinar dados cognitivos. Esses dados devem servir como subsídio para a compreensão das estruturas internas, compondo as bases para um processo de otimização da aprendizagem.

#### **1.4. Ciência através dos jogos digitais**

Em Neuropedagogia Computacional, denomina-se games inteligentes os jogos digitais com propósito científico. Tais jogos, através da inteligência artificial, possibilitam a coleta de dados do percurso do jogador, oportunizando descobertas sobre aspectos da cognição humana e também descobertas sobre o funcionamento microgenético do cérebro. O estudo do funcionamento microgenético do cérebro privilegia o psiquismo individual no cruzamento dos fatores biológico, histórico e cultural, sendo crucial para a compreensão dos traços de personalidade e afetividade, por exemplo.

Esses jogos não possuem regras explícitas nem soluções pré-determinadas. Eles oferecem ao jogador um ambiente aberto a infinitas possibilidades de jogadas e soluções, para que o jogador descubra como jogá-lo. Assim, esse tipo de jogo não foca em erros e acertos, mas sim nas tomadas de decisão para construção de soluções pessoais, segundo os crivos (critérios) que embasam o jogo. Esse tipo de jogo, portanto, possibilita o acesso à estrutura cognitiva do indivíduo.

#### **1.5. Estrutura cognitiva**

A infra-estrutura cognitiva compõe-se de núcleos, "que seriam linguagens ou código sinatos aptos a promover a leitura da realidade", [Seminário, 1998] distribuídas da seguinte forma:

- L1: A organização das formas;
- L2: A designação;
- L3: O imaginário;
- L4: A atividade lógica;

O mais elementar de todos os códigos inatos seria a competência de organização das formas. Em termos de aplicações pedagógicas, a organização de formas não demanda um tratamento extensivo, exceto para promover o desenvolvimento de atividades artísticas. [Seminário, 1998]

Já a designação envolve a capacidade de significação das experiências, o que resulta na multiplicação de sentidos sobre a realidade, expandindo-se os vocabulários pensado e falado. Essa competência acaba por ser desenvolvida espontaneamente em contextos escolares e familiares, mas as aplicações pedagógicas para otimização dessa estrutura devem promover a sua multiplicação de forma acelerada, de modo a

possibilitar que a criança construa um código ampliado, o que poderia contribuir para uma ascensão social na perspectiva de Seminério [1998].

Para Seminério [1998], o imaginário engloba o fluxo mais significativo da existência em qualquer ser humano e depende do nível de criatividade e produtividade de cada um. Assim, o imaginário pode ser compreendido como um repositório de manifestações de conhecimento.

As aplicações pedagógicas, nesse sentido, devem se preocupar com a expansão do imaginário, a fim de possibilitar o desenvolvimento da criatividade e provocar uma melhora na expressão oral e na expressão através de escrita(s). Trabalhando o imaginário, a arte, a cultura, alimenta-se o inconsciente com diversos estímulos, criando várias redes semânticas que futuramente poderão ser ativadas na parte consciente. [Marques et al., 2010]

A atividade lógica é a mais elevada da infra-estrutura cognitiva e diz respeito à recursividade, que atua em nível metalinguístico e possibilita a criação de regras e sistemas, funcionando como um sistema ordenador capaz de promover encadeamentos lógicos. “Se a metalinguagem é em lingüística a linguagem que permite analisar a própria linguagem, o metaprocessamento é o que permite controlar qualquer outro processo - inclusive a própria lógica.” [Seminério, 1998]

Assim, a atividade lógica possui uma grande importância para o desenvolvimento cognitivo, pois é capaz de permitir a recursão em todas as linguagens, possibilitando o controle de processos através de atividades metacognitivas. Essas atividades metacognitivas podem ser motivadas pelo modelo de jogo proposto pela Neuropedagogia Computacional, à medida que ele, por não oferecer regras explícitas, obriga o jogador a eliciar as sequências de ações e atitudes a serem tomadas. Além disso, estimula o planejamento das ações a fim de descobrir a natureza do objeto de conhecimento diante do jogador, incitando a realização de diferentes operações mentais.

A proposta de mudança do paradigma atual para uma educação que se baseie nos processos em vez dos conteúdos é essencial para o desenvolvimento das funções mentais superiores, assim compreendendo-se a cognição e as regras generativas que permeiam as diversas linguagens do conhecimento. Desse modo, a educação passa a ser vista como um processo de construção e resgate da humanidade, de modo que a ativação da metacognição é um dos preceitos fundamentais a serem atingidos através dos jogos.

Através da observação dos metaprocessos das linguagens universais, pois, é possível traçar estratégias para alcançar novos patamares cognitivos, aliando-se os avanços da computação e da neurociência.

## **1.6. Metodologia de avaliação cognitiva – o modelo EICA**

De acordo com a Psicogenética, área da Psicologia que estuda as relações entre a psique humana e a origem (gênese) dos processos evolutivos da inteligência humana, uma pessoa é um sistema caracterizado por uma ou mais áreas de força e áreas de fraqueza. Nessa perspectiva, as áreas de força representam uma competência pioneira e as áreas de fraqueza representam áreas de conhecimentos complementares. Como a competência pioneira e as áreas de fraqueza são diferentes em cada indivíduo, identificou-se uma

necessidade de personalização do processo pedagógico. Nesse sentido, a máquina EICA (Estruturas Internas Cognitivas Aprendentes) é um modelo neuro-computacional para viabilizar a análise cognitiva através de jogos que instigam a metacognição conforme as necessidades de cada indivíduo.

Assumindo que a ontogênese (o desenvolvimento do indivíduo) repete a filogênese (desenvolvimento da humanidade), a máquina EICA é capaz de identificar, através de objetos simbólicos de cada etapa do desenvolvimento humano, em qual etapa do desenvolvimento cognitivo o indivíduo se encontra em cada área microgenética específica, de modo a possibilitar uma proposta pedagógica capaz de acelerar o desenvolvimento cognitivo e ampliar a capacidade de transitar entre conhecimentos distintos.

A Neuropedagogia Computacional tem como objetivo, pois, apresentar uma perspectiva neuropedagógica capaz de possibilitar ao educando participar de desafios calculados para acelerar a sua cognição, contrariando o processo de educação convencional que visa educar através de aulas expositivas e conteúdos didáticos. O novo modelo de aprendizagem proposto se dá, portanto, pela instalação das EICA através de jogos digitais.

### **1.7. Jogos digitais neuropsicopedagógicos e inclusão**

Na perspectiva da Neuropedagogia Computacional a utilização de jogos digitais pode possibilitar a análise da assinatura cognitiva do educando e a mediação personalizada adaptativa e evolutiva para o salto cognitivo, que é o momento de aquisição de um novo conhecimento. Desse modo, o jogo digital pode funcionar como uma prótese cognitiva, estimulando o cérebro para um processo de aprendizagem otimizado capaz de atingir as áreas de fraqueza / deficiência.

Ressalta-se a possibilidade de um jogo conferir inclusão, diversidade e inovação ao processo educativo. Em linguagem analógica, pode-se dizer que o jogo está para a deficiência cognitiva, assim como o óculos está para a deficiência visual. Desse modo, dado que existem possibilidades de adaptação para diversas deficiências, tais como a deficiência auditiva através de aparelhos de surdez e a deficiência física através de próteses mecânicas, acredita-se que os jogos neuropsicopedagógicos digitais podem atuar como próteses cognitivas, auxiliando amplamente nos processos de ensino-aprendizagem em contextos plurais e cada vez mais inclusivos.

Segundo Marques [2017], um jogo digital passa a funcionar como uma prótese cognitiva quando habilita o processador de alta transitividade no cérebro. O nível de complexidade cerebral aumenta ao passo que o emaranhamento neuronal forma cada vez mais conexões duplicando a meta-regra cada vez mais vezes e cada vez mais rápido de forma a otimizar o processo de aprendizagem a tal ponto que até a área mais deficiente passa a refletir as habilidades da área de força da pessoa.

À medida que a criança adquire o domínio consciente das regras generativas universais de diferentes áreas do conhecimento, ela constrói mais conexões neuronais e amplia sua inteligência, otimizando o seu desenvolvimento através da recursão e da transição pelas linguagens de conhecimento, de forma a ativar, corrigir ou aumentar uma função ou competência.

## 1.8. Como estimular a metacognição?

Para fazer o educando transitar entre as linguagens da cognição e desenvolver as competências esperadas, podem ser utilizadas técnicas metacognitivas. Entre as possibilidades comprovadas cientificamente, cita-se a Elaboração Dirigida e a técnica do Fio Condutor Microgenético, que ativa o processamento evolutivo-reflexivo da cognição provocando a metacognição [Lemos et al., 2012].

O Fio Condutor tem como objetivo levar o educando à ativação da metacognição, isto é, ao exercício da consciência das regras de um conhecimento. Para tanto, a técnica dispõe de dez fases de aplicação, levando o indivíduo da metacognição fraca ou inconsciente, estado onde faz uso das regras sem o conhecimentos das mesmas, até a metacognição forte, compreendida como o estado onde o indivíduo é capaz de reconhecer e expressar as regras generativas utilizadas.

O Fio Condutor Microgenético possui dez fases contínuas e sucessivas constituídas de conjuntos de *inputs* e *outputs*. A primeira etapa constitui um *input*, onde deve-se possibilitar a entrada de uma situação-problema sem regras ou instruções oferecidas. Isso pode ser feito através do fornecimento de objetos ou jogos manipuláveis ou, no caso de jogos digitais, através de uma tela onde o sujeito inicia seu movimento de exploração.

A partir disso, espera-se um *output*, isto é, uma saída sob a forma de ação observável. Nessa etapa espera-se o fim do tempo de reação e o início de uma ação observável, que pode ser por exemplo a manipulação e/ou movimentação dos objetos disponibilizados. Nessas duas etapas, ainda observa-se um nível de metacognição considerado fraco.

Na fase 3, que trata uma interpretação observável, provoca-se uma nova saída, de modo que o sujeito expresse o que fez por meio de linguagem. No caso de um jogo digital, por exemplo, pode-se oferecer ao sujeito a possibilidade de contar o que fez na fase anterior. Com isto, busca-se impulsionar a metacognição para que atinja um nível considerado forte.

Após a condução dessas fases, o processo deve ser reiniciado de forma similar à conduzida anteriormente, porém com uma nova situação-problema e um novo design de apresentação, de modo que o sujeito possa movimentar-se pelas fases 4, 5 e 6, chegando até a fase 7.

Na fase 7, aplica-se uma mediação denominada Elaboração Dirigida. Trata-se de uma técnica elaborada por Franco Lo Presti Seminério a partir da teoria de Bandura [1977]. Com essa técnica, é possível instigar a criança e levá-la a uma reflexão sobre seus processos cognitivos. A elaboração dirigida consiste de perguntas realizadas pelo mediador com o objetivo de levar o indivíduo a pensar sobre suas ações com maior profundidade, de modo que possa também pensar sobre coisas que não havia pensado ou ações que realizou sem se dar conta. Desse modo, através do diálogo com o mediador, a criança é capaz a refletir sobre sua conduta. Destaca-se, portanto, a

importância das ações de mediação nas atividades educativas, corroborando-se as idéias de Vygotsky e em articulação com o pensamento bakhtiniano.

Segundo Inhelder apud Lemos et al. [2014], a Elaboração Dirigida é a principal responsável pela formação de Esquemas Inovadores, isso é, o alargamento dos repertórios de pensamento, o que possibilita processos cognitivos flexíveis e criativos.. Nas fases 8, 9 e 10 verifica-se, pois, a estabilidade desses esquemas, reaplicando-se novos problemas de mesma complexidade.

A técnica do Fio Condutor possibilita entender a inteligência como um mecanismo possível, expansível e ao alcance de todos, independente da classe social ou econômica. Através dessa metodologia é possível levar o indivíduo a aprender algo novo cada vez mais rápido, porque o sistema se capacita para tal quanto mais é estimulado da maneira correta, e desenvolve a flexibilidade mental responsável pela atualização e mudança de conhecimentos - competências essenciais para o século XXI. [Marques et al., 2010]

Cabe ressaltar que as técnicas apresentadas não são de uso exclusivo no âmbito dos jogos, podendo ser utilizadas em diversas atividades pedagógicas para a educação básica, como por exemplo oficinas de leitura e produção textual, experimentos científicos para o aprendizado de Ciências, entre outras.

## **2. O processo de construção de jogos**

A proposta pedagógica de ensinar através de jogos digitais demanda o conhecimento de um processo de desenvolvimento baseado em um modelo de pesquisa científica, de forma a possibilitar a concepção de um jogo capaz de ensinar uma competência à medida que rastreia a interação do usuário. Apresenta-se, portanto, em linhas gerais, o processo de construção de um sistema educacional inteligente [Marques et al.,2015], segundo a proposta doravante denominada metodologia Marques-Oliveira para concepção de games inteligentes.

O projeto do jogo deve iniciar com um *brainstorm*, a fim de coletar ideias e selecionar o tema a ser aprendido pelo educando.

Após o *brainstorm*, sugere-se a utilização de *Spike* para verificar se as ideias obtidas são realmente viáveis e tangíveis. A *Spike* é uma técnica oriunda dos métodos ágeis e constitui-se de uma história com pouca definição. Desse modo, funciona como uma rápida prova de conceito (*proof of concept*) para que se descubra se o projeto é viável. Caso o resultado da *Spike* seja favorável, pode-se prosseguir para a consolidação do tema e realização dos processos metodológicos.

O processo de desenvolvimento de um sistema educacional inteligente abrange quatro etapas: modelagem dimensional, processo criativo, projeto interacional e desenvolvimento conceitual. [Marques et al., 2015]



A cada processo deve-se realizar atividades e elaborar documentações específicas de forma complementar e interdisciplinar. A figura 1 contém uma síntese da documentação sugerida no âmbito da metodologia que será apresentada adiante:

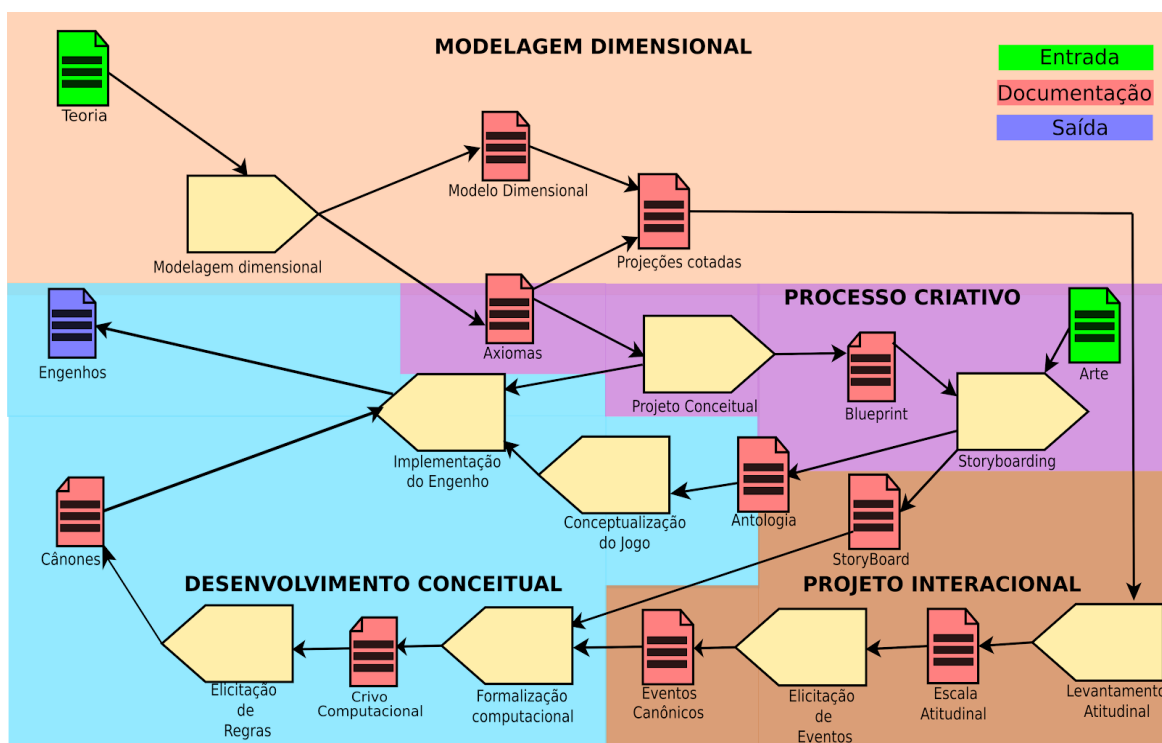


Figura 1. Síntese do processo de Construção de um Sistema Educacional

## 2.1. O modelo dimensional

O processo deve iniciar através do levantamento da teoria envolvida no modelo neuropsicopedagógico do jogo e do levantamento da teoria acerca da competência que irá abordar.

O modelo dimensional é o espaço onde se desenvolve o itinerário do sujeito aprendente, onde cada ponto no espaço representa a competência do indivíduo num dado momento, e os deslocamentos representam transições entre competências ou estados competentes [Marques et al., 2015]. O modelo dimensional é o primeiro grande processo de construção de um jogo, pois através dele é possível a representação de conceitos educacionais de forma cientificamente computável utilizando-se espaços multidimensionais onde grandezas e magnitudes representam, respectivamente, aspectos do aprendizado e graus esperados de aquisição do conhecimento.

A organização por dimensões possibilita uma visão geral do conhecimento a ser disponibilizado sob a forma de objeto de aprendizagem. É necessário não só definir os conceitos relevantes para a compreensão do domínio, mas também verificar a forma como eles se inter-relacionam e como podem compor a navegabilidade do jogo, elaborando-se todo o processo educacional. Para tanto, deve-se realizar um extenso

trabalho de adaptação da teoria pedagógica às possibilidades de construções computacionais.

Define-se dimensão como um espaço que identifica uma habilidade ou competência cognitiva a ser desenvolvida pelo sujeito aprendente. Cada ponto no espaço representa uma habilidade/competência num determinado tempo, isso é, os deslocamentos representam transições de estados entre habilidades e/ou competências. O espaço dimensional é então coordenado por eixos ortogonais, que são a representação de grupos de fatores que concorrem livremente, isso é, não apresentam-se como subcategorias uns dos outros, e portanto, podem ser estudados separadamente.

Além de ortogonalidade, o modelo dimensional deve ter domínio e grandeza, sendo o domínio definido como o âmbito de uma ciência, arte, conteúdo ou disciplina, e grandeza as competências a serem adquiridas em determinado domínio.

Como forma de iniciar o planejamento do modelo dimensional do projeto, sugere-se uma organização de acordo com a tabela 1. Em seguida, sugere-se a representação diagramática do modelo dimensional, a fim de que a representação visual seja capaz de demonstrar as relações no espaço projetado.

**Tabela 1. Definindo o domínio do jogo**

DOMÍNIO: _____	
Magnitudes / Dimensões	Grandezas

Para a elaboração do jogo, também é necessário que se realize um mapeamento axiomático. Um axioma é uma premissa considerada necessariamente evidente e verdadeira para o processo neuropedagógico educacional, segundo os preceitos teóricos. Deve-se, pois, efetuar sua formalização. Para tanto, pode-se criar uma tabela com os axiomas selecionados e uma breve descrição com fundamentação e informação sobre sua observabilidade.

**Tabela 2. Seleção de axiomas**

Axiomas	Descrição dos Axiomas

## 2.2. Processo criativo

Finda a etapa de recorte teórico para a criação da modelagem dimensional, deve-se prosseguir para o processo criativo, etapa de criação da arte inicial, pareando-a com os requisitos do modelo cognitivo, definindo-se os episódios de aprendizado.

Recomenda-se a elaboração de um *Blueprint*, um documento que deve conter um relato textual em parágrafos ou itens de tudo que se pretende construir no aprendizado. Através do *Blueprint* define-se o escopo do projeto, prosseguindo-se posteriormente para uma descrição abrangente das cenas e dos personagens do jogo.

**Tabela 3. Elaborando o *blueprint***

<b>Blueprint:</b> <i>(Nome do Jogo)</i>
<i>(Descreva em linhas gerais o formato do jogo e os aprendizados esperados)</i>
<b>Tema Plot:</b> <i>(Defina de forma curta o Tema da Narrativa com base no enredo desejado):</i>
<b>Personagens:</b> <i>(Descreva o(s) personagem (ns) do jogo atribuindo características físicas, psicológicas e místicas)</i>
<b>Cenário:</b> <i>(Descreva o(s) cenário(s) do jogo atribuindo características geográficas, históricas e/ou místicas)</i>
<b>Objeto:</b> <i>(Descreva os objetos disponibilizados no jogo, atribuindo características físicas, místicas e especificando sua função e/ou valor no jogo)</i>
<b>Transporte:</b> <i>(Descreva os meios de transporte disponibilizados no jogo, especificando os personagens portadores, as formas de aquisição, origens e destinos possíveis)</i>

<p><b>Missão:</b>  <i>(Descreva a(s) missões do jogo, dividindo-as em Main Quests e Side Quests)</i></p>
<p><b>Takes:</b>  <i>(Histórias curtas baseadas na tríade imagem-cena-texto)</i></p>

As *side quests* são missões secundárias que um personagem pode adquirir durante a jogada e podem colaborar para o aprofundamento de determinados conceitos e/ou para a captura de outros dados cognitivos além dos propostos nas *main quests* ou missões principais. As *main quests* e *side quests* podem compor uma grande missão.

Após a especificação do *Blueprint*, deve-se elaborar os roteiros e os desdobramentos do jogo, com uma visão voltada para a representação gráfica e metafórica, considerando como relevantes a produção da antologia e o design do *storyboard*.

A antologia é uma coleção de histórias minimalistas ou microepisódios que compõem o enredo e carregam aspectos das competências educacionais selecionadas na modelagem dimensional.

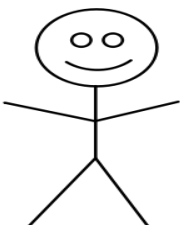
Na elaboração da antologia, recomenda-se o pareamento com os axiomas onde se originam. Para tanto, pode-se organizar o trabalho tal como propõe a tabela 4.

**Tabela 4. Criação da Antologia**

Antologia	
Microepisódios	Origem (Axioma)

O *Storyboard* é uma amostra dos microepisódios elaborados na etapa de Antologia contendo uma apresentação visual do conhecimento a ser construído pelo educando. Pode ser realizado através de rascunhos gráficos, conforme o modelo presente na tabela 5.

**Tabela 5. Projeto de Storyboard**

Projeto de Storyboard ( <i>Nome do jogo</i> )			
Cena:	Cena:	Cena:	Cena:
			
Observações:	Observações:	Observações:	Observações:

### 2.3. Projeto interacional

No projeto interacional, preocupa-se com as atitudes inconscientes e conscientes no processo das microgêneses cognitivas. Assim, as atitudes pertencem a um módulo procedimental. A computação ponderada das atitudes do usuário permite a discriminação de um conjunto de eventos que disparam a marcação de um ou mais registros em um ou mais eixos dimensionais.

Todas as interações observáveis do educando são, portanto, oportunidades de registro de sua assinatura cognitiva. No entanto, o registro indiscriminado de todas as ações pode gerar uma grande quantidade de dados de difícil interpretação. Para tanto, a atividade de análise das interações pode ser organizada com o auxílio da tabela 6:

**Tabela 6. Projeção e escala de atitudes do usuário**

Escala atitudinal		
Atitude do usuário	Interpretação fundamentada da atitude do usuário	Evento disparado no Jogo

--	--	--

O repertório de eventos canônicos é construído elencando-se eventos decorrentes da ação do jogador ou eventos ativados pela inteligência do jogo que representam oportunidades de observação e / ou intervenção. É uma coleção mínima de eventos para investigar e projetar as intervenções no processo educacional.

**Tabela 7. Projeção de eventos canônicos**

Eventos canônicos		
Evento	Oportunidade de observação	Oportunidade de intervenção

Com o enredo definido e o levantamento das interações realizado, o processo de mapeamento axiomático pode ser ampliado para englobar conjuntos de marcadores que podem ser atribuídos a cada uma das dimensões projetadas no processo educacional. Nessa etapa, as projeções cotadas podem determinar a relevância de cada observação.

Os marcadores permitem a identificação de estados e transição de estados e também auxiliam na construção de crivos, atividade a ser realizada na etapa de desenvolvimento conceitual. A organização dessa atividade pode ser feita de acordo com a tabela 8.

**Tabela 8. Cruzamento axioma X dimensão com atribuição de projeções e marcadores**

Mapeamento axiomático			
Dimensão	Axioma	Projeção cotada	Marcadores

## 2.4. Desenvolvimento conceitual

No desenvolvimento conceitual, são estabelecidas, de fato, a mecânica e a dinâmica do processo educacional.

No desenvolvimento conceitual, o autor deve descrever o conceito ligado ao jogo, fornecendo dados sobre ambientação, descrição do universo, personagens, entre outros. Sugere-se que nessa etapa, volte-se ao *BluePrint* para modificação ou complementação.

Os crivos definidos nessa etapa servirão como base para a construção do engenho computacional, que tem o propósito de implementar no processo educacional o modelo matemático e vários outros aspectos definidos pelos documentos neuropedagógicos. Para a elaboração de crivos, deve-se construir narrativas possíveis que representem os preceitos básicos da temática abordada e expressá-las na forma de tabelas, que conterão perspectivas de ações e reações. Depois, prossegue-se para uma análise geral do potencial pedagógico dos eventos apontados, com o objetivo de utilizar o embasamento científico para calibrar o processo educacional. Assim, espera-se uma formalização que permita a incorporação da teoria em um engenho computacional capaz de coletar as informações do educando.

A tabela 9 representa o mínimo requerido para se obter uma assinatura cognitiva pertinente. [Marques et al., 2015]

**Tabela 9. Cruzamento axioma X dimensão com atribuição de projeções e marcadores**

Coluna/Quesito	Descrição	Relevância
Marcador	Objeto referenciado na interação	Seleção de um ou mais interadores
Posição	Localização terminal do objeto	Decisão do objetivo a ser alcançado
Ação	Modelo de interação usado	Regra generativa aplicada
Pontuação	Índice de sucesso calculado pelo crivo	Correlação da regra usada com a teórica
Tempo	Tempo usado para fazer a interação	Assinatura temporal do processo mental
Resultado	Estado cognitivo registrado pelo crivo	Assinatura espacial do processo mental

Com essa proposta, é possível analisar o educando durante todo o jogo, avaliando o quanto está avançando e em quais momentos sinaliza dificuldades. Através

de heurísticas e recursos de inteligência artificial pode-se extrair conclusões dos dados coletados, auxiliando na identificação e no tratamento.

Finda a concepção do jogo, o projeto deverá ser devidamente implementado com técnicas de programação e banco de dados, de forma que todas as ações do usuário possam ser minuciosamente registradas, gerando, com diferentes graus de automatização, conforme a evolução do projeto, um relatório com base nos crivos técnicos pré estabelecidos, onde um pesquisador ou professor possa acompanhar e avaliar o desenvolvimento do educando. [Marques et al., 2015]. Desse modo, portanto, têm-se como saída um engenho computacional.

O engenho é um sistema que envolve diversas partes que refletem a complexidade do jogo digital implementado. Em um engenho, o cânone tributário é o sistema que controla as respostas que o jogo dá quando os limiares prescritos pelo crivo computacional são ativados e o cânone emissário é o sistema que avalia as interações do usuário definidas pelos eventos canônicos e envia para o engenho de coleta através do engenho conectivo. [Marques, 2017]

Existem diversas técnicas, linguagens de programação e ferramentas que podem ser utilizadas para o desenvolvimento do game em suporte digital, e essas, devem ser selecionadas de acordo com as necessidades de cada projeto.

### **3. A construção de jogos digitais como prática pedagógica**

O processo de construção de jogos digitais apresentado na seção II possibilita que profissionais da educação e professores da educação básica sejam capazes de realizar a concepção de artefatos neuropsicoeducativos, de modo a contribuir para uma educação de base científica, onde valoriza-se a neurodiversidade, de modo a levar o estudante ao máximo de suas potencialidades. Com esse conhecimento, é possível construir e mediar um aprendizado otimizado e instigante.

Nessa seção, pretende-se apresentar que esse conhecimento também pode ser utilizado numa perspectiva neuropedagógica, de forma que professores da educação básica podem apropriar-se para difundir esse conhecimento como metodologia de aprendizagem.

Pesquisas da linha “Informática, Educação e Sociedade” realizadas no âmbito do Programa de Pós Graduação em Informática na Universidade Federal do Rio de Janeiro apresentam indícios de que a metodologia, ao ser utilizada por estudantes do Ensino Médio, gera resultados positivos e satisfatórios para os estudantes e para os professores. Sendo assim, a metodologia pode ser utilizada para otimizar o processo de aprendizagem e difundir a tecnologia em áreas de vulnerabilidade socioeconômica, apresentando a programação de jogos digitais de forma lúdica e desafiante, constituindo-se, dessa forma, um tema de pesquisa livre, abrangente, e condizente com a nova proposta de uma Base Nacional Comum Curricular, estabelecida pelo Ministério da Educação em 2017, sobretudo no que diz respeito ao item 5, que estabelece como competência a ser desenvolvida pelo educando:



Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva. [Brasil, 2017;2018]

É possível, pois, utilizar a atividade de construção de jogos digitais para fomentar aos estudantes a busca autônoma pelo conhecimento, a fim de se explorar a ludicidade como fonte de criatividade, possibilitando o desenvolvimento da capacidade de criar problemas e oportunizando a produção de narrativas, entre outras atividades.

Além do desenvolvimento das funções cognitivas, a construção de jogos pelos estudantes da educação básica pode ser utilizada numa perspectiva construcionista como estratégia para promover o letramento digital, possibilitando a aquisição da fluência digital, o que permitirá ao educando exercer o protagonismo na vida pessoal e coletiva.

A construção de jogos como prática de aprendizagem também possibilita a manifestação da afetividade, na perspectiva de Wallon [2007], e a sociabilidade. É importante, para tanto, oportunizar ao estudante a atuação em diferentes papéis sociais, o que impulsiona as trocas dialógicas, a percepção da alteridade e a experiência de atividade profissional.

Desse modo, o professor-mediador deve compreender e incentivar a concepção, o projeto e a construção de jogos digitais, utilizando uma linguagem de fácil compreensão, ressaltando as fases de acordo com o conhecimento de Engenharia de Software, destacando sua evolução e apresentando os papéis que os estudantes podem assumir no processo, sendo eles:

- Designer - Autor conceitual do Jogo
- Projetista - Autor técnico do jogo
- Ilustrador - Responsável pelo aspecto visual
- Programador - Responsável pelo desenvolvimento do código
- Engenheiro - Responsável pela qualidade do produto

Para melhor divisão das etapas de desenvolvimento de forma tangível para os estudantes, pode-se proceder da seguinte forma:

- **Pré produção**

Nessa fase as ideias iniciais devem ser coletadas para estabelecer o conceito do game. Uma vez organizadas, elas devem compor o projeto de construção do game.

A pré-produção divide-se em concepção e projeto. A concepção é a fase inicial onde as idéias são livremente gestadas na construção de um conceito para o jogo. Alguns protótipos podem ser construídos para avaliação da viabilidade dos conceitos.

Já o projeto é a fase de construção de toda arquitetura para a produção final de um jogo, já tendo o conceito do jogo consolidado a partir do resultado da fase inicial de concepção. Nessa etapa, pode-se introduzir os estudantes ao conceito de Metodologias de Desenvolvimento Ágeis, utilizando *sprints*, isto é, ciclos de projeto. Desse modo, aproxima-se os estudantes do mundo da tecnologia, de modo a relacionar os conteúdos

aprendidos com tarefas reais e saberes cada vez mais exigidos pelo mercado de trabalho, fomentando a formação do sujeito para atuação na sociedade em que vive.

- **Produção**

Nessa fase o jogo é efetivamente produzido. Toda a equipe está articulada para seguir a documentação consolidada e desenvolver o jogo como um produto.

Existe um planejamento temporal que conduz o desenvolvimento em etapas bem definidas para que todas as tarefas sincronizem entre as equipes. O jogo é continuamente incrementado e repassado às equipes de concepção para validação do produto. Para a produção do jogo, sugere-se a utilização da linguagem Python devido à sua curva de aprendizagem, facilidade de instalação, utilização e disponibilidade de materiais, além de uma grande comunidade de colaboradores ativos.

- **Pós produção**

Nessa fase o jogo é refinado e polido para disponibilização ao usuário final. Essa fase pode ser subdividida em duas etapas: Homologação e Implantação. Na homologação, o jogo é exaustivamente testado a fim de que se possa remover o máximo de incoerências e falhas. Na implantação, o jogo está pronto para ser disponibilizado ao usuário.

### **3.1. Desenvolvendo um jogo digital com tema de Ciências**

Nesse minicurso, a atividade prática abrange a utilização da metodologia apresentada para criar um game no domínio de ciências, tendo a genética como uma das possibilidades de tema de estudo. Tal atividade é apresentada em conformidade com a metodologia já consolidada que vêm sendo amplamente utilizada com os estudantes da educação básica no município do Rio de Janeiro.

O processo de *brainstorming* deve ser realizado de forma colaborativa e mediada pelo professor, que divide a turma em grupos e demonstra aos participantes de forma prática a utilização das técnicas de elaboração dirigida e do fio condutor microgenético.

A atividade inicial demanda o povoamento do imaginário. Para tanto, convém iniciar o *brainstorm* de forma lúdica e ágil. Para tanto, sugere-se a utilização de dois cubos de 6 faces cada. O primeiro cubo deve conter em cada face uma opção de cenário e o segundo cubo deve conter uma opção de personagem. Desse modo, sorteia-se ideias para a concepção do jogo. Essa atividade pode ser realizada com cubos físicos ou virtuais e, ao término, as histórias elaboradas sob a forma de *takes* devem ser combinadas para formar uma única história.

A partir do refinamento dos *takes*, inicia-se a atividade de programação com o objetivo de fornecer ao participante uma breve introdução à programação, demonstrando, assim, que é possível utilizar jogos simples e com fundamentação científica para conferir ludicidade aos processos de ensino-aprendizagem.

A atividade de programação, nessa proposta, é realizada através do Vitollino<sup>1</sup>, um ambiente para construção de jogos para ensino de programação ou qualquer outro

---

<sup>1</sup> [http://activufrj.nce.ufrj.br/wiki/labase/Projeto\\_Vitollino](http://activufrj.nce.ufrj.br/wiki/labase/Projeto_Vitollino)

assunto que possa ser ensinado através de jogos digitais. Esse ambiente é baseado no Phaser e é programado em Brython, tendo como principal vantagem a possibilidade de facilitar a aprendizagem da linguagem Python.

Após a programação, sugere-se que os grupos troquem os jogos produzidos, a fim de que se possa conhecer o produto criativo gerado. Com isso, pode-se também gerar e discutir as estatísticas da turma.

### **3.2. Processo avaliativo implícito e explícito**

A escola tradicional, modelo vigente na educação brasileira, não oferece acesso à avaliação da cognição. [Marques, 2017]. Nesta seção serão brevemente abordados os conceitos de avaliação implícita e explícita como forma de avaliar o desempenho dos estudantes.

A avaliação implícita pode ser realizada através de dados que não se expressam, mas podem ser inferidos através do histórico de jogadas pela arquitetura das EICA. Já, a avaliação explícita é a passível de realização através da análise dos dados coletados pelo jogo. Note-se que a avaliação implícita é realizada sem o conhecimento do jogador. Como exemplo, cita-se o tempo de latência entre as ações do jogador. O tempo que ele demora para entender uma situação e clicar em um objeto constitui uma possibilidade de avaliação implícita.

Em relação à utilização desta metodologia como processo de aprendizagem, convém notar que a observação sistemática do comportamento dos estudantes envolvidos é capaz de revelar, através do processo de avaliação implícita, indícios de desenvolvimento cognitivo. Em pesquisas tais como a de Rodrigues [2018], onde avaliou-se a produção de histórias durante o processo criativo de concepção dos jogos, constatou-se que estudantes com desempenho aquém da média esperada em avaliações tradicionais a partir de aulas expositivas, obtiveram um excelente desempenho nas atividades pertinentes aos processos metodológicos de concepção de jogos.

Nesse sentido, aponta-se a taxonomia dos níveis cognitivos definidas por Benjamin Bloom [1956] como uma possibilidade para avaliação da aprendizagem, que pode ser realizada de maneira interpretativa com base nos dados coletados e/ou em observações sistemáticas realizadas pelo próprio professor/mediador.



**Figura 2. Categorias do domínio cognitivo segundo a Taxonomia de Bloom. Adaptado de Bloom [1956]**

A avaliação, portanto, pode considerar também a participação e o desenvolvimento dos estudantes em relação às categorias de domínio cognitivo propostas por Bloom numa perspectiva qualitativa. Nesse sentido, o professor/mediador pode elaborar planilhas de acompanhamento dos estudantes e utilizar observações sistemáticas como forma de acompanhamento durante o desenvolvimento das atividades realizadas em sala de aula. Note-se que as categorias taxonômicas devem relacionar-se aos *takes*; portanto, a avaliação dependerá dos *takes* elaborados. Para tanto, sugere-se a organização conforme a tabela 10.

**Tabela 10. Avaliação cognitiva a partir dos *Takes***

<i>Takes</i>	Domínio cognitivo
	Conhecer
	Compreender
	Aplicar

	Analisar
	Sintetizar
	Avaliar

Em relação às funções cognitivas, é possível delinear marcadores para identificar *déficits* e realizar um estudo longitudinal para verificar variações e incrementos. Para tanto, sugere-se uma sequência baseada em pré-teste, teste, pós teste e, sempre que possível, *delayed post-test*, a fim de verificar a consolidação do desenvolvimento e conferir ainda mais cientificidade ao processo pedagógico.

Fomentar a elaboração de jogos com a metodologia apresentada impulsiona o desenvolvimento dos estudantes da educação básica; portanto, indícios de desenvolvimento cognitivo podem ser coletados a partir de cada uma das atividades realizada pelos estudantes. Nesse sentido, a elaboração de *main quests* e *side quests*, por exemplo, instigam a formação de conceitos e soluções-problemas, desenvolvendo as funções executivas. Já, a capacidade de abstração-raciocínio para representação do conhecimento através do jogo, amplia as funções de percepção e linguagem. A atividade de concepção do jogo através de etapas pré-definidas impulsiona a função de planejamento. Já a fluência verbal e a expressão da linguagem através de signos linguísticos são estimuladas pelas atividades de criação de histórias e elaboração dos *storyboards*.

Como as diversas atividades envolvidas no processo de concepção de um jogo estão relacionadas às funções cognitivas, a sua inserção no âmbito escolar constitui uma metodologia neurocientífica-pedagógica viável para ativar e incrementar as funções cognitivas dos estudantes da educação básica.

Recomenda-se aos professores e entusiastas da Informática na Educação que prezem por critérios de cientificidade e conduzam seus trabalhos com rigor, numa perspectiva de Educação como Ciência.

#### **4. Considerações**

A proposta do estudo no âmbito da Neuropedagogia Computacional é ser um *continuum* como a própria vida, sempre se resignificando e adaptando-se ao ambiente. Ficam ainda muitas questões a serem estudadas e implicações pedagógicas que suscitam análises constantes. [Marques et al., 2010]

Neste trabalho, apresentamos de forma didática e introdutória uma metodologia neurocientífica-pedagógica aplicada à concepção de jogos para ativação das funções

cognitivas de estudantes da educação básica. Doravante denominada metodologia Marques-Oliveira, a metodologia apresentada é dotada de potencial para ser utilizada por professores em duas frentes, sendo a primeira a criação de artefatos neuropsicoeducativos, de modo a contribuir para uma Educação de Base Científica, buscando a valorização da neurodiversidade com inovação e inclusão, a fim de levar o estudante ao máximo de suas potencialidades.

A segunda diz respeito à utilização da metodologia como estratégia pedagógica, de modo a promover a alfabetização e a fluência digital, mediando a metacognição através de técnicas como o Fio Condutor Microgenético, numa perspectiva construcionista onde os estudantes têm a oportunidade de construir e programar jogos, ativando e desenvolvendo funções cognitivas.

A principal contribuição desta proposta é a difusão da Neuropedagogia Computacional, uma nova ciência transdisciplinar que tanto tem a contribuir com os processos de ensino-aprendizagem, utilizando a computação como uma importante aliada. Com esse conhecimento, é possível construir e mediar um aprendizado otimizado, personalizado e instigante. Espera-se, portanto, impulsionar cada vez mais a utilização da Informática na Educação, dada a magnífica possibilidade de educar e minimizar diferenças através de jogos digitais.

De forma metacognitiva e inclusiva, a utilização de jogos neuropsicopedagógicos constitui um novo paradigma da Educação, onde se deseja que todos cheguem a um mesmo patamar democrático de cognição.

Espera-se, portanto, difundir novas práticas educativas com o uso da Informática a fim de minimizar os problemas da Educação relacionados às deficiências de aprendizagem, em grande parte oriundas da falta de estímulo cognitivo.

## **Agradecimentos**

Agradecimentos aos estudantes e pesquisadores de Neuropedagogia Computacional do Laboratório de Automação de Sistemas de Engenharia (LABASE) e do Grupo de Informática Aplicada à Educação (GINAPE) do Núcleo de Computação Eletrônica (NCE) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

## **Referências**

Atkinson, R.C.; Shiffrin, R.M. Human memory: A proposed system and its control processes. In Spence, K.W.; Spence, J.T. The psychology of learning and motivation (Volume 2). New York: Academic Press, 1968.

Bandura, A. Social learning theory. New Jersey: Prentice-Hall, 1977.

Bandura, A. A evolução da teoria social cognitiva. Teoria social cognitiva: conceitos básicos. Porto Alegre: Artmed, p. 15-41, 200

- Bloom, B. S., Englehart, M. D., Furst, E. J., Hill, W. H., & Krathwohl, D. R. The Taxonomy of educational objectives, handbook I: The Cognitive domain. New York: David McKay Co., Inc, 1956.
- BRASIL. Base Nacional Comum Curricular: Educação Infantil e Ensino Fundamental. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2017
- BRASIL. Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018.
- Bruner, J. Uma nova teoria da aprendizagem. Rio de Janeiro: Edições Bloch, 1971.
- Delbem, E. Metodologia para analisar o desenvolvimento inter-relacional em alunos do ensino médio utilizando jogos. Dissertação de Mestrado. UFRJ - NCE, Rio de Janeiro, 2014.
- Ferraz, A. P. do C. M., Belhot, R. V. Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. Gest. Prod., São Carlos, v. 17, n. 2, p. 421-431, 2010.
- Flavell, J. H. Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive developmental inquiry. American Psychologist, 34, p. 906 – 911, 1979.
- Freire, P. Pedagogia do Oprimido. 13.ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1983.
- Furst, P. Fontes para a origem dos universais da cognição. Tese de Doutorado. UFRJ - IP, Rio de Janeiro, 2003.
- Gadotti, M. A educação contra a educação. Rio de Janeiro: Paz e terra, 1984.
- Gadotti, M. A boniteza de um sonho: aprender e ensinar com sentido. Abceducatio. Ano III, n. 17, p. 30-33, 2002.
- Guilford, J.P. Creativity. American Psychologist, v. 5, n. 9, p. 444–454, 1950.
- Guilford, J.P. The nature of human intelligence. McGraw-Hill, 1967.
- Lakoff, G.; Johnson, M., Philosophy in the Flesh: the Embodied Mind and its Challenge to Western Thought. New York: Basic Books, 1999.
- Lemos, M. K.; Motta, C. L. R.; Marques, C.V.M.; Oliveira, C. E. T.; Fróes, M.; Silva, J. O. P.; (2014). Fio Condutor Microgenético: uma metodologia para a mediação metacognitiva em jogos computacionais. Revista Brasileira de Informática na Educação. 22. 10.5753/RBIE.2014.22.01.1.
- Lemos, M. K.; Motta, C. L. R.; Marques, C. V. M.; Oliveira, C. E. T. (2012) Modelo Fractal das Microgêneses Cognitivas: uma metodologia para a mediação

- metacognitiva em jogos computacionais. In: Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE), 23., 2012, Rio de Janeiro. Anais.. ISSN 2316-6533.
- Luria, A. R. Higher Cortical Functions in Man. New York; Basic Books, 1966a.
- Luria, A. R. Human Brain and Psychological Processes. New York, Harper, 1966b.
- Luria, A. R. Towards the problem of the historical nature of psychological processes. *International Journal of Psychology*, v. 6, p. 259-272, 1971.
- Mahoney, A. A, Almeida, L. R. Henri Wallon. *Psicologia e Educação*. São Paulo: Edições Loyola, 2012.
- Motta, C. L. R; Oliveira, C. E. T; Meirelles, M. S. P.; Berroir, J.P.; Herlin, I. The Implementation of a web-based System for Automatic Classification of land use and covering changes. IADIS International Conference Applied Computing: Salamanca, 2007.
- Marques, C.V.M. Oliveira, C. E. T.; Motta, C. L. R. Neuropedagogia e Informática I: A Revolução Cognitiva – um estudo sobre a teoria de Franco Lo Presti Seminário. Relatório Técnico 04/09. NCE - Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2009.
- Marques, C. V. M.; Oliveira, C. E. T.; Motta, C. L. R.; Vrabl, S.; Lapolli, F.; Angelo, L.; Daflon, L. Avaliação de crianças deficientes visuais através de Jogos Neuropedagógicos. *Revista Brasileira de Computação Aplicada* (ISSN 2176-6649), Passo Fundo, v.2, n. 1, p. 29-40, mar. 2010.
- Marques, C.V.M.; Oliveira, C. E. T.; Motta, C. L. R. A máquina da Metacognição. Relatório Técnico do NCE 04/10 - Universidade Federal do RIO de Janeiro, 2010.
- Marques, C. V. M; Oliveira, C. E. T., Barreira, C. V. B.; Cuesta, D. A.; Mendonça, A. M. N. Templates Cérebro-Mente: Um Modelo Diagramático Aplicado a Jogos Inteligentes. In: Conferência Internacional sobre Informática na Educação (TISE), 19., 2014, Fortaleza. Chile: Universidad de Chile, 2014.
- Marques, C.V.M., Oliveira, C.E.T., Barreira, C. V. (2015) Games Inteligentes: Investigação Científica por Jogos Computacionais. *Revista de Informática Aplicada*, Volume 11, Número 1, 2015.
- Marques, C. V. M.; Silva, J. O. P.; Fróes, M. M.; Lima, P. M.V.; Motta, C. L. R., Oliveira, C. E.T. (2015) Sistemas educacionais inteligentes *in* Grandes desafios da computação no Brasil - Relatos do 3º Seminário. Sociedade Brasileira de Computação. ISBN: 9788588442986.
- Marques, C.V.M.; Oliveira, C. E. T; Motta, C. L.R. A Bridge to Cognition Through Intelligent Games. In: Universal Access in Human-Computer Interaction. Human and Technological Environments: 11th International Conference, UAHCI 2017, Held



as Part of HCI International 2017, Vancouver, BC, Canada, July 9–14, 2017, Proceedings, Part III (pp.223-232)

Marques, C. V. M. “Eica - Estruturas Internas Cognitivas Aprendentes: Um Modelo Neuro-Computacional Aplicado À Instância Psíquica Do Sistema Pessoa Em Espaços Dimensionais”. Tese de Doutorado em Engenharia de Sistemas e de Computação do Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós Graduação e Pesquisa em Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2017.

Nunes, S. da C; Santos, R. P. O construcionismo de Papert na criação de um objeto de aprendizagem e sua avaliação segundo a taxionomia de Bloom. Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - IX ENPEC. Águas de Lindóia, SP, 2013.

Papert, S. A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática. Porto Alegre, Artes Médicas, 1994.

Piaget, J. Recherches sur l'abstraction réfléchissante. Paris, Presses Universitaires de France, 1977.

Pimentel, A.P.C. Uma proposta de identificação de assinaturas cognitivas com padrões de pensamento criador. Dissertação de Mestrado. NCE – UFRJ, 2015.

Rodrigues, A.P. C. (2018) Fio Condutor Pedagógico Metacognitivo: uma Máquina de Estados não Determinística para Elaboração de Games Inteligentes. Dissertação de Mestrado- PPGI - Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Seminério, F. L. P. Elaboração dirigida: um caminho para o desenvolvimento metaprocessual da cognição humana. Cadernos do ISOP- n.10, 1987.

Seminério, F. L. P. et al. Metacognição: um novo paradigma. Arquivos Brasileiros de Psicologia, Rio de Janeiro, v. 51, n. 1, p. 110-126, jan./mar. 1999.

Seminério, F. L. P. O imaginário cognitivo: uma fronteira entre consciência e inconsciente. Arquivos Brasileiros de Psicologia, 49 (4): 94-107, 1998.

Seminério, F. L. P. A Metacognição e seus usos: um mecanismo geral de desenvolvimento cognitivo. *Arquivos Brasileiros de Psicologia*, Rio de Janeiro, v. 47, n. 3, p. 3-29, abr./jun. 1995a.

Seminério, F. L. P. Códigos morfogénéticos da Cognição. *Arquivos Brasileiros de Psicologia*, Rio de Janeiro, v. 47, n. 1, p. 3-45, jan./mar. 1995b.

Shimamura A. e Metcalfe, J. Metacognition: Knowing about Knowing. Cambridge: Massachusset Institute of Tecnology, 1992.

Wallon, H. A evolução psicológica da criança. São Paulo: Martins Fontes, 2007.