

## Capítulo

# 2

## Pedagogia Neurocientífica Ativa com Jogos

Carla Verônica Machado Marques, Ana Paula Cavadas Rodrigues, Claudia Lage Rebello da Motta e Carlo Emmanoel Tolla de Oliveira

### *Abstract*

*This course offers participants a pedagogical experience based on neuroscience, where students learn the content to be studied by developing games. The process, called “Active Neuroscientific Pedagogy with Games”, was designed and tested in real classroom situations in several schools. It uses active methodologies to help promote learning. This mini-course presents a compact version of the educational process through the development of games. The teacher acts as mediator in the creation of narratives, scenarios and characters, providing the necessary knowledge for each challenge. While building the games, participants explore the theme and its practical application, assimilating a long term knowledge. In the course, building the game is both an individual and a team activity. In this sense, the proposed pedagogy fulfills a dual function, promoting collaborative study and encouraging students to learn from the creation of games.*

### *Resumo*

*Este curso oferece aos participantes uma experiência pedagógica baseada na neurociência, onde os alunos aprendem o conteúdo a ser estudado por meio do desenvolvimento de jogos. O processo, denominado “Pedagogia Neurocientífica Ativa com Jogos”, foi elaborado e testado em situações reais de sala de aula em diversas escolas. Ele utiliza metodologias ativas para promover o aprendizado. Este minicurso apresenta uma versão compacta do processo educacional por meio do desenvolvimento de jogos. O professor atua como mediador na criação de narrativas, cenários e personagens, fornecendo o conhecimento necessário para cada desafio. Ao construir os jogos, os participantes exploram o tema e sua aplicação prática, assimilando um conhecimento de longo prazo. No curso, a construção do jogo é uma atividade tanto individual quanto em equipe. Nesse sentido, a pedagogia proposta cumpre uma dupla função, promovendo o estudo colaborativo e incentivando os alunos a aprenderem a partir da criação de jogos.*

### **1.1. Introdução**

Um problema clássico descrito por educadores está ligado ao que eles chamam de violência curricular [Giovedi 2013]. Esse conjunto de práticas abusivas inclui

homogeneização de conteúdos, desconsideração de conhecimentos preexistentes, imposição de ritmo padrão para aprendizagem, negligência com as singularidades dos indivíduos e métodos passivos, entre outros. Embora a neurociência já tenha apontado esses problemas desde o início do século XX, muito pouco dessa ciência chegou à sala de aula. Em sua pesquisa sobre o funcionamento da mente aprendiz, Marques [2017] aponta que o uso de jogos é a melhor oportunidade para engajar a mente no modelo de aprendizagem mais propício, segundo o modelo de processamento cognitivo. Com base nessa premissa, ela definiu um conjunto de metodologias que usam os jogos como uma ferramenta de aprendizagem eficaz.

Essa pedagogia é usada há vários anos em uma escola parceira. Quando foi introduzida em outras escolas, teve um impacto positivo em alunos e professores. No entanto, ainda não foi oferecido treinamento aos professores para que eles possam entendê-lo e aplicá-lo. Enquanto um curso de extensão está sendo oferecido a vários professores de escolas públicas, este curso de curta duração fornece uma visão geral compacta do assunto.

Este trabalho produziu resultados significativos em várias turmas em diversos níveis e áreas de conhecimento. Podemos citar dez turmas de ensino fundamental entre escolas públicas e particulares, uma turma de ensino médio estadual, quatro turmas de graduação do projeto de fonoaudiologia computacional, duas de ciência da computação, quatro turmas de mestrado e quatro oficinas de curta duração para professores, incluindo uma para o JAIE 2019. Como o mestrado é da área de Informática na Educação, os mestrandos são oriundos de diversas áreas do conhecimento como Letras, Arte, Pedagogia, Fonoaudiologia e outras, com resultados satisfatórios dos alunos. Um estudo sobre a qualidade da programação dos jogos produzidos por estes estudantes pode ser visto em Barros [2020].

O objetivo deste trabalho é proporcionar aos professores a experiência de trabalhar com uma pedagogia desenvolvida segundo o conhecimento neurocientífico da mente aprendente. A mente aprende por meio de processos bayesianos, detalhados na Seção 1.2, que indicam o uso de uma pedagogia apropriada. Seguindo esta pedagogia, os professores trabalharão com um conjunto de práticas ativas centradas no processo de desenvolvimento de um jogo de computador. O jogo apresenta o assunto a ser estudado como uma simulação lúdica de como esse conhecimento é aplicado em uma situação derivada da realidade. Neste curso, os professores receberão treinamento no uso de tecnologia digital desenvolvida especificamente para o aprendizado. Também apresentaremos aos professores o uso da pedagogia neurocientífica que abrange um conjunto de metodologias ativas alinhadas ao modelo de aprendizagem recomendado pela neurociência.

## **1.2. Teoria do Processo Pedagógico Neurocientífico**

O estudo do processo de aprendizagem pelo cérebro já é bem conhecido pela comunidade científica, porém, pouco desse conhecimento tem aparecido nas práticas pedagógicas cotidianas das escolas. Esse fato pode ser atribuído principalmente à natureza teórica dessa pesquisa sem nenhuma preocupação em produzir uma metodologia prática, de fácil

aplicação e aceitação por professores e alunos.

A principal teoria aqui abordada foi introduzida por Marques [2017], com base em seus estudos sobre os grandes teóricos da educação. Uma contribuição importante de Marques é sua proposta de um modelo mental de aprendizagem, as Estruturas Cognitivas Internas Aprendentes ou EICA. Entender como a EICA funciona permite que o processo de aprendizagem seja alinhado ao princípio cognitivo por ela determinado.

Em sua pesquisa sobre a natureza das linguagens na cognição humana, Seminério [1983] propõe a existência de um pipeline de quatro principais linguagens de intercomunicação na mente, L1, L2, L3 e L4. Essas linguagens transmitem a inspeção de conceitos desde a percepção imediata até as altas inferências lógicas do entendimento humano. Ele também propõe a existência de um vocabulário simbólico atribuído a cada uma dessas linguagens. Marques [2018] segue além nessa ideia, propondo um dispositivo mental que codifica internamente toda a troca de conhecimento por meio de um vocabulário mental exclusivo. Esse vocabulário mental é, por sua vez, o produto final da educação. Observar, enriquecer e exercitar o uso desse vocabulário é a prática que orienta todo o princípio do processo educacional neurocientífico.

Dehaene, em seu trabalho [2014] menciona também construções cerebrais bayesianas que foram identificadas como a linguagem do pensamento. Estudos de fMRI (Ressonância Magnética Funcional) indicam a existência de regiões do cérebro com viés genético propensas a acomodar melhor alguns conceitos do que outros. A partir desses estudos, ele conclui que aprender (ler, neste caso) aumenta a atividade em algumas áreas específicas do cérebro. Além disso, o processo de aprendizagem acaba migrando a resposta cerebral de uma área original para novas áreas onde esse conhecimento é melhor processado. Ele também conclui que a compreensão dessas estruturas auxiliaria no desenvolvimento de uma progressão sistemática que sustentaria o processo de aprendizagem. Partindo das ideias de Dehaene, o princípio do modelo EICA estabelece que o processo de aprendizagem ocorre por meio de um diálogo interno entre diversas áreas da mente designadas como força-tarefa no desvelamento do conhecimento a ser adquirido. Dentre as diversas habilidades mentais, um conjunto delas é previamente beneficiado por fatores genéticos e caminhos privilegiados de desenvolvimento cerebral ao longo da vida. Essas habilidades pioneiras desempenham um papel fundamental no processo de aprendizagem, pois são referências para o conhecimento mais permanentemente fundamentado no indivíduo. Durante o processo de aprendizagem, ocorre uma troca de informações entre áreas mais fundamentadas e aquelas que seriam potencialmente responsáveis pela aquisição do conhecimento apresentado.

No processo de aprendizagem descrito na teoria das EICA, o fluxo de informações entre áreas é estimulado por meio de um conjunto de manobras que alternam o recebimento e a produção de conhecimento. O processo funciona de forma semelhante ao processo de estilingue orbital usado em foguetes para atingir velocidades maiores do que seus motores produziram. Combinado a essa manobra, o processo metacognitivo, implícito em todos os processos cognitivos, é ativado para fazer inferências intencionais sobre as informações que estão sendo transferidas. Uma vez solicitada dessa forma, a metacognição organiza seu funcionamento para aplicar regras invariantes a cada operação de aprendizagem. Essas invariantes se tornam uma confirmação tácita do processo

cognitivo, garantindo que nesse processo cada pedaço de conhecimento seja validado em um nível lógico formal que garanta sua permanência.

### 1.3. Proposta Pedagógica

A pedagogia neurocientífica propõe o uso de um conjunto de metodologias ativas encadeadas por um fio condutor pedagógico metacognitivo, [Rodrigues 2019]. Este fio condutor é originado do entendimento das EICA e construído conforme o conhecimento atual de como o cérebro aprende. A aprendizagem se desenvolve ao longo de uma progressão sucessiva de fases sucessivas e simultâneas adaptadas do processo de produção de software. Essa prática garante, ao mesmo tempo, a construção de um jogo, pelos próprios alunos, orientados pelo professor mediador e o aprendizado dos designers sobre o tema do jogo. O tema e a linha condutora do jogo são, em última instância, os novos conhecimentos que os alunos devem aprender. As práticas neuropedagógicas envolvidas propõem um modelo de ensino e aprendizagem pautado no protagonismo dos alunos, uma vez que todas as iniciativas partem deles e o educador assume a posição postulada por Montessori como um guia e mediador experiente.

#### 1.3.1. O processo de desenvolvimento de games

A proposta pedagógica de ensinar mediante games demanda o conhecimento de um processo de desenvolvimento baseado em um modelo de pesquisa científica, para possibilitar a concepção de um jogo capaz de ensinar uma competência, à medida que rastreia a interação do usuário. O processo proposto por Rodrigues [2021] é uma adaptação do processo de engenharia de desenvolvimento de software. O processo foi repensado para que não somente resulte em um produto externo, um aplicativo, mas afete principalmente o conhecimento do participante no entendimento do assunto tema do aplicativo. A sequência de atividades é então adaptada para a metodologia do fio condutor da microgênese cognitiva apresentada na Figura 1. Esta metodologia ativa o processo de engajamento cognitivo na ordem em que o processo de aquisição interno executa, otimizando a capacidade de entendimento e incorporação de habilidades mentais.

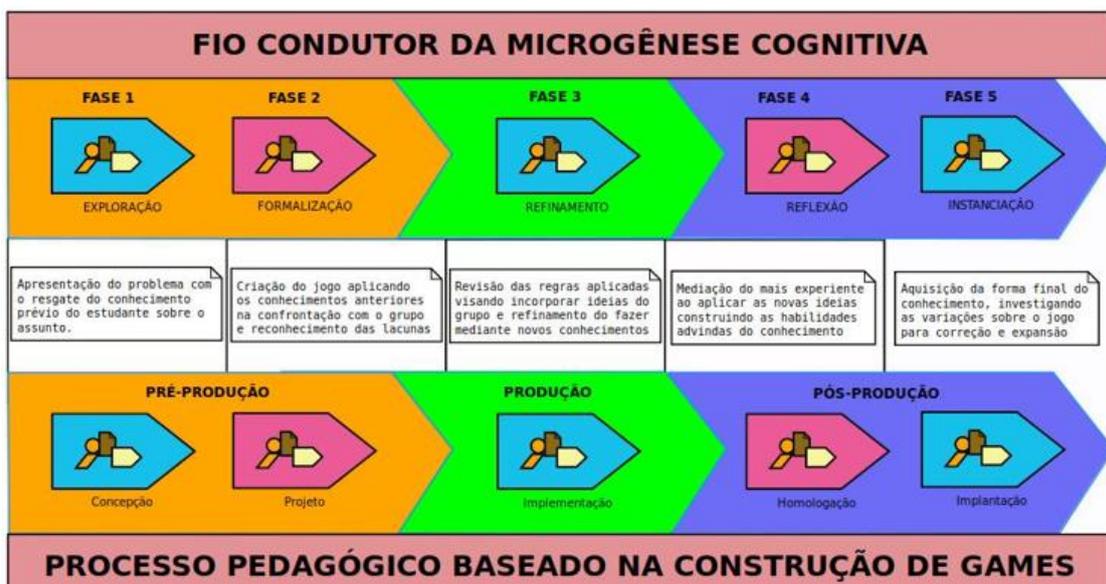


Figura 1- Fio condutor da microgênese cognitiva

### 1.3.2. O desenvolvimento de games como processo pedagógico

Uma vantagem do processo de desenvolvimento de games como paradigma é o fato de ele já estar bem normalizado e compreendido pela comunidade. Um estudo feito por Osborne O'Hagan [2014] é uma revisão sistemática de 404 artigos sobre esta modalidade de desenvolvimento. No entanto, como processo pedagógico ele ainda tem poucos adeptos, onde alguns podem ser vistos no trabalho de Wu [2012] e Tay [2022].

Nesta metodologia, a realidade será coletivamente construída e o professor deverá acatar as decisões de sua equipe. A transferência de seu conhecimento se dará na negociação e elaboração dos estudantes diante de seus erros e fracassos. Convém ao professor confiar nos seus estudantes e demonstrar sua confiança. Uma educação honestamente conduzida pressupõe uma mútua confiança entre o educador e o educando, onde ambos estão igualmente predispostos a educar e aprender.

### 1.3.3. Processo pedagógico da construção de games

Na abordagem pedagógica da criação de games, explora-se a transdisciplinaridade intrínseca do processo e adapta-se a sequência de atividades a um processo de aperfeiçoamento cognitivo. A sequência de atividades pode ser adaptada para a metodologia do fio condutor da microgênese cognitiva. Esta metodologia ativa o processo de engajamento cognitivo na ordem em que o processo de aquisição interno executa, otimizando a capacidade de entendimento e incorporação de habilidades mentais. As etapas apresentadas na Figura 2 mostram as adaptações do processo para uma versão de longo termo do fio condutor.



Figura 2: Modelo de etapas não determinísticas

A estrutura do curso é centrada em atividades que se sobrepõem, mas tem uma maior intensidade em um certo momento da linha de tempo. Estas atividades são realizadas por papéis distintos dentro do processo de desenvolvimento. O pesquisador explora o espaço conceitual em busca de linhas prováveis de ação. No papel de arquiteto, o participante estabelece a consistência do espaço conceitual para o projeto. Este projeto é desenvolvido

pelo projetista, detalhando os requisitos. Cada parte do sistema é interconectada com as outras pelo papel integrador. Uma vez integrado, o sistema passa pelo crivo do avaliador para validar a sua consistência com o idealizado. Note que estamos falando de papéis e não de indivíduos em particular. Cada papel pode ser assumido por qualquer participante que pode inclusive assumir vários papéis e até todos. Para simplificar o entendimento, nomeamos estes momentos com maior intensidade de fases. No entanto, estas fases não necessitam aparecer na ordem em que está descrito na Figura 2. Este conceito de sobreposição e mobilidade de fases foi inicialmente herdado do modelo de desenvolvimento de software de onde a pedagogia foi adaptada. Entretanto, a ideia de haver esta flexibilidade e não determinismo é ainda mais importante para o caso do processo neurocientífico de ensino-aprendizagem. Como já é conhecido pela neurociência, o pensamento humano funciona como uma inferência Bayesiana. No trabalho de Mazzaglia [2022] vemos em particular as implicações disto para o aprendizado. O cérebro ignora seletivamente a maioria das informações não entrópicas, ou seja, aquela que introduzem poucas novidades. Para efetivamente adquirir a atenção do aluno é preciso garantir um fluxo consistente de surpresas Bayesianas, aquilo que não pode ser inferido a partir do fluxo de informação corrente. Quando propomos a quebra da sequência natural usando o deslocamento de etapas, aumentamos a entropia qualificada e aumentamos a chance de engajamento dos participantes. As atividades da Seção 1.3.4., podem sugerir uma sequência, mas, como já dito, elas podem não ocorrer nesta ordem ou pode até acontecer simultaneamente.

#### **1.3.4. Atividades do Fio Condutor da Microgênese Cognitiva**

##### **Exploração – Concepção**

O início do processo apresenta o desafio de construir algo novo, contando apenas com aquilo que o estudante já traz na bagagem. Uma etapa importante é alimentar o imaginário com recursos que irão apoiar a construção lógica e concreta do jogo. Este momento é dedicado ao consumo de material multimídia, vídeos, livros, jogos, tudo que puder ajudar a alavancar a criatividade para superar o vazio do projeto em branco.

Tudo isto se alinha com a bagagem já adquirida previamente, para que o projeto tome forma e surjam as primeiras ideias. Ocorre uma exploração inicial de todo o conjunto, procurando soluções viáveis que conciliem o saber existente com as exigências do novo desafio. Estas soluções são trabalhadas na equipe, buscando rascunhar uma diretriz que evolua para a concepção de uma maquete viável do jogo.

##### **Formalização – Projeto**

O rascunho previamente fornecido será o ponto de partida para formalizar uma descrição do que o jogo vai ser. Todas as ideias passam a ser coletadas em um documento central que exprime o estado atual do que se sabe sobre o jogo a ser construído. Este aprendizado em serviço já vai agregando novos conhecimentos aos participantes na medida que se preparam para desempenhar as funções requeridas no trabalho.

Na coalescência das ideias, este passo do processo microgenético procura organizar o trabalho numa construção formal. Esta formalidade é requerida para que as ideias sejam transmitidas com clareza e que possam ser compartilhadas no grupo. A

formalização preconiza o esquema que será empregado na construção da solução final.

### **Refinamento – Implementação**

O documento esboçado anteriormente vai ganhar um corpo definido nesta etapa. As ideias serão repensadas para que todas as partes possam se unir e formar um conceito coeso. A primeira validação será com o estado corrente das habilidades da equipe. Ideias que estiverem além ou aquém desta capacidade são reformuladas até que se adéque ao patamar vigente na equipe.

Em cada tarefa, as limitações impostas pelo ferramental usado para completar cada uma já impõe ajustes incrementais nas soluções anteriormente propostas. À medida que as mudanças passam a gerar desencontros e ambiguidades no documento, o mediador aproveita para gerar momentos de reorganização global onde uma nova proposta toma corpo.

### **Reflexão – Homologação**

Na homologação, o produto da equipe será oferecido para uso fora da equipe, tornando-se então o testemunho concreto de tudo o que foi alcançado no processo. O uso da elaboração dirigida é o instrumento para alavancar o avanço do estudante sem tirar dele o protagonismo e a autoria do trabalho. O conceito de professor-mediador alcança seu clímax no aconselhamento e orientação do que pode ser melhorado e como se capacitar para fazê-lo.

Na pedagogia de construção de games, o conhecimento não é oferecido à priori, mas é uma necessidade que surge do processo de produzir soluções. Com isto, o conhecimento toma a forma de algo importante e fundamental para se alcançar o sucesso. O professor passa da figura de vendedor de ideias prontas, para ser aquele profissional que o estudante almeja ser. A sua atuação decisiva na elucidação de dúvidas reforça sua liderança por saber guiar sua equipe ao caminho do sucesso.

### **Instanciação – Implantação**

O jogo já está pronto, publicado e disponível para uso do público. Nesta fase aplicamos os conhecimentos adquiridos para deixar o produto no melhor estado possível. O sentimento de auto eficácia advém do sucesso de construir o jogo e ter participação atuante em uma equipe que foi capaz deste feito. O estudante, capaz de descrever elaboradamente o que fez, assegura-se da competência do seu saber e ratifica o seu pensamento enquanto é capaz de comunicar com precisão os trâmites do seu raciocínio. A participação do aluno no trabalho de construção coletiva do game é percebida por ele próprio como o frutificar de suas novas competências afloradas.

#### **1.3.5. Processo Prático**

O fio condutor microgenético é o princípio ativo por trás de todo o processo educacional. Para potencializar a operacionalização deste processo, um conjunto de práticas ativas são aplicadas em sala de aula. O conjunto destas práticas ressoa o modelo mental EICA, onde os estudantes expressam em seus papéis o engajamento dialógico das diversas áreas mentais que colaboram para assimilar um conhecimento.

#### **Reunião em pé**

Esta reunião é diretamente adaptada das metodologias ágeis de desenvolvimento. Os participantes ficam de pé para mitigar o desejo de prolongar desnecessariamente a

discussão. Nesta reunião deve se apresentar os problemas encontrados e relatar as metas a serem atingidas na corrente sessão. Durante o minicurso, pequenos intervalos serão feitos para reuniões em pé.

### **Sala de aula invertida**

O processo neurocientífico requer o máximo de oportunidades de interação e produção do estudante dentro do horário de aula. Neste conceito teremos a maior oportunidade de interações com o mediador na sala de aula, visto que o estudo formal é majoritariamente individual e de pura aquisição do estudante. Para o minicurso, um pequeno texto online será disponibilizado para que o participante compreenda fora do horário de aula os conceitos usados durante o encontro. O participante não necessita ter o acesso prévio ao conhecimento conceitual, uma vez que este será inferido da aplicação prática. A apresentação no texto conceitual é uma formalização do entendimento obtido na aula.

### **Aprendizado por projetos e problemas**

O projeto é o principal viés autoral dos estudantes, onde todos trazem o seu próprio conhecer para contribuir com a solução coletiva. Um jogo eletrônico vai requerer que se proponham desafios para os jogadores e estes desafios são inicialmente atribuídos aos próprios projetistas, não só para propor, mas também resolver o desafio.

### **Contação de histórias**

Todo bom jogo é essencialmente uma contação de história. Cada sessão de jogo é única e prossegue segundo as decisões que o jogador tomou, formatando as jogadas segundo o seu próprio entendimento do roteiro. Dentro deste processo o estudante tem que desenvolver esta competência literária de contar histórias e não algo linear e rígido, mas uma história onde o jogador possa se tornar o coautor da trama.

### **Aprendizado entre times**

O projeto de um jogo pode se tornar um trabalho monumental envolvendo milhares de participantes. Para enfrentar esta complexidade, o trabalho tem que ser dividido entre times. Em um jogo estes times tem que interagir fortemente para que o jogo possa ter uma coesão e possa ser percebido como uma unidade. Os problemas de cada parte do jogo normalmente se repetem e nisto que o aprendizado entre times será relevante, para que o mesmo problema não tenha que ser resolvido múltiplas vezes.

### **Grupos de trabalho e especialistas**

Cada uma das tarefas a ser desenvolvida em um jogo assume uma dimensão que requer uma divisão de trabalho. A formação de grupos tem duas naturezas, os grupos de trabalho, onde as tarefas são as mesmas para cada grupo e o grupo de especialistas. Nos grupos especialistas, cada participante de um grupo de trabalho se desloca para um grupo de especialistas, seja de roteiro, arte, desafios e outros mais.

### **Estudos de Caso**

No processo neurocientífico, a proximidade com a realidade é relevante para a ativação do imaginário, resgatando a experiência real do estudante. A construção de jogos a partir de relatos e cenários reais facilitam o processo inicial, pois parte da tarefa já está detalhada no caso real. O aprendizado a partir de casos reais torna a assimilação mais fácil, já que o fato realmente aconteceu. O jogo passa a ser uma simulação daquele acontecimento,

deixando margem para o jogador experimentar outras decisões e verificar se convergiram para o mesmo resultado.

## **1.4. Detalhamento do Curso**

### **1.4.1. Dados Gerais**

#### **Objetivo do curso e tratamento dado ao tema.**

O curso é um projeto prático que reproduz em miniatura a situação de sala de aula. O objetivo do curso é apresentar esta prática pedagógica inovadora onde o assunto é tratado como o requisito para a construção de jogo eletrônico. Durante o curso os participantes terão a chance de experimentar em uma aula simulada o processo pedagógico em sua aplicação. Os participantes executam minimamente as atividades propostas e terão uma formação sucinta na prática pedagógica neurocientífica.

#### **Perfil desejado dos participantes**

O principal público alvo é o professor de ensino fundamental e/ou médio. No entanto, esta pedagogia também tem sido aplicada tanto na graduação quanto na pós-graduação, como está listado na Seção 1.1. Neste sentido, professores e estudantes de todos os níveis são bem-vindos e podem participar ativamente de todas as atividades. Pesquisadores da educação também terão a oportunidade de entrar em contato com uma ciência em sua aplicação imediata na sociedade.

#### **Infraestrutura para o minicurso.**

Laboratório com computadores de preferência que possam ser agrupados em conjuntos de quatro participantes.

- Computador do instrutor com retro projetor.
- Conexão com a internet de boa qualidade.
- Navegador Firefox e ou Chrome com instalação recente.

### **1.4.2. Material Existente**

A plataforma ActivUFRJ é o repositório de produção acadêmica da UFRJ. A pesquisa sobre a pedagogia neurocientífica, por mais de quinze anos, está armazenada nela. O ponto principal de entrada para este curso é Laboratório de Automação de Sistemas de Ensino, o LABASE, encontrado no endereço <http://labase.activufrj.nce.ufrj.br>.

Um conjunto de ferramentas produzidas pelo LABASE serão usadas no curso e estão disponíveis nos seguintes endereços:

<http://supygirls.pythonanywhere.com/> : Laboratório online de produção de games em Python

<https://supyperson.github.io/> : tutorial ativo do uso das ferramentas de programação de games.

<https://labase.github.io/> : plataforma de publicação e edição de games com os engenhos Vitollino e Teclemmino.

### 1.4.3. Processo Didático

O curso será ministrado mediante o uso de uma plataforma totalmente dedicada produzida pela nossa equipe. A plataforma contém um conjunto de módulos que vão de lições básicas de programação, bibliotecas de construção de jogos até um ambiente guiado de desenvolvimento de jogos. Este ambiente permite o desenvolvimento individual ou coletivo de jogos. Posteriormente a plataforma disponibiliza os jogos on-line para qualquer um jogar. Integrado na plataforma existe um manual do desenvolvedor com descrição e exemplos de comandos de linguagem e das bibliotecas. Este manual também compreende um guia de construção de jogos com imagens prontas e um tutorial exemplificado de como construir seu primeiro jogo. O detalhamento do curso é extraído deste tutorial. No “Guia do Agente”, as seções aqui descritas estão mais detalhadas e acompanha ilustrações e demonstrações executáveis de cada item.

O curso é construído em cinco módulos com duração de uma hora cada. Os módulos correspondem aproximadamente às fases do fio condutor microgenético, que é a proposta do ensino neurocientífico. No processo efetivo aplicado em sala de aula, cada fase dura cerca de dois meses. O processo corresponde à aplicação de todo um conteúdo oferecido em um ano letivo. No nosso caso, em cinco horas temos apenas uma pequena amostra compactada do processo para um contato inicial com a metodologia. Para uma melhor organização, cada fase (hora) é dividida em quartos (15 minutos aproximadamente). Para um melhor aproveitamento do tempo no laboratório, é recomendado a leitura prévia do manual. No entanto, o que vai acontecer na aula é uma releitura do guia de desenvolvimento, mas com as atividades prescritas tuteladas pelos monitores no local.

O processo apresentado nas Seções 1.4.6 a 1.4.8. descreve o conceito relativo a cada uma das etapas apresentadas no Caderno do Agente. Este caderno é onde o participante acompanha o curso. Na Figura 3 vemos um recorte de quatro das páginas (A, B, C, D) deste caderno. O menu hierárquico a esquerda mostra o título das cinco fases, enquanto os quatro títulos a direita em cada página representam os quartos de hora. Note que a propriedade não determinística está presente, pois qualquer link deste menu pode ser clicado a qualquer momento. Os títulos a direita estão posicionados em uma interface conhecida como acordeão. Quando os títulos são clicados, uma dobra do acordeão se abre revelando o seu conteúdo. Cada página do caderno corresponde a uma hora de aula. No entanto, o conteúdo dentro das dobras do acordeão corresponde a cinco ou dez minutos. Para completar os quinze minutos, o participante deve consultar o Guia do Agente e escolher algum exemplo para completar o seu caderno. Deste modo, cada participante terá um caderno único, construído segundo seus interesses.

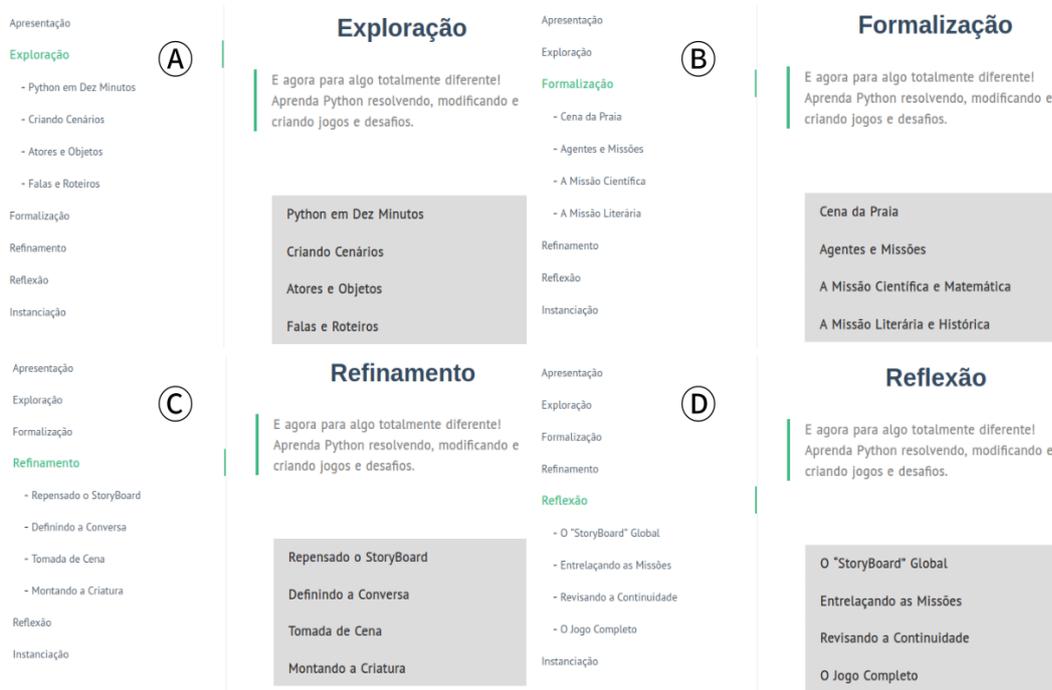


Figura 3: Amostra das páginas do caderno (A) Exploração, (B) Formalização, (C) Refinamento e (D) Integração

#### 1.4.4. Exploração - Olhando Horizontes

A fase começa com uma reunião em pé de cinco minutos onde são exploradas as expectativas e propostas dos participantes. Nos quartos teremos uma visão rápida da linguagem Python e da biblioteca Vitollino criada para facilitar a criação de jogos usando esta metodologia. Segue a descrição do assunto de cada quarto de hora contido em cada dobra do acordeão:

**Aprenda Python em Dez minutos** - Korokithakis [2018] desenvolveu este material para dar um impulso inicial para o aprendiz da linguagem Python. A versão do curso é mais enxuta e foca nas necessidades do desenvolvimento de games.

**Criando cenários com Vitollino** - A biblioteca Vitollino é parte integrante da plataforma e provê um conjunto de facilidades para o desenvolvimento de jogos. O cenário é criado a partir das classes Cena, Sala, Labirinto e Mapa. Imagens prontas estão disponíveis na biblioteca do “Guia do Agente”.

**Atores e Objetos** - A biblioteca fornece as classes Elemento e Inventário que permitem incluir personagens e artefatos em cena. Permite também movimentar e criar animações limitadas. Personagens podem navegar entre as diversas cenas do cenário e reagir a interações do jogador. Objetos podem ser colocados no inventário e podem ser programados para interagir com outros objetos.

**Falas e Roteiros** - Existem classes para criar falas, questionários de múltipla escolha que podem ser usados para criar uma novela gráfica. Um roteiro pode definir um diálogo entre vários personagens que podem interagir em uma contação de história grupal.

#### **1.4.5. Formalização - O Jogo Pessoal**

Seguindo o Guia do Desenvolvedor temos a aventura “Os Agentes da J.A.I.E - O Caso do Relógio”. Na reunião em pé discutimos a diretriz conceitual da franquia “Os Agentes”. Neste caso, os agentes vão investigar uma mensagem numa garrafa achada por pescadores numa praia remota. Será pensado um mapa das “tomadas de cena” dentro do cenário e o “corte do diretor” para este episódio. Nesta fase todos trabalham individualmente e tentam construir uma proposta para o jogo. Segue a descrição do assunto de cada quarto de hora:

**O Cenário da Praia** - Nesta praia remota temos quatro localizações que podem ser escolhidas para criar encontros com personagens e posicionar artefatos importantes para as missões. Os pontos-chave podem ser marcados por uma imagem genérica com uma legenda explicativa. Esta é uma forma de criar uma “Storyboard” interativa.

**Os Agentes e suas Missões** - Temos no guia um conjunto de agentes e figurantes que podem fornecer missões secundárias. Aqui vamos experimentar a criação de minijogos já disponíveis na biblioteca Vitollino.

**A Missão Científica e Matemática** - Vamos criar um esquete que envolva o aprendizado de algum conhecimento científico e matemático. No “Caso do Relógio” temos os conceitos de movimentos do planeta terra, a conservação do momento angular (1ª lei de Newton). Na matemática temos as coordenadas cartesianas para a interpretação dos mapas e o cálculo e divisão do círculo em setores.

**A Missão Literária e Histórica** - O nosso agente erudito Kayke se entusiasma ao ver o conteúdo da mensagem na garrafa. Na mensagem existe um texto e um mapa para encontrar um baú contendo instruções e peças para a montagem de um relógio do sol. Kayke se arvora a contar a importância da medição do tempo para a humanidade desde a era Neolítica. Enquanto todos tentam entender a história do Kayke em sua linguagem pomposa, Allyce, em sua imaginação, já está vestida em uma pele mal costurada, lança em punho, caça um fantasioso mamute e se põe a compor uma ode rupestre ao seu feito.

#### **1.4.6. Refinamento - O Processo Coletivo**

Nesta fase temos um conjunto de propostas e protótipos construídos pelos participantes. Na reunião em pé vamos dividir a turma em quatro grupos e tentar fazer um produto mínimo com quatro conceitos. Os grupos vão construir “tomadas” relativas ao tema escolhido dentre Matemática, Ciência, Linguagem e História. Cada tema vai ser dividido em cerca de quatro tarefas que serão distribuídas entre os participantes. Cada equipe produzirá o seu próprio jogo e plataforma já dispõe de uma engenharia para unir as partes distribuídas em um único executável. Segue a descrição do assunto de cada quarto de hora:

**Repensado o “Storyboard”** - Uma nova maquete de localidades será construída segundo os requisitos do jogo escolhido para cada equipe. No guia dos agentes, os personagens Luiza, Allyce e Ramon se juntam a Kayke para protagonizar as quatro missões tema dos jogos.

**Definindo a Conversa** - Como agora o jogo é feito em equipe, cada participante deve se responsabilizar por um módulo que define uma o mais tomadas de cena. Segue então a descrição de um documento comum que define como os módulos se entrelaçam como cada um oferece os pontos de chamada para compor a unidade final.

**Encapsulando uma Tomada de Cena** - Em cada módulo, desenvolvido individualmente por cada membro do grupo, será construído um conjunto de tomadas de cena e ações utilitárias pertinentes àqueles componentes da trama. No “Guia do Agente” existem exemplos e objetos já encapsulados com as interações que eles podem ter com o jogo, desenhados para a construção do “Caso do Relógio”.

**Montando a Criatura** - Neste quarto final o jogo do grupo é montado em um módulo de integração que designa como as partes se encaixam. Basicamente este módulo importa os módulos construídos pelos participantes e conecta as cenas usando uma classe Labirinto ou Mapa.

#### 1.4.7. Reflexão - Conhecendo os Pares

Com quatro jogos prontos podemos revisar os trabalhos uns dos outros. Na reunião vamos nos propor a construir um único jogo. Os jogos dos grupos devem se unir para formar um jogo coeso e funcional. O trabalho se aproxima do exemplo completo fornecido no “Guia do Agente”, mas com uma nova visão, o “corte do diretor”. Segue a descrição de cada quarto de hora:

**O “Storyboard” Global** - Agora temos um cardápio de localidades e tomadas de cena, missões principais e secundárias. Neste quarto vamos lidar com um jogo de mundo aberto onde agora temos um novo coautor, o próprio jogador. Ele faz as escolhas de onde ir, contando a história à sua própria maneira.

**Entrelaçando as Missões** - Os diversos jogos se misturam e formam uma narrativa não linear. Para isso teremos o módulo global em um nível acima dos módulos integradores dos quatro jogos. Este módulo importa os outros quatro e provê ligações extras entre as cenas, criando um Mapa englobando a totalidade do cenário.

**Revisando a Continuidade** - As equipes se reorganizam em equipes especialistas com membros de cada uma das equipes originais. Revisam os jogos originais e colhem ideias para aproveitar cada detalhe disponível dos jogos originais no produto final.

**O Jogo Completo** - Estas novas equipes se combinam para discutir os detalhes relevantes encontrados e organizar no jogo completo.

#### **1.4.8. Instanciação - Aprendendo ao Jogar**

O jogo final está pronto, mas o quanto dá para jogar? Os participantes tentam cobrir todas as missões e avaliar se o resultado está coerente. Hora de jogar o seu próprio jogo ou como se diz “comer a sua própria comida de cachorro” [Bregman, 2012]. Segue a descrição de cada quarto de hora:

**As Pontas Soltas** - Novas equipes de especialistas são formadas para cada disciplina abordada. Estes novos grupos vão avaliar a qualidade do ensino e ver se o aprendizado é coerente e atraente.

**Preenchendo as Lacunas** - As equipes fazem um apanhado do que falta ou que pode ser melhorado. Caso seja um problema simples, eles podem entrar nos códigos e modificar o detalhe.

**Melhorando o Resultado** - A partir das orientações dos especialistas, um documento de melhorias será criado. Agora cada equipe e participante escolhe uma melhoria ou ajuste simples e faz uma tentativa de implementar a nova funcionalidade.

**Última Passada** - O jogo agora está em fase de produção e disponível na internet para o mundo jogar. Hora de assumir a autoria e montar uma cena de créditos que surgirá depois que o jogador carimbar o final do jogo com a estampa “Caso Encerrado”.

#### **1.4.9. Considerações sobre o processo**

Devido ao ritmo acelerado para apresentar um vislumbre do que seria um período de dez meses em cinco horas, muita coisa está pronta no “Guia do Agente”. O processo se parece mais com um contínuo “copia e cola” onde vale mais a escolha do que copiar e onde colar. No entanto, isto guarda uma grande semelhança com o processo usado pelo desenvolvedor moderno, com a diferença que o guia é uma fonte confiável e direcionada para o entendimento do que se está fazendo [Poial 2021].

### **1.5. O Guia do Agente**

O “Guia do Agente” é uma apresentação interativa do conteúdo completo do curso. Ele é praticamente um tutorial guiado que permite o aprendizado on-line do processo de construção de jogos. Na sua totalidade ele corresponde a cerca de 80 horas de curso. No entanto, ele é projetado para cobrir diversas extensões de curso, até mesmo um com apenas 30 minutos, como seria o caso de uma oficina itinerante. Ele apresenta um conjunto de opções pré-montadas que permitem um nível de liberdade de escolha do tema usado nos exemplos. O “Guia do Agente” inclui também o “Manual da Biblioteca” que descreve tecnicamente esta biblioteca com exemplos que podem ser editados localmente para se testar as variações. No caderno do agente, que foi detalhado na seção anterior, um dentre os exemplos do guia é copiado para demonstração. O estudante pode acatar o exemplo dado ou ir no guia copiar outro. Seja qual for a escolha, o aluno pode estudar as possibilidades e modificar o seu caderno para cumprir as suas metas. Aqui nesta seção, apresentamos algumas amostras de imagem e código que podem ser copiados para o

caderno do estudante. Não é possível apresentar o guia completo nesta seção, pois consumiria mais de trinta páginas. Então apresentamos uma amostra concernente à fase de exploração e uma descrição sucinta do conteúdo que aparece nas outras fases. A amostra do guia aqui se concentra em um episódio da nossa história tema chamado “O Caso do Relógio”. Neste episódio, os agentes são chamados a investigar uma garrafa que contem um bilhete e um mapa escrito por um aventureiro da antiguidade. Esta aventura fictícia serve de pano de fundo para diversos desafios que conduzem à aprendizagem de diversos temas. Convém ressaltar que sendo um produto digital on-line, ele está em contínua mudança para se adaptar a novas necessidades do currículo e também incorpora as contribuições oferecidas por voluntários.

### 1.5.1. Amostra da Fase de Exploração

Nesta fase, existe um pequeno tutorial de Python adaptado do site “Aprenda Python em Dez Minutos” [Korokithakis 2018]. O código aparece em um editor interativo onde pode ser modificado e executado. Em uma amostra do tutorial Python temos exemplos do uso de cadeias de texto.

```
a_allyce = "Allyce, a corajosa"
o_kayke = "Kayke, o erudito"
kayke = "O menino "
a_luiza, o_ramon = "Luiza, a criativa", "Ramon o observador"
print("A allyce: ", a_allyce, "e o kayke:", o_kayke)
# pode juntar dois textos usando o símbolo "+"
print(kayke + o_kayke)
print("A luiza:", a_luiza, "e o ramon:", o_ramon)
# luiza quiz confundir os colegas e trocou o nome dos agentes
a_luiza, o_ramon = o_ramon, a_luiza
print("A luiza:", a_luiza, "e o ramon:", o_ramon)
```

A construção deste jogo inicia com a montagem de cenário, ver Figura 4. Estão disponíveis algumas imagens para construir o primeiro cenário.



**Figura 4: Imagens da praia para construir o cenário**

```
from vitollino import Cena
local = "/_ativo/praias/{}.jpg" # este {} vai ser substituído pelo
format
leste, oeste = local.format("leste"), local.format("oeste")
cena = Cena(leste).vai()
"leste aqui diz que a imagem da cena é aquela da figura leste.jpg"
# cena = Cena(oeste).vai()
"Descomente a linha acima, removendo o *# * inicial e execute"
"Isto fará que a cena seja a da praia oeste"
```

Com referência a Figura 5, acrescentamos personagens e objetos relativos à missão do jogo. Os objetos apresentados aqui são de um exemplo de missão secundária, a coleta seletiva de lixo para reciclagem. Esta missão pode ser escolhida para acrescentar pontos de experiência no quesito “Responsabilidade Social”.



Figura 5: Personagens e artefatos para o jogo

```
from vitollino import Sala, Elemento, Texto, Jogo
cenas = "norte leste sul oeste".split()
praia = Sala(*[f"/_ativo/praias/{cena}.jpg" for cena in cenas])
# percorre a lista de cenas e cria uma sala com as cenas
# encadeadas
cena = praia.sul.vai()
pessoa = "/_ativo/praias/{}.png" # este {} vai ser substituído
# pelo format
personagens = "luiza", "allyce"
luiza, allyce = [pessoa.format(personagem) for personagem in
personagens]
luiza = Elemento(luiza, x=50, y=300, h=200, cena=cena,
texto="Luiza, a curiosa")
allyce = Elemento(allyce, x=250, y=300, h=200, cena=cena,
texto="Allyce, a sonhadora")
```

Ao apresentar o código para apresentar personagens, o guia faz uso de várias facilidades do Python apresentadas no tutorial “Dez minutos”. Cortar um texto com `split`, usar uma lista como conjunto de argumentos de uma chamada de função com o uso do “\*” na frente e a compreensão de listas da forma “[x for x in muitos]”



**Figura 6: Missão secundária - Coleta seletiva de lixo, o carrinho abandonado na praia**

```
from vitollino import Elemento, Cena, INVENTARIO as INV
lixo = "vidro metal papel organico plastico".split
cena = Cena("_ativo/praias/leste.jpg").vai()
latas = [Elemento(f"_ativo/praias/{tipo}.png", nome=tipo, cena=cena)
for tipo in lixo]
# cria elementos que serão as caçambas
for lata in latas:
    INV.bota(lata)
    # coloca cada lata no inventário
carrinho = Elemento("_ativo/praias/carrinho.png", x=50, y=300,
h=200, cena=cena, texto="um carrinho abandonado")
# Veja no próximo exemplo como ativa e pontua o drag&drop do lixo
na lata correta
```

Temos nesta seção algumas amostras de trechos curtos de código que podem ser copiados e colados no caderno do estudante para servir de base para o seu jogo. Para cada quarto descrito no detalhamento do curso existe uma seção correspondente no “Guia do Agente”. Para esta demonstração simples serão usadas imagens já coletadas e um conjunto de códigos simples, mas funcionais. Não obstante estas limitações, os participantes conseguirão construir um pequeno episódio baseado no “Caso do Relógio”. Em um projeto completo de dez meses, os exemplos também ajudarão, mas muitas imagens novas terão que ser produzidas e vários “Storyboards” distintos serão construídos para completar todos os episódios.

### 1.5.2. Descrição Sucinta do Guia nas Fases Subsequentes

As seções do “Caderno do Agente” usam estes módulos básicos apresentados na fase de exploração, descrita na Seção 1.5.1. O Guia apresenta para cada fase mais exemplos de códigos. Estes exemplos mais completos servem para suprir a necessidade de interação com o usuário descrita no caderno do agente. Para enriquecer as novas fases, o guia provê códigos que permitam a inserção de minijogos e também material didático concernente ao episódio “Caso do Relógio”. Teremos também recursos como mapas, diagramas, textos e quebra-cabeças para compor os desafios.

Seções adicionais do “Guia do Agente” irão prover mais material para que as cinco fases do “Caderno do Agente” possam ser preenchidas segundo as preferências de cada participante e segundo as necessidades dos grupos temáticos. Para que o participante possa entender como abordar diversas disciplinas em forma de jogo, o guia irá prover missões e cenários que possam ser agregados ao “Caso do Relógio”. Nos temas de “A” a “C” temos a descrição dos temas abordados e as mecânicas necessárias para inserir o aprendizado no jogo, garantindo a continuidade e a integração suave com o roteiro principal.

#### A. Matemática e Cálculo das Horas

- **Tarefa:** Luiza encontra um pergaminho com cálculos matemáticos necessários para ajustar a precisão do relógio de sol.
- **Desafio:** Resolver cálculos para ajustar o gnômon e alinhar a sombra com as marcações das horas, considerando a latitude do local e a inclinação do eixo da Terra.
- **Conteúdo Abordado:**
  - **Matemática do Relógio de Sol:** Cálculo de ângulos e geometria envolvidos no ajuste do gnômon.
  - **Movimento da Terra:** Como o movimento da Terra e a inclinação do seu eixo afetam a projeção da sombra.

#### B. Ciências e Física das Sombras

- **Tarefa:** Allyce descobre um compartimento secreto com informações sobre a física das sombras e a luz solar.
- **Desafio:** Experimentos para entender como a sombra muda ao longo do dia e como as estações do ano influenciam a posição da sombra.
- **Conteúdo Abordado:**
  - **Física das Sombras:** A interação entre luz solar e o gnômon para criar diferentes sombras.
  - **Movimentos da Terra:** Como a rotação da Terra e a sua inclinação afetam a posição da sombra ao longo do ano.

## C. Português e Decodificação de Mensagens

- **Tarefa:** Ramon encontra uma mensagem cifrada em um pergaminho antigo escondido na base do relógio de sol.
- **Desafio:** Decifrar a mensagem usando conhecimentos de gramática e vocabulário em Português. A mensagem revela a localização de uma chave secreta.
- **Conteúdo Abordado:**
  - **Decodificação de Mensagens:** Técnicas de interpretação de texto e resolução de códigos.

### 1.6. Conclusão

A pedagogia neurocientífica tem sido aplicada por vários anos com resultados concretos e publicados. Durante estes anos, um conjunto de ferramentas foram criadas para apoiar esta educação inovadora. Entre elas podemos citar o Kwarwp que ensina com desafios a linguagem Python. O editor on-line SupyGirls permite criar jogos na WEB com a ajuda da biblioteca Vitollino. A funcionalidade destes aplicativos está sendo migrada para a nova plataforma Pynoplia, que será usada neste curso. Esta nova plataforma suporta diversas configurações que adapta o conteúdo do curso para diversos formatos de duração e de público-alvo. Atualmente ela contempla o PIBIC Jr. para alunos do fundamental com 32 horas, o SNCT com 30 minutos para alunos e professores da graduação e o JAIE com cinco horas para professores. Ela é o produto de mais de quinze anos de pesquisa e mais de mil horas de encontros de pesquisa para produção de relatórios técnicos e artigos.

Centenas de alunos foram educados neste processo, muitos agora ingressam na universidade e alguns já trabalham no nosso laboratório para aperfeiçoar o curso e as plataformas. Os alunos incorporam rapidamente a tecnologia de games e aprendem a transformar os jogos em instrumentos de aprendizado. Na SNCT 2023, o jogo Avantar que ensina a ciência na Antártica, foi criado por mais de vinte alunos de seis escolas do ensino médio e fundamental.

O entendimento de como o cérebro aprende é a base fundamentadora deste processo. Os conceitos de transitividade entre as estruturas cognitivas e a surpresa Bayesiana estão incorporados no processo pedagógico efetivado pela plataforma. O processo se contrapõe à violência curricular permitindo que os alunos personalizem a sua educação a partir de seus interesses.

Este minicurso apresenta em poucas horas um processo que efetivamente se realiza em sala de aula ao longo de todo um ano letivo. Esta pedagogia inovadora confere ao aluno a autonomia necessária para que se transforme no cidadão atuante no século XXI. A proposta oferece um processo de educação com base na ciência cognitiva e produz resultados repetíveis onde o conjunto dos alunos adquirem competências apropriadas ao seu estilo próprio de pensamento e apresentam melhorias relevantes em todas as áreas que se aplicam dentro do modelo escolar vigente.

## Referências

- Bregman, Robert L. ‘Eating your own dog food’: applying course concepts in your teaching. *International Journal of Innovation and Learning*, v. 12, n. 3, p. 319-331, 2012.
- Barros, I.H.G.P. Um modelo para detecção de padrões lógicos e linguísticos na programação, PPGI/UFRJ, Rio de Janeiro, 2020.
- Dehaene, Stanislas. Reading in the brain revised and extended: response to comments. *Mind & Language*, v. 29, n. 3, p. 320-335, 2014.
- Giovedi, Valter Martins. Violência curricular na escola pública: conceito e manifestações. *Revista Teias*, v. 14, n. 33, p. 17-17, 2013.
- Korokithakis, Stavros. Learn Python in 10 minutes. Stavros’ Stuff, 2 mai. 2018. Disponível em: <https://www.stavros.io/tutorials/python/>. Acesso em: 25 ago. 2024.
- Lemos, M. K. et al. 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.
- Marques, C.V.M; Oliveira, C.E.T.; Fernandes, R.M.M. Metodologia neurocientífica-pedagógica aplicada à concepção de jogos para ativação das funções cognitivas de alunos da educação básica. VIII Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2019) VIII Jornada de Atualização em Informática na Educação (JAIE 2019). DOI: <https://doi.org/10.5753/sbc.11184.7.1>
- Marques, C. V. M., “EICA - Estruturas Internas Cognitivas Aprendentes: Um Modelo Neuro-Computacional Aplicado À Instância Psíquica Do Sistema Pessoa Em Espaços Dimensionais”, 2017, Universidade Federal do Rio de Janeiro., Rio de Janeiro
- Marques, Carla; Oliveira, Carlo Emmanoel; Motta, Claudia. A Bridge to Cognition Through Intelligent Games. 223-232, 2017, 10.1007/978-3-319-58700-4\_19.
- Marques, C. V. M.; Oliveira, Carlo Emmanoel Tolla de; Motta, C.L.R.; Barreira, C. V. Games Inteligentes: Investigação Científica por Jogos Computacionais. *Revista de Informática Aplicada*, v. 11, p. 14-18, 2015.
- Marques, Carla Verônica Machado; Oliveira, Carlo Emmanoel Tolla; Cunha Oliveira, Cibele Ribeiro. The Cognitive Machine as Mental Language Automata. *International Journal of Cognitive Informatics and Natural Intelligence (IJCINI)*, v. 12, n. 1, p. 75-91, 2018.
- Mazzaglia, Pietro et al. Curiosity-driven exploration via latent bayesian surprise. In: Proceedings of the AAAI conference on artificial intelligence. 2022. p. 7752-7760.
- Osborne O’Hagan, Ann; Coleman, Gerry; O’Connor, Rory V. Software development processes for games: A systematic literature review. In: Systems, Software and Services Process Improvement: 21st European Conference, EuroSPI 2014, Luxembourg, June 25-27, 2014. Proceedings 21. Springer Berlin Heidelberg, 2014. p. 182-193.
- Pöial, Jaanus. *Challenges of teaching programming in stackoverflow era*. In: *Educating Engineers for Future Industrial Revolutions: Proceedings of the 23rd International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL2020)*, Volume 1 23. Springer International Publishing, 2021. p. 703-710.

- Rodrigues, Ana Paula Cavadas; Fernandes, Raquel Moreira Machado; Teixeira, Leniah Lima; Alves, Gabrielle Bandeira; Oliveira, Carlo Emmanoel Tolla; Motta, Claudia Lage Rebello. Digital and Scientific Literacy with Games: A Pedagogical Process Based on System Engineering. *Journal on Interactive Systems*, v. 12, p. 219-231, 2021.
- Rodrigues, A.P.C.; Moraes, R.A.; Motta, C.L.R.; Marques, C. V. M.; Oliveira, C. E. T. O desenvolvimento de games como metodologia de ensino-aprendizagem e estratégia para promover o protagonismo juvenil. In: CBIE 2019 - Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2019\_SBIE), 2019, Brasília, Sociedade Brasileira de Computação, 2019. v. 1. p. 853-862.
- Seminério, Franco Lo Presti. A natureza sistêmica das linguagens na cognição humana: uma visão kerigmética do real. *Arquivos Brasileiros de Psicologia*, v. 35, n. 1, p. 3-10, 1983.
- Scheffel, E. J. S.; Motta, C.L.R. Utilização de Jogos Inteligentes Tangíveis na Observação Cognitiva de Estudantes do Ensino Fundamental. *Revista Brasileira de Informática na Educação (RBIE)*, v. 1, p. 598-627, 2022.
- Scheffel, Erica J. S.; Motta, Claudia L. R. Colaboração e sistema de recompensas em jogo digital para motivação da aprendizagem na educação básica. In: Workshop BR-CHI de Pesquisa e Colaboração - Simpósio Brasileiro de Sistemas Colaborativos (SBSC), 18, 2023, Rio de Janeiro/RJ.
- Tay, Juliana et al. Designing digital game-based learning for professional upskilling: A systematic literature review. *Computers & Education*, v. 184, p. 104518, 2022.
- Wu, Bian; Wang, Alf Inge. A Guideline for Game Development-Based Learning: A Literature Review. *International Journal of Computer Games Technology*, v. 2012, n. 1, p. 103710, 2012.

### **Currículo resumido do(s) autor(es)**



**Carla Verônica Machado Marques** - Doutora pelo Programa de Engenharia de Sistemas (COPPE/UFRJ. Neuropsicóloga cognitiva/Psicopedagoga; Artista Plástica; Arte-Educadora; Designer de games e jogos Metacognitivos, arquiteta de software em educação e neuropsiquiatria, pesquisadora e desenvolvedora de objetos lúdicos neuropedagógicos tangíveis e digitais com tecnologias integradas em IOT e designer de games inteligentes de avaliação, reabilitação e habilitação cognitivo-linguística. Coordenadora de Projetos de Neuro-espacos e ambientações Metacognitivas para educação e saúde mental. Mestre em Antropologia da Arte para Alfabetização, Letramento e Bilinguismo. Professora Adjunta Universidade Federal do Rio de Janeiro. Atua na graduação, pós-graduação e extensão com projetos como Super Games Mirim (Curso em colaboração com crianças e adolescentes superdotados e com altas habilidades), e Nanotecnologia e Neurociência Computacional, (com estudantes de graduação e pós-graduação). Coordenadora científica do LAGINT- Laboratório de Games Inteligentes com Chancela da Sociedade Brasileira de Computação.



**Ana Paula Cavadas Rodrigues** - Possui graduação em Ciências Biológicas - Licenciatura e Bacharelado em ecologia, pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Pós-graduação em Educação Ambiental, pela UERJ e mestra em informática, educação e neurocognição pela UFRJ-Universidade Federal do Rio de Janeiro. Atualmente é professor regente 1 ciências da Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro e de biologia da rede estadual de ensino e colaboradora da Universidade Federal do Rio de Janeiro, nos processos de elaboração de games inteligentes e desenvolvimento da escola metacognitiva. Tem experiência na área de Biologia Geral e no processo neuropedagógicos de elaboração de games inteligentes, com ênfase em educação, informática e neurocognição.



**Claudia Lage Rebello da Motta** - Graduada em Informática (IM/UFRJ), com mestrado em Inteligência Artificial e doutorado em Engenharia de Software, ambos pela COPPE/SISTEMAS da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Integra o Corpo Docente Permanente do Programa de Pós-Graduação em Informática (PPGI/UFRJ), com atuação na área de Ciência da Computação, enfocando Informática, Educação e Sociedade, além de Sistemas Complexos Adaptativos. Atualmente está como o Diretora de Educação na atual diretoria da Sociedade Brasileira de Computação.



**Carlo Emmanoel Tolla de Oliveira** - Possui doutorado em Computação - *University of London*. Atualmente é um pesquisador da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Tem experiência na área de Ciência da Computação, com ênfase em Informática Educacional, Sistemas de informação e Engenharia de Software atuando principalmente nos seguintes temas: neuropedagogia, neurociência computacional, orientação a objetos, UML, sistemas distribuídos, arquitetura de software e sistemas peer-to-peer.