

# Uma experiência de ensino-aprendizagem de genética clássica através de games na educação básica

Ana Paula Cavadas Rodrigues  
*Instituto Tércio Pacitti de Aplicações e  
 Pesquisas Computacionais (NCE /  
 UFRJ)*

Colégio Estadual Marechal Zenóbio da  
 Costa – SEEDUC / RJ  
 Rio de Janeiro, Brazil  
 anapcavadas@gmail.com

Carlo Emmanoel Tolla de Oliveira  
*Instituto Tércio Pacitti de Aplicações e  
 Pesquisas Computacionais (NCE /  
 UFRJ)*

Rio de Janeiro, Brazil  
 carlo@nce.ufrj.br

Raquel Moreira Machado Fernandes  
*Programa de Pós Graduação em  
 Informática da Universidade Federal  
 do Rio de Janeiro / Universidade  
 Federal Fluminense*  
 Rio de Janeiro, Brazil  
 raquelmachado@id.uff.br

Leniah Lima Teixeira  
*Iniciação científica -  
 Universidade Federal do Rio de  
 Janeiro*  
 Rio de Janeiro, Brazil  
 leniahlima@gmail.com

Claudia Lage Rebello da Motta  
*Instituto Tércio Pacitti de Aplicações e  
 Pesquisas Computacionais (NCE /  
 UFRJ)*

*Programa de Pós Graduação em  
 Informática da Universidade Federal  
 do Rio de Janeiro*  
 Rio de Janeiro, Brazil  
 claudiam@nce.ufrj.br

Gabrielle Bandeira Alves  
*PIBIC Junior – Colégio Estadual  
 Marechal Zenóbio da Costa*  
 Rio de Janeiro, Brazil  
 gabriellealves.baa@gmail.com

**Abstract** — This study aimed to promote scientific literacy through digital literacy, using the *game* as a catalyst in the convergence between the interest aroused by the Science discipline and the results of the knowledge acquired through it. We conducted the experiment based on the study of genetics, a curricular component of basic education. As a result, students produced a *game* collaboratively and demonstrated good performance in school evaluation. We corroborate, therefore, the effectiveness of the use of games in the teaching-learning processes, not only as an instrument of apprehension of the content, but as an instrument of conferring autonomy, responsibility and protagonism to students.

**Keywords** — *games, science, digital literacy, scientific literacy, protagonism*

**Resumo** — Este estudo teve como objetivo promover a alfabetização científica por meio da alfabetização digital, utilizando o *game* como catalisador na convergência entre o interesse despertado pela disciplina de Ciências e os resultados dos conhecimentos adquiridos por meio dela. Realizamos o experimento com base no estudo da genética, componente curricular da educação básica. Como resultado, os alunos produziram um *game* de forma colaborativa e demonstraram bom desempenho na avaliação escolar. Corroboramos, portanto, a eficácia da utilização de games nos processos de ensino-aprendizagem, não apenas como instrumento de apreensão do conteúdo, mas como instrumento para conferir autonomia, responsabilidade e protagonismo aos alunos.

**Palavras-chave** — *games, ciência, letramento digital, letramento científico, protagonismo*

## I. INTRODUÇÃO

Perspectivas atuais no ensino de Ciências apontam a necessidade de promover o desenvolvimento de competências que permitam ao aluno compreender o mundo e atuar como indivíduo e como cidadão, utilizando conhecimentos de natureza científica e tecnológica, percebendo as relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) traz o conceito de letramento científico, que envolve a capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico) e transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais das ciências.

Este estudo teve como objetivo promover o letramento científico através do letramento digital, utilizando o *game* como um instrumento catalisador na convergência entre o interesse despertado pela disciplina de Biologia e a apreensão / demonstração do conhecimento adquirido através dela.

Utilizamos a abordagem dos jogos como estratégia pedagógica, conforme proposta de [1], que pode auxiliar a promover o letramento e a fluência digital numa perspectiva construcionista onde os estudantes têm a oportunidade de construir e programar seus próprios jogos, ativando e desenvolvendo funções cognitivas.

Desse modo, apresentamos um relato da experiência do projeto desenvolvido para o ensino-aprendizagem de genética, componente curricular da Educação Básica, em consonância com a BNCC.

## II. JUSTIFICATIVA

A temática de trabalho foi selecionada após a constatação, por meio de observação participante não estruturada, que apesar do interesse dos estudantes da amostra em questão, havia uma dificuldade generalizada na compreensão da genética clássica. Entre as dificuldades percebidas, destacamos dificuldade de compreensão do vocabulário, terminologia, dificuldade com o conteúdo matemático relacionado às Leis de Mendel, entre outras.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o ensino fundamental afirmam que a despeito de sua importância, do interesse que possa despertar e da variedade de temas que envolve, o ensino de Ciências Naturais tem sido frequentemente conduzido de forma desinteressante, pouco compreensível e sem interação direta com os fenômenos

naturais ou tecnológicos, o que acaba por deixar uma enorme lacuna na formação dos estudantes.

A afirmação de que a verificação do conhecimento não reflete o interesse demonstrado pelos jovens pode ser também comprovada pelo resultado de pesquisas recentes como a Ciência Jovem, realizada pela Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) com jovens de escolas públicas e privadas na faixa etária de 12 a 17 anos. A pesquisa revelou que 64% dos participantes percebeu a Ciência como importante para o dia-a-dia. A disciplina foi também considerada como a que desperta o maior interesse entre os participantes. Contudo, segundo os dados mais recentes do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA), o Brasil não conseguiu registrar avanços significativos no desempenho dos estudantes, alcançando 489 pontos em Ciências, média considerada baixa entre os países parceiros da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE).

O trabalho de [2], que contém uma análise dos indicadores do PISA a partir de 2006, indicou que políticas públicas deveriam ser desenvolvidas para a melhoria do ensino de Ciências, que, segundo o autor, se encontra em segundo plano em relação aos conteúdos de Português e Matemática.

Desta forma, entende-se como necessária uma pesquisa de intervenção de modo a possibilitar uma convergência entre o interesse despertado pela disciplina e a apreensão / demonstração do conhecimento adquirido através dela, conduzindo a experiência de forma interessante, lúdica e significativa.

### III. PROBLEMA DA PESQUISA

Atendendo a demanda contextualizada nos Parâmetros Curriculares Nacionais e percebida durante a execução das atividades pedagógicas, propomos a seguinte pergunta de pesquisa: Como promover a convergência entre o interesse despertado pela Biologia e a verificação do conhecimento, possibilitando uma experiência de aprendizagem ativa e significativa na educação básica?

### IV. HIPÓTESE

Para a condução da pesquisa, baseamo-nos na hipótese de que é possível promover o aprendizado de genética de forma lúdica e desafiadora para os estudantes da educação básica através de *games* e tecnologias digitais, possibilitando a convergência entre o interesse pela disciplina e a compreensão / expressão do conhecimento adquirido.

### V. REFERENCIAL TEÓRICO

Segundo [3], genética é o ramo da biologia que estuda os mecanismos de transmissão de características de uma espécie, passado de geração a geração. No Brasil, os tópicos da genética fazem parte do conteúdo de biologia ensinado na 3ª série do ensino médio. Para [4] o estudo de genética ainda é considerado abstrato e distante da realidade que os estudantes estão inseridos. Em [5], o pesquisador relata que os conteúdos de genética na educação básica pública, muitas vezes, são considerados difíceis e desinteressantes, não permitindo ao estudante fazer a correlação de que tópicos como ciclo celular, constituição e funcionamento da molécula de DNA, entre outros abordados em sala de aula, são a base para a criação de tecnologias que darão origem, por exemplo, aos transgênicos.

Sobre a importância da compreensão do estudo da genética, [6] relata que o ensino de biologia possibilita ao estudante a capacidade de assimilar, refletir, criticar e aprofundar seus conhecimentos em relação aos processos biológicos e entender a importância dos mesmos na construção de tecnologia que irão gerar produtos que beneficiarão ou não a sociedade. Além disso, o ensino de biologia deve permitir ao educando o desenvolvimento de habilidades e competências para compreensão, observação, sistematização, elaboração e reelaboração de fatos.

Segundo [7], [8] e [9], grande parcela de estudantes brasileiros que saem do ensino médio não conseguem compreender que as leis de Mendel não são apenas letras que se combinam em um cruzamento, mas que as letras representam as sequências de nucleotídeos, que representam os genes, e estes estão localizados nos cromossomos, e que se segregam durante a meiose para a formação dos gametas. Mais do que isso, as leis de Mendel são a base para a compreensão das características hereditárias passadas de geração a geração como o aparecimento em uma geração da prole de uma determinada doença, ou então para produzir uma prole de animais de interesse econômico.

A Fig. 1. contém uma representação visual do conteúdo de Genética que compõe o currículo escolar e que foi explorado neste trabalho. Para [10] é necessário que o educador planeje procedimentos didáticos que instiguem o estudante a refletir e aplicar os conteúdos dados em sala de aula na resolução de situações problemas. Nesse sentido, a Neuropedagogia Computacional, como ciência transdisciplinar, fornece as bases para uma proposta pedagógica baseada em Neurociência e em jogos, que

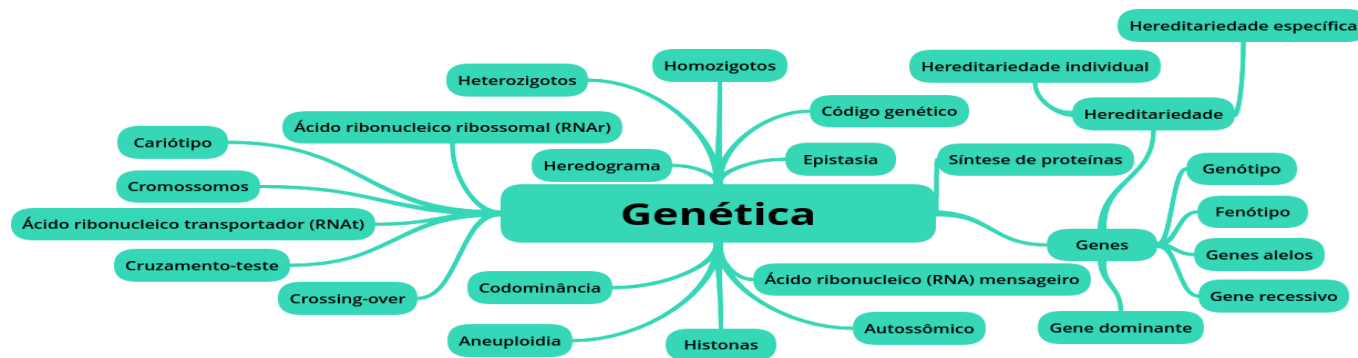


Fig.1. Conceitos de Genética utilizados na pesquisa

exercem grande fascínio sobre os jovens e podem auxiliar amplamente os processos de ensino-aprendizagem.

No âmbito da Neuropedagogia Computacional, em [11] e [12] temos as bases para compreender aspectos cognitivos da aprendizagem por meio de games. Em [1], encontramos aporte em um modelo neurocientífico-pedagógico de Educação através de jogos digitais e em [13] uma estratégia neuropedagógica computacional para promover o desenvolvimento de jovens em áreas de risco e vulnerabilidade social.

## VI. TRABALHOS RELACIONADOS

O trabalho realizado em [14], com 136 alunos, do 3º ano do ensino médio, de escolas públicas estaduais da região metropolitana da cidade de Recife, Pernambuco, onde avaliou-se os conhecimentos deste público sobre as leis de Mendel concluiu que a maioria dos alunos entrevistados não soube definir gene, não soube associar o gene as leis e a grande maioria associou as leis apenas com as letras que simbolicamente e didaticamente representam os genes durante a segregação na meiose, comprovando as dificuldades.

O trabalho de [15] investiga possibilidades lúdicas no ensino de genética e conclui a partir de uma experiência com o jogo Biotecnética, que o jogo estimulou maior empenho e dedicação dos alunos no conteúdo abordado.

Em [16] há o relato de uma experiência de desenvolvimento do jogo Amigoácido, que utiliza técnicas de gamificação para auxiliar estudantes do ensino médio no aprendizado do código genético de forma lúdica e divertida.

Nossa proposta difere em relação à autoria, uma vez que em nosso projeto o game é um artefato desenvolvido pelos próprios estudantes como forma de possibilitar a autonomia, a responsabilidade pela aprendizagem e o protagonismo, conforme preconiza a competência 5<sup>1</sup> da BNCC.

## VII. METODOLOGIA

De acordo com [3], que compreendem a pesquisa-ação como uma possibilidade de PNI, esta foi a metodologia selecionada para a concepção deste projeto. Segundo a definição de [19], consideramos o projeto como parte de uma pesquisa-ação crítica.

Para a execução do projeto, utilizamos a metodologia proposta em [1] para a concepção e construção de games e a metodologia do Fio Condutor Pedagógico Metacognitivo [13] para a mediação metacognitiva.

Conjuntamente com as metodologias supracitadas, utilizamos também Eduscrum<sup>2</sup>, uma adaptação da metodologia ágil Scrum, oriunda da indústria de desenvolvimento de software. Tal metodologia foi selecionada para motivar os jovens a se empenharem nas tarefas de criação e programação, o que é um grande desafio, pois eles buscam um resultado imediato de alta qualidade que na verdade requer um longo período de aprendizagem. Desta forma, pudemos utilizar o conceito de agilidade para

possibilitar aos alunos as condições para criação de um projeto em poucos meses, ao longo do período letivo.

## VIII. DETALHAMENTO DA AMOSTRA

A pesquisa foi realizada com 53 estudantes de três turmas do Ensino médio do Colégio Estadual Marechal Zenóbio da Costa, localizado no Município de Nilópolis, na Baixada Fluminense. Destes, 20 atuaram como multiplicadores de conhecimento para estudantes de sétimo e oitavo anos do ensino fundamental, da Escola Municipal Jornalista e Escritor Daniel Piza, localizada numa região denominada Complexo da Pedreira, que engloba os bairros de Costa Barros, Acari, Barros Filho, Coelho Neto e Pavuna. Estes, reúnem os índices de desenvolvimento humano mais baixos de toda a cidade do Rio de Janeiro.

Para a realização do projeto, houve a permissão das instituições, bem como autorizações prévias dos responsáveis legais de todos os estudantes envolvidos.

Classificamos a amostragem como não probabilística, composta por participantes voluntários. O desenvolvimento e a aplicação do game de genética foi uma das pesquisas executadas no âmbito do projeto Super Python, realizado em parceria com a Universidade Federal do Rio de Janeiro. O projeto é voltado para crianças e adolescentes que vivem em áreas conflagradas e com alta vulnerabilidade social e tem como objetivo promover uma educação inclusiva com estímulo à ciência através de jogos, ludicidade e tecnologias. Acreditamos que no contexto sócio histórico atual, não é possível mais que nos atenhamos a ensinar um conteúdo de forma expositiva e isolada. Precisamos ensinar linguagens verbais, não verbais, mistas e plurais orientadas ao uso não apenas pessoal, mas social e expressivo, o que possibilita condições para incentivarmos o letramento digital e, concomitantemente, o letramento científico.

## IX. O PROJETO SUPERPYTHON

O SuperPython é um projeto de código aberto que conta com um ambiente de desenvolvimento web escrito em Brython, desenvolvido e mantido pelo Laboratório de Automação de Sistemas Educacionais da Universidade Federal do Rio de Janeiro. O projeto possibilita que estudantes da educação básica reúnam-se para aprender Python enquanto desenvolvem games versando sobre a matéria que o professor quer ensinar.

O SuperPython conta com uma biblioteca gráfica e cada estudante constrói um módulo do jogo usando apenas o navegador. A criação de códigos pelos estudantes é feita através da importação de bibliotecas, iniciando pelas mais básicas, que permitem a criação de cenas, a inclusão de texto e a inserção de elementos nas cenas.

Para inserir fotografias e desenhos no código elaborado na plataforma, utilizamos um servidor gratuito de hospedagem de imagens. Assim, as mídias são inseridas a partir do endereço de rede fornecido pelo plugin Imgur no navegador Firefox. Instigamos amplamente a inserção de fotografias e desenhos produzidos pelos próprios estudantes.

<sup>1</sup> 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.

<sup>2</sup> <https://www.eduscrum.nl/about/eduscrum>

No caso deste projeto, os estudantes utilizaram fotografias tiradas com seus *smartphones* durante um passeio realizado. Esse projeto, chancelado pela Sociedade Brasileira de Computação, já está no seu quinto ano de aplicação atendendo alunos de escolas públicas do Município e do Estado do Rio de Janeiro. A partir do projeto, constatamos que o desenvolvimento de *games* tem se mostrado uma prática pedagógica inovadora pois requer um conhecimento multidisciplinar do estudante. Além disso, é capaz de ativar funções mentais que o ajudam a pensar criativamente, indo além do mero decorar de um conteúdo.

### X. A CONDUÇÃO DO PROJETO

Conduzimos o projeto de acordo com as etapas propostas por [19]. Tais etapas visam possibilitar que o desenvolvimento de *games* integre uma metodologia de ensino-aprendizagem lúdica e significativa para estudantes da educação básica.

A primeira etapa engloba o letramento digital com a utilização de tecnologias digitais de Informação e Comunicação (TDIC). Para a condução desta etapa, inicialmente realizamos atividades lúdicas com jogos de tabuleiro e computação desplugada, de modo a atrair o interesse dos estudantes e desenvolver o pensamento computacional. Posteriormente conduzimos atividades básicas de Informática e Introdução à programação. A programação e o pensamento computacional foram abordados de forma transversal no currículo de Biologia.

A segunda etapa engloba uma abordagem neuropedagógica para o desenvolvimento da cognição e metacognição dos alunos envolvidos. Para tanto, utilizamos a metodologia do Fio Condutor Pedagógico Metacognitivo proposta em [13]. A Fig. 2. apresenta as fases desta metodologia.

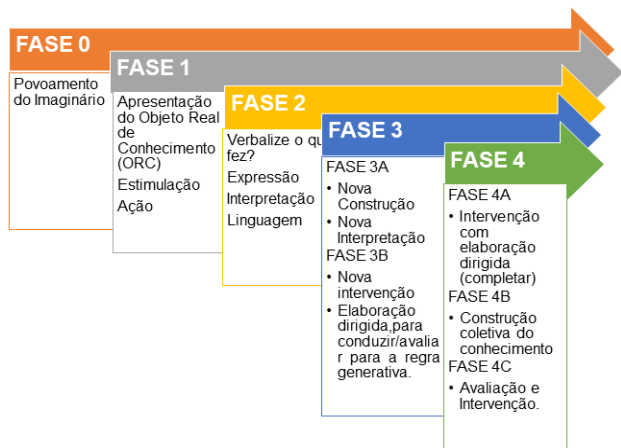


Fig.2. Fases do Fio Condutor Pedagógico Metacognitivo de Rodrigues

Na etapa de povoamento do imaginário, utilizamos jogos, pesquisas na internet, aulas práticas em laboratório e passeios. Realizamos uma visita à Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), uma instituição de pesquisa e desenvolvimento em ciências biológicas localizada no Rio de Janeiro.

Para conduzir e mediar a elaboração das jogadas de forma metacognitiva, fornecemos instruções baseadas na

Taxonomia de Bloom, uma estrutura de organização hierárquica de objetivos educacionais.

A Tabela 1 apresenta um exemplo de instrução utilizada para estimular o imaginário dos estudantes de modo que eles conseguissem criar de forma colaborativa as questões do game.

TABELA 1. EXEMPLO DE MEDIAÇÃO PARA A CRIAÇÃO DAS MAIN QUESTS E SIDE QUESTS

DIMENSÕES: Sensibilidade - DNA - Lembrar
PROPOSTA: Crie uma história em que o jogador necessite lembrar a constituição do DNA para continuar a jogada; nessa história, a sensação auditiva ou sonora pode ajudá-lo em uma situação de perigo, por exemplo.

As questões de mediação foram compostas de itens de genética elaborados com várias perguntas cujas respostas levam ao conhecimento aprofundado do tema principal.

A terceira etapa compreende o ensino da metodologia de concepção de games inteligentes e o ensino da linguagem de programação com atividades práticas. Nesta etapa, utilizamos a metodologia Marques-Oliveira [1]. Cabe ressaltar que o game produzido utilizou parte de um ambiente gráfico desenvolvido previamente em um projeto denominado Crimes&Códigos, onde as imagens dos cenários foram extraídas de cenários criadas por estudantes no jogo Minecraft.

O *game* desenvolvido pelos estudantes nessa proposta, intitulado *Agentes da E.S.C.O.L.A. - O Mistério na Casa da Geneticista* é, portanto, considerado uma franquia de Crimes&Códigos e seu protótipo executável traz a mescla de cenários construídos no Minecraft e cenários produzidos com fotografias tiradas pelos estudantes na composição de uma narrativa que envolve a genética na investigação criminal.

A Fig. 3. apresenta parte do cenário do game.



Fig.3. Cenário do game produzido pelos estudantes, que envolve a genética na investigação de um mistério

O trabalho de concepção iniciou com o levantamento da teoria envolvida. Com o referencial teórico estabelecido, iniciamos a modelagem dimensional. Nesta etapa determinamos as dimensões do conhecimento e da cognição, bem como os intervalos significativos onde estas dimensões são relevantes para o escopo do *game*.

Passamos então ao processo criativo, onde a arte inicial do game é pareada com os requisitos específicos, definindo os episódios jogáveis.

Como parte do trabalho, os estudantes desenvolveram um Crivo computacional<sup>3</sup>, que segundo [20] é um documento detalhado que possibilita a captura de dados, aponta as dimensões pertinentes aos processos mentais investigados, armazena os dados importantes, cria uma gestão dos dados colhidos e trata os dados para que esses gerem informação útil.

O desenvolvimento também contou com uma documentação GDD (*Game Design Document*), que segundo [21] tem como objetivo principal esboçar tudo que estará presente no jogo para ser utilizado com referência para as demais fases, seja produção e pós-produção. Sua principal relação é com o *gameplay*, isto é, como os personagens interagem com o mundo do jogo e outros elementos.

O enredo selecionado pelos estudantes foi o seguinte: A cientista Rosalinda Franco redescobre um segredo guardado por sua tia avó Rosalind Franklin. No entanto ela desaparece misteriosamente. Em sua casa vazia, um livro de anotações chama atenção por ter diversas páginas faltando. Na primeira página há uma anotação dela sobre encontrar páginas de um livro de genética. Isto ajudará a elucidar o caso.

A partir dos três elementos principais utilizados pelo projeto SuperPython, sendo eles: cena, texto e elemento, é possível suscitar a criatividade dos estudantes para a atividade de concepção do jogo.

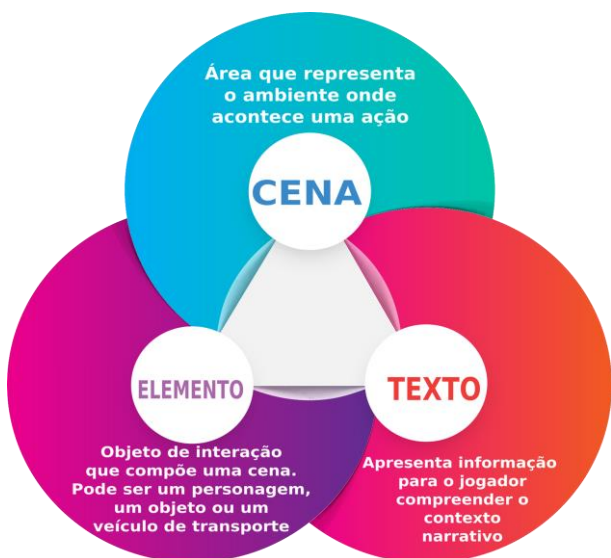


Fig. 4. Pilares para a construção de games no projeto SuperPython

A Tabela 2 demonstra como os estudantes elaboraram criativamente os personagens, cenários e elementos para composição do *game*. Tais elementos possibilitam que os estudantes exercitem a competência narrativa, pois personagens, enredo e trama, por exemplo, são conceitos oriundos da Literatura mas que também são aplicados na elaboração de roteiros para games.

Cabe ressaltar a importância de discutir com os estudantes as diferenças entre as narrativas clássicas e as narrativas para games, apresentando elementos como a interatividade, a

imersão e a não-linearidade, característica que consideramos fundamental, já que em um *game* o jogador interfere na narrativa a partir de suas escolhas, o que demanda a necessidade de projeção de possibilidades.

Consideramos, portanto, a programação de jogos como uma experiência rica para os estudantes: quem programa um jogo cria possibilidades de histórias que outras pessoas poderão (re)contar com suas escolhas de jogadas. [22]

As histórias foram produzidas pelos estudantes na plataforma ActivUFRJ.

TABELA 2. TRECHO DO GDD DO PROJETO ELABORADO PELOS ESTUDANTES

<b>PERSONAGENS</b>	
<b>Rosalinda Franco</b>	A cientista Rosalinda Franco redescobre um segredo guardado por sua tia avó Rosalind Franklin. Ela é a proprietária da casa misteriosa e guia o visitante em uma busca através de um livro.
<b>Visitante</b>	O visitante anônimo está em busca de uma cura que acredita estar na casa de Rosalinda. Ele tem uma doença genética incurável e esta é sua motivação para ir em frente. Ele está disposto a enfrentar todos os desafios para ser curado. Este personagem é representado pelo jogador.
<b>Antagonista</b>	O Antagonista é um personagem nefasto que ameaça Rosalinda na tentativa de obter a sua descoberta. Ele é supostamente o responsável pelo desaparecimento de Rosalinda.
<b>L.E.N.I.A.H</b>	É o Laboratório de Engenharia Natural com Inteligência Artificial Holográfica. Este Laboratório robótico é uma das criações de Rosalinda. Ele está espalhado pela casa mas tem uma inteligência coordenada entre suas partes. Ele oferece desafios mas também instrumentos para que o visitante consiga desempenhar sua tarefa.

<sup>3</sup> [https://activufrj.nce.ufrj.br/wiki/Kwarwp/Crivo\\_Computacional](https://activufrj.nce.ufrj.br/wiki/Kwarwp/Crivo_Computacional)



<b>CENÁRIOS</b>
<b>Casa de Rosalinda</b>
É o cenário principal do jogo. O visitante caminha pela casa procurando páginas, frascos e outros objetos que ajudarão a desvendar o mistério.
<b>Fundação Oswaldo Cruz - FIOCRUZ</b>
Algumas situações trarão à lembrança do visitante uma visita que ele teria feito à Fiocruz. Neste cenário algumas informações importantes ajudarão o visitante em sua busca.
<b>Espaços L.E.N.I.A.H.</b>
O personagem L.E.N.I.A.H. irá se manifestar em diversas localidades que dão acesso a este Laboratório robótico. Nestes espaços será possível construir novas substâncias que ajudarão a prosseguir na busca do visitante.
<b>Esconderijo do antagonista</b>
Em algum lugar da casa o visitante terá acesso ao esconderijo do antagonista e finalmente todo o mistério será resolvido.
<b>ELEMENTOS</b>
<b>Livro de genética</b>
É o artefato principal do jogo. Ele é encontrado na segunda sala e fica no inventário até o final do jogo. ele estão todas as pistas e instruções para se seguir em frente no jogo e, enfim, desvendar o mistério.
<b>Páginas perdidas</b>
O livro está incompleto e diversas páginas estão espalhadas pela casa. Encontrar algumas das páginas é por si um desafio. Elas contêm pistas importantes e algumas vezes artefatos secundários.
<b>Frascos de laboratório</b>
Muitos dos produtos do L.E.N.I.A.H terminam acondicionados em frascos de laboratório que serão usados em alguma tarefa do jogo.
<b>Bactéria transgênica</b>

Bactérias transgênicas podem ser construídas em L.E.N.I.A.H para produzirem alguma substância. Para modificar estas bactérias, o jogador terá que aprender a manipular o DNA para que uma determinada substância passe a ser construída pela bactéria.

A quarta etapa da metodologia sugere a multiplicação do conhecimento adquirido. Nesse sentido, ao término do período de formação, que ocorreu durante o ano letivo escolar, uma vez por semana em regime de contraturno, os estudantes do ensino médio tornaram-se monitores de outros estudantes, e utilizaram o jogo para compartilhar o conhecimento, o que possibilitou o protagonismo e conferiu uma função social ao produto desenvolvido por eles de forma colaborativa.

#### XI. O ARTEFATO RESULTANTE

Os estudantes puderam concretizar seu mundo lúdico, materializar o seu imaginário e produzir um protótipo executável<sup>4</sup>, que foi apreciado e usufruído por seus pares. A Fig. 5. contém o exemplo de uma das páginas produzidas pelos estudantes para composição do livro de genética do game.

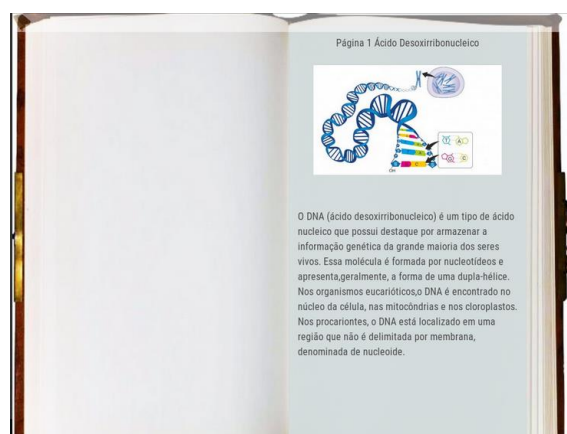


Fig. 5. Livro de genética

Na execução do projeto, o artefato principal idealizado pelos estudantes, foi o livro de genética. O texto produzido para o início do game foi:

*“Caro visitante, desculpe a intromissão no seu lazer, espero contar com a sua ajuda. Se você encontrou este livro é porque nesta casa aconteceu um crime. Preciso que você encontre as outras páginas, que por segurança foram espalhadas por esta casa. E por segurança dobrada, as suas informações foram encobertas por enigmas. Por favor, ache as informações para podermos solucionar este mistério.”*

<sup>4</sup> Produto disponível em <http://supygirls.pythonanywhere.com/supygirls/gamer/dame/danae#>

## XII. RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES

Para além do artefato tecnológico produzido, o maior resultado desta pesquisa é o desenvolvimento possibilitado pela atividade de construção do *game*. Através deste estudo, confirmamos, por meio de um processo de avaliação implícita utilizando como técnica a observação participante, que a atividade de criação de *games* no âmbito educacional auxilia o desenvolvimento de diversas habilidades nos estudantes.

Em relação ao conhecimento de genética, a avaliação realizada ao término do período escolar demonstrou que os estudantes obtiveram um resultado positivo na verificação da aprendizagem. Dessa forma, atingimos o objetivo de promover a convergência entre o interesse pela disciplina e a expressão do resultado. Ressaltamos a importância de uma avaliação ampla, formativa, que considere fatores endógenos da ação pedagógica no resultado.

Em relação à expressão do conhecimento adquirido, cabe ressaltar que o *game* produzido pelos estudantes, bem como toda a documentação produzida por eles na etapa de concepção da ideia, foi utilizada na avaliação formativa. Nesse processo, também observamos o desenvolvimento das habilidades de criatividade, comunicação, colaboratividade, raciocínio lógico, resolução de problemas, pensamento abstrato e resiliência. Além disso, observamos também o protagonismo juvenil e o prazer de construir algo com o que foi finalmente aprendido, o que corrobora o construcionismo como um instrumento motivacional.

Quanto ao tema do *game*, este foi bem aceito pelos participantes do projeto, que se empenharam na compreensão dos conceitos para realizar a atividade de forma satisfatória. Transformamos, portanto, uma dificuldade em uma motivação, pois os estudantes se sentiram motivados a aprender genética para construir o *game*.

Durante o projeto, os participantes adquiriram novas competências, como conhecimentos de programação, *storytelling* e *design*.

Ao término das atividades, aplicamos um *survey* para saber que modelo de aula os estudantes consideravam mais prazeroso e satisfatório. Houve unanimidade na resposta de que as aulas de criação do *game* foram mais atrativas que as aulas expositivas tradicionais.

Outro resultado que consideramos importante em termos educacionais é o fato de que os estudantes previamente avaliados como insuficientes nas aulas tradicionais desempenharam as atividades do projeto de maneira altamente satisfatória. Com isto, atentamos para a necessidade de utilização de metodologias ativas de aprendizagem, bem como a importância de se repensar os processos de avaliação escolar.

Ressaltamos também a importância de formação continuada para docentes, bem como a necessidade de se pensar em formas de garantir a concessão de carga horária voltada para planejamento e execução de projetos educacionais como este na educação básica, pois para realização deste projeto foi necessário um grande período de planejamento e formação.

Em relação ao protagonismo dos estudantes, que compreendemos, conforme a perspectiva de [23], como uma forma de ajudar o adolescente a construir sua autonomia, através da geração de espaços e situações propiciadoras de

sua participação criativa, construtiva e solidária na solução de problemas reais na escola, na comunidade e na vida social mais ampla, constatamos que o projeto desenvolvido foi uma possibilidade efetiva para possibilitar esta condição. Consideramos, portanto, os *games*, como ferramentas de participação autêntica. Além de atuarem como criadores, desenvolvedores e multiplicadores para outros estudantes, os participantes do projeto fizeram apresentações em congressos acadêmico-científicos e participaram de eventos da comunidade de programadores e entusiastas da linguagem Python, como parte do processo de letramento científico que abrange o interesse em engajar-se em questões científicas, não apenas no reconhecimento e explicação de fenômenos, mas também no posicionamento em relação ao consumo e circulação do saber na sociedade.

Considerando o sucesso desta proposta, bem como de propostas anteriores desenvolvidas no âmbito do projeto SuperPython, é possível concluir que a criação de um *game* é uma estratégia que pode ser utilizada para ensino-aprendizagem de qualquer componente curricular da educação básica. Tal estratégia possibilita a abordagem de forma interdisciplinar e auxilia no desenvolvimento de competências cognitivas, digitais e socioafetivas preconizadas pela BNCC.

Como limitações do trabalho realizado, destacamos a estagnação cognitiva na perspectiva de [24], dado que os estudantes da amostra em questão, oriundos de contextos de vulnerabilidade socioeconômicas, possuem contato restrito com manifestações culturais diversas. Isto foi solucionado através da metodologia do fio condutor Fio Condutor Pedagógico Metacognitivo, que recomenda uma fase específica destinada ao povoamento do imaginário, que se mantém em todo o processo.

Também tivemos limitações com a infraestrutura tecnológica disponível nas escolas, bem como as condições de acesso à internet. Tais limitações foram mitigadas através de duas medidas: 1) As atividades realizadas com dispositivos tecnológicos foram feitas em pares, já que não havia dispositivos suficientes para uso individual. Esta medida possibilitou também o estímulo a colaboratividade. 2) Em momentos de impossibilidade de acesso à internet, foi feito o roteamento através de conexão particular dos pesquisadores envolvidos. Reafirmamos, portanto, a necessidade de investimento em políticas públicas para garantir uma efetiva implantação da informática como instrumento pedagógico nas escolas.

Outra limitação foi a dificuldade de obter apoio financeiro para levar os estudantes aos passeios e eventos científicos. Tal dificuldade vem sendo contornada por meio de financiamento coletivo solicitado através do site [vakinha.com.br](http://vakinha.com.br) para quaisquer interessados em colaborar.

## XIII. TRABALHOS FUTUROS

Como trabalhos futuros, pretendemos continuar utilizando *games* nos processos de ensino-aprendizagem da educação básica, pois há uma infinidade de componentes curriculares que podem ser abordados de forma lúdica através da criação de *games*. Uma possibilidade futura é a criação de um acervo de *games* enquanto objetos educacionais digitais produzidos pelos próprios estudantes, que podem ser compartilhadas com estudantes de outras escolas da rede.

## AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao diretor Luiz Menezes Brito da Escola Municipal Jornalista e Escritor Daniel Piza, ao diretor Anderson Roberto Silva do Colégio Estadual Marechal Zenóbio da Costa e ao projeto de extensão SuperPython da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

## REFERÊNCIAS

- [1] C. Maques.; C. Oliveira.; R. Fernandes; Metodologia neurocientífica-pedagógica aplicada à concepção de jogos para ativação das funções cognitivas de estudantes da educação básica. Anais da VII Jornada de Atualização em Informática na Educação. Brasília, 2019
- [2] W. Fialho; S. Mendonça. O Pisa como indicador de aprendizagem de Ciências. Roteiro, v. 45, p. 1-24, 18 fev. 2020.
- [3] J. Amabis; G. Martho. Conceitos de biologia: v.3. genética, evolução e ecologia. [S.l: s.n.], 2001.
- [4] J. Moura; M. de Deus; N. Gonçalves; A. Peron. Biologia/Genética: O ensino de biologia, com enfoque a genética, das escolas públicas no Brasil – breve relato e reflexão. Semina: Ciências Biológicas e da Saúde, v. 34, n. 2, p. 167-174, 2013.
- [5] I. Oca. Que aportes ofrece La investigación reciente sobre aprendizaje para fundamentar nuevas estrategias didácticas? Revista Educación, México, v. 19, n. 1, p. 7-16, 2005.
- [6] M. Jrasilchic. Reforma e realidade: o caso do ensino de ciências. São Paulo em Perspectiva, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 85-93, 2000.
- [7] C. Borges; C. Silva; A. Reis. As dificuldades de aprendizagem das leis de Mendel por alunos do Ensino Médio de duas escolas de Manaus. Anais do V. Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia, 2016.
- [8] A. Lima; M. Pinton; A. Chaves. O entendimento e a imagem de três conceitos: DNA, gene e cromossomo no ensino médio. In: VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - ABRAPEC –SC, Florianópolis, 2007.
- [9] R. Silva; S. Zingaretti; F.Lisoni. Percepção do conhecimento dos alunos de ensino médio do município de João Pessoa sobre temas emergentes em biotecnologia. In. Congresso Brasileiro De Genética, Salvador, Ed.54. SBG, 2008.
- [10] J. Carabetta. Uma investigação microgenética sobre a internalização de conceitos de biologia. Revista Contemporânea de Educação, Rio de Janeiro, v. 5, n. 10, p. 1-10, 2010.
- [11] C. Marques, E. Calil; G. Brasil. "Game Inteligente: conceito e aplicação." Anais do Seminário de Jogos Eletrônicos, Educação e Comunicação Press, 2015.
- [12] C. Marques, C; C.Barreira; C. Oliveira; C. Motta. Games inteligentes: Investigação científica por Jogos Computacionais. Revista de Informática Aplicada, Volume 11, Número 1, 2015.
- [13] A. Rodrigues. 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.
- [14] M. Fabrício; Z. Jófili; L. Semen; A. Leão. A compreensão das leis de Mendel por alunos de biologia na educação básica e na licenciatura. Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências, Uberlândia, v. 8, n. 1, p. 12-25, 2006.
- [15] A. Brão; A. Pereira. Biotecnética: Possibilidades do jogo no ensino de genética. Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias, v. 14, n. 1, p. 55- 76. 2015.
- [16] J. Souza; A. da Vitória; M. Andrade; Sérgio S. Um jogo educativo para o ensino do código genético de forma lúdica. SBC – Proceedings of SBGames 2019 — ISSN: 2179-2259. XVIII SBGames – Rio de Janeiro – RJ – Brazil, October 28th – 31th, 2019.
- [17] C. Maques.; C. Oliveira.; R. Fernandes; Metodologia neurocientífica-pedagógica aplicada à concepção de jogos para ativação das funções cognitivas de estudantes da educação básica. Anais da VII Jornada de Atualização em Informática na Educação. Brasília, 2019
- [18] M. Franco. Pedagogia da Pesquisa-ação. Educ. Pesqui. vol.31 no.3 São Paulo Sept./Dec. 2005
- [19] A. Rodrigues; R. Fernandes; C. Motta; C. Marques; C. Oliveira. Estratégia neuropedagógica computacional para promover o desenvolvimento de jovens em áreas de risco e vulnerabilidade social. Anais do XXV Workshop de Informática na Escola. 2019
- [20] A. Pimentel; C. da Motta; C. Marques. A [sic] crivo metacognitivo: Uma perspectiva de Análise dos Processos Mentais por Intermédio de Games Inteligentes. Sánchez, J. (2016) Editor. Nuevas Ideas en Informática Educativa, Volumen 12, p. 607 - 611. Santiago de Chile.
- [21] Z. Viana; F. Ferraz; P. Jucá. Levantamento das Ferramentas e Necessidades da Indústria de Jogos na Escrita e Manutenção do Game Design Documents. SBC – Proceedings of SBGames 2017 | ISSN: 2179-2259. XVI SBGames – Curitiba – PR – Brazil, November 2nd - 4th, 2017.
- [22] R. Machado; A. Rodrigues; L. Fernandes; C. da Motta. Ler, escrever e programar: atividades essenciais para o desenvolvimento cognitivo na era da informação. Sánchez, J. (2016) Editor. Nuevas Ideas en Informática Educativa, Volumen 12, p. 511 - 516. Santiago de Chile
- [23] A. Costa. Adolescência, educação e participação democrática. Salvador: Fundação Odebrecht, 2000.
- [24] C. Marques. "Eica-Estruturas Internas Cognitivas Aprendentes: Um Modelo Neuro-Computacional Aplicado À Instância Psíquica Do Sistema Pessoa Em Espaços Dimensionais". Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2017.