



## Contribuições da Construção de Jogos Digitais para o Ensino de Genética

Contributions of the Construction of Digital Games for the Teaching of Genetics

**Glaucia Rosely Barbosa Marin**  <https://orcid.org/0000-0002-7044-5369>

Instituto Federal de Mato Grosso do Sul (IFMS) – Campus Campo Grande  
e-mail - glauciammarin@gmail.com

**Airton José Vinholi Junior**  <https://orcid.org/0000-0002-0024-0528>

Instituto Federal de Mato Grosso do Sul (IFMS) – Campus Campo Grande  
e-mail – vinholi22@yahoo.com.br

---

### Resumo

Este trabalho é resultado de uma dissertação de mestrado que envolveu estudantes do 3º ano do Ensino Técnico Integrado ao Ensino Médio de uma escola pública da rede estadual de ensino de Campo Grande – MS. A pesquisa teve como objetivo principal analisar as contribuições da elaboração e construção de jogos digitais, pelos próprios estudantes, para a assimilação de conceitos de Genética, subunidade sistemas sanguíneos, utilizando como referencial teórico e metodológico os pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel. Os resultados expostos na análise dos jogos demonstram que a ferramenta utilizada configurou-se em uma estratégia favorável em virtude da turma investigada pertencer ao curso técnico que apresenta um eixo tecnológico e permitem apontar uma relevância na evolução da compreensão dos conceitos relacionados à genética dos sistemas sanguíneos.

**Palavras-chave:** Recursos tecnológicos. Genética. Educação Profissional.

### Abstract

This work is the result of a master's thesis that involved students from the 3<sup>rd</sup> year of Technical Education integrated to the High School of a public school in the state of Campo Grande – MS. The research had as main objective to analyze the contributions of the elaboration and construction of digital games, by the students themselves, for the assimilation of concepts of Genetics, subunit blood systems, using as a theoretical and methodological framework the assumptions of the Theory of Meaningful Learning (TAS) of David Ausubel. The results exposed in the analysis of the games demonstrate that the tool used was configured in a favorable strategy due to the investigated class belonging to the technical course that presents a technological field and allow to point out a relevance in the evolution of the understanding of the concepts related to the genetics of the blood systems.



**Keywords:** Technological resources. Genetics. Professional education.

## Introdução

Dentre os conteúdos previstos na disciplina de Genética, os conhecimentos acerca dos grupos sanguíneos evidenciam ampla importância biológica e médica. Para Fonseca (2018), seus estudos perpassam por temas como compatibilidade, cruzamentos e questões ligadas à hereditariedade, o que torna favorável o pensamento científico e a contextualização frente aos acontecimentos diários dos estudantes e possibilita as relações individuais e em sociedade.

Vieira (2013) observa que os docentes têm desenvolvido o ensino desse conteúdo baseado, massivamente, em conceitos existentes nos livros didáticos. O autor questiona essa prática como prioritária no contexto do ensino de Genética, visto que, comumente, os livros didáticos abordam temáticas resumidas e simplificadas, tornam as informações incompletas, e assim, pouco contribuem para a aquisição significativa de conhecimentos pelos estudantes na referida área.

Dessa forma, não há aplicação satisfatória quanto ao planejamento de atividades que fomentem o desenvolvimento do pensamento lógico, bem como a habilidade de argumentar e a interação com o conteúdo abordado, quando se restringe o ensino a um método descritivo e memorativo de aprendizagem.

Neste sentido, a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) proposta por Ausubel, Novak e Hanesian (1980) pode proporcionar o uso de estratégias didáticas que possibilitem ao aluno interagir com o conteúdo apreendido em sala de aula e com elementos presentes em sua estrutura cognitiva, permitindo a reflexão e a compreensão efetiva dos conteúdos, sem a necessidade da mecanização do processo.

Nesse contexto, vislumbra-se que a construção de jogos digitais, subsidiados por uma teoria de aprendizagem para o ensino dos sistemas sanguíneos, pode representar uma ferramenta pedagógica eficiente para o fazer docente e se configurar como uma ação inovadora e motivadora.

## Pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa

A teoria da aprendizagem significativa (TAS) é descrita em uma perspectiva construtivista e cognitivista, ou seja, se preocupa com os mecanismos internos da mente em contraste com o behaviorismo evidenciado pelos processos de estímulo e reforço. Moreira (2018) afirma que, o enfoque principal da teoria está na aprendizagem cognitiva, ideia fundamentada na existência de uma estrutura responsável pelo armazenamento e organização das informações denominada de estrutura cognitiva.

A proposta da teoria ausubeliana é extremamente relevante, pois propõe uma explicação teórica do processo de aprendizagem do indivíduo. Sendo assim, baseia-se na ideia de que a mente humana possui uma estrutura organizada e hierarquizada de conhecimentos, cujo princípio norteador respalda-se na relação estabelecida entre as novas informações e os conhecimentos já presentes na



estrutura cognitiva do educando, tornando o processo de ensino-aprendizagem mais eficiente.

Exatamente pela complexidade que congrega uma sala de aula, a simples transferência de conteúdo torna-se um gesto técnico e mecânico. Moreira (2011; 2013) define aprendizagem mecânica ou automática nas novas informações que interagem pouco ou não interagem com os conceitos da estrutura cognitiva, dessa forma, o aluno somente conseguirá utilizar essa informação no contexto ao qual lhe foi apresentada. Como os novos conhecimentos são desconexos e possuem pouco ou nenhum sentido para o aluno, são retidos na memória por um curto período de tempo.

Ausubel (2003) afirma que apesar da memorização estar vinculada ao aspecto cognitivo, a relação estabelecida é arbitrária e literal, enquanto que na aprendizagem significativa as novas informações aprendidas se conectam com alguns conceitos preexistentes na estrutura cognitiva do estudante. Dessa forma, a relação formada é exatamente oposta, não arbitrária e não literal.

Portanto, a contribuição da teoria ausubeliana é significativa para o ambiente escolar, potencialmente importante ao considerar como foco a Educação Profissional, tendo em vista, a proposta de proporcionar o desenvolvimento omnilateral do ser humano.

Neste sentido, Ausubel ressalta a importância do docente em investigar o que o estudante já conhece sobre determinado assunto que deseja ensinar, pois para que ocorra a aprendizagem significativa é necessário que se estabeleça uma relação entre o conteúdo que vai ser aprendido e os conhecimentos prévios presentes na estrutura cognitiva dos educandos, processo cognitivo que é dependente das ações de mediação do educador.

Desta maneira, é incumbência do professor considerar as experiências vivenciadas por seus alunos e torná-las parte do processo de aprendizagem, o que resulta na coparticipação e aprofundamento dos conhecimentos e aprendizagens, permeando na sala de aula uma relação de cooperação, de respeito e de crescimento. Sob essas circunstâncias, portanto, a TAS foi planejada para o contexto escolar.

A aprendizagem significativa comprehende, portanto, a aquisição de novos significados ligados a conceitos prévios presentes na estrutura cognitiva do aprendiz, denominados subsunções. Moreira (2018, p. 161) descreve que aprendizagem significativa na Teoria de Ausubel:

É um processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se com um aspecto especificamente relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo, ou seja, este processo envolve a interação da nova informação com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel define como *conceito subsunçor*, ou simplesmente *subsunçor*, existente na estrutura cognitiva do indivíduo[...] Ausubel vê o armazenamento de informações no cérebro humano como sendo organizado, formando uma hierarquia conceitual [...] este processo de “ancoragem” da nova informação resulta em crescimento e modificação do conceito subsunçor (MOREIRA, 2018, p. 161).

Outra condição para a ocorrência da aprendizagem significativa é que o material a ser aprendido seja conceitualmente claro, portanto, relacionável (ou incorporável) à estrutura cognitiva do aprendiz, de maneira não arbitrária e não literal. Um material com essa característica é dito potencialmente significativo.



A outra situação preponderante que oportuniza a aprendizagem significativa, mencionada por Ausubel e relatada por Moreira (2018), é a disposição do aprendiz para relacionar de maneira substantiva e não arbitrária o novo material à sua estrutura cognitiva. Sendo assim, essas condições relatadas estabelecem dependências intrínsecas entre si.

Cabe reiterar que o processo de aprendizagem é bastante complexo, e consiste em um conjunto de comportamentos, interesses e valores, mais especificamente refere-se ao desenvolvimento de habilidades e atitudes em decorrência de experiências educativas (GIL, 1997). Sendo assim, o cerne da proposta elaborada por Ausubel é justamente considerar e saber utilizar o conjunto de conhecimentos denominados de estrutura cognitiva, que o aluno traz consigo. Por essa razão, o professor deve estar atento tanto para o conteúdo como para as formas de organização desse conteúdo na estrutura cognitiva.

## O Ensino de Genética no ensino médio

A genética é um eixo da biologia que merece amplo destaque, pois se trata de uma subárea extremamente importante, e conforme especificado por Amabis e Martho (2010), é responsável pelo estudo da herança biológica, definida pela transmissão das características hereditárias de uma espécie ao longo das gerações. Segundo Casagrande (2006), a mídia enfoca com regularidade alguns saberes relacionados aos avanços da genética, e proporcionalmente, as perspectivas de aplicabilidade prática. Por essa razão, a escola tem um papel preponderante em promover a compreensão das informações veiculadas no cotidiano das pessoas, tornando-as capazes de discutir, refletir e posicionar-se frente às muitas vertentes que englobam esses temas.

Encontra-se nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) que o aluno deve saber relacionar a evolução biotecnológica à manipulação do DNA, proporcionando a reflexão dos aspectos éticos, morais, políticos e econômicos envolvidos nesses processos biológicos tecnocientíficos, ampliando seus conhecimentos e posicionamento crítico frente às situações propostas (BRASIL, 2000).

No entanto, Silva (2014) afirma que por abordar temas atuais e complexos, a genética se configura como uma das áreas de maior dificuldade de compreensão. Para Belmiro e Barros (2017), essas dificuldades de assimilação podem ser resultado da descontinuidade da organização desses conteúdos ao longo do ensino médio. A preocupação exclusiva com a sequência do livro didático contribui, muitas vezes, para aulas exaustivas e desestimulantes, o que torna imprescindível a realização de práticas pedagógicas que promovam aulas dinâmicas e atrativas, capazes de despertar o interesse e o envolvimento dos estudantes frente aos saberes dessa subárea da Biologia (BARNI, 2010).

Todavia, a multiplicidade de conceitos que envolvem os sistemas sanguíneos resulta em um ensino meramente convencional, fundamentado no método tradicional, que propõe ações desenvolvidas em sala e que normalmente não oportunizam relações com sua aplicabilidade na prática. Por conseguinte, essa descontextualização é também favorecida pela fragmentação dos conteúdos, mantendo-os somente no campo da memorização e repetição por parte dos



discentes, tornando as aulas desarticuladas do contexto dos estudantes e minimizando a viabilidade de aplicação dos conceitos.

Neste modelo, o professor como centro de todo o processo de ensino torna o aluno um sujeito passivo e reproduutor do conteúdo transmitido, não estimulando o envolvimento do estudante, bem como a interação entre eles. Como resultado, os alunos se tornam meros espectadores da aula. A aplicabilidade desse método, para Araújo e Gusmão (2017), torna o ensino de genética ainda mais desfavorável, pois essa disciplina caracteriza-se por apresentar termos específicos da área e conceitos de difícil assimilação e, portanto, difícil entendimento, sem o aproveitamento dos elementos na sua realidade local.

Diante do exposto, são sugeridas novas práticas docentes que proporcionem subsídios para o ensino, assim, a tecnologia pode ser parte integrante e colaboradora no processo pedagógico e os jogos digitais podem representar, portanto, um instrumento potencialmente significativo como interface no ensino de sistemas sanguíneos para contribuir com uma efetiva aprendizagem.

## **Jogos Digitais no processo de Ensino-Aprendizagem**

A crescente transformação da tecnologia é evidente nos dias atuais e seu emprego se tornou indispensável, assim, as informações estão disponíveis e de vários modos possíveis. Esse cenário deve refletir no campo educacional, haja vista a possibilidade dos estudantes chegarem às salas de aula com suas concepções melhor estruturadas e com uma compreensão de mundo pré-estabelecida. Nessa realidade, é importante enfatizar que o ensino tradicional dificilmente pode abarcar as reais necessidades desses discentes.

Nascimento Júnior e Nascimento (2018) afirmam que a utilização de métodos que permitam a participação ativa dos estudantes pode ser uma alternativa viável para garantir a motivação, o interesse e potencializar a assimilação dos conteúdos. Nessa perspectiva, o conhecimento é um processo em construção, e no instante que o discente percebe a importância da aprendizagem, envolve-se ativamente no processo, assumindo uma postura autônoma e se torna também responsável por sua própria aprendizagem.

Dentro do universo de inovações tecnológicas, o professor pode promover, por meio de suas práticas, ambientes ativos e que destaque o estudante como protagonista no processo de ensino-aprendizagem. Dessa forma, a proposta de um recurso educacional tecnológico é uma estratégia pedagógica para a Educação Profissional que pode tornar a aprendizagem realmente significativa.

É consensual que a tecnologia está intrinsecamente presente no cotidiano das novas gerações. Diante dessa realidade, a inter-relação tecnologia e educação é imprescindível no âmbito escolar. É nesse contexto que a aprendizagem com o auxílio de jogos vai ao encontro da necessidade e perfil dos estudantes pertencentes a essa cultura.

Assim, sob a influência da concepção epistemológica de que o conhecimento não é algo pronto e acabado, Seymour Papert, matemático e educador, propôs o construcionismo, uma teoria inspirada nos princípios do construtivismo e que ao considerar o computador uma ferramenta educacional é capaz de conduzir o aluno



a ser um indivíduo criador, um sujeito agente com uma postura ativa em relação ao conhecimento (COSTA, 2010).

O computador é um importante recurso pedagógico e deve ser visto como um ambiente propício ao desenvolvimento cognitivo, cuja atribuição consiste em proporcionar meios que favoreçam a construção dos saberes (SOUZA, 2010). Ribeiro et al. (2015) declararam que, nessa perspectiva tecnológica, os jogos digitais são consistentes ferramentas na prática pedagógica quando subsidiados por uma teoria de aprendizagem. Sendo assim, o professor na figura de mediador fará uso sob uma proposta educacional e não meramente de maneira ilustrativa ou de entretenimento.

De acordo com Moreira (2011), Ausubel menciona que uma condição preponderante para a ocorrência da aprendizagem significativa é que o material a ser aprendido seja relacionável (ou incorporável) à estrutura cognitiva do aprendiz, de maneira não arbitrária e não literal. Assim, os jogos eletrônicos podem abarcar elementos que o caracterizem como um material potencialmente significativo.

Neste sentido, Savi e Ulbricht (2008) afirmam que os jogos educacionais bem projetados podem estimular, enriquecer e potencializar as atividades de ensino e aprendizagem. Martins e Giraffa (2015) descrevem que a utilização dos jogos digitais no contexto educacional torna o processo satisfatório, pois pode aprimorar competências como colaboração, cooperação, reflexão (pensamento crítico), autonomia, domínio de conteúdo, hábitos de estudo e limites.

Assim sendo, a proposta de um novo modelo pedagógico que seja antagônico ao instrucionismo e utilize, portanto, os computadores como instrumentos capazes de proporcionar aos estudantes um caráter construtor, pode potencializar ainda mais os efeitos benéficos da educação. Haja vista a possibilidade de interação entre os conhecimentos preexistentes e os novos saberes apresentados, de forma a favorecer a interação entre os alunos e entre alunos e professor.

Percebe-se que muito do que tem se feito no ambiente escolar, relacionado ao uso das tecnologias, restringe-se a uma abordagem instrucionista, apenas de estímulo e resposta. Desse modo, a proposta de intervenção pedagógica com a utilização de jogos digitais sobre os sistemas sanguíneos, elaborados e construídos pelos próprios estudantes, permite uma ação coletiva e oportuniza debates e reflexões que permeiam não somente pelos conteúdos curriculares, mas se estendem na esfera social, econômica e cultural, e assim, atuam diretamente na formação do indivíduo favorecendo a obtenção de valores, a sensibilização, a compreensão e responsabilidade na relação entre sujeito e o seu meio.

Uma considerável alternativa metodológica na tentativa de promover a ressignificação do espaço escolar e contribuir para que os estudantes, a partir dos conteúdos assimilados, possam fazer relações com as suas próprias experiências, de forma a suscitar a compreensão sobre os conhecimentos que também circulam fora da escola.

## **O Percurso Metodológico: A Experimentação**

O universo da pesquisa compreendeu 19 estudantes que constituem a única sala de 3º ano do ensino médio integrado ao curso de Programação de Jogos Digitais - Eixo Tecnológico: Informação e Comunicação - Educação Profissional Técnica de



Nível Médio, fato que evidenciou a preferência pela turma, primordialmente em virtude da aplicação da proposta estar vinculada ao conteúdo de sistemas sanguíneos, uma subunidade da disciplina de Biologia que está inserida na matriz curricular do 1º semestre do 3º ano do ensino médio.

A temática selecionada para a realização da pesquisa apresenta alto nível de importância ao considerar o cenário de evolução tecnológica, manipulação de DNA, sobretudo aos conceitos de hereditariedade, situações de transfusões e incompatibilidade sanguínea, e testes de paternidade, temas presentes na realidade do aprendiz. Cabe ressaltar que, várias dessas abordagens são, de forma geral, tratadas em uma dimensão empírica e devem ser estruturadas cientificamente.

Diante da oportunidade de utilizar a produção de jogos eletrônicos para possibilitar a elaboração de diferentes estratégias de ensino-aprendizagem do conteúdo mencionado, o desenvolvimento dessas habilidades específicas promulgadas pelo curso foi um fator colaborador para a turma selecionada.

Dessa forma, tendo em vista as habilidades específicas desenvolvidas no curso técnico, foi proposta para os estudantes, após algumas ministrações sobre os conteúdos, a elaboração e construção de jogos digitais, sobre sistemas sanguíneos, no período de dez encontros, com três aulas cada.

É importante destacar, que o Curso Técnico investigado disponibiliza os recursos fundamentais para a produção dos jogos eletrônicos, o *game engine*, do inglês “motor de jogo”, consiste em programas de computador com os elementos necessários para a funcionalidade de um game, desde suas bases e de fácil operação, promovendo o estudante a um desenvolvedor independente.

A *Unity engine* é o motor de jogo utilizado nas aulas, o *Blender 3D* é uma ferramenta de simulações de produtos e protótipos de animações interativas e propicia o trabalho com simulações do cenário e a interatividade de um objeto, as animações movimentam-se em todos os ângulos. Outra técnica comumente utilizada é o *Photoshop*, para animações 2D, neste caso as imagens criadas são planas e sem profundidade, permitindo movimentos restritos nos eixos vertical e horizontal.

Cabe aqui ressaltar, que para esse processo de intervenção foi substancial a colaboração de um professor da área técnica em programação de jogos digitais para orientar os estudantes nos conteúdos específicos do curso na proporção em que os pesquisadores mediavam as discussões acerca dos assuntos da Genética. Um trabalho empreendido que ao proporcionar a integração das disciplinas, permitiu a execução da carga horária proposta, favoreceu maior desenvolvimento e utilização das tecnologias educacionais e dos conteúdos de sistemas sanguíneos, um desafio que efetivamente aponta para uma importante etapa à interdisciplinaridade.

Posteriormente, foi realizada uma minuciosa discussão qualitativa da potencialidade da atividade de intervenção para a ocorrência da aprendizagem significativa. Assim, a análise mais eminente consiste na avaliação da aprendizagem, na medida em que se verifica a aplicabilidade dos conceitos interiorizados pelos estudantes na produção dos jogos.



## Resultados e discussões

Os alunos participantes elaboraram e construíram cinco jogos digitais com o tema sistemas sanguíneos, sob a supervisão e orientação dos pesquisadores para os conteúdos de genética e um técnico colaborador como suporte para os conteúdos da área específica em programação de jogos digitais, proporcionando à pesquisa um caráter interdisciplinar, referência imprescindível para a execução satisfatória do projeto.

Prosseguindo com as investigações, as características gerais e principais abordagens dos conteúdos de cada jogo estão descritas abaixo.

### **Quiz Bio (Questionário Bio)**

O grupo de estudantes discutiram acerca do conceito de jogo a ser construído e decidiram pelo *quiz*, esse tipo de jogo objetiva avaliar os conhecimentos adquiridos pelo jogador, mensurados pela pontuação dos acertos obtida ao término do jogo. Em seguida, elaboraram um teste com doze perguntas específicas do conteúdo de sistema sanguíneo ABO e Rh.

As principais abordagens da temática utilizada pelos alunos para a elaboração das questões estão demonstradas abaixo:

- *Tipo sanguíneo sem aglutinina*
- *Tipo sanguíneo sem aglutinogênio*
- *Sangue menos comum*
- *Sangue mais comum*
- *Porcentagem de sangue mais comum*
- *Porcentagem do sangue menos comum*
- *Eritroblastose fetal*
- *Compatibilidade sanguínea*
- *Receptor universal*
- *Doador universal*
- *Cruzamentos*

Os estudantes explicitaram, nas perguntas formuladas, os saberes adquiridos ao longo do processo, bem como os registros de observações dos pesquisadores constatam que as respostas corretas também estavam intrínsecas na compreensão do grupo. Ainda assim, as discussões, pesquisas e consultas aos pesquisadores eram constantes, o que tornava o procedimento dinâmico e favorável à construção do conhecimento científico.

O jogo foi desenvolvido na plataforma *Khan Academy*, uma ferramenta educacional disponibilizada gratuitamente e de fácil exploração dos seus recursos. O código-fonte do *quiz* de outra disciplina serviu de base para a elaboração do código desse jogo, a linguagem de programação utilizada foi a *JavaScript* e, posteriormente, o jogo foi inserido no *wix.com*, uma plataforma livre e *on-line* de criação e edição de sites e seu acesso é permitido pelo link



<https://raphaeldossantos26.wixsite.com/quizbio>. Os criadores do quiz aprimoraram a aparência do jogo, tornando-o mais atrativo e temático com o desenho das hemácias como imagem de plano de fundo (Figura 1).

Figura 1- Jogo Quiz Bio concluído.



Fonte: Acervo dos pesquisadores.

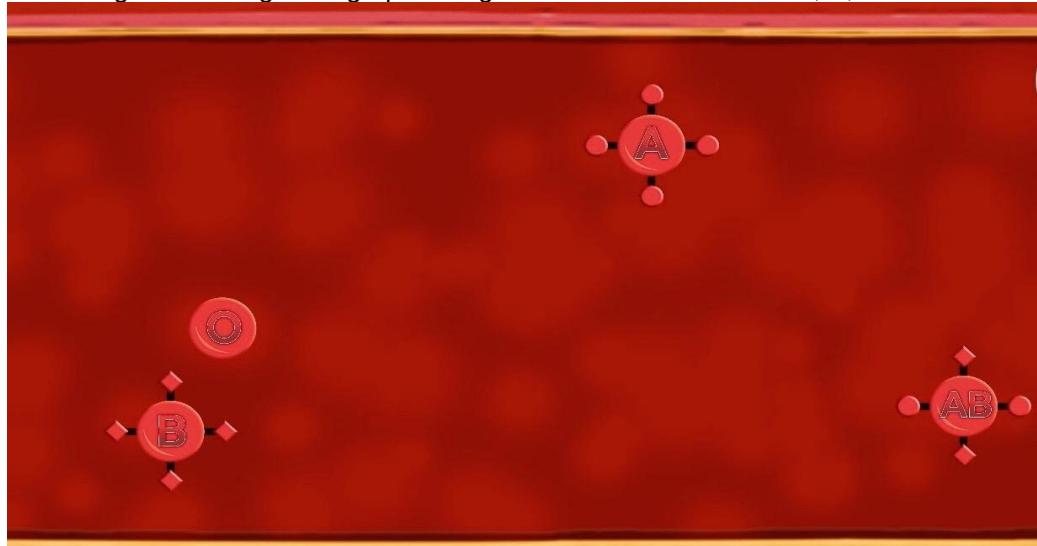
### **Blood Hunter (Caçadores de Sangue)**

Os desenvolvedores do jogo *Blood Hunter* (Caçadores de Sangue) utilizaram na plataforma *Unity* o *C Sharp* (*C#*) uma linguagem de programação simples, porém moderna, própria para iniciantes, criada pela *Microsoft* como parte da plataforma *.NET*. No entanto, o nível de dificuldade emergiu ao programar o jogo para dispositivos mobile na plataforma *JVM* e *SDK*, uma sugestão do grupo motivada pela larga utilização de *android* pelos jogadores.

O *photoshop* foi a ferramenta utilizada para o design dos glóbulos vermelhos, a criação das ilustrações expõe o entendimento plausível dos estudantes sobre as proteínas presentes na membrana das hemácias, portanto, cada tipo sanguíneo apresenta aglutinogênios específicos para sua identificação (Figura 2).

Esse cenário destina-se à realização das transfusões sanguíneas, assim, para obter pontuação e prosseguir até a terceira fase, que aumentam gradativamente a velocidade das hemácias no corpo do receptor, o grupo sanguíneo principal deve colidir com os grupos sanguíneos compatíveis, caso contrário, o jogador perderá. Trata-se de um jogo de ação construído em um ambiente estimulador e de criatividade, que requer o pleno domínio e aplicação das reações de hemaglutinação.

Figura 2- Design dos grupos sanguíneos do sistema ABO: A, B, AB e O.



Fonte: Acervo dos pesquisadores.

### Blood Memory (Memória de Sangue)

É um jogo da memória do gênero *puzzle*, fundamentado na aprendizagem dos sistemas ABO, Rh e MN. A funcionalidade do jogo consiste em equiparar as cartas com os fenótipos aos genótipos correspondentes, dessa forma, o objetivo é identificar todos os pares no menor período de tempo possível.

A equipe utilizou como método a linguagem de programação C# na plataforma *Unity* e os elementos presentes nas cartas, bem como em todo visual do jogo, foram desenvolvidos no *Photoshop*. Porém, para que o jogo se tornasse mais complexo e desafiador, três fases foram elaboradas para o aumento gradativo do número de pares - níveis classificados em fácil, médio e difícil (Figura 3). Essa etapa da codificação foi um processo que demandou intenso estudo por parte dos participantes e que exigiu de conhecimentos técnicos do professor colaborador para determinar corretamente as posições e combinações aleatórias das cartas.

Figura 3- Nível Difícil do jogo *Blood Memory*.



Fonte: Acervo dos pesquisadores.



Todo o processo de construção do jogo *Blood Memory* promoveu um estudo dinâmico e participativo e possibilitou que o estudante estivesse no centro do processo de aprendizagem, de forma a desenvolver importantes habilidades de criação, organização e investigação. Sendo assim, observa-se que a construção do jogo alcançou um resultado bastante positivo e proporcionou um efeito motivador nos estudantes, promovendo o aprendizado de maneira estimuladora e prazerosa.

A elaboração das etapas do jogo atesta a compreensão na identificação dos genótipos e fenótipos, e não somente estes, mas também as relações entre homozigose e heterozigose e, também, a compreensão sobre dominância, codominância e recessidade dos três sistemas sanguíneos apresentados. Dessa forma, os elementos do sistema MN, que antes da intervenção eram completamente desconhecidos pelos participantes, ou dos sistemas ABO e Rh, que comumente produziam entendimentos equivocados e vigorosa dificuldade na assimilação, tornaram-se familiares nas discussões e demais atividades após a intervenção.

### **Quiz Sistema Sanguíneo**

Outra equipe também optou pela elaboração de um *quiz*, entretanto a construção da jogabilidade foi mais complexa e exigiu conhecimentos técnicos específicos mais refinados. O ambiente de desenvolvimento integrado e gratuito utilizado foi o Eclipse, um IDE, do inglês *Integrated Development Environment*, para Java. A utilização dessa linguagem de programação tornou a construção não somente um jogo, mas um *software*, em virtude da ampla estrutura elaborada na lógica de programação dos códigos. O *Photoshop* foi utilizado para a arte das imagens e o editor visual responsável pela criação das interfaces gráficas (ícones) foi o *WindowBuilder* (Figura 4).

Figura 4- Menu principal ou *main menu* do jogo Quiz Sistema Sanguíneo.



Fonte: Acervo dos pesquisadores.

Os conhecimentos genéticos, sob o ponto de vista mais genérico desta subunidade biológica, também merecem destaque. O grupo reuniu conceitos importantes ao mencionar, nas 11 questões propostas seguidas por quatro alternativas cada, o



histórico das descobertas, as probabilidades nos cruzamentos, as reações de aglutinação, as características do doador e receptor universal e os aglutinogênios e aglutininas específicas presentes nos grupos ABO.

O enfoque das questões contidas no *quiz* foi baseado nos temas descritos em seguida:

- *Reações de aglutinação*
- *Características dos tipos sanguíneos*
- *Compatibilidade sanguínea*
- *Receptor universal*
- *Eritroblastose Fetal*
- *Proteína no plasma relacionada ao sistema ABO*
- *Proteína na membrana das hemácias relacionada ao sistema ABO*
- *Histórico da produção de Anti-Rh.*
- *Probabilidades do sistema ABO*

Os estudantes conseguiram reunir, em um único jogo, um valioso arcabouço de conhecimentos específicos na temática ministrada da área biológica e na área técnica, promovendo uma contribuição relevante para o ensino no Curso Técnico integrado ao Ensino Médio. Do ponto de vista metodológico, a interação entre alunos, professores e o ambiente virtual foram fundamentais para o incentivo do protagonismo do aluno na construção dos saberes e no aprimoramento **do** caráter investigativo da atividade.

### ***Adventure Blood (Sangue de Aventura)***

Constitui-se em um gênero de Jogo eletrônico de plataforma, pois o jogador corre e pula entre plataformas e obstáculos. Um jogo desenvolvido na plataforma *Unity* com a linguagem de programação C#, em que todas as etapas da criação das ilustrações foram feitas digitalmente com a utilização do *Photoshop* e um aplicativo similar para *desktop* - o *Piskel*, que dispõe de várias ferramentas para o usuário fazer *pixel art* e, posteriormente, a melodia disponível no percurso do jogo foi elaborada na ferramenta online *beepbox*.

A complexidade da construção do jogo permeia por um projeto repleto de cenários, personagens e elementos bem detalhados e coloridos, promovendo um visual sofisticado, criativo e interativo. Para esse trabalho de animação é imprescindível conhecimentos de profundidade, volume e todo o mecanismo necessário para reproduzir os elementos que interagem em uma produção animada. Esse processo exigiu esforço, dedicação, estudo e uma carga horária mais extensa dos estudantes, sendo essencial o período oposto às aulas para a elaboração dessa etapa.

A elaboração dos sistemas de diálogos também se consistiu em uma tarefa exaustiva e dependeu da intervenção do professor colaborador que criou uma API (Interface de Programação de Aplicações), uma espécie de biblioteca que permite a comunicação de diversos códigos, definindo comportamentos específicos de determinado objeto em uma interface.

O jogo deve ser prestigiado pela sua jogabilidade atrativa e instigante, e consiste basicamente na aventura que o estagiário de enfermagem denominado Áxis deve



experienciar, e que orientado pela professora Glaucia (Figura 5), deve receber do “Fulano” uma bolsa de sangue e retornar ao encontro da referida professora.

Para tanto, uma série de obstáculos sucedem no ar, na água e na neve, assim como enigmas relativos ao sistema sanguíneo ABO que, devem ser solucionados para que a transfusão sanguínea ocorra e vidas sejam salvas.

O objetivo do jogo não se altera nas três fases desenvolvidas, mas a trajetória e dificuldades que Áxis deve enfrentar são substituídas e novos desafios são propostos para que sua missão seja finalizada.

A estratégia para que Áxis consiga finalmente a bolsa de sangue baseia-se em apontar a alternativa correta de um grupo de três perguntas por fase, que são selecionadas aleatoriamente em um banco de 14 questões elaboradas pelo grupo.

Figura 5- O encontro de Áxis com a professora Glaucia.



Fonte: Acervo dos pesquisadores.

Observam-se as percepções dos estudantes em relação aos conceitos do Sistema ABO por meio das ideias exploradas pelo grupo, demonstradas logo abaixo, e que serviram de subsídio para a elaboração das questões apresentadas no jogo.

- *Tipo sanguíneo mais comum encontrado no Brasil*
- *Tipo sanguíneo mais raro encontrado no Brasil*
- *Doador universal*
- *Receptor universal*
- *Genótipos dos tipos sanguíneos do Sistema ABO*
- *Aglutinogênios do Sistema ABO*
- *Aglutininas do Sistema ABO*
- *Compatibilidade sanguínea*



Assim, foi selecionada uma ampla diversidade de características alusivas aos grupos sanguíneos, e considerando que a equipe dispunha de cada alternativa correta, pode-se comprovar que as ideias envolvidas nesse projeto estavam bem clarificadas e associadas aos conhecimentos prévios dos estudantes, evidenciando indícios de uma aprendizagem significativa.

É importante enfatizar que para a conclusão dos jogos, alguns elementos como interesse, participação, dedicação e criatividade estavam intrínsecos no decorrer de toda a construção, e as discussões entre os integrantes do grupo, os questionamentos frequentes ao professor técnico e aos pesquisadores eram recorrentes. Portanto, a metodologia adotada propiciou diferentes possibilidades na construção dos jogos digitais, proporcionando aos estudantes a aplicação dos conceitos do tema de estudo e dos conhecimentos técnicos com autonomia.

Com o término da pesquisa e diante da qualidade das produções desenvolvidas pelos estudantes, os pesquisadores e o professor colaborador criaram um site denominado “Educa Jogos em Genética”, para disponibilizar os cinco jogos produzidos, e que podem, portanto, serem acessados pelo link <https://sites.google.com/view/educa-jogos-em-gentica>. Dessa forma, além do conhecimento dos games resultantes do trabalho de pós-graduação, os docentes terão a oportunidade de utilizá-los como um subsídio teórico e prático para o ensino da disciplina de Genética, especificamente o subtema sistemas sanguíneos.

## **Considerações finais**

Esse cenário organizado e desenvolvido a partir da manipulação de um material instrucional e que manifestou, em todo o tempo, a postura ativa e a disposição em aprender dos alunos, constituiu-se em expressivos indicativos da aprendizagem significativa. Dessa forma, a construção dos jogos subsidiou a aprendizagem pela busca constante de informações e as possibilidades de interação do indivíduo com os conteúdos, entre os próprios estudantes e entre estes e os professores, flexibilizando ainda mais o conhecimento.

Os alunos, de posse dos conceitos iniciais estudados sobre os sistemas sanguíneos, no decorrer da elaboração e produção dos jogos digitais, foram estabelecendo conexões bem precisas e seguras com as informações de cada ferramenta construída. Assim, percebe-se que esses conhecimentos foram ampliados e reconfigurados em sua estrutura mental, o que para Ausubel, Novak e Hanesian (1980) e Ausubel (2003), preparam o aluno para relacionar e acessar novos conteúdos futuramente.

A análise dos jogos exprime, com notoriedade, o estímulo que caminha para maior facilidade em aprender, bem como à atribuição e a articulação dos significados dos conceitos apresentados demonstram a ocorrência de uma maior apropriação de conteúdos em função da técnica adotada. Os elementos apontados por eles são cruciais para a aprendizagem significativa, tendo em vista que um dos princípios norteadores da TAS é a predisposição ao aprendizado. Em decorrência disto, afasta-se a possibilidade de uma aprendizagem mecânica, memorística e desmotivadora.

Neste sentido, apresentou-se uma prática pedagógica diferenciada, amparada por um referencial teórico de aprendizagem ao longo da execução da atividade didática,



que promoveu com êxito a associação dos conteúdos da disciplina de Biologia e as tecnologias educacionais, potencializando os resultados de aprendizagem do tema de interesse e os conteúdos para a formação técnica, superando a expectativa de uma aproximação com a realidade do educando.

## Referências

- AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. **Biologia**: volume 3. 3<sup>a</sup> ed. São Paulo: Moderna, 2010. 376 p.
- ARAUJO, A. B.; GUSMÃO, F. A. F. As principais dificuldades encontradas no ensino de genética na educação básica brasileira. In: ENFOPE - ENCONTRO INTERNACIONAL DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES, 10., FOPIE - FÓRUM INTERNACIONAL PERMANENTE DE INOVAÇÃO EDUCACIONAL, 11., Aracaju, 2017. **Anais...** 2017. p.1-11. Disponível em: <https://eventos.set.edu.br/index.php/enfope/article/view/4710/1566>. Acesso em: 20 fev. 2020.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Tradução Eva Nick. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos**: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003.
- BARNI, G. dos S. **A importância e o sentido de estudar genética para estudantes do terceiro ano do ensino médio em uma escola da rede estadual de ensino em Gaspar (SC)**. Orientador: Geraldo Moretto. 2010. 184 f. Dissertação. (Mestrado em Ciências Naturais e Matemática) - FURB, Santa Catarina, 2010. Disponível em: <http://www.uniedu.sed.sc.gov.br/wp-content/uploads/2013/10/Graziela-dos-Santos-Barni.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2020.
- BELMIRO, M. S.; BARROS, M. D. M. Ensino de genética no ensino médio: uma análise estatística das concepções prévias de estudantes pré-universitários. **Revista Práxis**, Volta Redonda, RJ. v. 9, n. 17, p. 95-102, jun. 2017. Disponível em: <http://revistas.unifoa.edu.br/index.php/praxis/article/view/771/1169>. Acesso em: 19 fev. 2020.
- BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação, 2000. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2020.
- CASAGRANDE, G. L. **A genética humana no livro didático de biologia**. Orientador: Sylvia Regina Pedrosa Maestrelli. 2006. 130 f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) - UFSC, Florianópolis, 2006. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/88524?show=full>. Acesso em: 15 fev. 2020.
- COSTA, T. C. A. Uma abordagem construcionista da utilização dos computadores na educação. In: SIMPÓSIO HIPERTEXTO E TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO, 3., 2010, Pernambuco/RE. **Anais Eletrônicos**. Recife: UFPE, 2010. Disponível em: <http://www.nehte.com.br/simposio/anais/Anais-Hipertexto-2010/Thais-Cristina-Alves-Costa.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2020.

FONSECA, A. L. de C. **Estações da genética do sistema ABO**: uma proposta para o ensino de biologia. Orientador: Ester Tartarotti. 2018. 135 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Instituto de Física, UFMS, Campo Grande, 2018. Disponível em: <https://posgraduacao.ufms.br/portal/trabalhos/arquivos/download/6012>. Acesso em: 10 fev. 2020.

GIL, A. C. **Metodologia do Ensino Superior**. 3<sup>a</sup> ed. São Paulo: Atlas. 1997.

MARTINS, C.; GIRAFFA, L. M. M. **Gamificação nas práticas pedagógicas em tempos de cibercultura: proposta de elementos de jogos digitais em atividades gamificadas**. Anais do XI Seminário SJEEC. Jogos Eletrônicos - Educação - Comunicação. 1 e 2 de junho de 2015. Disponível em: <https://www.revistas.uneb.br/index.php/sjec/article/view/1236>. Acesso em 14 fev 2020.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa um conceito subjacente. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 1(3), p. 25-46, 2011. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigsubport.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2020.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa em Mapas Conceituais**. Série Textos de Apoio ao Professor de Física, PPGEnFis/IFUFRGS, Vol. 24, Nº 6, 2013. Disponível em: [http://www.if.ufrgs.br/public/taef/v24\\_n4\\_moreira.pdf](http://www.if.ufrgs.br/public/taef/v24_n4_moreira.pdf). Acesso em 28 jan. 2020.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. 2. ed. São Paulo: E.P.U, 2018. 248 p.

NASCIMENTO JÚNIOR, J. L.; NASCIMENTO, P. M. P. Contribuições de Jean Piaget à Educação Profissional: Apontamentos para a prática docente. **Cadernos da Pedagogia**. São Carlos, SP. Ano 11, v. 11, n. 22, p. 145-156 , jan.-jun. 2018. Disponível em: [www.cadernosdapedagogia.ufscar.br/index.php/cp/article/download/.../405](http://www.cadernosdapedagogia.ufscar.br/index.php/cp/article/download/.../405). Acesso em: 14 fev 2020.

RIBEIRO, R. J. et al. Teorias de Aprendizagem em Jogos Digitais Educacionais: um Panorama Brasileiro. **Novas Tecnologias na Educação**, v. 13, n. 1, jul. 2015. Disponível em:

<https://seer.ufrgs.br/renote/article/download/57589/34562>. Acesso em: 09 fev. 2020.

SAVI, R.; ULBRICHT, V. R. Jogos Digitais Educacionais: benefícios e desafios. **Revista Renote: Novas Tecnologias na Educação**, UFRGS, v. 6, n. 2, dez. 2008. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/14405/8310>. Acesso em: 12 jan 2020.

SILVA, C. C. da. **Análise sistêmica do processo ensino aprendizagem de genética à luz da teoria fundamentada**. Orientador: Josefina Diosdata Barrera Kalhil. 2014. 187 f. Tese (Dourado em Educação em Ciências e Matemática) - UFMT, Manaus, 2014. Disponível em: <http://www1.ufmt.br/ufmt/unidade/userfiles/publicacoes/98742af5bc055a1d123c544f58953292.pdf>. Acesso em 13 fev. 2020.

SOUSA, N. F. L. de L. **Contribuições de uma proposta multimídia baseada no enfoque ciência, tecnologia e sociedade para o ensino das bases genéticas e imunológicas do sistema sanguíneo ABO humano**. Orientador: Fernando Costa Amaral. 2010. 110 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - PUCMG, Belo Horizonte, 2010. Disponível em:



[http://www.biblioteca.pucminas.br/teses/EnCiMat\\_SousaNFLL\\_1.pdf](http://www.biblioteca.pucminas.br/teses/EnCiMat_SousaNFLL_1.pdf). Acesso em: 15 jan. 2020.

VIEIRA, M. da S. **Abordagem genética e imunofisiológica dos sistemas ABO e Rh para melhor compreensão e ensino da eritroblastose fetal**. Orientador: Fernando Costa Amaral. 2013. 112 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - PUCMG, Belo Horizonte, 2013. Disponível em: [http://www.biblioteca.pucminas.br/teses/EnCiMat\\_VieiraMS\\_1.pdf](http://www.biblioteca.pucminas.br/teses/EnCiMat_VieiraMS_1.pdf). Acesso em: 10 jan. 2020.

---

**Recebido:** 07/03/2020

**Aprovado:** 25/08/2020

**Como citar:** MARIN, G. R. B.; VINHOLI JUNIOR, A. J. Contribuições da Construção de Jogos Digitais para o Ensino de Genética. **Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico (EDUCITEC)**, v. 6, e120520, 2020.

**Direito autoral:** Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

