

# Projeto Genus: uma ferramenta pedagógica para auxiliar no processo ensino-aprendizagem de genética

ArandiGinane Bezerra Jr.\*  
Hélio Sylvestre Dias Doliveira\*\*

## Resumo

Este trabalho tem por objetivo a produção de um objeto educacional no formato de jogo didático, intitulado “Projeto Genus”. Este busca ser um material de apoio e recurso facilitador para a compreensão da genética mendeliana clássica. Trata-se de produto referente a mestrado profissional desenvolvido no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica – PPGFCET – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Os jogos demonstram ser excelentes alternativas metodológicas e motivacionais que solidificam a construção do conhecimento científico, bem como proporcionam uma interação de maior qualidade entre alunos e professores, estimulando relações cooperativas entre os envolvidos. Considerando o aspecto educacional, utilizamos como princípios pedagógicos norteadores a aprendizagem significativa e as metodologias ativas aplicadas na fixação dos conhecimentos teóricos a respeito da genética mendeliana clássica trabalhada no ensino médio. A compreensão dos fenômenos hereditários é constantemente referenciada como ponto de grande dificuldade dos educandos. O “Projeto Genus” foi concebido para diminuir essas dificuldades, estabelecendo uma dinâmica de jogo de ficção científica – inspirada em conceitos de “gamificação” – com temas de exercícios tradicionais, o que permite aos alunos interagir e promover transformações que visam a torná-los protagonistas do seu processo de aprendizagem.

**Palavras-chave:** ensino de genética, gamificação, jogos de genética.

## The genus project: a teaching tool to help with the teaching-learning of genetics

### Abstract

This study set out to produce an educational object in the form of an educational game platform, entitled “Genus Project”. Such a project would support and facilitate the understanding of classical Mendelian genetics. The project is a result of the Professional Master program in Science, Education and Technological Formation (PPGFCET) at the *Universidade Tecnológica Federal do Paraná* (UTFPR). The games have been shown to be excellent methodological and motivational alternatives for consolidating the construction of scientific knowledge. They also enhance the quality of interaction between students and teachers, and thereby promote cooperation. From the educational point of view, the meaningful learning and dynamic methodologies for consol-

---

\* Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Humanas, Sociais e da Natureza - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Londrina. E-mail: arandi@utfpr.edu.br

\*\* Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Humanas, Sociais e da Natureza - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Londrina. E-mail: heliosylvestre@yahoo.com.br

idating theoretical knowledge of the classical Mendelian genetics taught in High School were used. Students constantly refer to their great difficulty in understanding hereditary phenomena. To reduce these difficulties, the “Genus Project” was created by establishing a science fiction game dynamic – inspired by concepts of gamification – with themes of traditional exercises, which allows students to interact and bring about transformations with a view to making them protagonists of their own learning process.

**Keywords:** education in genetics, gamification, genetics games.

## Introdução

É sempre presente na contemporaneidade o debate sobre diferentes estratégias a serem abordadas nos processos de ensino-aprendizagem. Há, porém, uma característica predominante neste contexto: a percepção da necessidade de mudanças que possam estabelecer alterações relevantes e caminhos significativos nestes processos, em especial, frente à realidade educacional brasileira. Apesar dos atores que participam deste cenário serem basicamente os mesmos, nos últimos anos, podemos observar claras mudanças no comportamento e expectativas quanto à educação de nossos jovens. O perfil dos educandos mudou. As escolas também mudaram. Nossa sociedade cada vez mais complexa e repleta de informações espera que nossos alunos tenham capacidade de transitar de maneira segura e desenvolva pelos diversos temas que perfazem seu dia a dia. Considerando o ponto de vista educacional, além do contexto retratado, verifica-se a necessidade de se apresentar aos educandos propostas de ensino que estimulem a construção do conhecimento científico, e que estejam inseridas em um ambiente de aprendizagem efetivamente instigante e enriquecedor. Especialmente quando, em se tratando do público jovem, verifica-se nítida tendência ao imediatismo, coerente com a velocidade dos cliques e com a aparente vivência em um universo paralelo (GIARDELLI, 2012). Esses fenômenos tornam a realidade conservadora de muitas salas de aula pouco atrativa e nada assertiva, visto que estão repletas de elementos quase nunca relacionados com o cotidiano contemporâneo.

Partindo destas premissas, aos educadores, cabe o desafio e ao mesmo tempo a maestria de tornar prático e objetivo o ensino de ciências, contextualizando conceitos, demonstrando possíveis resultados, aproximando teoria e prática na busca de uma realidade educacional em consonância com o momento atual. Para tanto, é imprescindível maior interatividade entre educador e educando. Tornar o contato formal do educador com o educando mais descontraído e amigável é possível, a partir de atividades que permitam estreitar essas relações sem que ocorra prejuízo da cátedra pelo

posicionamento desses atores na relação educacional. Este processo pode também ser impulsionado a partir de uma maior conectividade de professores e alunos nos ambientes virtuais, cada vez mais solidários, em contrapartida à aridez dos ambientes reais, cada vez mais solitários. Neste sentido, os educadores devem e podem buscar maior identificação com os aparatos tecnológicos e, ao mesmo tempo, considerar outras propostas metodológicas que tragam oportunidades com recursos educacionais alternativos, com outros pontos de interação, criação e motivação. É neste sentido que o uso de jogos no ensino se apresenta como portador de alternativas interessantes para o ensino de ciências.

### **Objetivos**

A Genética é considerada uma ciência jovem, de forte apelo midiático (MELO; CARMO, 2009), percebe-se claramente sua relevância no momento de desenvolvimento atual e, ainda, é uma ciência cercada de misteriosa atmosfera de ciência indecifrável. A partir dessas considerações preliminares, o presente trabalho tem como objetivo desenvolver um objeto didático para ser utilizado como ferramenta auxiliar na compreensão das leis mendelianas de hereditariedade, direcionado especificamente para o ensino médio.

Se tivermos a capacidade de fazer do limão uma limonada, podemos também fazer da Genética clássica um assunto agradável e prazeroso aos nossos alunos. O limão é um fruto ácido, azedo, de sabor desagradável para a maioria das pessoas. Porém, é possível torná-lo especialmente refrescante e saboroso acrescentando alguns ingredientes simples como açúcar, água e gelo. Se o ensino de Genética é tido como árido, de difícil abstração, com exercícios complexos, enfadonhos, de difícil resolução – então, esse é o nosso limão. Mas é possível torna-lo mais agradável, de mais fácil assimilação e com propostas de exercícios mais desafiadores e simpáticos aos olhos de nossos alunos – e essa passa a ser a nossa limonada.

### **Referencial teórico**

Entre todas as subdivisões da biologia, a Genética é certamente a que ocupa uma posição de referência, evidenciada pelo volume de inserções que a mídia lhe dedica. É estranho imaginar que esta ciência desenvolveu-se praticamente a partir do século XX, e neste século suas aplicações já fazem parte de nosso cotidiano. E essas inferências influenciam decisivamente outras áreas com a agricultura, a pecuária, o

direito, a medicina, ou seja, a sociedade como um todo. Portanto, nossos educandos devem estar preparados para utilizar, criticar e processar as informações e produtos que a Genética nos proporciona. Mas o que observamos é que muitas vezes não há uma compreensão precisa sobre a definição de termos como genes, cromossomos, DNA, clonagem, transgênicos e outros. A rigor, a Genética é uma ciência que deve ser compreendida no nível bioquímico da estrutura do DNA, no nível orgânico sistêmico onde uma característica qualquer se manifesta, e no nível populacional, onde os processos evolutivos ocorrem (LEWONTIN, 2002). A este propósito, é interessante chamar a atenção para a distância entre os diversos aspectos do conhecimento científico na área e o ensino em sala de aula, inclusive, com informações que são transmitidas muitas vezes de forma equivocada (ALBA, 2008).

Dessa maneira, apresenta-se o desafio de identificar estratégias que possam auxiliar e ao mesmo tempo estimular nossos alunos a compreender os conceitos iniciais dos fenômenos hereditários de forma significativa. O desenvolvimento de modelos educacionais e trabalhos experimentais são métodos favoráveis e conhecidamente eficazes. Em contrapartida, quando optamos apenas por forma de ensino conservadora, na qual o aluno passivamente tenta compreender o conteúdo exposto pelo professor, a consolidação do conhecimento, as interações e correlações acabam não ocorrendo de forma eficaz. Para que o aluno tenha um envolvimento completo no processo ensino-aprendizagem ele deve ler, escrever, discutir e resolver problemas ou desenvolver projetos relacionados à temática exposta. Depois, ainda, cumprir tarefas que envolvam processos de análise, avaliação e síntese. Portanto, atitudes ativas na forma de projetos ou na solução de desafios, contrapondo a passividade de metodologias mais conservadoras, conduzirão o aluno à apropriação crítica do conhecimento (MOURA; BARBOSA, 2011).

Quando nos referimos à aprendizagem significativa, somos imediatamente remetidos aos trabalhos de Ausubel (1980). Suas ideias partem do princípio de que os educandos apresentam conhecimentos prévios e, portanto, a primeira etapa da aprendizagem é organizar as ideias e determinar com exatidão o que se pretende ensinar. De acordo com o referido autor, uma informação deve ser relacionada a outros conceitos ou proposições fundamentados o suficiente de modo que funcionem como âncoras. Essas âncoras são denominadas por Ausubel (1980) de subordinadores, integradores ou subsunçores. Dessa forma o que se aprende de forma significativa é efetivamente utilizado e fica estabelecido por um grande período de tempo na mente de quem aprende. A aprendizagem pode ser tida como significativa a partir de momento que

o novo conteúdo é apreendido e internalizado às estruturas do conhecimento, e passa a ter um significado relacionado a um conhecimento anterior (PELIZZARI, 2002). A utilização de múltiplos materiais, de modo a que o professor não seja refém de um único livro de texto, e o desenvolvimento de estratégias e instrumentos facilitadores constituem elemento importante para a aprendizagem significativa (MOREIRA, 2012). É também neste sentido que a utilização de jogos pode desempenhar o papel de *organizador prévio* e servir de estímulo ao desenvolvimento de *atividades colaborativas*, dois instrumentos importantes no contexto da aprendizagem significativa e que apontam, por sua vez, para estratégias a inspirar novas posturas docentes – aí, talvez, o aspecto mais importante para facilitar a aprendizagem significativa (MOREIRA, 2012).

### O jogo como proposta de aprendizagem

Circula mais recentemente no meio educacional e empresarial o termo *gamification*. Este se refere ao uso dos princípios, técnicas e mecânicas dos jogos em atividades diversas ao puro entretenimento. Argumentando que ocorre mudança de comportamento e estimulação ao se utilizar elementos como diversão, desafios de tempo, competição, escores e etapas (fases ou níveis), muitos instrutores, *coachings*, e também professores têm buscado na estrutura e na ambientação de jogos modelos que alterem procedimentos e incluam elementos diversos que promovam aprendizagem. O prazer frente à realização de determinada atividade é um dos elementos mais importantes, por exemplo, para ativar nossa determinação e nossa criatividade (VIANNA et al, 2013).

É importante referenciar que o jogo se apresenta enquanto elemento lúdico capaz de funcionar como um ponto motriz de alta capacidade utilitária que permite brincar, ensaiar, praticar, distrair, divertir codificar – sendo definido como uma brincadeira com regras. Portanto, muitos autores e educadores perceberam nos jogos oportunidades pedagógicas importantes, e assim têm sido elaboradas referências consistentes a contribuir para o apelo dessa temática. Huizinga (2004) entende o jogo como sendo até mesmo anterior à cultura de um povo, creditando que é a cultura que emana do jogo; em sua obra *Homo Ludens: o jogo como elemento da cultura*, apresenta um estudo aprofundado de teorias e classificações dos jogos entre competitivos, recreativos, e estabelece conotações sociológicas, pedagógicas e psicológicas referentes ao tema. Piaget (1982) também apresentou contribuições importantes ao categorizar os jogos de exercícios, os jogos simbólicos e os jogos de regras. Para ele os jogos ori-

ginam-se de imitações e, mais tarde, de representações para simbolizar as realidades que nos cercam. Para Kishimoto (1998) o jogo tem a capacidade de potencializar a exploração do universo que rodeia a criança ao mesmo tempo em que permite a construção do conhecimento a respeito desse universo. A atividade lúdica apresenta-se, portanto, como forma de metodologia ativa, que gera estímulos internos e externos e que, por isso, teria o condão de conduzir não apenas à aprendizagem significativa, mas também à apreensão das relações existentes na sociedade e à sedimentação de valores.

### O ensino de genética

É clássico entre os professores do ensino médio que, a despeito dos “nomes” e “termos complexos” normalmente associados ao ensino de Biologia, a Genética existe, entre as divisões desta ciência, como uma das mais difíceis de serem ensinadas e assimiladas, tendo em vista as múltiplas articulações que existem desde o nível bioquímico da estrutura do DNA, passando pelo nível orgânico sistêmico e se manifestando no nível populacional, incluindo os processos evolutivos (LEWONTIN, 2002). Esta visão de uma ciência complexa, a qual seria apenas compreendida e corretamente interpretada por gênios trajando jalecos brancos e óculos com lentes grossas e pesadas, contribuiu para distanciar ainda mais a Genética das articulações possíveis com a escola e o nosso cotidiano. Para ALBA (2008), muitas dificuldades decorrem da informação descontextualizada e calcada na memorização rasa e repetitiva. Pode-se aliar a isso a ideia e visão deturpada da ciência como conjunto de verdades inquestionáveis.

No ensino, a utilização de modelos busca reforçar e criar ideias que permitam visualizar conceitos que são, na realidade, abstratos (AMABIS; MARTHO, 1990). Modelos moleculares da estrutura do DNA, dos cromossomos, do funcionamento chave-fechadura das enzimas, da organização das proteínas a partir de sequências de aminoácidos são exemplos de simulações já antigas, porém eficazes, presentes em livros didáticos. Contudo, é notável a necessidade de novos e diferentes recursos pedagógicos possam ser alternativas interessantes para facilitar o ensino e o aprendizado de Genética. Assim, a utilização de jogos e simulações busca uma motivação diferenciada e uma relação de maior interatividade entre educador e educando. É essa proposta que apresentamos no presente trabalho, a partir de uma atividade elaborada tendo em vista destacar e estimular o estudo de elementos e princípios associados às Leis de Mendel, ensinadas no ensino médio como parte integrante dos currículos.

### Descrição do jogo didático denominado *projeto genus*

a incorporação de conceitos e a compreensão dos mecanismos que regem a Genética clássica mendeliana são parte integrante do conteúdo de Genética trabalhado no ensino médio das escolas brasileiras. Visando a auxiliar nesse processo, realizamos a produção de um objeto de aprendizagem colaborativo como sugestão de atividade estruturada e recurso didático. Essa é uma tentativa de contextualizar os conceitos de Genética, conforme as possibilidades existentes no ambiente escolar, estimulando a resolução de exercícios de fixação e, ao mesmo tempo, tornando também possível a contextualização e inserção dos temas transversais propostos pelos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio PCNEM's. Estes preconizam que se deve aproveitar o ensino da Genética Humana para também abordar e discutir questões que envolvem a ética, a política e a sociedade (BRASIL, 2000).

Denomina-se *Projeto Genus* o material descrito a seguir, desenvolvido como produto de mestrado profissional e visando a um objeto educacional para a aprendizagem da Genética mendeliana. Trata-se de um jogo baseado em conceitos de *gamificação* e inspirado pelas teorias da aprendizagem significativa. A proposta de utilização do material parte de uma ambientação inspirada por elementos de ficção científica, o que é delimitado a partir de um texto distribuído aos alunos e lido em voz alta pelo professor – que é o condutor da atividade. A ficção científica está presente em livros, filmes e principalmente jogos desenvolvidos para computadores e outras mídias. Tendo em vista as experiências em sala de aula desenvolvidas nas várias etapas de aplicação do material, recomenda-se uma ambientação a base de músicas predominantemente eletrônicas, como *Pink Floyd*, *Kraftwerk*, *Alan Parsons*, ou outros semelhantes, para criar uma atmosfera futurista no imaginário do aluno.

O texto que serve de base e introdução ao jogo faz referência a uma tripulação de 20 personagens – 10 casais geneticamente selecionados para colonizar planetas próximos ao nosso. Passado algum tempo, ao retornarem para a Terra, percebem a extinção completa da humanidade devido à ação fulminante de uma pandemia viral. Cabe, portanto, a essa população repovoar o próprio planeta de origem. Na Figura 1, é possível visualizar alguns detalhes do texto de apresentação e regras a serem observadas, referentes ao jogo *Projeto Genus*. Este material é apresentado na forma de fichas e cartões distribuídos aos alunos. Todo o material apresentado foi desenvolvido no contexto do referido mestrado profissional, inclusive, buscou-se a qualidade gráfica das cartas inspirada em jogos comerciais com apelo ao interesse dos estudantes.

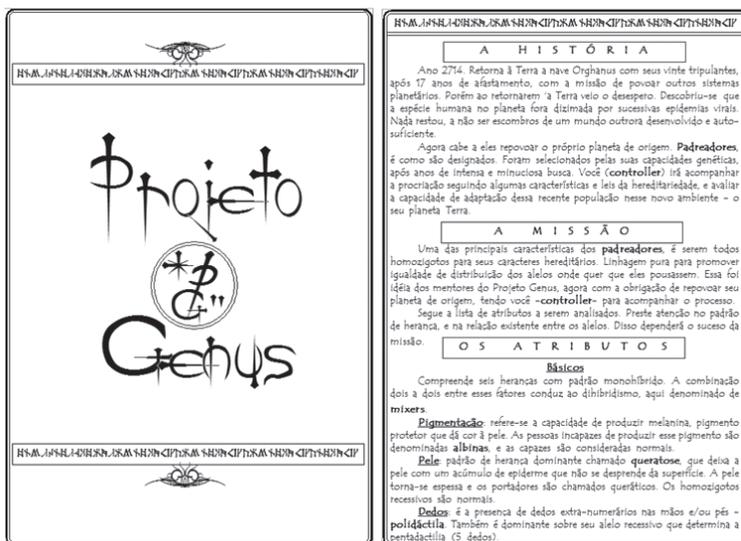


Figura 1. Detalhe do texto de apresentação do jogo *Projeto Genus*.

Os atributos referenciados nas fichas distribuídas aos alunos são características hereditárias que obedecem às leis básicas da hereditariedade mendeliana. Esses atributos distribuem-se em quatro categorias envolvendo diferentes padrões de hereditariedade: os básicos, os de sangue, os especiais e os poderes.

Os atributos básicos referem-se a padrões clássicos de exercícios comuns em livros didáticos tais como albinismo, queratose, polidactilia e outros envolvendo cruzamentos monohíbridos com dominância completa e co-dominância. Os atributos de sangue referem-se ao fator rh (monohibridismo com dominância) ao sistema ABO (polialelismo) e à hemofilia (herança ligada aos cromossomos sexuais). Os atributos chamados especiais prosseguem com casos de daltonismo e hipertricose auricular (vinculados aos cromossomos sexuais). Os atributos denominados de poderes fazem referência à força e intelecto que são adaptações para trabalhar padrões de herança multifatorial de caráter aditivo. No verso da folha encontra-se uma tabela que estabelece as relações de dominância entre os alelos para cada uma das características abordadas. A Figura 2 mostra detalhes de algumas cartas em que os atributos são explicitados.

**Pelos** presença de pelos sobre os dedos e mãos. A ausência desses pelos é o fator dominante e seus portadores são os **glabros**. A presença dos pelos evidencia os **tricodigíto**s.

**Dentes** refere-se à característica dentinogenesis imperfecta, característica dominante que conduz a formação de dentes irregulares a partir da adolescência, são os alonínicos. A homocigose recessiva leva à dentição normal.

**Orelhas** Os três padrões fenotípicos - longo, médio e curto, caracterizam a ausência de dominância.

**Sangue**

Compreende três características com padrões hereditário diferentes entre si.

**Sistema A - B - O** Tipagem sanguínea determinada pela presença ou ausência de aglutininas e aglutinogênios. Tem por base o polialélismo onde três alelos determinam quatro fenótipos e seis genótipos diferenciados. Observe que nenhum dos padreadores apresentam sangue AB.

**Fator Rh** - Fator Rhesus, descoberto inicialmente nesta espécie de macacos e depois aplicados a espécie humana. A presença, fator dominante, é o + e a ausência do fator é o -.

**Hemofilia** - característica hereditária ligada ao sexo, determinada pela incapacidade de coagular o sangue devido a ausência do fator IV da produção da protrombina. É uma característica recessiva.

**Especiais**

**Daltonismo** - também ligada ao cromossomo sexual X, impede a distinção adequada das cores. É uma característica recessiva.

**Hipertricose** - determinada por um gene presente no cromossomo sexual Y, sua presença faz com que as orelhas dos portadores apresentem grande quantidade de pelos.

**Poderes**

São heranças determinadas por mais de um gen com características aditivas. É o padrão mais comum na espécie humana e muito estudada devido a sua relação com a produtividade animal e vegetal. Aqui foram apresentadas duas características fictícias:

**Força** ação dos genes A e B  
**Intelecto** ação dos genes D e E

Atributos	Alelos	Padrão de Herança	Fenótipos
Pigmentação	A > a	DC	Normal / Albino
Pele (queratose)	Q > q	DC	Querático / Normal
Dedos	P > p	DC	Polidactílo / Pentadactílo
Pelos	G > g	DC	Glabro / Tricodigíto
Dentes	M > m	DC	Adontômico / Normal
Orelhas	T = t	AD	Longas / Médias / Curtas
Fator Rh	R > r	DC	+ / -
Sistema A B O	I <sup>A</sup> = I <sup>B</sup> > I	PII	A / B / O
Hemofilia	X <sup>h</sup> > X <sup>o</sup>	LS	Normal / Hemofílico
Daltonismo	X <sup>D</sup> > X <sup>d</sup>	LS	Normal / Daltonico
Hipertricose	Y <sup>+</sup> = Y	RS	+ / -
Força	AABB	Qtt	+4 / 3 / 2 / 1 / 0 -
Intelecto	DDEE	Qtt	+4 / 3 / 2 / 1 / 0 -

**Legenda:**  
DC= Dominância Completa      AD= Ausência de Dominância  
LS= Herança Ligada ao Sexo      PII= Polialélico  
RS= Herança Restrita ao Sexo      Qtt= Herança Quantitativa



**Figura 2.** Detalhes de cartas do *Projeto Genus* em que são apresentados os atributos (características hereditárias) dos personagens do jogo.

A seguir, na dinâmica do jogo, são distribuídas as cartas que contêm as características dos personagens que formam a tripulação já referida e que agora passam a ser denominados de padreadores (em referência àqueles que são os pais). Conforme o número de alunos presentes e o planejamento de aulas do professor são distribuídas as cartas uma a cada aluno. Os estudantes, então, deverão formar pares (correspondendo a casais nas cartas) ou, ainda, poderá ser entregue um casal de cartas a cada aluno. Os alunos são então denominados *controllers* por estarem à frente dos processos reprodutivos dos padreadores. Como é referenciado no texto e nos experimentos de Mendel os padreadores devem ser considerados homocigotos para todas as características propostas, sendo assim estabelecida uma geração parental e seus descendentes, a geração F1. Esse cruzamento deve ser referenciado em ficha própria, na qual o(s) aluno(s) estabelece(m) um nome e determina(m) o sexo do seu descendente (F1). São 20 personagens (10 casais) com diferentes genótipos para cada uma das características hereditárias. As Figuras 3 e 4 ilustram alguns modelos de frente e verso das cartas de um casal de padreadores.



**AMPOLA**

**Básicos**

Pigmentação: albina  
Pele: queratósica  
Dedos: polidáctila  
Pelos: tricodígita  
Dentes: adontínico  
Orelhas: médias

**Sangue**

Tipo A  
Fator Rh +  
Hemofilia -

**Especiais**

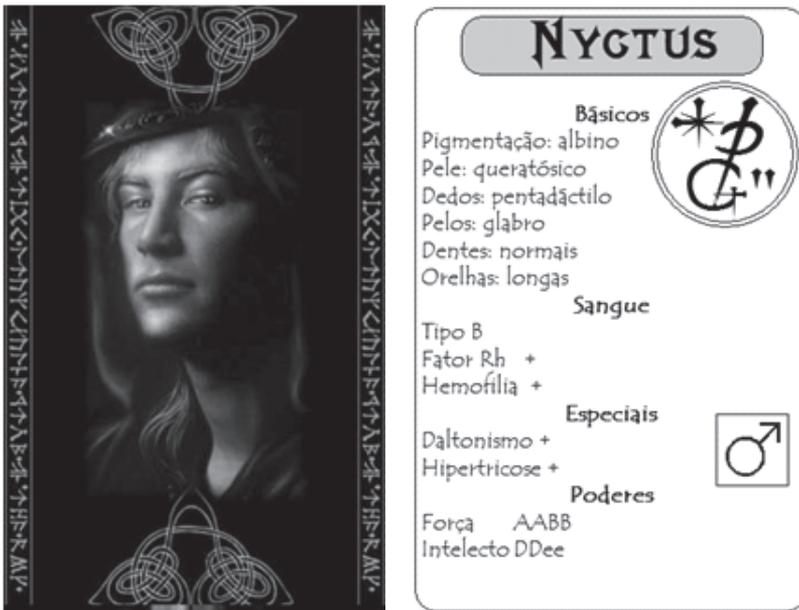
Daltonismo -  
Hipertricosose -

**Poderes**

Força AAbb  
Intelecto ddee



**Figura 3.** Carta (frente e verso) correspondente a uma personagem feminina do *Projeto Genus*. São apresentados os atributos que servem de base para a formação da geração de descendentes.



**Figura 4.** Carta (frente e verso) correspondente a uma personagem masculina do *Projeto Genus*. São apresentados os atributos que servem de base para a formação da geração de descendentes. A combinação de cartas masculinas e femininas forma o casal de padreadores.

Recomenda-se que, num primeiro momento, realizem-se cruzamentos apenas dos atributos básicos. Para tal procedimento, foi desenvolvida uma ficha onde o aluno anota as características do descendente F1. Na Figura 5, é apresentado o modelo da ficha para o cruzamento entre parentais, que determina a F1.

**Figura 5.** Modelo de ficha de jogo do *Projeto Genus*. Nela são anotadas as características do descendente F1, resultado do cruzamento dos padreadores.

Após esse processo, as fichas são recolhidas e reutilizadas num segundo momento para o cruzamento entre os elementos da geração F1 determinando, dessa forma, a geração F2. Na figura 6, é possível observar a ficha do cruzamento dos seres da primeira geração entre si para a formação dos genótipos da geração F2.

**Figura 6.** Modelo de ficha de jogo do *Projeto Genus*. Nela são anotadas as características do descendente F2, resultado do cruzamento entre a geração F1.

Vale observar que em ambas as fichas (Figuras 5 e 6) os campos “origem”, “controlnumber” e “setor” foram concebidos para identificar as turmas e os alunos (número de chamada) que participaram do processo. Ressalte-se que as fichas de F1, uma vez preenchidas, podem ser utilizadas em outras classes para estabelecer a F2. Neste sentido, a dinâmica do jogo pode ser estendida a diferentes turmas e turnos e, assim, formar uma atividade com amplo alcance no ambiente escolar.

Para despertar o caráter de jogo, sugere-se um conjunto de genótipos para as 6 características cuja soma de probabilidades estabelece um índice a ser preenchido no campo pontuação (vide Figura 5). Quanto mais elevado for esse índice, mais adaptado estaria o descendente. Cabe esclarecer que esta é apenas uma alusão a fatores evolutivos, e não à forma real ou mesmo aproximada da maneira como os genes atuam numa população. Para os outros atributos, referentes às outras características como tipagem sanguínea, heranças de cromossomos sexuais e herança multifatorial, são utilizadas outras fichas, com funcionamento semelhante. O professor e os estudantes devem estabelecer, de antemão, a maneira segundo a qual a pontuação obtida será utilizada para a determinação de ganhadores do jogo, se isso for de interesse. A este respeito, note-se que a dinâmica do jogo implica em diversas etapas que podem mobilizar a atenção e o interesse dos alunos sempre em função do tema Genética. É esta dinâmica que permite ao professor realizar diversas intervenções significativas, tendo em vista a introdução de conceitos importantes e a realização de análises relevantes ao tema.

### **Resultados preliminares**

Nesta etapa de desenvolvimento do projeto, a ênfase maior foi o próprio aperfeiçoamento do jogo, incluindo a fundamentação teórica, a inspiração baseada em pesquisas no campo do ensino de ciências e a produção de um material com qualidade visual e gráfica, dado que, segundo percebemos, isto também é fundamental para despertar o interesse dos estudantes.

Até o momento, o jogo foi utilizado em dinâmicas de sala de aula, incluindo 10 turmas, com média de 30 estudantes cada, do terceiro ano do Ensino Médio de duas escolas da rede de ensino particular do município de Curitiba. A dinâmica de aplicação do projeto ocorre normalmente em duas aulas regulares. Na primeira delas, o jogo é apresentado e é realizada a descrição, na sequência, as cartas são distribuídas a fim de dar início ao jogo. Os estudantes são chamados a interagir entre si e a aplicar os conhecimentos de genética, tendo em vista a formação da geração F1 e das gerações subsequentes. Neste processo, vão sendo produzidas as diversas características heredi-

tárias decorrentes dos cruzamentos originados pela geração de padreadores. Durante o jogo, as características de cada geração podem ser analisadas à luz do conceito de adaptação. E diversos aspectos do conteúdo podem ser explicitados e discutidos. Estas experiências em sala de aula têm sido utilizadas para produzir modificações visando ao formato final do *Projeto Genus*.

A fim de avaliar a aceitação do jogo e seu impacto na aprendizagem dos estudantes, optou-se por uma investigação de natureza qualitativa, baseada em diário de campo e entrevistas com os estudantes. No transcorrer das aulas, o professor realiza intervenções e anotações sobre fatos e desdobramentos relevantes. Dado que o projeto se encontra em estágio intermediário de aplicação, até o momento, foi possível reunir uma série de dados da observação os quais, pretende-se, serão estudados por meio de instrumentos de análise de conteúdo em etapa posterior. De acordo com o diário de campo e o material de observação até o momento coletado, é possível inferir que o *Projeto Genus* constitui objeto educacional que desperta a atenção dos estudantes e que proporciona a materialização de diversas competências e habilidades, tendo em vista o ambiente criado pela situação de jogo. Neste processo, os estudantes demonstram grande mobilização em torno do assunto e apresentam boa receptividade às novas definições, conceitos e teorias referentes ao tema abordado, o que reflete em um ambiente colaborativo e uma aprendizagem contextualizada e integradora de diversos elementos fundamentais à compreensão da Genética.

### Considerações finais

A compreensão dos mecanismos de transmissão das características hereditárias é fundamental para o entendimento de vários temas relacionados à biologia celular e à Genética populacional. Porém, a aprendizagem desse conteúdo programático não é simples, pois exige uma capacidade de abstração que, muitas vezes, não é acessível aos educandos do ensino médio. Para minimizar essas dificuldades e tentar elucidar o caráter abstrato de muitos assuntos, o professor pode contar com filmes, animações e figuras, entre outros objetos educacionais. Reconhecendo a importância desses recursos para o ensino-aprendizagem é que criamos o *Projeto Genus*, com o intuito de utilizar elementos de jogos/*gamificação* a fim de envolver, estimular e buscar maior interação com e entre os alunos, tendo em vista o ensino dos princípios básicos de Genética. O jogo encontra-se em estado avançado de desenvolvimento e tem sido utilizado com êxito em sala de aula. Nossos resultados parciais demonstram que este produto, desenvolvido no contexto de um mestrado profissional, constitui contribuição relevante ao

ensino de ciências. Nosso trabalho continua em andamento com vistas a aperfeiçoar o jogo e a coletar dados a respeito de sua possível influência na aprendizagem da Genética mendeliana por parte dos estudantes. Todo o material desenvolvido é licenciado de forma livre a fim de que seja amplamente disponibilizado à comunidade.

## Referências

ALBA, F. P. *Diagnóstico das dificuldades de articulação e sobreposição dos conceitos básicos da genética utilizando jogos didáticos*. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 2008.

ALVES, F. *Gamification – Como criar experiências de aprendizagem engajadoras*. São Paulo: Editora DVS, 2014.

AMABIS, J.M.; MARTHO, G.R. *Temas de biologia para desenvolver em sala de aula. O jogo da Imunidade. Desvendando o DNA*. São Paulo: Editora Moderna, 1990.

ARAÚJO, U. F. A quarta revolução educacional: a mudança de tempos, espaços e relações na escola a partir do uso de tecnologias e da inclusão social. *ETD: Educação Temática Digital*, Campinas, v. 12, 2011. Número especial. Disponível em: <<http://www.fae.unicamp.br/revista/index.php/etd/article/view/2279>>. Acesso em: 09abr. 2015.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. *Psicologia educacional*. Rio de Janeiro: Ed. Interamericana, 1980.

BERBEL, N. A.N. *A problematização e a aprendizagem baseada em problemas: diferentes termos ou diferentes cominhos?* Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/icse/v2n2/08>>. Acesso em: 10 abr. 2015.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. Secretaria de Educação Básica. *Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Brasília: MEC/SEMTEC, 2000.

FREIRE, P. *Pedagogia do oprimido*. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

\_\_\_\_\_. *Pedagogia da esperança: um reencontro com a pedagogia do oprimido*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1992.

GIARDELLI, G. *Você é o que você compartilha*. São Paulo: Gente, 2012.

HUIZINGA, J. *Homo ludens: o jogo como elemento da cultura*. 5.ed.São Paulo: Perspectiva/EDUSP, 2004.

KISHIMOTO, M. T. *O brincar e suas teorias*. São Paulo: Pioneira, 1998.

LEWONTIN, R.A *tríplice hélice: gene, organismo e ambiente*. São Paulo: Companhia das Letras, 2002.

MELO, J. R.; CARMO, E. M. Investigações sobre o ensinode genética e biologia molecularno ensino médio brasileiro: reflexõessobre as publicações científicas. *Ciência & Educação*, v. 15, n. 3, p. 593-611, 2009.

MOREIRA, M. A. *Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares*. São Paulo: Livraria da Física, 2012.

MOURA, D. G.; BARBOSA, E. F. *Trabalhando com projetos: planejamento e gestão de projetos educacionais*. Petrópolis: Vozes, 2011.

PELIZZARI, A.; KRIEGL, M.L.; BARON, M.P; FINCK, N. T. L.; DOROCINSKI, S. I. Teoria da Aprendizagem Significativa segundo Ausubel. In: *Revista PEC*. Curitiba, v.2, n.1, p.37-42, jul. 2001-jul. 2002.

PIAGET, J,e INHELDER, B. A função semiótica ou simbólica. In: ---. *A psicologia da criança*. Lisboa: Moraes, 1979.

\_\_\_\_\_. *O nascimento da inteligência na criança*. Rio de Janeiro: Zahar, 1982.

VIANNA, Y.; VIANNA, M.; MEDINA, B.; TANAKA S. *Gamification, Inc. Como reinventar empresas a partir de jogos*. Rio de Janeiro: MJV Press, 2013.

Data de recebimento: 15/05/15

Data de aceite: 27/07/2015