

Avaliação do Jogo Educativo Lei de Mendel

Jakeline Soares de Lima¹, Ariane Nunes Rodrigues¹

¹Universidade de Pernambuco - Campus Garanhuns (UPE)
Cep 55.294-902 – Garanhuns – PE -

jakelline29@gmail.com, ariane.rodriques.upe.br

Resumo: Este artigo apresenta os resultados de uma avaliação realizada no jogo educativo Lei de Mendel. Sob a percepção de potenciais usuários, o jogo é avaliado com base em um conjunto de teorias. Além dos impactos da aprendizagem pela verificação dos objetivos educacionais, as perspectivas motivacionais, experiência do usuário e a interface foram elementos considerados neste processo avaliativo. Com base nos resultados, o jogo pode ser considerado uma solução para proporcionar a prática dos conhecimentos das leis mendelianas em Genética.

Abstract: This paper presents the results of an assessment of the educational Mendel's Law game. Under the perception of potential users, the game is evaluated based on a set of theories. In addition to the verification learning impacts of educational goals, motivational perspectives, user experience and interface elements were considered in this evaluation process. Based on the results, the game can be regarded as a practical solution for providing the knowledge of the laws of Mendelian genetics.

1. Introdução

Vivemos diante de constantes transformações tecnológicas, e essas transformações tem afetado diferentes âmbitos da sociedade, inclusive na Educação. Segundo França, et al. (2013) a educação para o século XXI deve ser pensada para os estudantes do século XXI. Ao se manter conectado, o aluno da era digital possui uma capacidade cognitiva capaz de lidar com um grande fluxo de informações, além de interesse por aplicações tecnológicas.

Nesta perspectiva de aplicações tecnológicas, destaca-se o potencial dos jogos educativos para motivar e dinamizar o processo de ensino e aprendizagem em diferentes contextos. Jogos educativos associados ao contexto da genética, por exemplo, em sua maioria, mantêm uma superficialidade na exploração prática dos conceitos. Não existe o cuidado em alinhar a teoria ao contexto no jogo, pois, a falta de desafios reais que instiguem a prática acaba por tornar o jogo irrelevante para o aprendizado. Como campo da biologia, a genética estuda a natureza química do material hereditário, isto é, o mecanismo de transferência das informações contidas nos genes, compartilhados de geração em geração (de pais para filhos). Diante do nível de complexidade, na prática real, o processo de ensino em genética acontece pela transmissão e recepção do conhecimento. Para Carboni e Soares (2001) a grande quantidade de conceitos teóricos e a falta de uma metodologia voltada para um aprendizado lúdico e motivador dificulta à assimilação por parte dos alunos, levando estes à memorização e não ao aprendizado. A necessidade de atividades práticas em genética é fundamental ao aprendizado, pois, servem como complemento aos conceitos teóricos [Martinez, et al, 2008]. Neste sentido, este artigo reforça a ideia de que a adoção de jogos educativos pode ser uma solução viável para

dinamizar e trazer relevância as práticas de ensino em genética. Promover desafios que possam incentivar o aluno a pôr em prática os conteúdos, apresentando situações menos abstratas são estratégias que podem ajudar o aluno, através do jogo, identificar a relevância do conceito estudado.

Apesar dos benefícios providos pela adoção de jogos educativos, o seu processo de concepção é desafiador uma vez que diferentes perspectivas de diferentes áreas são envolvidas [Tchounikine, 2010]. Garantir o alinhamento entre os aspectos pedagógicos aos técnicos é um dos principais desafios enfrentados. A concepção de interfaces educativas também é um aspecto de extrema relevância uma vez que é por ela que se promove a aprendizagem. Para Tavares (2014), os dois pontos fundamentais ao desenvolvimento de jogos eletrônicos educativos consistem na relação entre a interface e didática. Sabe-se que uma interface pouco atraente com dispositivos de interação inadequados tem um efeito negativo tanto no que diz respeito a aceitação quanto a sobre aprendizagem. As interfaces influenciam na maneira como o usuário percebe e apropria-se do conteúdo, contribuindo para um bom desempenho nas atividades, ou, contrariamente, impedindo os processos cognitivos [Passos, 2011]. A cognição como estudo derivado da Psicologia Cognitiva explica como ser humano assimila o conhecimento por meio de processos cognitivos (atenção, percepção, aprendizado, memória, leitura, fala e audição e resolução de problemas). Na área de Interação Humano Computador (IHC), estuda-se que implicações de design favorecem a ativação de tais processos. Assim, destaca-se a necessidade de conceber as interfaces dos jogos educativos com base em estratégias que estimulem os processos cognitivos. No processo de design, princípios e diretrizes alinhados aos processos cognitivos devem ser considerados na concepção das interfaces para promover formas efetivas de interação e de aprendizagem. O artigo também destaca a importância de planejar avaliações de acordo com diferentes perspectivas e métodos de avaliação aos jogos educativos. Ao considerar diferentes perspectivas na avaliação pode-se identificar o real impacto das interfaces no processo de aprendizagem, além de aspectos como a motivação, reação e aprendizagem.

Ao considerar todo este contexto, este artigo tem como objetivo apresentar o modelo de avaliação de softwares educativos inspirado em diferentes perspectivas, além dos resultados de sua aplicabilidade no jogo Lei de Mendel. A avaliação do jogo foi realizada com potenciais usuários reais e se baseia em teorias como modelo de avaliação do programa de treinamentos de Kirkpatrick e nas estratégias motivacionais do modelo ARCS de Keller. Para verificar os impactos na aprendizagem, os processos cognitivos do jogo, estabelecidos conforme a da Taxonomia de Bloom Revisada, também foram considerados no processo avaliativo.

2. Referenciais Teóricos e Metodológicos

Considerar diferentes perspectivas teóricas para a realização de uma avaliação em um software do tipo educativo requer caracterizar a pesquisa como aplicada. A combinação de teorias que baseiam o método avaliativo adotado nesta pesquisa permitiu a produção de conhecimentos para a prática de forma a guiar uma avaliação.

O método de avaliação baseia-se na junção de características de modelos como (1) Modelo ARCS, para avaliar o nível de interação e motivação durante a utilização com o jogo; (2) Modelo de Avaliação de Kirkpatrick para avaliar sentimentos de reação diante a interação, como também possíveis progressos em relação a experiência de aprendizagem;

(3) User Experience para avaliar a experiência de interação dos alunos e a (4) Taxonomia de Bloom Revisada como instrumento de apoio para classificar e organizar os objetivos de aprendizagem do jogo integrado a processos cognitivos aos processo do conhecimento. E, assim, facilitar a verificação de atingimento dos objetivos via interface.

Como principais referenciais teóricos, acredita-se que, uma vez bem combinados, os modelos e suas perspectivas podem favorecer o processo avaliativo de jogos educativos. O modelo ARCS, do inglês, *Attention, Relevance, Confidence, Satisfaction* desenvolvido por Keller (2009), mantém foco na interação dos alunos com os materiais e ambientes de aprendizagem e é derivado da teoria expectativa (probabilidade de um indivíduo obter sucesso) - valor (satisfação e motivação do usuário). A motivação é um fator essencial para jogos educativos e quatro categorias motivacionais são associados a este método: (I) Atenção: Refere-se ao nível de atenção do aluno durante processo de aprendizagem; (II) Relevância: o aluno necessita perceber se a proposta educacional está de acordo com seus objetivos e interesses futuros; (III) Confiança: Refere-se a necessidade de criar expectativas positivas aos estudantes, permitindo que este sinta-se confiante de suas próprias ações; (IV) Satisfação: Refere-se a necessidade de proporcionar nos alunos sentimentos positivos após experiência de aprendizagem.

O modelo de avaliação de treinamento desenvolvido por Donald Kirkpatrick (1994) é baseado em quatro níveis: **Reação:** Avalia o sentimento dos usuários após o treinamento; **Aprendizagem:** Avalia o aumento de conhecimento ou capacidade; **Comportamento:** Avalia os efeitos da nova aprendizagem no ambiente de trabalho e **Resultados:** Avalia os efeitos do treinamento no aluno. Segundo o autor cada nível tem sua importância e, conforme se passa de um nível para outro, o processo se torna mais complexo e demorado, porém fornece resultados mais valiosos.

A área de experiência de usuário (User eXperience – UX) [Takatalo, J. et al. 2010] tem sido utilizada para avaliar os efeitos dos jogos sobre as pessoas, além de ampliar o entendimento das experiências que as pessoas têm com os produtos. Esta contempla a interação do indivíduo com o produto, considerando os pensamentos, sentimentos, prazer e demais percepções que resultam da interação. Procura compreender tudo o que o usuário fala ou pensa sobre o produto. A UX é dividida em seis elementos: (I) **Imersão:** Bons jogos levam o jogador a ter uma experiência de profundo envolvimento no jogo; (II) **Desafio:** Além de desafiador, o jogo precisa estar adequado ao nível de habilidade do jogador; (III) **Divertimento:** Os jogos devem proporcionar sentimentos de diversão, prazer, distração e satisfação; (IV) **Controle:** Os jogadores devem exercer um sentido de controle sobre suas ações, de forma a poder traduzir suas intenções em comportamento dentro do jogo; (V) **Competência:** O jogo deve apoiar o desenvolvimento e domínio de habilidades do jogador; (VI) **Interação Social:** Relacionado ao sentimento de compartilhar um ambiente com outras pessoas.

3. Jogo Lei de Mendel

Desenvolvido durante a disciplina de Estágio III, por alunos do curso de Licenciatura em Computação da Universidade X, o jogo Lei de Mendel tem como enredo a história de Mendel. Considerado como “pai da genética” Mendel foi um monge que realizou uma série de experimentos com ervilhas com o objetivo de entender como as características hereditárias eram transmitidas de pais para filhos [SÓ BIOLOGIA, 2014].

No jogo, Mendel¹ é representado por um agente pedagógico estático que durante a introdução interage de forma textual. Através de experimentos, o agente apresenta os conceitos fenótipo e genótipo da Primeira Lei de Mendel. Após a introdução, o jogo assume o estilo puzzle, com tabuleiro no formato de uma matriz 4x4, com diferentes estágios e níveis de complexidade crescente. Ressalta-se que para resolver os problemas de cada estágio, além dos conceitos que devem ser assimilados na introdução, o aluno é estimulado a utilizar e desenvolver suas habilidades cognitivas para encontrar a melhor e mais rápida solução para o problema proposto. Recomenda-se que o jogo seja adotado para fomentar a prática dos conceitos, e que para melhor desempenho, os alunos devem possuir o conhecimento prévio acerca dos conteúdos associados. Assim, acredita-se que não existe há possibilidade para memorização, pois, no jogo, o aluno é estimulado a praticar através da realização dos cruzamentos. Ao considerar a forma de aprendizagem, o jogo se enquadra no nível de aprendizagem criativo [Beineke, 2012], uma vez que proporciona ao aluno a liberdade de escolha, para que ele possa encontrar uma melhor solução para o problema que lhe é dado.

Em relação aos aspectos pedagógicos, considera-se objetivos de aprendizagem como descrições que definem as habilidades cognitivas que podem ser adquiridas pelos alunos através da interação. Os objetivos do jogo foram definidos conforme a Taxonomia de Bloom Revisada [Anderson et al, 2001] através da estrutura proposta em [Ferraz e Belhot, 2010]. A Tabela 1 sintetiza os objetivos alinhados aos processos cognitivos e implicações de interface adotadas.

Tabela 1: Objetivos de aprendizagem e implicações de design adotadas

OE	Descrição	Processo Cognitivo	Implicações de Design
OE1	Lembrar os conceitos dominante e recessivo e representações da 1ª Lei de Mendel, reconhecendo a conceitualização teórica apresentada na introdução do jogo.	Atenção	Interface simples e objetiva. Utilização de cores para destaque e sublinhado para identificação de palavras importantes, como por exemplo: conceitos como Puro e Híbrido
OE2	Entender os conceitos dominante e recessivo interpretando os cruzamentos e a animação apresentada pelo agente Mendel.	Memória	Imagens representativas: Utilização de imagens para estimular o usuário a lembrar de conceitos já vistos, como também utilização de menus e ícones para promover o reconhecimento, em vez de memorização.
OE3	Analisar os tipos de ervilhas (puro, híbrido) existentes no tabuleiro, diferenciando genótipo e fenótipo.	Percepção	Utilização de ícones, para que a informação apresentada possa ser reconhecida de forma pretendida. Sons para a representação da destruição das ervilhas durante os cruzamentos. Utilização de letras e cores para auxiliar a identificação do tipo e genes da ervilha (Pura, híbrida).
OE4	Aplicar diferentes combinações de cruzamento genético, executando colisões entre as ervilhas.	Raciocínio lógica	Fases/Estágios: O jogo está dividido em estágios, cada um com um problema diferente.
OE5	Avaliar o resultado do cruzamento entre ervilhas (amarela pura, amarela híbrida, verde pura) diferenciando seus tipos e checando as melhores possibilidades de jogadas.		

¹ <https://www.dropbox.com/s/9c00rrakn1xswix/Agente%20Pedagogico%20Mendel.jpg?dl=0>

Os objetivos consideram que os alunos possam adquirir a visão conceitual (OE1, OE2), prática (OE) e analítica (OE3, OE5). As descrições associam os processos cognitivos aos conteúdos trabalhados no jogo, a forma de como eles deverão ser alcançados, interligados aos processos do conhecimento. O processo cognitivo criar não é levado em consideração, visto que o jogo não estimula o aluno a criar uma nova visão ou estrutura dos conceitos trabalhados, diante de seus conhecimentos prévios.

4. Método de Avaliação do Jogo

No ciclo de vida de um software a realização de avaliações reais com os potenciais usuários é uma tarefa essencial, principalmente quando o contexto do software está associado a aprendizagem. Identificar a real contribuição para a aprendizagem em genética com o jogo Lei de Mendel requer adotar um modelo de avaliação que reúne diferentes perspectivas. É importante ressaltar que algumas adaptações ao método foram adotadas ao considerar o jogo a ser avaliado. A Figura 2 apresenta os modelos e seus respectivos aspectos considerados.



Figura 2. Método de Avaliação

Nenhuma adaptação foi realizada para o modelo ARCS. As quatro categorias motivacionais (Atenção, Relevância, Confiança e Satisfação) foram consideradas na avaliação com o intuito de avaliar a capacidade de motivação da aprendizagem dos alunos diante da interação com o jogo. O modelo de Kirpartrick possui quatro diferentes níveis (Reação, Aprendizagem, Comportamento e Resultados). A avaliação do jogo considera apenas os níveis 1 e 2 referente a reação e aprendizagem, respectivamente. Considerar os níveis 1 e 2 requer avaliar os sentimentos de reação dos alunos em relação a interação e seu progresso em relação a aprendizagem. Na perspectiva da experiência do usuário, o método considera seis elementos. No entanto, para a avaliação são considerados os elementos Imersão, Desafio, Divertimento, Controle, Competência. O elemento Interação Social não foi considerado porque o jogo não oferece suporte a tal funcionalidade. Além disso, a interação poderia influenciar no desempenho individual do estudante, e conseqüentemente na avaliação do potencial do jogo. Por fim, considera-se os processos cognitivos (Lembrar, Entender, Aplicar e Analisar) definidos conforme a Taxonomia de Bloom Revisada. A verificação dos processos cognitivos indica o potencial do jogo quanto ao processo de aprendizagem.

5. Planejamento da avaliação

Para aplicação do método de avaliação foram consideradas as quatro atividades básicas descritas por Barbosa e Silva (2010). Segundo os autores, o planejamento é ideal para orientar a aplicação de uma avaliação em IHC. A Tabela 2 sintetiza as atividades e as tarefas associadas a aplicação do método avaliativo.

Tabela 2. Etapas do método de Avaliação

Atividade	Tarefas
Preparação	Definir prova/Questionário; Recrutar participantes; Executar teste-piloto.
Coleta de Dados	Apresentação de instruções, Prova Pré-teste/Exploração jogo; Prova Pós-teste; Questionário.
Interpretação	Correção de provas/ Análise dos questionários.
Resultados	Relatar avaliação sob ponto de vista do usuário.

Segundo os autores, a atividade de preparação é fundamental ao processo de condução da avaliação. Nesta etapa, os instrumentos para coleta de dados foram definidos (prova e questionário). A formulação das questões da prova acerca da genética foi definida com base em livros didáticos e provas de vestibulares. Com o objetivo de garantir a coerência deste instrumento, uma validação foi realizada envolvendo dois docentes da área do nível de ensino médio. Por sua vez, o questionário adotado refere-se ao proposto por Savi (2010). No entanto, tornou-se indispensável adaptá-lo, quanto aos aspectos da (1) linguagem das assertivas para considerar o público alvo; (2) exclusão de assertivas que não se enquadram ao perfil do jogo e; (3) inclusão de assertivas para considerar os processos cognitivos representado pelos objetivos de aprendizagem, bem como aspectos de design, interface e agente pedagógico. Para orientar as respostas, alternativas predefinidas da escala de Likert foram adotadas no questionário para obter o nível de concordância/discordância acerca de cada assertiva. Nesta etapa ainda foi considerado o recrutamento de cinco participantes para execução do teste-piloto. A ideia é identificar previamente a existência de possíveis erros que podem inviabilizar o experimento real. Neste processo, foi observado a falta de interesse dos alunos quanto a leitura das instruções iniciais do jogo. Tal fato implicou negativamente na verificação da aprendizagem e entendimento dos alunos quanto aos resultados dos cruzamentos. Medidas foram tomadas para evitar tal postura.

A atividade de coleta de dados refere-se justamente a aplicação oficial que contou com a participação de 30 alunos do 3º ano do ensino médio da Escola de Aplicação Professora Ivonita Alves Guerra, com duração média de 65 minutos. As etapas consideradas na aplicação considerou, nesta ordem: realização da prova (pré-teste), interação com o jogo, realização da prova (pós-teste) e aplicação do questionário. Embora os alunos selecionados possuíssem conhecimento prévio em relação ao conteúdo, a prova pré-teste foi realizada para identificar o nível dos participantes. Ao início de cada aplicação, informações referentes ao objetivo de avaliação e questões éticas foram repassadas. Em seguida, os participantes iniciavam a interação com o jogo, e após, a aplicação do pós-teste e questionário.

Para a etapa de interpretação, inicia-se a fase de análise dos dados coletados. Fatores como aproveitamento geral e individual dos participantes e respostas do questionário foram considerados. Dos 30 participantes apenas 10 conseguiram “zerar o jogo”, ou seja, resolver todos os estágios para o tempo estabelecido para interação. O objetivo de avaliar o desempenho individual refere-se à necessidade de identificar quais alunos apresentaram melhor desempenho após aplicação. Para análise do questionário, as assertivas e suas respectivas respostas foram subdivididas em categorias com o objetivo de facilitar a compreensão durante análise.

6. Resultados

Os resultados apresentados nesta seção referem-se ao desempenho dos estudantes comparadas aos resultados das provas realizadas antes e após a interação com o jogo. Além disso, os resultados do questionário também são apresentados. Para garantir o anonimato, os alunos serão referenciados no texto por A1 à A30.

Em análise do gráfico da Figura 3 pode-se afirmar que o jogo impacta positivamente na aprendizagem de conteúdos. O percentual de 63,3% dos participantes apresenta melhoria em seu percentual de desempenho após a interação. Tal dado foi obtido ao comparar os resultados das provas realizadas antes e após a interação do jogo.

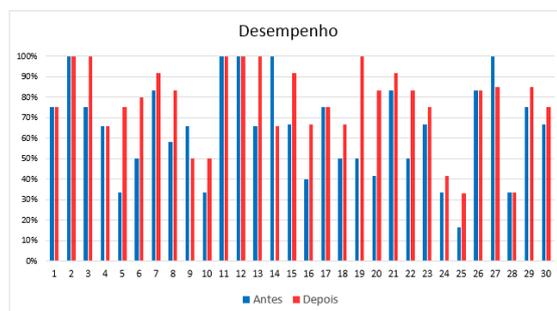


Figura 3. Gráfico de desempenho antes e depois do jogo

É pertinente destacar que os participantes A4, A5, A6, A8, A13, A14, A15, A16, A19, A20 e A22, apresentam evolução de mais de 25% no seu percentual de desempenho. Como justificativa, pode-se concluir que a prática proporcionada pelo jogo, desperta no aluno a capacidade de lembrar conceitos já trabalhados em sala de aula de forma prática e lúdica. Os alunos A9, A14 e A27 apresentam queda no rendimento após jogo, fatores como exaustão mental pela lógica do jogo e cansaço diante o tempo de duração da aplicação podem ter contribuído com este resultado.

Ao levar em consideração a análise do gráfico, juntamente com a metodologia utilizada no jogo, pode-se concluir que a possibilidade de realizar cruzamentos de forma prática permite ao usuário desenvolver habilidades necessárias para a realidade vivenciada em sala de aula, como a percepção sobre os tipos de genes, ervilhas e a “mecânica” dos cruzamentos. Testar diferentes cruzamentos, sem punições diretas sobre o erro, permite ao usuário liberdade para adquirir conhecimento de acordo com sua capacidade individual e cognitiva.

Em relação aos resultados do questionário, a assertiva associada a motivação pode ser observada no gráfico da Figura 4 (a). Para este elemento, 80% dos participantes afirmam que o jogo proporciona sentimento de satisfação uma vez que ao atingir os objetivos propostos o sentimento de recompensa é despertado nos alunos. Assim, acredita-se que a utilização de estrelas como método de recompensa para finalização de estágio pode ser considerada satisfatório.

Percebe-se ainda que 90% dos participantes concordam sobre a possibilidade de compreender os conteúdos trabalhados no jogo. E, apesar de já possuírem conhecimentos prévios sobre os conteúdos abordados, 70% dos participantes afirmam que o jogo desperta o interesse de aprender mais. Pode-se assim destacar o potencial dos jogos educativos para o processo de ensino aprendizagem, visto que a prática juntamente com a motivação, garante ao aluno um espaço para reflexão e construção do conhecimento. É importante salientar que 20% dos participantes concordam que o jogo foi mais difícil de entender do

que gostariam. A análise desde item permite afirmar que o jogo exige do aluno um alto nível de atenção para entendimento da lógica imposta.

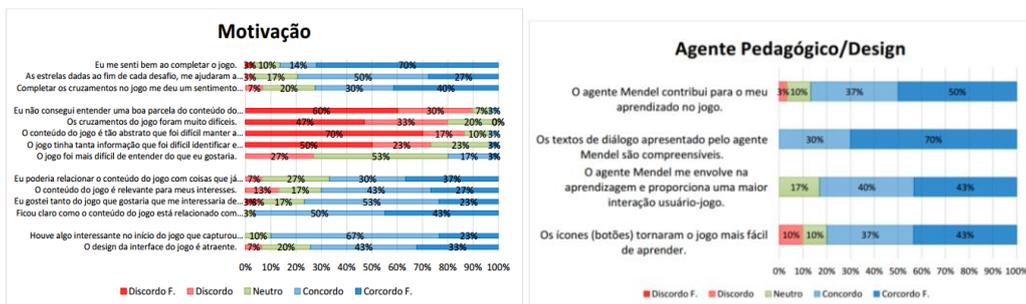


Figura 4. Gráfico Categoria Motivação (a) Gráfico Categoria Agente Pedagógico/Design (b)

Em relação ao design, 76% dos alunos consideram a interface do jogo atraente, como pode ser visto na Figura 4 (a). O item que avalia se houve algo interessante no início do jogo apresentou nível de 90% de concordância. Diante das categorias informadas no questionário, 30% dos alunos afirmam que o agente Mendel e animação do jogo são fatores que chamam atenção (Figura 4 (b)); 40% destacam a interação e 43,3% afirmam que a forma como os conceitos são apresentados desperta o interesse.

Diante da análise do gráfico referente a Figura 4 (b) nota-se que apenas 13% discordam do agente pedagógico como implicação de design que visa tornar o jogo mais atraente e fácil de aprender. Atribui-se este percentual ao grupo de alunos que obtiveram um baixo desempenho durante a interação. Em sua maioria, percebe-se que há uma concordância total quanto ao agente e sua forma positiva de contribuir para o aprendizado dos conceitos. Além de atuar durante todo processo de interação com o jogo, este tipo de interação proporciona ao aluno a motivação necessária para que ele possa aprender. Assim, conclui-se que o agente assume um papel de mediador aluno-jogo.



Figura 6. Gráfico Categoria Experiência de Usuário

Ao considerar a experiência do usuário, o jogo proporciona uma boa experiência da categoria imersão. Em relação aos desafios, o jogo é adequadamente motivador e divertido, além de que os desafios são considerados adequados ao nível de conhecimento do público alvo. Em análise do gráfico da Figura 6 percebe-se um esforço positivo, por parte dos alunos, para obter bons resultados e atingir os objetivos de forma rápida. Os desafios e cruzamentos são adequadamente desafiadores ao nível cognitivo dos alunos, o item respectivo a esta conclusão obteve 70% de concordância. 57% dos alunos afirmam que durante a interação alguns fatores despertam sentimento de irritação. Segundo eles, a

dificuldades em realizar alguns cruzamentos e não conseguir executar cruzamentos rapidamente contribuem para a desmotivação.

Em relação ao conhecimento, é importante salientar que 17% dos participantes não se sentiram estimulados a aprender com o jogo. Acontece que o desempenho do aluno durante a interação influencia diretamente neste resultado. Percebeu-se que os alunos que apresentaram dificuldades sobre o entendimento da lógica do jogo e desempenho ruim durante a realização dos cruzamentos, desenvolveram sentimento de desmotivação para com a aprendizagem.

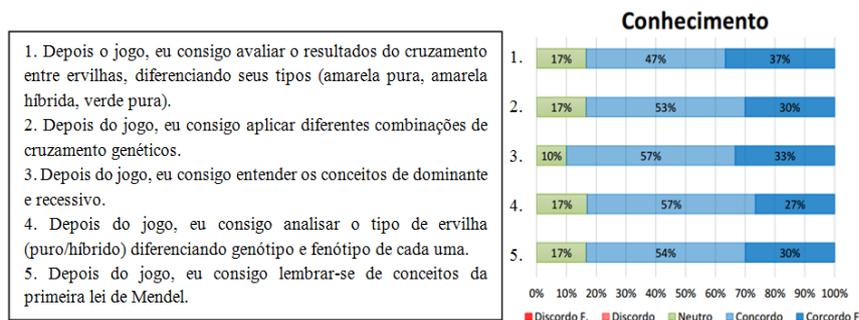


Figura 7. Gráfico Categoria Conhecimento

Ao analisar as assertivas relacionadas aos objetivos educacionais do jogo (Figura 7), percebe-se a concordância geral com percentuais acima de 83% em todas as assertivas. Na visão dos estudantes o jogo impacta de forma positiva na formação e prática do conhecimento.

Levando em consideração o alto nível de concordância perante todas as assertivas, conclui-se que os objetivos educacionais identificados foram alcançados, os processos cognitivos implícitos nas interfaces auxiliam o processo de aprendizagem de conteúdos e facilitam a interação com o jogo. Percebe-se ainda a importância destes processos, para o desenvolvimento de habilidades necessárias para percepção, compreensão o processamento a grande quantidade de informações que recebemos todos os dias.

Neste contexto, este tipo de análise nos permite avaliar o potencial do jogo, levando em consideração fundamentos relacionados a capacidade cognitiva e a aprendizagem. Os processos cognitivos (Lembrar, Entender, Analisar, Aplicar, Avaliar) inclusos no jogo avaliado, contribuem para um aprendizado crítico, onde o aluno deixa de memorizar o que é visto em sala de aula, e passa a compreender e refletir para de fato aprender, além disso, contribui com a formação do aluno ativo, crítico e ciente de suas funções dentro e fora do contexto escolar.

7. Considerações Finais

É sabido que o processo de ensino e aprendizagem em genética acontece apenas de forma conceitual. Tal modelo contribui para a memorização e não para o aprendizado dos conceitos. O ideal para a aprendizagem é promover práticas associadas a teoria para que o aluno identifique a relevância do contexto estudado. O jogo Lei de Mendel pode ser uma solução viável para mitigar a memorização e promover a aprendizagem prática de forma divertida. No entanto, verificar o seu potencial na aprendizagem deve ser considerado através de resultados de adoção e avaliações contínuas. Garantir que o jogo educativo seja efetivo requer considerar o alcance dos objetivos da aprendizagem implicados através de

estratégias adequadas de design, além de associar fatores motivacionais e de experiência do usuário. Um bom jogo educativo deve ser concebido para provocar a aprendizagem de forma indireta, ou seja, para que o jogador “aprendesse quase sem perceber que está aprendendo” [Meira, 2014].

REFERÊNCIAS

- Anderson, L. W. et. al. (2001) “A taxonomy for learning, teaching and assessing: a revision of Bloom’s Taxonomy of Educational Objectives”, Nova York: Addison Wesley Longman.
- Barbosa, J. D. S.; Silva, B. S. (2010). *Interação Humano Computador*. Elsevier, Rio de Janeiro.
- Beineke, V. (2012) “Aprendizagem criativa e educação musical: trajetórias de pesquisa e perspectivas educacionais”, In *Educação*, Santa Maria, v. 37, n. 1, p. 45-60, jan /abr.
- Carboni, P. B. Soares, M. A. (2001) *A genética molecular no ensino médio*.
- Ferraz, A. P. do C. M.; Belhot, R. V. (2010). “Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais”. *Gest. Prod.*, São Carlos, v. 17.
- França, S. R; Silva, C. W; Amaral, C. J. H. (2013) “Computino: um jogo destinado à aprendizagem de Números Binários para estudantes da educação básica”, In XXI Workshop sobre Educação em Computação (WEI) - XXXIII CSBC.
- Keller, J. M. (2009) “Motivational Design for Learning and Performance: The ARCS Model Approach.” Springer.
- Kirkpatrick, D. (1994) “Evaluating Training Programs - The Four Levels”, BerrettKoehlerPublishers, Inc.
- Martinez, E. R. M., et al. (2008) “Show da Genética: um jogo interativo para o ensino de genética”, *Genética na Escola*, ano 3, v. 2, p. 1-4.
- Meira, S. (2004) “Cadê os jogos educacionais móveis?”. Disponível em <<http://boletim.de/silvio/cad-os-jogos-educacionais-mveis/>>. Acesso em: Maio de 2016.
- Passos, P. C. S. J. (2011) “Interad: uma metodologia para design de interface de materiais educacionais digitais”, Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Educação, 182p. Dissertação de Mestrado.
- Savi, R. et al. (2010) “Proposta de um modelo de avaliação de jogos educacionais”, *Novas Tecnologias na Educação*, v. 8, n.3, dezembro.
- Só Biologia. (2010) “Mendel, o iniciador da genética”. Disponível em <<http://goo.gl/xIsl3>> Acesso em: Jul. 2014.
- Tavares, R. (2014) “Games na educação: a batalha está começando!”. Disponível em <<http://goo.gl/v4v0Hw>>. Acesso em: Maio de 2015.
- Takatalo, J.; et al. (2010) *Involvement, and Flow in Digital Games*. “Evaluating User Experience in Games: Concepts and Methods”. Springer, p, 23-46.
- Tchounikine, P. (2010) “Computer Science and Educational Software Design. A resource for Multidisciplinary Work in Technology Enhanced Learning”.