

Citogengame: aplicativo móvel, recurso didático para o ensino de citogenética

Citogengame: mobile application, a didactic resource for teaching cytogenetics

DOI:10.34117/bjdv8n11-400

Recebimento dos originais: 28/10/2022

Aceitação para publicação: 30/11/2022

Aline Silva de Souza Barros

Graduada em Licenciatura em Ciências Biológicas

Instituição: Instituto de Educação, ciências e tecnologia do Amazonas

Endereço: Av. Sete de Setembro, 1975, Centro, Manaus - AM, CEP: 69020-120

E-mail: alineifam2019@gmail.com

Rayana Melo Paixão

Graduada em Licenciatura em Ciências Biológicas

Instituição: Instituto de Educação, ciências e tecnologia do Amazonas

Endereço: Av. Sete de Setembro, 1975, Centro, Manaus - AM, CEP: 69020-120

E-mail: rayana.ifam@gmail.com

Gladson Souza de Araújo

Graduado em Engenharia da Computação

Instituição: Universidade do Estado do Amazonas

Endereço: Av. Darcy Vargas, 1.200, Parque Dez de Novembro, Manaus - AM, CEP: 69050-020

E-mail: gladsonsouza@live.com

Letícia de Oliveira Rosa

Mestrado em Ciências da saúde

Instituição: Instituto Federal do Mato Grosso

Endereço: R. Zulmira Canavarros, 95, Centro, Cuiabá - MT, CEP: 78005-390

E-mail: leticia.rosa@ifmt.edu.br

RESUMO

A citogenética é um ramo abordado dentro da biologia que investiga a estrutura, organização, morfologia e as funções dos cromossomos isolados ou em conjunto, sendo importante na detecção das anomalias cromossômicas. No entanto, observamos dificuldades de assimilação desse assunto no ensino superior, decorrentes de um ambiente teórico e abstrato. A fim de minimizar essa lacuna, desenvolvemos o aplicativo para celular citogengame. Um jogo que traz procedimentos laboratoriais de análises citogenéticas para dentro da sala de aula. Ele apresenta problemas reais que permitem ao aluno reconhecer e identificar as alterações cromossômicas numéricas e estruturais. Dessa maneira, visa facilitar o ensino-aprendizagem e atuar como um recurso didático para os professores. Para tanto, a primeira versão do aplicativo foi testada em uma turma do curso superior de Ciências Biológicas do Instituto Federal do Amazonas (IFAM), onde os resultados preliminares foram positivos, apresentando 100% de aceitação.

Palavras-chave: citogenética, anomalias cromossômicas, aplicativo celular, aprendizagem.

ABSTRACT

Cytogenetics is a topic addressed within biology. It investigates the structure, organization, morphology and functions of chromosomes alone or together, being important in the detection of chromosomal anomalies. However, we observed difficulties in assimilating this subject in higher education, resulting from a theoretical and abstract environment. To minimize this gap, we developed the citogengame mobile application, a game that brings laboratory procedures of cytogenetic analysis into the classroom. It presents real problems that allow the student to recognize and identify numerical and structural chromosomal alterations. In this way, it aims to facilitate teaching-learning and act as a didactic resource for teachers. Therefore, the first version of the application was tested in a class of the Biological Sciences course at the Federal Institute of Amazonas (IFAM), where the preliminary results were positive, with 100% acceptance.

Keywords: cytogenetics, chromosomal anomalies, mobile app, learning.

1 INTRODUÇÃO

A citogenética é uma especialidade da biologia que aborda conteúdos relacionados aos cromossomos quanto a sua variação e evolução, na qual investiga a estrutura, organização, morfologia e as funções dos cromossomos, isolados ou em conjunto (KOSSUGUE et al., 2005). Logo, a fixação dos conteúdos requer aulas práticas, como forma de complemento do assunto.

Para tanto, dentro da citogenética a montagem de cariótipos é uma prática de análise visual em que o aluno identifica as estruturas cromossomais. Todavia, nem todas as instituições dispõem de laboratórios de ensino para a identificação citogenética. Por isso, recorrem a modelos didáticos, como recorte e colagem de cromossomos já pré-marcados (MEDEIROS e RODRIGUES, 2012; AGUILAR-ALEIXO, 2021). Assim sendo, carecem de treinamentos práticos com problemas reais durante os estudos. Diante desse cenário surge como um instrumento facilitador do ensino e aprendizagem em sala de aula, a utilização das tecnologias de informação e comunicação (TICs), a fim de mitigar esta problemática (DEL CARMEN RAMÍREZ-RUEDA et al., 2021).

A construção do conhecimento em sala de aula usando as (TICs) pode ser adotada através do uso de aplicativos educacionais, como os gamificados, de modo a proporcionar a mediação entre educador, educando e saberes, despertando a curiosidade dos alunos pelo assunto proposto e trazendo transformações significativas e positivas para a educação (CAMPILLO-FERRER et al., 2020).

2 GAMIFICAÇÃO NA EDUCAÇÃO

Em um contexto onde a geração atual já nasce e cresce imerso em um meio digital, interagindo com celulares, tablets, computadores e demais aparelhos, torna-se de extrema importância inserir, desenvolver e utilizar novas tecnologias educacionais que acompanhem o novo modelo de interação dentro de sala de aula (GHOURECHIAN, 2010).

A utilização de recursos gamificados dentro do contexto escolar acaba se tornando inovador, possibilitando a interações em diversos contextos, permitindo uma melhora no processo de aprendizagem e resolução de problemas (SZYMKOWIAK, 2021) .

De acordo com IBGE (2019) cerca de 98,6% da população brasileira utiliza o celular, e 83,3% são estudantes.

Na biologia, a utilização de tecnologias são cada vez mais comuns, principalmente por essa ciência se constituir de matérias bastante visuais, como o estudo de células, fisiologia e a própria genética (JONES et al., 2019).

Diante dessa realidade digital, e para contribuir com o ensino da citogenética em uma turma de graduação em Biologia, criamos um aplicativo móvel para o ensino de citogenética, usando o método de gamificação. O objetivo deste trabalho foi avaliar a aceitação do aplicativo e sua contribuição para o ensino da citogenética.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O aplicativo para celular citogengame foi desenvolvido numa parceria interdisciplinar entre os cursistas do curso superior de Licenciatura em Ciências Biológicas, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM) e os alunos do curso de ensino médio integrado ao técnico de informática, e a aplicação do jogo foi realizada com 26 alunos cursistas da disciplina de citogenética.

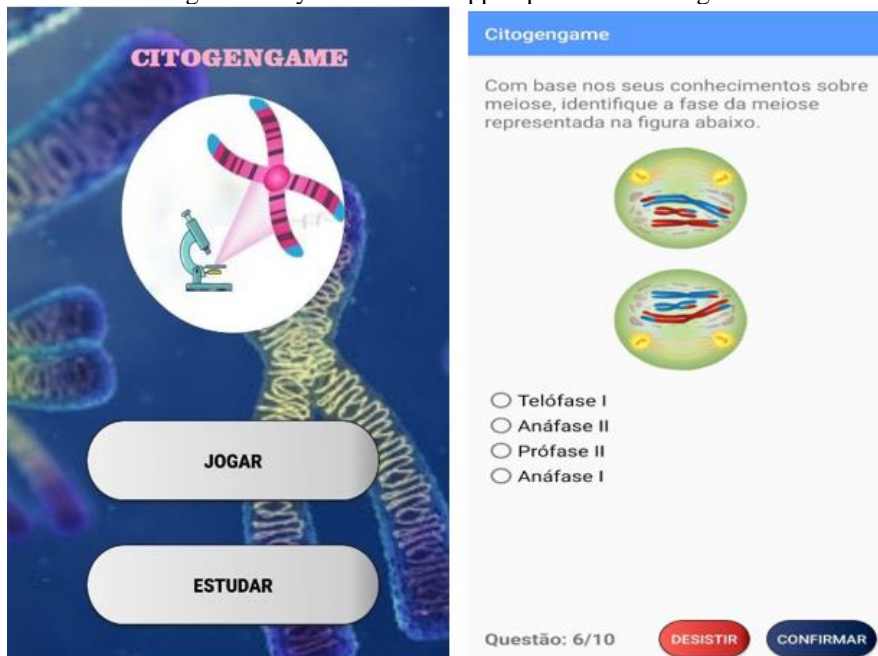
O citogengame consiste em um jogo para identificar as principais mutações cromossômicas, tanto as estruturais quanto as numéricas, e se diferencia por possuir uma aba com a montagem dos cromossomos em sistema de ideogramas.

4 LAYOUT E FUNCIONAMENTO DO APLICATIVO

O aplicativo apresenta dois modos de interação, um chamado Estudar e o outro Jogar (figura 1A). A opção estudar apresenta a teoria de citogenética, enquanto que a opção jogar exhibe uma sequência de ideogramas para serem montados de acordo com o

direcionamento das perguntas sobre sistema de cariótipos e doenças cromossômicas, bem como um quiz relacionado a citologia.

Figura 1: Layout inicial do app e quiz sobre citologia.

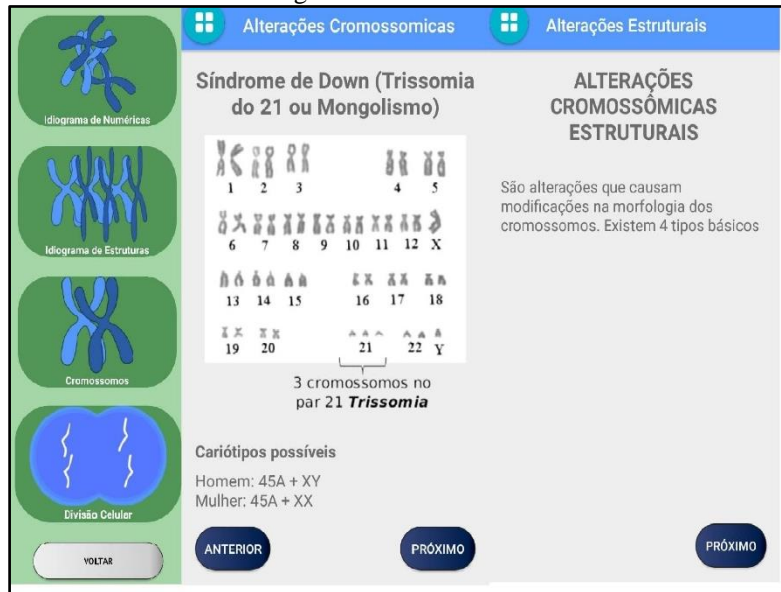


Fonte: Autores, 2022

5 MODO ESTUDO

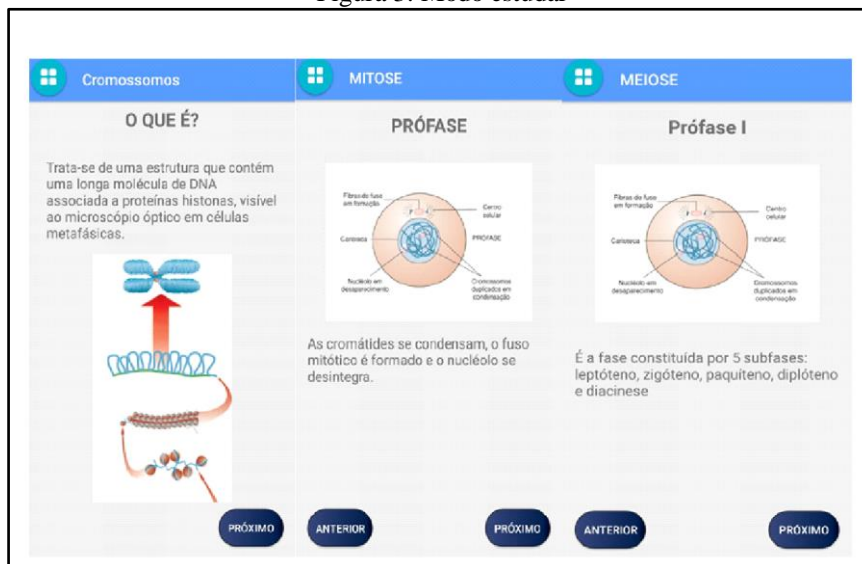
Na opção modo de estudo (figura 2 e 3) possui os conteúdos básicos da citogenética que auxiliam o aluno a responder as questões do jogo e organizar cariótipos. Esta área é subdividida em 4 blocos, sendo as três primeiras referentes à citogenética e a quarta aos conceitos da Citologia.

Figura 2: Modo estudar.



Fonte: Autores, 2022.

Figura 3: Modo estudar



Fonte: Autores, 2022

6 MODO JOGAR

O modo jogar (figura 4) contém 5 blocos no qual destacam-se a montagem de ideograma de cariótipos humanos com anomalias cromossômicas. Os três primeiros blocos são, respectivamente, sobre o cariótipo humano normal, mutações cromossômicas numéricas e mutações cromossômicas estruturais, desafiando os alunos a montar todo o ideograma e decifrar as mutações. Cada cariótipo apresenta uma lâmpada com algumas dicas da doença para auxiliar o aluno. Nos dois blocos restantes (figura 5) o jogo contém quiz sobre os cromossomos e divisão celular.

Figura 4: Modo jogar.

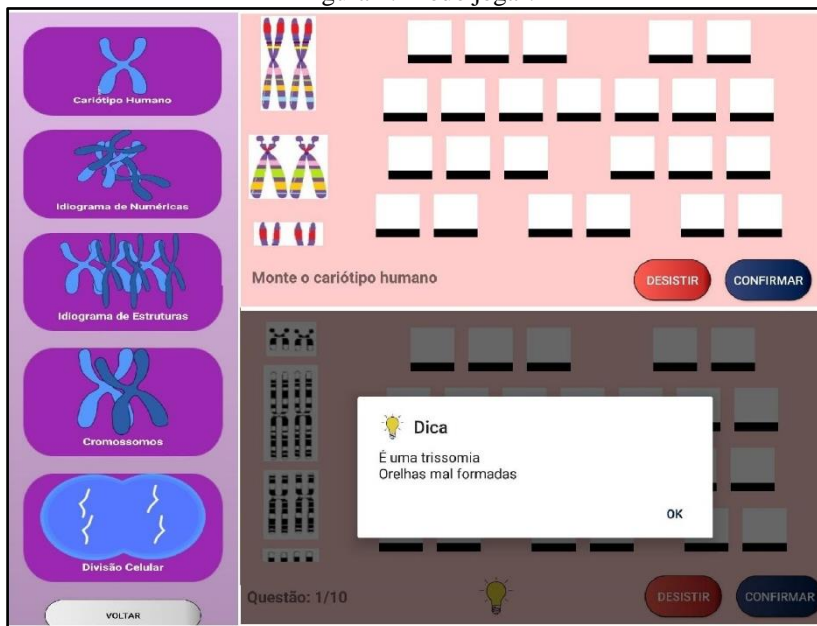
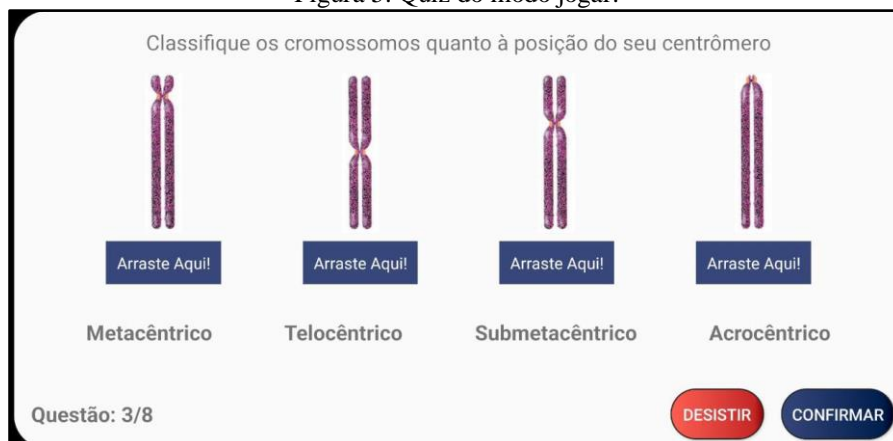


Figura 5: Quiz do modo jogar.



Fonte: Autores, 2022

7 SEQUÊNCIA DIDÁTICA DA APLICAÇÃO DO JOGO

1º MOMENTO:

Foi aplicado um questionário com 10 perguntas abertas. São elas:

- 1- Qual a sua maior dificuldade na disciplina de citogenética?
- 2- Defina cromossomos e cromátides.
- 3- Descreva a estrutura de um cromossomo homólogo.
- 4- O que caracteriza a fase de metáfase da mitose?
- 5- Diferencie os tipos de cromossomos de acordo com a posição do centrômero (metacêntrico, submetacêntrico, acrocêntrico e telocêntrico):
- 6- O que é cariótipo e qual sua importância?

- 7- Partindo de uma análise de cariótipo, você consegue identificar uma anomalia cromossômica e caracterizá-la?
- 8- O que caracteriza a Síndrome de Turner?
- 9- Qual a diferença entre anomalias de cromossomos estruturais e numéricas?
- 10- Qual a importância da citogenética para você? Considera a citogenética uma ciência importante para o ramo da saúde? Explique.

As perguntas tiveram a finalidade de reunir informações sobre o conhecimento prévio de citogenética e também, identificar possíveis dificuldades de aprendizagem dos alunos. Dessa maneira, a pesquisa apresentou uma abordagem qualitativa.

A análise do questionário foi realizada utilizando a Taxonomia solo de Biggs e Colis (1982) considerando os conceitos chaves, para avaliar o entendimento e as explicações dos alunos referentes ao assunto. Esse sistema compreende cinco níveis de entendimento.

O pré-estrutural: Refere-se ao nível em que o aluno demonstra pouca evidência de entendimento em relação ao conteúdo, com respostas dispersas, desorganizadas e até irrelevantes.

O uni-estrutural: Está relacionado a algum entendimento do aluno referente ao assunto, porém o aluno se utiliza de respostas com poucas informações.

O multi-estrutural: Refere-se ao aluno que é capaz de entender as muitas informações relevantes e expressa isso de forma clara em suas respostas, porém sem as devidas conexões entre elas.

O relacional: É quando o aluno sabe utilizar de todas as informações relevantes e constrói uma resposta coerente.

Abstrato estendido: Quando o aluno é capaz de juntar todas as informações relevantes e generalizá-la de modo a conseguir lidar com informações hipotéticas que não lhes foram fornecidas.

2º MOMENTO

No segundo momento, houve a interação dos discentes junto ao aplicativo móvel. Primeiramente, foi solicitado aos alunos clicar na opção “estudar” pois esta contém os conceitos principais necessários para o desenvolvimento do jogo. Em seguida foi orientado a dirigir-se à aba “jogar” e após a finalização do game foi aplicado um questionário avaliativo de opinião individual com questões referentes ao designer,

jogabilidade e conteúdo apresentado na ferramenta, bem como a solicitação da descrição da experiência pessoal com o aplicativo.

8 AVALIAÇÃO DO APLICATIVO

Após o manuseio do aplicativo citogengame a avaliação se deu pelas seguintes perguntas abertas:

- 1- Dê sua opinião sobre o aplicativo.
- 2- Os assuntos da aba “estudar” são compatíveis com a aba “jogar”?
- 3- Se você tivesse acesso ao aplicativo antes de responder o primeiro questionário, teria facilitado as respostas?
- 4- Diga os pontos negativos e positivos quanto ao design e jogabilidade do aplicativo.
- 5- O jogo pode ser usado como recurso didático?

Essas perguntas tiveram como objetivo avaliar a aceitação do aplicativo como recurso didático por parte dos alunos. As respostas foram tabuladas e apresentadas em porcentagem.

9 RESULTADO E DISCUSSÃO

A citogenética apresenta diversos conceitos, termos e estruturas de difícil compreensão que exige do professor um método mais eficiente e satisfatório de ensino, e na tabela 1 percebe-se o grau de dificuldade que os alunos possuem na disciplina de citogenética, principalmente no que tange aos conceitos citogenéticos.

Tabela 1: Percepção em percentual de quais as dificuldades dos discentes na disciplina de citogenética.

Variáveis	Conceitos citogenéticos	Assimilação do conteúdo	Conceitos mitose e meiose	Montagem de cariótipo	Identificação de cromossomos	Outros fatores
Percentual %	34,6	19,4	11,5	11,6	3,9	19

Fonte: Autores, 2022

A porcentagem de 34,6% dos alunos que afirmam ter dificuldades em conceitos citogenéticos juntamente com os 19,4% que possuem dificuldade de assimilação do conteúdo, confirma a necessidade de novos meios de ensino que auxiliem o aluno no entendimento de termos considerados difíceis, como a genética. E sendo o professor um mediador do conhecimento é preciso que este se faça entender (BUSARELLO, 2016). Aprender genética é um grande desafio em que confirmamos ao analisar que 19% (outros

fatores) dos alunos apresentam dificuldades em termos como: nomenclatura, a morfologia de cromossomos, mecanismos biológicos associados ao ácido desoxirribonucleico (DNA) e ácido ribonucleico (RNA). Bem como 11,5% em conceitos de citologia (mitose e meiose) e 11,6% na montagem de cariótipos, além de 3,9% com dificuldades na identificação de cromossomos.

Quando questionados sobre o conhecimento de cromossomos e cromátides (Tabela 2), os discentes responderam de forma diversificada. Porém, em sua maioria não sabiam formular coerentemente os conceitos, apresentando em maior percentual, alunos no nível uni-estrutural. Foi verificado que a maioria deles possuem o entendimento, apesar de não formularem um conceito coeso, faltando apenas o direcionamento e ampliação para que haja uma melhor compreensão acerca do assunto. O processo de conceituar no ensino é parte crucial da aprendizagem, pois o conceito não é apenas uma formação isolada e imutável acerca de algo, mas sim uma parte importantemente ativa do percurso intelectual (GRIMES E SCHOROEDER, 2015).

Tabela 2. Conhecimento prévio de discentes sobre a definição de cromossomos e cromátides.

Variáveis	Pré-estrutural	Uni-estrutural	Multi-estrutural	Relacional	Abstrato estendido
Percentual %	9	71,2	19,8	0	0

Fonte: Autores, 2022

Ao descreverem a estrutura de um cromossomo homólogo (tabela 3) foi verificado que 27% dos discentes se mantiveram no nível pré-estrutural, o que mostra que não possuem informações relevantes para uma resposta coerente. Outros 27% apresentaram o nível uni-estrutural de conhecimento e 23% dos alunos apresentaram o nível multi-estrutural de conhecimento em relação ao cromossomo homólogo. Infante-malachias et al (2010) ao estudar compreensão dos alunos em relação a conceitos genéticos demonstra resultados semelhantes em relação a como os alunos possuem dificuldades em interpretar e demonstrar a explicação estrutural de um cromossomo, onde se trata da composição química e não funcional. Sendo assim, apenas 23% dos discentes (nível relacional) conseguiram descrever corretamente a estrutura de um cromossomo homólogo.

Tabela 3. Descrição dos discentes sobre a estrutura de um cromossomo homólogo.

Variáveis	Pré-estrutural	Uni-estrutural	Multi-estrutural	Relacional	Abstrato estendido
Percentual %	27	27	23	23	0

Fonte: Autores, 2022

A tabela 4 demonstra as respostas dos discentes referentes à Citologia, que é um assunto de pré-requisito para o aprendizado de citogenética. Observa-se que ao se referir a Citologia as respostas foram bem variáveis em se tratando dos discentes que conseguiram expressar a caracterização da metáfase da mitose. No pré-estrutural, um total de 27% dos discentes formularam uma resposta considerada não coerente ao proposto na literatura. 42,3% dispunham de uma noção sobre a caracterização da metáfase da mitose, mas não se apropriaram de argumentos mais coesos. Em contrapartida, um total de 30,7% , soma dos dos discentes dos níveis multi-estrutural e relacional, souberam caracterizar e estruturar a resposta coerentemente.

Tabela 4. Percepção de discentes sobre a caracterização da metáfase da mitose.

Variáveis	Pré-estrutural	Uni-estrutural	Multi-estrutural	Relacional	Abstrato estendido
Percentual %	27	42,3	11,5	19,2	0

Fonte: Autores, 2022

O conhecimento prévio acerca da posição do centrômero dos cromossomos, em metacêntrico, submetacêntrico, acrocêntrico e telocêntrico está representado na tabela 5 na qual demonstram uma variável nas respostas onde 39% dos discentes não souberam responder, continuando no nível pré-estrutural, ao passo que 61% (soma do uni, multi e relacional) conseguiram expressar a diferença, cada um respondendo ao seu respectivo nível da taxonomia solo. Conhecer a posição do centrômero na citogenética é importante, pois é isso que permite a sua classificação morfológica (JUNQUEIRA E CARNEIRO, 2012). Vale ressaltar a importância de se classificar morfológicamente os cromossomos, uma vez que a caracterização correta permite diversas conclusões quanto variações de indivíduos da mesma espécie, identificar novas espécies e pode até mesmo constatar patologias com alteração no cariótipo. (DAVID, J. A. O.; AGUIAR, L. L.; MAINARDI, V. F)

Tabela 5. Percepção de discentes sobre a diferença de cromossomos de acordo com a posição do centrômero.

Variáveis	Pré-estrutural	Uni-estrutural	Multi-estrutural	Relacional	Abstrato estendido
Percentual %	39	38	11,5	11,5	0

Fonte: Autores, 2022

Em relação a um cariótipo e qual a sua importância (tabela 6) a maior porcentagem de respostas se concentra no nível pré-estrutural com 34,6%, seguido de 19,2% uni-estrutural, 11,5% multi-estrutural e relacional finalizando com 30,7%. Apesar da maioria apresentar respostas básicas (pré-estrutural), boa parte apresentou respostas coesas (relacional). Assim, salienta-se que cariotipagem contribui significativamente para a detecção de alterações cromossômicas, tanto numéricas quanto estruturais, sendo assim, de grande relevância para a medicina diagnóstica, assim como para outras áreas com aspectos biotecnológicos, como afirmam Dunbar et al. (2018).

Tabela 6. Conhecimento prévio dos discentes sobre o cariótipo e sua importância.

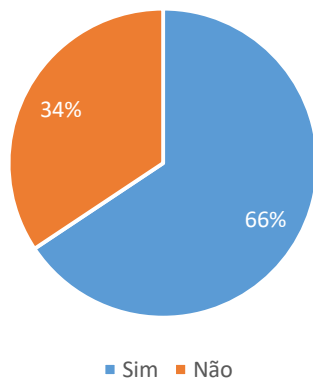
Variáveis	Pré-estrutural	Uni-estrutural	Multi-estrutural	Relacional	Abstrato estendido
Percentual %	34,6	19,2	11,5	30,7	0

Fonte: Autores, 2022

Nas respostas coletadas no primeiro momento da sequência didática cerca de 66% dos discentes afirmaram ser capazes de identificar uma anomalia cromossômica e caracterizá-las (figura 6). No entanto, é notável que ao longo de todo o questionário eles encontram dificuldades em várias etapas da citogenética, principalmente se tratando de conceitos, caracterização, descrição, diferenciação e definições, e isso implica diretamente na dificuldade de identificar anomalias cromossômicas através de ideograma, pois para essas identificações é necessário o conhecimento básico dos conceitos.

Figura 6. Resultado de alunos que conseguem analisar um cariótipo

Partindo de uma análise de cariótipo, você consegue identificar uma anomalia cromossômica e caracterizá-la?



Fonte: Autores, 2022

A respeito dos conhecimentos dos discentes ao caracterizarem a síndrome de Turner (tabela 7) 46% dos discentes sabiam do assunto, mas não souberam formular uma resposta coerente, 35% conseguiram formular uma resposta parcialmente coerente, 7% formularam respostas adequadas referente a anomalia e 12% conseguiram formular respostas coerentes. Sendo assim, notou-se que o saber dos discentes encontra-se bastante superficial ao que se refere a um cariótipo se levado em consideração as respostas da figura 6 onde 66% afirmaram saber identificar uma anomalia cromossômica. Entretanto, comparando com a tabela 6, somente 12% souberam responder de forma completa sobre a síndrome de turnê e suas características.

Tabela 7. Conhecimento prévio dos discentes sobre a Síndrome de Turner e suas Características.

Variáveis	Pré-estrutural	Uni-estrutural	Multi-estrutural	Relacional	Abstrato estendido
Percentual %	46	35	7	12	0

Fonte: Autores, 2022

Na tabela 8 as respostas continuam seguindo o mesmo padrão das anteriores pois a maior porcentagem dos alunos permanece no nível pré-estrutural com 42% das respostas com inconsistências. 28% das respostas foram aceitáveis e seguiram raciocínio parcialmente relevante, seguido de 11% de respostas aceitáveis apresentando algumas incoerências, finalizando com e 19% das respostas que conseguiram ser coerentes, estando então, no nível relacional.

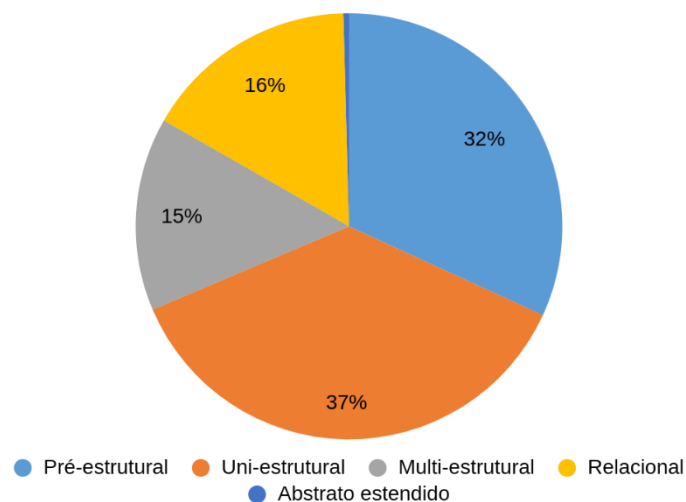
Tabela 8. Percepção de discentes sobre a diferença entre anomalias cromossômicas estruturais e numéricas.

Variáveis	Pré-estrutural	Uni-estrutural	Multi-estrutural	Relacional	Abstrato estendido
Percentual %	42	28	11	19	0

Fonte: Autores, 2022

A figura 7, abaixo, tende a comparar todas as respostas a fim de obter um breve levantamento do conhecimento prévio dos discentes. No nível pré-estrutural 32% das respostas não tinham nenhuma coerência referente ao que se pedia. No nível uni-estrutural com 37% mostra que apesar dos discentes saberem do que se tratava o assunto, não souberam caracterizar, conceituar ou identificar os assuntos da citogenética, de modo mais aprofundado. O nível multi-estrutural com 15% e o nível relacional 16% representam a parcela de alunos que consegue se valer dos conhecimentos básicos da citogenética e até correlacionar a teoria com a prática de maneira mais abrangente e aprofundada. Ao analisar o entendimento dos alunos em relação a citogenética, percebe-se que há um conhecimento, porém não aprofundado e estruturado, evidenciando a importância desse aplicativo que foi desenvolvido no intuito de suprir essa lacuna, ou pelo menos parte delas, de modo a contribuir no conhecimento da citogenética.

Figura 7. Comparativo dos níveis de conhecimento dos alunos



Fonte: Autores, 2022

10 DA AVALIAÇÃO DO APLICATIVO

Foi solicitado aos discentes que avaliassem o aplicativo através do questionário 2 onde este consta com 5 perguntas abertas. O quadro 1 apresenta a aceitabilidade do aplicativo pelos discentes através das perguntas que lhes foram propostas.

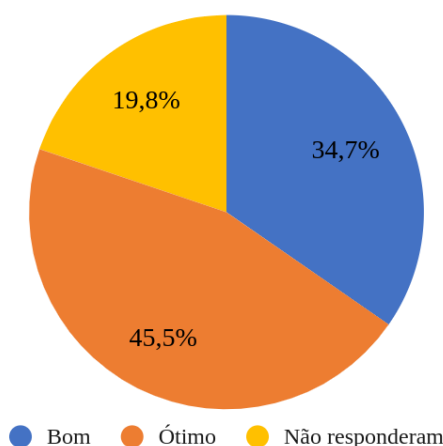
Quadro 1. Percepção em porcentagem da aceitabilidade do aplicativo e seus recursos

PERGUNTAS	“SIM”
1.) O jogo pode ser usado como recurso didático?	100%
2.) Se você tivesse acesso ao aplicativo antes de responder o primeiro questionário, teria facilitado as respostas?	100%
3.) Os assuntos da aba “estudar” são compatíveis com a aba “jogar”?	100%

Fonte: Autores, 2022

Para avaliar no que o aplicativo deve melhorar, foi perguntado aos discentes os pontos positivos e negativos que a ferramenta possui e quanto ao design e jogabilidade do aplicativo. Assim, a maioria indicou bom (34,7%) e ótimo (45,5,0%) representados na figura 8.

Figura 8. Resultado da percepção dos alunos quanto a ferramenta



Fonte: Autores, 2022

11 OPINIÃO DISSERTATIVA SOBRE A EXPERIÊNCIA COM O APLICATIVO CITOGENGAME

Ainda acerca do questionário 2 foi perguntado para os discentes qual sua opinião sobre o aplicativo. As respostas fora de grande entusiasmo cogitando a utilização pelos alunos futuramente, assim como mostra os relatos seguintes:

É muito útil para melhor observação do conteúdo, por ser um modo descontraído de aprender. (Acadêmico, entrevista, 2019).

Ainda para outro discente o aplicativo é importante por ser:

O aplicativo é lúdico, pode facilitar o aprendizado de citogenética por permitir revisar o conteúdo e treinar. (Acadêmico, entrevista, 2019).

Para outro discente, o aplicativo serviria também para ser aplicado no ensino médio, por se tratar de um programa de fácil manuseio e prático:

Bem desenvolvido para o público estudante e o nível das perguntas pode ser aplicado ao ensino médio também. (Acadêmico, entrevista, 2019).

O aplicativo citogengame além de ser uma ferramenta de estudo que tem como objetivo a fixação da teoria por meio da prática, também se vale de uma dinâmica que proporciona descontração na identificação das anomalias cromossômicas que estão presentes na sociedade, assim como relata dois dos discentes:

O aplicativo é ótimo pois consegue conciliar conceitos junto com o jogo, o que o torna diferente. Além de na parte estudar mostrar algumas doenças causadas por alterações nos cromossomos. (Acadêmico, entrevista, 2019)

O aplicativo é muito bom, bem simples, o conteúdo passado está de acordo com as etapas do jogo. (Acadêmico, entrevista, 2019)

A integração das tecnologias de informação e comunicação (TICs) em sala de aula é uma ferramenta amplamente eficaz na formação de alunos e no auxílio de professores. Principalmente quando não há recursos necessários na instituição (DEL CARMEN RAMÍREZ-RUEDA et al., 2021).

Posto isso, o professor como educador deve proporcionar um ambiente que estimule a aprendizagem, pois na aula prática, o aluno desenvolve habilidades processuais ligadas ao processo científico, além de perceberem o verdadeiro sentido do experimento que é fazer com que a teoria se adapte à realidade (SILVA e SANTO, 2021), e tendo isto em vista, o aplicativo citogengame é um recurso que atende essa demanda.

Em decorrência das respostas obtidas, pode-se dizer que o aplicativo citogengame possui um grande e diferente potencial para ser um recurso didático usado por docentes e discentes em sala de aula auxiliando ainda mais no ensino-aprendizagem de citogenética.

12 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O aplicativo citogengame mostrou ser um importante recurso para auxiliar nos estudos, proporcionando conceitos e definições de forma estruturada. Além, de exercitar a construção de ideogramas que possibilitam as identificações de anomalias cromossômicas mais recorrentes na saúde humana.

Acompanhar as novas tecnologias e as diferentes formas de ensino-aprendizado é progredir juntamente a uma sociedade cada vez mais rápida e digital. As TICs em sala de

aula possibilitam não somente interação entre os estudantes e a ciência, mas uma alternativa altamente eficaz para a prática de estudos relacionados à genética e alterações genéticas, como foi descrito ao longo deste trabalho.

Portanto, diante dos fatos mostrados e dos dados analisados, pode-se afirmar que o aplicativo citogengame é útil aos discentes para sua aprendizagem e uma opção para o docente, servindo como recurso didático para o ensino de genética e suas alterações.

REFERÊNCIAS

AGUILAR-ALEIXO, Luciana. DIVERSIFICAÇÃO DAS ESTRATÉGIAS NO ENSINO E APRENDIZAGEM DE CITOGENÉTICA. *Revista Triângulo*, v. 14, n. 3, p. 1-20, 2021.

AMANTES, Amanda; BORGES, Oto. O USO DA TAXONOMIA SOLO COMO FERRAMENTA METODOLÓGICA NA PESQUISA EDUCACIONAL. Encontro Nacional de Pesquisadores em Educação e Ciências, Florianópolis, 2008.

ARAUJO, Adriano; GUSMÃO, Fabio. AS PRINCIPAIS DIFICULDADES ENCONTRADAS NO ENSINO DE GENÉTICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA BRASILEIRA. Encontros internacional de formação de professores, Sergipe, 2017. Disponível em: <https://eventos.set.edu.br>. Acesso em: 13 dez. 2019.

ARAÚJO, Deborah Costa Lima de. et. al. Cleptomania; Jogo Patológico; Compras Compulsivas; Dependência de Internet e de Jogos Eletrônicos: Aspectos Atuais. *Revista Neurobiologia*, v. 73, jan./mar. 2010.

BIGGS, John B.; COLLIS, Kevin F. Evaluation the quality of learning: the SOLO taxonomy (structure of the observed learning outcome). Academic Press, 1982.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular: Educação é a base. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNC_C_20dez_site.pdf. Acesso em: 13 de dezembro de 2019.

BUSARELLO, Raul Inácio. Gamification: princípios e estratégias. São Paulo: Pimenta CABRAL, Natanael. Sequências didáticas: estrutura e elaboração. 1. ed. rev. Brasil: Copyright, 2017. 106 p. ISBN 978-85-98092-34-8. Disponível em: <http://www.sbembrasil.org.br/>. Acesso em: 14 dez. 2019.

CAMPILLO-FERRER, José-María; MIRALLES-MARTÍNEZ, Pedro; SÁNCHEZ-IBÁÑEZ, Raquel. Gamification in higher education: Impact on student motivation and the acquisition of social and civic key competencies. *Sustainability*, v. 12, n. 12, p. 4822, 2020.

CARNEIRO, José; JUNQUEIRA, Luiz. *Biologia celular e Molecular*. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012. ISBN 8527720787.

CHAUFFAILLE, Maria. Citogenética e biologia molecular em leucemia linfocítica crônica. *Revista Brasileira de Hematologia e Hemoterapia*, São Paulo, v. 27, ed. 4, 2005. DOI <https://doi.org/10.1590/S1516-84842005000400006>. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbhh/v27n4/v27n4a06.pdf>. Acesso em: 14 dez. 2019.

CHAVES, Tiago; NICOLAU, Leandro. Citogenética e Cariotipagem Humana. *Saúde e desenvolvimento*, São Paulo, v. 4, 2013. Disponível em: <https://www.uninter.com/revistasauade/index.php/saudeDesenvolvimento/article/view/229>. Acesso em: 15 dez. 2019.

DAVID, J. A. O.; AGUIAR, L. L.; MAINARDI, V. F. Capítulo 21-Aplicações da citogenética em ciência animal. Bruno Borges Deminicis & Carla Braga Martins, p. 222, 2014.

DEL CARMEN RAMÍREZ-RUEDA, María et al. Towards a coordinated vision of ICT in Domicílios Contínua. Rio de Janeiro, 2018.

DUNBAR, Cynthia E. et al. Gene therapy comes of age. **Science**, v. 359, n. 6372, p. eaan4672, 2018.

GHOURCHIAN, Naderogoli. Information and Communication Technology in Education. Tehran, Metacognitive, 2010.

GRIMES, Camila; SCHOROEDER, Edson. Os conceitos científicos dos estudantes do Ensino Médio no estudo do tema “origem da vida”. *Ciência e Educação*, Bauru, v. 21, ed. 4, p. 959-976, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ciedu/v21n4/1516-7313-ciedu-21-04-0959.pdf>. Acesso em: 16 dez. 2019.

GUERRA, Marcelo. Introdução à citogenética geral. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988. 142 p. ISBN 85-277-0065-4. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br>>. Acesso em: 12 de agosto de 2022.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Acesso à internet e à televisão e posse de telefone móvel para o uso pessoal 2016: Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua. Rio de Janeiro: IBGE, 2018. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br>. Acesso em: 15 dez. 2019.

INFANTE-MALACHIAS, María Elena et al. Comprehension of basic genetic concepts by brazilian undergraduate students. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 9, n. 3, p. 657-668, 2010.

JONES, Serena M. et al. A ‘KAHOOT!’ approach: the effectiveness of game-based KENSKI, V. M. Educação e tecnologias: O novo ritmo da informação. Campinas: Papirus, 2007.

KOSSUGUE, Patrícia M.; MUNIZ, Viviane P.; VAINZOF, Mariz. Estudos genéticos na Hipertermia Maligna e Miopatia de Central Core. **Revista Neurociências**, v. 13, p. 65-67, 2005.

MARTINEZ, E. R. M.; FUJIHARA, R. T.; MARTINS, C. (2008) Show da genética: um jogo interativo para o ensino de genética. *Genética na Escola*, v. 3, n. 2, p. 24-27.

MEDEIROS, Karen Cristina Rodrigues; RODRIGUES, Flávia Melo. Análise da Eficiência do Uso de um Modelo Didático para o Ensino de Citogenética. *Revista EVS-Revista de Ciências Ambientais e Saúde*, v. 39, n. 3, p. 311-319, 2012.

MUNIZ, Milton. Citogenética.ufsc, Florianópolis. 2005.

OTTO, Patrícia. A importância do uso das tecnologias nas salas de aula nas séries iniciais do ensino fundamental I. 2016. 18 p. TCC (Especialização) - Centro de Ciências da

Educação. Departamento de Metodologia de Ensino, Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/168858/TCC_otto.pdf. Acesso em: 15 dez. 2019.

SILVA, ANA JÚLIA NOGUEIRA; SANTO-CE, A. L. T. O. CURSO DE GRADUAÇÃO EM PEDAGOGIA. 2021

SZYMKOWIAK, Andrzej et al. Information technology and Gen Z: The role of teachers, the internet, and technology in the education of young people. *Technology in Society*, v. 65, p. 101565, 2021.

ZANCAN, Cássia Rejane Balvedi; TONO, Cineiva Campoli Paulino. Hábitos dos adolescentes quanto ao uso das mídias digitais. *EDUCA-Revista Multidisciplinar em Educação*, v. 5, n. 11, p. 98-119, 2018.