

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO

GABRIEL BARDINI ROMBALDI
PRISCILA MONTEIRO DOS SANTOS BILÉSIMO

**DESENVOLVIMENTO DE UM JOGO SÉRIO UTILIZANDO UNITY 3D PARA O
ESTUDO DE ANATOMIA NO ENSINO FUNDAMENTAL**

ARARANGUÁ, 08 DE DEZEMBRO DE 2015

GABRIEL BARDINI ROMBALDI
PRISCILA MONTEIRO DOS SANTOS BILÉSIMO

DESENVOLVIMENTO DE UM JOGO SÉRIO UTILIZANDO UNITY 3D PARA O ESTUDO DE ANATOMIA NO
ENSINO FUNDAMENTAL

Trabalho de Curso submetido à Universidade Federal de Santa Catarina como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Grau de Bacharel em Tecnologias da Informação e Comunicação. Sob a orientação do Professor Robson Rodrigues Lemos.

Araranguá, 2015

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Rombaldi, Gabriel Bardini

Desenvolvimento de um jogo sério utilizando Unity 3D
para o estudo de anatomia no ensino fundamental / Gabriel
Bardini Rombaldi ; orientador, Robson Rodrigues Lemos -
Araranguá, SC, 2015.

89 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Araranguá.
Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação.

Inclui referências

1. Tecnologias da Informação e Comunicação. 2. Jogos
sérios na educação. 3. Ambientes virtuais de ensino de
anatomia. 4. Ambientes de interação 3D. I. Lemos, Robson
Rodrigues. II. Universidade Federal de Santa Catarina.
Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação. III.
Título.

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Bilésimo, Priscila Monteiro dos Santos
Desenvolvimento de um jogo sério utilizando Unity 3D
para o estudo de anatomia no ensino fundamental / Priscila
Monteiro dos Santos Bilésimo ; orientador, Robson
Rodrigues Lemos - Araranguá, SC, 2015.
89 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Araranguá.
Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação.

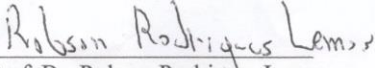
Inclui referências

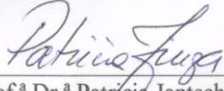
1. Tecnologias da Informação e Comunicação. 2. Jogos
sérios na educação. 3. Ambientes virtuais de ensino de
anatomia. 4. Ambientes de interação 3D. I. Lemos, Robson
Rodrigues. II. Universidade Federal de Santa Catarina.
Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação. III.
Título.

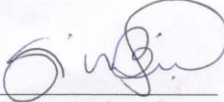
Gabriel Bardini Rombaldi
Priscila Monteiro dos Santos Bilésimo

Desenvolvimento de um Jogo Sério utilizando Unity 3D para o Estudo de Anatomia no Ensino Fundamental

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Universidade Federal de Santa Catarina, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Grau de Bacharel em Tecnologias da Informação e Comunicação.


Prof. Dr. Robson Rodrigues Lemos
Universidade Federal de Santa Catarina


Prof.ª Dr.ª Patricia Jantsch Fiuza
Universidade Federal de Santa Catarina


Prof.ª Dr.ª Simone Meister Sommer Bilessimo
Universidade Federal de Santa Catarina

Araranguá, 08 de Dezembro de 2015

“Dedico este trabalho a todos que me apoiaram nessa caminhada, em especial aos meus familiares, a minha namorada e meus colegas.” Gabriel Bardini Rombaldi.

“Dedico este trabalho ao meu esposo Reinaldo Bilésimo, meus familiares, meus colegas. A Gabriel Bardini Rombaldi o qual divido este trabalho e fez com que este se concretizasse. A todos que me acompanharam nesta jornada.” Priscila Monteiro dos Santos Bilésimo.

AGRADECIMENTOS

A Deus por me proporcionar saúde e força de vontade para concluir mais esta importante etapa em minha vida. Aos meus pais Sergio Luiz Rombaldi e Maria José Bardini Rombaldi, e meu irmão Renato Bardini Rombaldi, que sempre acreditaram em mim. A minha namorada Patrícia dos Santos Alves, que desde o início me apoiou e incentivou em todos os momentos. A Priscila Monteiro dos Santos Bilésimo, minha parceira neste trabalho, a qual sua dedicação foi imprescindível para a conclusão deste. Ao professor orientador Robson Rodrigues Lemos, que se dispôs a nos ajudar e repassar seu conhecimento para nos auxiliar na construção deste trabalho. A Universidade Federal de Santa Catarina juntamente com todos os seus colaboradores que muito contribuíram para que eu chegasse até aqui. A Ema Software por disponibilizar tempo necessário para o desenvolvimento deste. A todos citados e não citados, mas que também fizeram parte desta jornada deixo o meu obrigado. “Gabriel Bardini Rombaldi”

Agradeço a Deus, por criar condições necessárias para que eu desenvolvesse este trabalho. A todos os meus familiares, ao meu esposo Reinaldo Bilésimo, que com muito e carinho e amor, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa da minha vida. Ao professor Robson Rodrigues Lemos, pela paciência na orientação e incentivo que tornaram possível a conclusão deste trabalho. A Gabriel Bardini Rombaldi, meu colega deste projeto, sem você nada disto seria possível. A todos os colaboradores da UFSC em especial aos professores do curso de TIC que foram tão importantes na minha vida acadêmica. A empresa Intime Sistemas, e todos seus colaboradores onde pude aplicar os conhecimentos adquiridos no curso e vivenciar o prazer desta profissão que escolhi. Aos colegas e amigos pelo incentivo e apoio constante. As instituições de ensino e seus docentes e discentes que foram de suma importância para realização deste trabalho. A todos o meu muito obrigada. “Priscila Monteiro dos Santos Bilésimo”

*Talvez não tenha conseguido fazer o melhor,
mas lutei para que o melhor fosse feito. Não
sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não
sou o que era antes.*

Marthin Luther King

RESUMO

Com a crescente expansão das tecnologias da informação e comunicação, é natural que a mesma também deva ser incorporada no contexto educacional com maior efetividade. Neste âmbito surge a necessidade do desenvolvimento de novos softwares que auxiliem o professor a transmitir o conteúdo de ensino e auxiliem os alunos a interagir com o conteúdo de ensino durante o processo de aprendizagem. Com este objetivo, foi elaborado este trabalho, sendo que as etapas necessárias são: estudar os conceitos de tecnologias educacionais; estudar a estrutura dos sistemas do corpo humano para o ensino fundamental; estudar a plataforma de desenvolvimento de jogos Unity 3D; elaborar o projeto de um ambiente de ensino e interação através de um jogo sério para o ensino fundamental; desenvolver o ambiente de ensino utilizando o Unity 3D; aplicar este ambiente desenvolvido em sala de aula; avaliar e analisar a usabilidade do ambiente de ensino dentro do contexto de jogos sérios na educação. A metodologia utilizada consiste em estudos teórico-empíricos apoiados em implementações, experimentos e estudos de caso. Como resultado, pode-se perceber que a aceitação do jogo EducaCorpoHumano3D foi satisfatória, tanto por parte dos alunos quanto por parte dos professores. Para os alunos, os mesmos aprendem de uma forma lúdica e o jogo sério auxiliou na motivação dos estudos do corpo humano. Para os professores, o jogo sério auxiliou a repassar o conteúdo de ensino de uma forma mais clara e objetiva, pois no jogo é possível manipular os objetos no ambiente 3D, facilitando a compreensão de conceitos tradicionalmente apresentados em forma de gravuras nos livros.

Palavras-chave: Jogos Sérios na Educação, Ambientes Virtuais de Ensino de Anatomia, Ambientes de Interação 3D.

ABSTRACT

With the growing expansion of information and communication technologies, it is natural that it should also be incorporated into the educational context in a more effectively way. In this context there is a need to develop new software that helps the teacher to transmit educational content and assist students during the interaction in the learning process. In this work the necessary steps in order to achieve these goals are the following: study the concepts of educational technologies; study the structure of the human body systems for elementary education; study the Unity 3D game development engine; design a learning and interaction environment through a serious game for elementary education; develop the learning environment using the Unity 3D; apply the learning environment in the classroom; and, evaluate and analyze the usability of the learning environment within the context of serious games in education. The methodology consists of theoretical and empirical studies supported by implementations, experiments and case studies. As a result of this work, we were able to observe that the acceptance of EducaCorpoHumano3D game was satisfactory, both by students and by teachers. For students, they seize in a playful way and the serious game helped in the motivation of the human body studies. For teachers, the serious game helped pass the educational content in a more objective way, because in the developed game the students were able to manipulate objects in the 3D environment, facilitating the understanding of concepts traditionally presented in the form of printed books.

Keywords: Serious Games in Education, Virtual Environments for Anatomy Education, 3D Interactive Environments.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Elementos de um projeto de jogos sérios.....	24
Figura 2: A: Jogos para entrar em forma, B: Jogos para ensino de medicina, C: Jogos para lousas digitais nas escolas.....	26
Figura 3: Divisão Sistema Esquelético	33
Figura 4: Divisão Sistema Respiratório	33
Figura 5: Divisão Sistema Digestório	35
Figura 6: Fluxograma do Projeto	38
Figura 7: Interface do Unity 3D para desenvolvimento de jogos	40
Figura 8: Ambiente de desenvolvimento MonoDevelop e Exemplo de Script C#.....	41
Figura 9: Modelos 3D	42
Figura 10: Interface de estudo do sistema digestório.....	44
Figura 11: Interface de pergunta do sistema digestório	44
Figura 12: Interface de explicação para a interface de estudo.....	45
Figura 13: Interface de pergunta do sistema digestório com identificação das estratégias do jogo	46
Figura 14: Interface de pergunta do sistema digestório - Demonstrando 1º tipo de pergunta	48

Figura 15:Interface de pergunta do sistema digestório - Demonstrando 2º tipo de pergunta	49
Figura 16: Diagrama de Classes	50
Figura 17: Diagrama de caso de uso.....	51
Figura 18: Declaração das listas de perguntas.....	53
Figura 19: Método da classe sistema para o primeiro modelo de pergunta	54
Figura 20: Chamada do método da classe sistema para o primeiro modelo de pergunta	54
Figura 21: Interface de pergunta do sistema esquelético. Implementação do modelo de pergunta 1	55
Figura 22: Chamada do método da classe sistema para o segundo modelo de pergunta	56
Figura 23: Chamada do método da classe sistema para o segundo modelo de pergunta	56
Figura 24: Interface de pergunta do sistema esquelético. Implementação do modelo de pergunta 2	57
Figura 25: Método da classe dos botões do menu.....	58
Figura 26: Interface de Menu do EducaCorpoHumano3D	59
Figura 27: Script de relacionar objetos	60
Figura 28: Script para o hint do objeto	60
Figura 29: Interface de estudo do sistema respiratório	61
Figura 30: Script seleção das perguntas.....	62
Figura 31: Arquitetura da interface do jogo	63
Figura 32: Aluno respondendo questionário de avaliação do jogo EducaCorpoHumano3D	67
Figura 33: Aluno utilizando o jogo EducaCorpoHumano3D	70

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Resultados da avaliação com a turma do 5° ano	67
Tabela 2: Resultados da avaliação com a turma do 6° ano	68
Tabela 3: Resultado da avaliação com as duas turmas	69

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

TIC – Tecnologias da Informação e Comunicação

API - Application Program Interface

3D – Três Dimensões

CGI – Comitê Gestor de Internet no Brasil

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	17
1.1 <i>Problemática e Justificativa</i>	18
1.2 <i>Objetivos.....</i>	19
1.2.1 <i>Objetivo Geral</i>	19
1.2.2 <i>Objetivos Específicos</i>	19
1.3 <i>Metodologia.....</i>	20
1.4 <i>Organização do Trabalho</i>	21
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	23
2.1 <i>Jogos Sérios</i>	23
2.1.1 <i>Principais Características</i>	24
2.1.2 <i>Áreas de Aplicação.....</i>	25
2.1.3 <i>Jogos Sérios no Ensino.....</i>	27
2.2 <i>Tecnologias da Informação e Comunicação nas Escolas</i>	28
2.2.1 <i>Ambientes Educacionais para Ensino Fundamental.....</i>	29
2.2.2 <i>Ambientes Educacionais para Ensino de Ciências do Corpo Humano.....</i>	31
2.3 <i>Sistemas do Corpo Humano Abordados no Ensino Fundamental</i>	32
3. PROJETO DE UM JOGO SÉRIO PARA ESTUDO DE SISTEMAS DO CORPO HUMANO	36
3.1 <i>Metodologia para Desenvolvimento do Projeto de Jogos Educacionais</i>	36
3.2 <i>Ferramentas para Desenvolvimento do Jogo.....</i>	40
3.3 <i>Projeto do Conteúdo Pedagógico</i>	43
3.4 <i>Projeto da Estratégia do Jogo</i>	46
3.4.1 <i>Diagrama de Classes</i>	50
3.4.2 <i>Casos de Uso.....</i>	51
4. DESENVOLVIMENTO DO JOGO SÉRIO EDUCACORPOHUMANO3D.....	52
4.1 <i>Descrição das Classes para Ensino.....</i>	52
4.1.1 <i>Principais Scripts Desenvolvidos</i>	53
4.2 <i>Descrição das Classes para Interação do Jogo</i>	57
4.2.1 <i>Principais Scripts Desenvolvidos</i>	58
4.3 <i>Arquitetura de Interface do Sistema</i>	62
5. AVALIAÇÃO DO JOGO SÉRIO EDUCACORPOHUMANO3D NO AMBIENTE DE ENSINO.....	64
5.1 <i>Planejamento da Avaliação do Jogo Sériio no Ambiente de Ensino.....</i>	64
5.2 <i>Avaliação da Interface de Interação do Jogo no Ambiente de Ensino</i>	65
5.3 <i>Resultados</i>	66
5.3.1 <i>Aplicação do Questionário com os Alunos</i>	66
5.3.2 <i>Aplicação do Questionário com os Professores</i>	70
5.3.3 <i>Considerações Finais da Avaliação.....</i>	71

6. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS.....	73
REFERÊNCIAS	75
APÊNDICE A – PLANO DE AULA	79
APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO JOGO EDUCACORPOHUMANO3D PARA OS PROFESSORES.....	80
APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO JOGO EDUCACORPOHUMANO3D PARA OS ALUNOS.....	82
APÊNDICE D – DOCUMENTOS RESULTANTES DO PROCESSO DE AVALIAÇÃO NO AMBIENTE DE ENSINO	84
APÊNDICE E – FOTOS DA AVALIAÇÃO DO JOGO EDUCACORPOHUMANO3D NAS ESCOLAS	88

1. INTRODUÇÃO

O rápido avanço das tecnologias nos faz pensar em formas produtivas de aplicá-las. Hoje em função da resistência ainda ser grande por parte de alguns educadores aplicarem as Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) nas escolas na maioria das vezes se torna um trabalho árduo. Menezes (2012, p.5-5), afirma que é ilusório imaginar que elas não interferirão cada vez mais nas escolas, cuja função, é claro, incluir, informar e comunicar.

Conforme Oliveira et al. (2001), o ato de ensinar a apreender ganha um novo suporte com o uso de diferentes softwares educacionais. Estes devem passar por uma avaliação pedagógica antes da utilização, assim podem ser trabalhadas diversas áreas do conhecimento, como o estudo do corpo humano ou qualquer área da grade curricular. Os jogos de computadores devem ser considerados facilitadores das dificuldades dos professores, os auxiliando a passar conhecimento aos estudantes de forma mais inovadora e criativa já que os jogos estão cada vez mais presentes no cotidiano dos alunos.

Os jogos educacionais devem ser aplicados de forma lúdica, com isso os jogos sérios consistem em jogos onde o principal objeto é o aprendizado. Pontes (2013, p.4-4) afirma que esse processo de aprendizagem é reforçado pelo estímulo, competição e diversão, oferecidos a seus usuários na forma de entretenimento. Em geral, jogos voltados para algum tipo de aprendizado são caracterizados como jogos sérios. Apesar de não haver uma definição correta para o termo é entendido que os jogos sérios são aplicados para promover algo além do mero entretenimento, podendo ser aplicado nas mais diversas áreas (WATTANASOONTORN, 2013, p.231-247).

O uso dos jogos sérios relacionado à saúde tem se tornado uma forte tendência. A inclusão de aplicações 3D traz o aspecto lúdico favorecendo a criação de atividades com forte apelo para crianças e adolescentes. Segundo a pesquisa realizada por Clua (2014, p.5-5), ela afirma que

diversos pesquisadores vêm realizando pesquisas que procuram explorar e mapear as mais diversas áreas da medicina e da saúde para o universo dos jogos digitais.

A utilização dos jogos sérios para auxiliar no repasse do aprendizado para o ensino fundamental, aplicado ao estudo dos sistemas do corpo humano, são instrumentos que motivam, atraem e estimulam o processo de construção e conhecimento. Podendo ser definido, de acordo com Soares (2004), como uma ação divertida, seja qual for o contexto linguístico, desconsiderando o objeto envolto na ação. Se há regras, essa atividade lúdica pode ser considerada um jogo sério sendo este o objetivo deste trabalho.

Enfim, através do conteúdo abordado foi desenvolvido o jogo sério intitulado EducaCorpoHumano3D que será aplicado ao quinto e sexto ano do ensino fundamental para a matéria de ciências auxiliando no ensino aprendizado dos sistemas do corpo humano. Em particular o sistema respiratório, digestório e esquelético que foram desenvolvidos no jogo sério.

1.1 Problemática e Justificativa

A cada dia que passa a tecnologia está cada vez mais em todos os lugares. Segundo Godoi (2010) fazer com que essas tecnologias de fato auxiliem o ensino e a produção de conhecimento em sala de aula não é tarefa fácil: exige treinamento dos mestres. Godoi (2010) afirma que ainda não se conseguiu desenvolver de forma massiva metodologias para que os professores possam fazer uso de ampla gama de tecnologias da informação e comunicação que se usadas corretamente poderiam ser úteis no ambiente educacional.

Para tornar o aprendizado atraente e assim explorar as atividades lúdicas, os jogos sérios têm o propósito sério, com objetivo principal a educação, conforme Zida (2005 p25-32). Apesar de ser um jogo sério isso não significa que não possa ser divertido, muito pelo contrário dependendo do público que se trabalha ele deve ser.

Segundo Bittar (2010, p. 595-596), e os dados descritos pelo livro *Convergências e Tensões no campo da Formação e do trabalho do docente* mostram que:

Integrar a informática ao processo de ensino implica em usar este instrumento da mesma forma como são usados, por exemplo, o giz ou o livro didático. [...] dizemos que o professor integrou a informática à sua prática pedagógica

quando ele faz uso deste instrumento em diversos momentos do processo de ensino, sempre que considera necessário e de forma a contribuir com o processo de aprendizagem do aluno. A integração da informática nas aulas do professor revela, portanto, um processo complexo e envolve desde algum conhecimento do funcionamento da máquina (computador) e do software até a elaboração de atividades, com esse software, que possam contribuir com a aprendizagem do aluno. (BITTAR, 2010, P.595-596)

O intuito deste trabalho é abordar uma área específica no ensino fundamental aplicando as TICs, demonstrando por meio deste que é possível a inserção das tecnologias em todas as outras áreas educacionais. Como base será abordada a disciplina de ciências, com foco nos sistemas do corpo humano, já que segundo Oliveira (2011), “o ensino do corpo humano é fundamental na formação do aluno, visto que é de suma importância conhecer e compreender a complexidade do seu próprio organismo”.

Com tudo possibilitando que o aluno interaja com os modelos 3D que representam os sistemas do corpo humano, visualizando-os sobre diferentes pontos de vista em um ambiente de atividades lúdicas. Diante das questões expostas, cabe realizar algumas indagações relevantes, e os problemas que este trabalho busca possíveis soluções. Como utilizar os jogos sérios para ensino dos sistemas do corpo humano no ensino fundamental? Como despertar o interesse tanto dos alunos quanto dos professores para uma nova forma de aprendizagem?

1.2 Objetivos

Os objetivos deste trabalho encontram-se divididos em objetivo geral e objetivos específicos para um melhor entendimento.

1.2.1 Objetivo Geral

Desenvolver um ambiente de ensino e interação 3D baseado no conceito de jogos sérios e anatomia.

1.2.2 Objetivos Específicos

Visando alcançar o objetivo principal, alguns objetivos específicos são requeridos:

- Analisar os conceitos de tecnologias educacionais em ambientes de ensino e interação desenvolvidos com base em jogos sérios.
- Analisar a estrutura dos sistemas do corpo humano em particular sistema respiratório, digestório e esquelético para o ensino fundamental.
- Analisar a plataforma de desenvolvimento de jogos de computador conhecida como Unity 3D e suas Interfaces de Aplicação e Programação (em inglês isto é referido como *Application Program Interface -API*), do Unity 3D.
- Elaborar o projeto do ambiente de ensino e interação assim como a interface de interação e sua modelagem de dados.
- Desenvolver o ambiente de ensino e interação utilizando o Unity 3D.
- Utilizar o ambiente de ensino na sala de aula do ensino fundamental com o auxílio do professor.
- Avaliar e analisar a usabilidade do ambiente de ensino e interação em sala de aula.

1.3 Metodologia

Para alcançar os objetivos do presente trabalho foram utilizados estudos teórico-empíricos apoiados em implementações, experimentos e estudos-de-caso.

Este tipo de estudo e pesquisa condiz com as características do presente trabalho, pois a finalidade do mesmo é desenvolver um jogo sério sendo identificados seus métodos e suas contribuições. Contribuições essas para que os jogos sérios juntos com as tecnologias da informação e comunicação possam auxiliar no ensino e aprendizagem para os alunos do ensino fundamental.

Quanto aos procedimentos, foi utilizada neste trabalho uma pesquisa experimental. A pesquisa experimental é mais frequente nas ciências tecnológicas e nas ciências biológicas. Tem como objetivo demonstrar como e por que determinado fato é produzido. (ALMEIDA, 1996, p. 106-107)

Para dar o suporte a análise da pesquisa, foi realizada uma revisão bibliográfica por meio de livros, artigos, sítios eletrônicos, revistas e periódicos, uma vez que proporciona um maior domínio teórico do assunto.

Para desenvolver o projeto do EducaCorpoHumano3D utilizamos a metodologia de Aprendizagem Baseada em Jogo Digital (DBGL). Pesquisadores acreditam que a DBGL tem o potencial de ajudar a superar problemas de aprendizagem. Tem como principais componentes a pedagogia e os jogos digitais trabalhando com vários elementos. (ZIN et al., 2009)

O ambiente de ensino e interação, jogo sério intitulado EducaCorpohumano3D foi aplicado no ensino fundamental para duas instituições públicas, sendo o 5º ano da Escola de Educação Básica Municipal 12 de maio, e para o 6º ano da Escola de Educação Básica Eufrázio Avelino Rocha. As escolas são localizadas no município de Maracajá. Inicialmente foi procurado as professoras que lecionam a disciplina de ciências para abordar a disponibilidade e o interesse em aplicar o jogo EducaCorpoHumano3D. E após uma grande receptividade as próprias tiveram o aval das diretoras das instituições para liberar a avaliação do jogo. Para a coleta de dados e posterior avaliação de usabilidade aplicou-se um questionário de satisfação com os participantes.

1.4 Organização do Trabalho

Este trabalho está dividido em seis capítulos. No primeiro capítulo de introdução apresentam-se o projeto, com uma breve contextualização, as considerações acerca do tema e problemática assim como o objetivo geral e os objetivos específicos.

No segundo capítulo é desenvolvido o referencial teórico no qual a pesquisa se baseia. Esta parte engloba uma série de subseções fundamentais para compreensão do processo de pesquisa como: jogos sérios, ambientes educacionais para o ensino fundamental e de anatomia e as tecnologias da informação e comunicação nas escolas.

O terceiro capítulo apresenta o projeto do jogo sério para o estudo de anatomia. Tal como a metodologia de desenvolvimento de projetos de jogos educacionais. Apresenta também o projeto do conteúdo pedagógico e o projeto de interface e interação, seus recursos e tecnologias utilizadas durante todo o processo de produção.

No quarto capítulo é descrito o desenvolvimento do jogo sério para estudo da anatomia, apresentando os modelos de ensino e interação propostos e alguns dos principais *scripts* utiliza-

dos para o desenvolvimento do jogo. Por fim, é apresentada a arquitetura da interface do sistema, bem como a navegação no ambiente de ensino 3D.

No quinto capítulo ocorre a avaliação do jogo sério EducaCorpoHumano3D no ambiente de ensino, onde é apresentado o planejamento da avaliação do jogo sério. Expondo por fim os resultados obtidos com a avaliação.

Para finalizar no sexto capítulo são apresentadas as conclusões do desenvolvimento do projeto e propostas para trabalhos futuros.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão bibliográfica e os principais conceitos associados a jogos sérios para o ensino fundamental são apresentados neste capítulo. Primeiramente, este capítulo apresenta uma introdução dos jogos sérios, suas principais características e áreas de aplicação. A seguir é conceituada as Tecnologias da Informação e Comunicação nas Escolas. E, por fim são definidos os ambientes educacionais para ensino de ciências aplicadas aos sistemas do corpo humano no ensino fundamental. Estes ambientes de ensino correspondem à origem da aplicação prática deste trabalho.

2.1 Jogos Sérios

Esta seção apresenta o conceito de jogos sérios, descrevendo seu surgimento, suas principais características e áreas de aplicação. De um ponto de vista abrangente, os jogos sérios podem ser usados para gerar conhecimento e aprimorar educação das crianças nas escolas auxiliando assim o trabalho do professor.

As pessoas sempre tiveram uma grande resistência em inserir os jogos digitais na educação das crianças. Os jogos são normalmente classificados apenas como meio de interação e não de educação, alegando que em vez de educar eles dispersam a atenção das crianças. Com tudo isso foi no século XX que os jogos digitais e os jogos sérios surgiram como evolução da comunicação e informação na chamada revolução digital (ALMEIDA, 1998).

Jogo sério pode ser definido como um jogo de computador independente da tecnologia utilizada. Possui um objetivo divertido e desafiador para jogar ou envolver, incorporando normalmente, algum tipo de pontuação e transmitindo conteúdo educacional. Os jogos sérios foram inicialmente desenvolvidos para engenharia de desempenho humana, aplicações de jogos para

saúde, políticas públicas e estratégicas, comunicação, sendo hoje aplicados a diversas áreas (MICHAEL, 2005).

2.1.1 Principais Características

Para os jogos sérios, onde seu objetivo principal é transmitir conteúdo educacional, nasceu a preocupação para que estes não se tornem apenas ferramentas aborrecedoras de trabalho. O jogo sério precisa de diversão, desta forma utilizam-se os conceitos de usabilidade para que o conteúdo programado seja alcançado e o aprendizado não seja comprometido. Claro que apresentar uma boa usabilidade não irá garantir o sucesso de um jogo, mas aplicar conceitos errados de usabilidade pode perder todo o caráter motivacional do jogo. O principal ponto é identificar o desafio e manter meios de suporte para que o jogador alcance os objetivos enfrentando os desafios que fazem parte da diversão. Com essas características pode-se transferir ao jogador com eficiência e eficácia a experiência e satisfação sem comprometer o esforço exigido (CHENG, 2004). A Figura 1 apresenta os elementos necessários para desenvolvimento de um projeto de jogo sério.

Figura 1: Elementos de um projeto de jogos sérios.



Fonte: Página do Jornal de Investigação Médica da Internet.¹

¹ Disponível em: <<http://mental.jmir.org/2015/2/e11/>>. Acesso em 15 de outubro de 2015.

A Figura 1 apresenta os elementos necessários para desenvolvimento de um projeto de jogos sérios. O projeto pode ser composto por quatro elementos: Aprendizagem, Jogo de Computador, Acessibilidade e Equipe de trabalho. O jogo sério tem como seu principal foco a aprendizagem. Conforme as etapas descritas nos elementos da Figura 1 conclui-se que para a fiel imersão a aprendizagem no jogo necessita ser objetiva e conter desafios, para que o usuário possa explorar de forma didática todo o conteúdo proposto em uma interface que deve ser amigável e compreensiva, tornando o jogo sério uma ferramenta prática e útil.

2.1.2 Áreas de Aplicação

Inúmeros estudos afirmam a eficácia dos jogos sérios na aprendizagem e competência para um melhor crescimento educacional. Esta área está se expandindo cada vez mais e várias instituições têm desenvolvido pesquisas para construir esses tipos de jogos, visto que eles diminuem o ato entre teoria e prática nas áreas de conhecimento em que são abordados.

Os jogos sérios se aplicam em diversas áreas. Uma das áreas com grande evolução no mercado tecnológico são as aplicações voltadas para a educação física. Existem vários jogos, alguns de uso doméstico, que possibilitam ao jogador realizar diversos exercícios assistidos no jogo. Dependendo da finalidade do jogo exibe-se uma escala de gasto energético e de tempo, como a posição ideal em que o jogador deve se manter em movimento. A área da saúde é uma das que mais aplicam o uso dos jogos sérios na formação dos seus profissionais. Esses tipos de jogos são comuns para simularem procedimentos médicos, tendo como apoio alguns dispositivos integrados que transmitem a sensação de manuseio dos instrumentos cirúrgicos, por exemplo. Na educação inserida nas escolas principalmente no ensino fundamental e médio o uso dos jogos sérios vem crescendo consideravelmente. Os jogos sérios estão sendo combinados a outros recursos das tecnologias da informação e comunicação como lousas digitais e *tablets* para reforçar os fundamentos vistos pelo aluno em sala de aula. (PONTES, 2013, p.04). A Figura 2 apresenta uma composição de imagem das áreas de aplicação dos jogos sérios.

Figura 2: (A) Jogos para entrar em forma, (B) Jogos para ensino de medicina, (C) Jogos para lousas digitais nas escolas.



Fonte: (A) TechTudo, (B) Página da UOL, (C) Secretária do Governo de São Paulo.²

Através das imagens apresentadas na Figura 2 pode-se observar que os jogos sérios não agem sozinhos para transmitir seu conhecimento, sendo que fazem uso de outros meios de comunicação. Na Figura 2A são demonstrados os jogos sérios para educação física onde com o auxílio de outros dispositivos que captam o movimento os usuários podem fazer, por exemplo, uma aula de corrida. Contudo, a Figura 2B apresenta a área em que mais se desenvolvem os jogos sérios, para o ensino de medicina para a formação dos seus futuros profissionais, nesta imagem em particular os alunos estão apreendendo pequenas cirurgias de forma real, através dos jogos sérios. Já na Figura 2C trata-se da lousa digital, as quais o governo brasileiro disponibilizou para muitas escolas públicas. Porém, as lousas digitais não correspondem a um meio didático por si próprias sem o auxílio do professor, assim aplicando jogos sérios tanto o professor é equipado

² Disponível em: <http://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2011/11/top-10-jogos-para-se-entrar-em-forma.html>.<
<http://noticias.uol.com.br/saude/album/2014/01/14/veja-destaques-do-uol-saude-em-2014.htm#fotoNav=2>>. <
http://www.itanhaem.sp.gov.br/noticias/2012/junho/escolas_municipais_recebem_lousas_digitais_modernizar_aprendizado.html> Acesso em 15 de outubro de 2015

com meios dinâmicos para realizar atividades de ensino, quanto o aluno pode utilizar a lousa para resolver os exercícios propostos.

Com isso, conclui-se que os jogos sérios são aplicados em diversas áreas, e que também não são aplicados sozinhos. Os jogos sérios precisam de diferentes tipos de meios para torná-lo mais funcional e didático assim como na escola é necessário o professor como mediador para o jogo não ser utilizado apenas como uma forma de diversão.

2.1.3 Jogos Sérios no Ensino

Como ferramenta de aprendizagem nas escolas os jogos sérios são adotados atualmente porque se destinam a ensinar aspectos que treinam habilidades operacionais e comportamentais específicas de uma disciplina em particular. As escolas apresentam hoje em dia uma forte tendência na utilização de jogos sérios em seus currículos. Essa adoção está acontecendo de forma muito lenta, porque necessitam de incentivos governamentais para diminuir barreiras como integração do currículo, capacitações dos professores, laboratórios de informática estruturados, o acesso à internet e projetos que se destinem a utilizar os jogos sérios como estratégia de ensino (LEMES, 2014).

Projetos educacionais para utilização dos jogos sérios são necessários para garantir a eficácia do uso do jogo, sendo que isso só ocorre quando o professor atua nestes projetos. O jogo só se tornará um recurso didático quando o professor perceber o porquê e para quê ele está sendo utilizado. Para isso, o professor precisa criar uma rotina dentro do contexto do ensino onde a utilização dos jogos sérios possa estar presente. Ainda assim é através do jogo que a criança entra em contato com questões de lógica, através da resolução de problemas simples, com a busca de estratégias para vencer o jogo (PERNAMBUCO, 1997).

Em algumas escolas públicas os jogos sérios são implantados nos *tablets* e em lousas digitais, sendo que em algumas escolas o uso dos jogos sérios está sendo implantado no próprio *smartphone* do aluno visando que ele possa ter acesso em qualquer lugar e trocar experiência com os outros colegas. Hoje, com a grande expansão da internet também proporciona aos professores uma gama de jogos sérios *online*.

2.2 Tecnologias da Informação e Comunicação nas Escolas

Os assuntos relacionados à tecnologia e educação sempre foram muito debatidos, já por várias décadas, diante do rápido avanço dos meios de informação e comunicação. As tecnologias da informação e comunicação (TICs) podem ser definidas com um conjunto de métodos tecnológicos que possuem objetivos em comum utilizados de forma integrada. Uma das áreas em que mais as TICs estão se desenvolvendo é no âmbito educacional tanto para a educação presencial quanto muito fortemente na educação à distância.

Hoje o que pode ser muito confundido é que implantar um laboratório de informática na escola não significa a utilização das TICs nas escolas e nem que a educação do Brasil está melhorando em qualidade. Para que as TICs sejam usadas de forma correta todo o meio acadêmico precisa estar capacitado para isso, e aí que existe o impasse. Podemos dizer que o primeiro impasse vem do governo em apenas disponibilizar as tecnologias e muitas vezes não se preocupar em capacitar os usuários na utilização apropriada destas tecnologias. O que precisa ser entendido pelo governo é que os professores precisam passar por um processo de evolução didática onde as formas trabalhadas antigamente não sejam excluídas e sim trazidas para as novas tecnologias. Essa evolução às vezes sofre uma resistência por parte dos professores, assim como quaisquer mudanças em qualquer área. Sendo assim, é necessário que cada instituição avalie a melhor forma de implantar as TICs em seu ambiente educacional de forma que as pessoas envolvidas estejam socializadas com a mudança.

Conforme Comitê Gestor de Internet no Brasil (CGI) em 2013, o qual apresenta uma pesquisa realizada ao longo de 2012 sobre o uso das tecnologias da informação e comunicação no Brasil, 96% dos docentes possuem algum tipo de computador em casa, deixando claro que o computador está presente na casa de quase todos os professores. Demonstra também que praticamente todos os professores possuem internet em casa e cerca de 86% deles fazem acesso diário. A pesquisa relatou ainda que aproximadamente metade deles levam seus computadores portáteis para a escola, 12 pontos a mais do que em 2010. Conforme mencionado à questão de infraestrutura é uma barreira significativa para o uso das TICs, sendo que 67% dos professores apontam que a velocidade de conexão da internet é ruim e 73% acham que a quantidade de máquinas por aluno dificulta no aprendizado. Em relação à formação dos docentes, a pesquisa aponta que os professores estão investindo em capacitação sendo que 75% dos cursos são pagos pelos próprios docentes e 19% oferecidos pelo governo/secretária de educação.

Papert (1997), afirma que:

Espalhado pelo mundo existe um apaixonado caso de amor entre crianças e computadores. (...) Em todo lado, com poucas exceções, vi o mesmo brilho nos seus olhos, o mesmo desejo de se apropriarem dessa coisa. Não se limitando a desejá-lo, parecia que lá no fundo já sabiam que lhes pertencia. Sabiam que o podiam dominar mais facilmente e mais naturalmente do que os seus pais. Sabem que pertencem à geração dos computadores. (PAPERT, 1997)

Sendo assim, conforme analisado nas pesquisas, os professores estão buscando capacitação para a integração das TICs em seus currículos pedagógicos, se adaptando e inovando para passar um aprendizado mais didático e menos maçante para o aluno. Lorenzato (1995), afirma que os recursos das TICs interferem fortemente nos métodos de ensino e aprendizagem, sendo que o uso desses recursos depende do conteúdo a ser ensinado, dos objetivos que deseja almejar e da aprendizagem a ser desenvolvida. Ainda conforme Lorenzato (1995), ele afirma que "a utilização de recursos didáticos facilita a observação e a análise de elementos fundamentais para o ensino experimental, contribuindo com aluno na construção do conhecimento".

2.2.1 Ambientes Educacionais para Ensino Fundamental

Uma proposta dos especialistas de gestão de políticas educacionais, tanto no Brasil quanto no exterior, relata que o uso das tecnologias da informação e comunicação (TICs), são estratégias para aproximar os estudantes, em especial na faixa etária de 10 a 15 anos. Para muitos especialistas é mais do que isso, a introdução das TICs traz possibilidades para transformar o papel da escola (LIMA; ROSENDO, 2013).

Aulas e objetos digitais, como vídeos, jogos, redes sociais, aplicativos e etc, contribuem para que o aluno desenvolva habilidades para as novas demandas sociais, tendo objetivos maiores de aprendizagem e com mais eficácia. A pesquisa abordada (CGI, 2012) a seguir aponta que os alunos entre 10 e 15 anos são usuários das tecnologias da informação e comunicação.

Conforme Comitê Gestor de Internet no Brasil (CGI) em 2012, com a pesquisa sobre o uso das tecnologias da informação e comunicação no Brasil, os indicadores mostram que o computador está presente, em média, 72% dos alunos do ensino fundamental e quase 99% deles fazem o uso da internet pelo menos uma vez por semana. Porém, com base nas pesquisas pode ser observado que 64% utilizam a internet em casa sendo que na escola cerca de 6% dos alunos acessam a internet. Percebe-se que as tecnologias nas escolas não são as mais utilizadas pelos

alunos por isso a pesquisa aponta adoção de plataformas para auxiliarem os alunos do ensino fundamental.

Como exemplo de aplicações utilizadas no ensino fundamental pode-se citar: ambientes colaborativos, aprendizagem baseadas em jogos e dispositivos móveis. Um estudo com perspectivas tecnológicas para o ensino fundamental e médio Brasileiro de 2012 a 2017 aponta que essas tecnologias citadas anteriormente estariam em vigor a menos de um ano depois. Em dois ou três anos depois foi previsto as aplicações móveis e conteúdo aberto. Sendo essas aplicações já implantadas hoje em 2015. Para um tempo maior de quatro a cinco anos estas aplicações incluiriam inteligência coletiva, laboratórios móveis, ambiente pessoal de aprendizagem e aplicações semânticas (JOHNSON et. al 2012);

Como modelo de aplicações e dispositivos utilizados no ensino fundamental as lousas digitais entram com força. Apesar das limitações citadas anteriormente a lousa digital chegou como incentivo do governo e está fazendo diferença pra quem tem planos em fazer uso desta tecnologia. Como uma tela imensa de computador com mais inteligência, a lousa digital é sensível ao toque. Ela permite diversos usos de aplicações multimídias, como jogos sérios e navegar na internet, por exemplo. Sendo que esses meios podem ser utilizados com a participação do aluno, onde o mesmo pode se dirigir até a lousa e resolver o exercício ou jogo proposto. Além disso, conta com apresentações das matérias de forma diferente, porque possibilita mostrar e manipular objetos em três dimensões. Dessa forma a criatividade e interesse do aluno são despertados e a inclusão dessas novas tecnologias se torna cada vez mais fácil (COSTA, 2009).

Outro modelo de aplicação das tecnologias são os aplicativos móveis. Professores estão investindo nos dispositivos móveis por meio de aplicativos específicos para o conteúdo utilizado ou através de redes sociais. Através desses meios os professores acreditam em uma maior interação entre os próprios alunos e a possibilidade de interagir de onde estiver com o conteúdo proposto. Conforme Oliveira (2011), o desenvolvimento de objetos de aprendizagem e/ou aplicativos educacionais para dispositivos móveis é um assunto ainda pouco explorado no Brasil, porém percebe-se que o avanço da tecnologia está proporcionando para que a inovação dos dispositivos cresça em grande escala.

Os dois modelos citados anteriormente podem e muitas vezes são utilizados com a internet. Ela é outro meio de tecnologia que está presente na maioria das escolas. A internet se tornou um meio de desenvolvimento de projetos para as tecnologias da informação e comunicação, é através dela que os professores identificam aplicações tanto para dispositivos móveis quando

para as lousas digitais. Os professores com o auxílio da internet trabalham bastante com os alunos para fazer pesquisas nos laboratórios. Segundo Moran (1997, p.146) “O aluno desenvolve a aprendizagem cooperativa, a pesquisa em grupo, a troca de resultados. A interação bem-sucedida aumenta a aprendizagem”.

Conforme os métodos e tecnologias identificados nesta seção, pode-se enfatizar que todos podem trabalhar juntos com o objetivo geral de transmitir o conhecimento do professor para o aluno. No ensino fundamental onde os alunos vivem intensamente uma fase criativa e inovadora, explorar esses tipos de tecnologias trazem muitas vantagens conforme já citadas. Hoje a grande preocupação não é apenas em colocar as tecnologias nas escolas, e sim fazer com que todos se comuniquem, aprendam alcancem seus objetivos através delas. Estes objetivos devem ser alcançados de forma construtiva e desafiadora, para que cada aprendiz adquira o conhecimento necessário em que a tecnologia foi programada.

2.2.2 Ambientes Educacionais para Ensino de Ciências do Corpo Humano

O ensino de ciências do corpo humano no Brasil se dá no ensino fundamental entre as séries do 5º e 6º ano. Os ambientes tecnológicos utilizados para o repasse do aprendizado desse conteúdo se dão através dos métodos e tecnologias citados anteriormente. Através desses métodos os educadores buscam, criam e adquirem conhecimentos inovadores e criativos para transmitir o estudo do corpo humano de uma forma mais clara. Não que os termos de anatomia (que por muitas vezes são difíceis) sejam trocados, mas a forma como o conhecimento está sendo passado através das tecnologias dá ao aluno um prazer maior em aprender pelo fato de que estão absorvendo o entendimento mais rapidamente.

Hoje com o auxílio da internet pode-se buscar alguns aplicativos que ajudam a ensinar e aprender sobre o corpo humano. O site Escola Games (2010) é um exemplo de site gratuito de jogos educativos para crianças a partir de cinco anos onde os jogos são desenvolvidos com acompanhamento pedagógico. Outros sites podem ser encontrados na internet, porém é sempre importante verificar a fonte para saber se o conteúdo pedagógico está sendo apresentado de uma forma correta.

A lousa digital como já foi citada é uma tecnologia que está presente em muitas escolas, sendo de fácil adaptação para vários conteúdos. Por exemplo, professor pode digitalizar um livro

de ciências fornecido pela escola e colocar a imagem na lousa digital, podendo manipular, fazer observações e explicar de forma mais coesa o assunto aos alunos. A lousa digital permite a utilização de vários tipos de programa, por exemplo, abrir o navegador e rodar um aplicativo online 3D. Um aplicativo bastante completo é o BioDigital 3D Human, o qual é uma plataforma 3D para ensino de anatomia. A empresa foi fundada em 2002 com objetivo de que "O corpo virtual e interativo, medicamente permite aos usuários aprender sobre anatomia, condições de saúde e tratamentos em formato visual que lembra a própria vida." (BIODIGITAL, 2002).

Em relação aos *tablets*, as lojas virtuais desse dispositivo disponibilizam aplicativos gratuitos ou pagos que auxiliam no ensino e aprendizado de ciências do corpo humano. Enfim, basta o professor ter criatividade e pesquisar que a internet hoje em dia permite a disponibilização de diversos conteúdos interativos e adaptáveis a diversas tecnologias.

2.3 Sistemas do Corpo Humano Abordados no Ensino Fundamental

Os sistemas do corpo humano são abordados na matéria de ciências e são estudados entre o quinto e sexto ano do ensino fundamental. Nestes estudos os sistemas do corpo humano são abordados a partir da apresentação das características principais dos órgãos humanos. Os órgãos são estruturas formadas por diferentes tecidos. Cada órgão desempenha uma ou mais funções no organismo. Um conjunto de órgãos que realiza uma função específica no corpo forma um sistema. O nosso corpo é formado por vários sistemas e são eles: digestório, cardiovascular, respiratório, urinário, nervoso, esquelético, muscular, articular, genital, órgãos dos sentidos e glândulas endócrinas. Para que nosso organismo seja considerado saudável e funcione de forma equilibrada e harmoniosa, todos os sistemas devem exercer suas funções de maneira integrada. (GIL; FANIZZI, 2011)

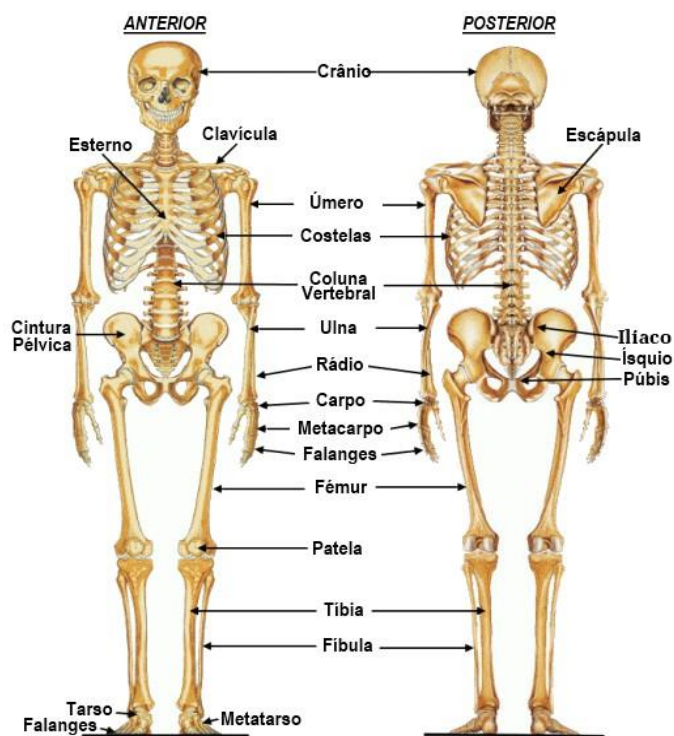
Neste trabalho abordamos três sistemas do corpo humano, tais como: respiratório, esquelético e digestório.

Sistema Esquelético

O sistema esquelético é responsável pela sustentação e movimentação do corpo humano. É composto por ossos e cartilagens, onde o sistema esquelético é responsável pela proteção de órgãos internos, como o coração e os pulmões, localizados no interior da caixa torácica, formada pelas costelas, pelo esterno e por algumas vertebrae. (GIL; FANIZZI, 2011)

A Figura 3 apresenta a divisão do sistema esquelético:

Figura 3: Divisão Sistema Esquelético



Fonte: Sistema Esquelético Musculação³

A Figura 3 acima mostra como o sistema esquelético é dividido tanto a parte anterior como posterior. O esqueleto adulto é constituído por cerca de duzentos ossos, sustenta o corpo, protege diversos órgãos e está associado aos movimentos que executamos.

Sistema Respiratório

No ar que se respira está presente além de outros gases, o gás oxigênio, indispensável para o ser humano poder respirar. O ar entra no corpo humano pelo sistema respiratório, formado pelas vias respiratórias e pelos pulmões. As vias respiratórias compreendem as cavidades nasais, a faringe, a laringe, a traqueia, os brônquios e os pulmões. Dentro dos pulmões estão os brônquios e os alvéolos. (GIL; FANIZZI, 2011)

A Figura 4 apresenta a divisão do sistema respiratório:

Figura 4: Divisão Sistema Respiratório

³ Disponível em: <<http://www.musculacao.net/sistema-esquelético/>> Acesso em 02 de novembro de 2015



Fonte: Sistema Respiratório Mundo da Educação⁴

A Figura 4 acima mostra como o sistema respiratório é dividido. O ar entra pelas nossas narinas chegando até as cavidades nasais. Elas são revestidas por uma camada de células que protegem e produzem muco para a garganta. Esse muco trabalha como um filtro que retém bactérias e partículas sólidas que se encontram suspensas no ar. Assim o ar chega à faringe e logo depois a laringe. Abaixo está a traqueia que se dividi em dois tubos chamados de brônquios. Os brônquios se ramificam para o interior dos pulmões onde o ar dos nossos pulmões é renovado continuamente e sempre há gás oxigênio nos capilares sanguíneos. Esta constante renovação de ar é chamada de ventilação pulmonar. Quando inspiramos o ar no processo de inspiração, ocorre a contração da musculatura do diafragma e dos músculos intercostais, sendo que o diafragma abaixa e as costelas sobem, aumentando, dessa forma, o volume da caixa torácica e forçando o ar a entrar nos pulmões. Quando expiramos o ar, no processo de expiração, a musculatura do diafragma e os músculos intercostais se relaxam, diminuindo o volume da caixa torácica e forçando o ar a sair dos pulmões. (GIL; FANIZZI, 2011)

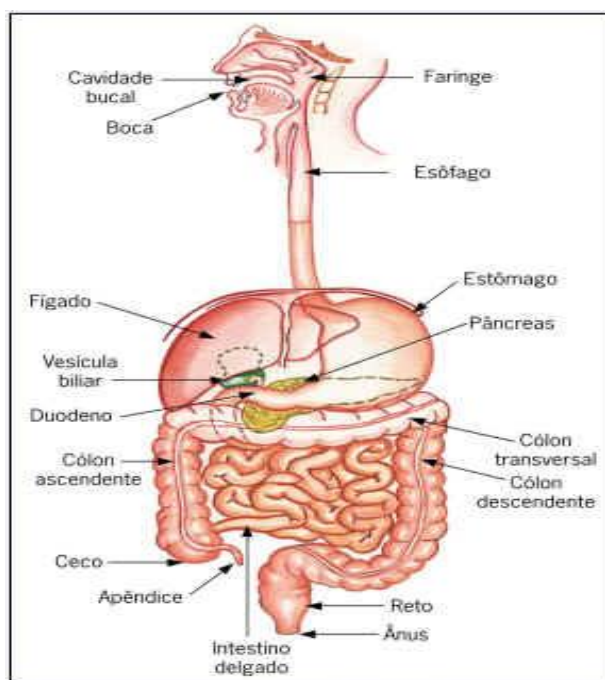
Sistema Digestório

O alimento é necessário para qualquer ser vivo. As substâncias contidas nele garantem a formação das células, dos tecidos, dos órgãos e dos sistemas de um organismo, além de contribuir para a sua manutenção. Quando se ingere, o alimento precisa ser transformado para que as substâncias que o compõem sejam aproveitadas, e é no sistema digestório que isso acontece. (GIL; FANIZZI, 2011)

⁴ Disponível em: <<http://www.mundoeducacao.com/biologia/sistema-respiratorio.htm>>. Acesso em 02 de novembro de 2015

A Figura 5 apresenta a divisão do sistema digestório:

Figura 5: Divisão Sistema Digestório



Fonte: Sistema Digestório AFH Bio.⁵

Conforme apresentado na Figura 5, pode-se observar no sistema digestório que o processo de digestão inicia na boca. O alimento sólido precisa ser mastigado e triturado para ser engolido. Durante a mastigação, as glândulas salivares produzem a saliva, onde é misturada ao alimento até transformá-lo em uma massa, chamada de bolo alimentar. No estômago o alimento sofre outras transformações por algumas horas e é no intestino delgado que a digestão se completa e as substâncias que não foram absorvidas e não digeridas são encaminhadas para o intestino grosso tendo uma consistência mais sólida. Essa massa formada recebe o nome de fezes e é expelida pelo ânus.

⁵ Disponível em: <<http://www.afh.bio.br/>>. Acesso em 02 de novembro de 2015

3. PROJETO DE UM JOGO SÉRIO PARA ESTUDO DE SISTEMAS DO CORPO HUMANO

Neste capítulo é apresentado o projeto de um jogo sério para estudos de sistemas do corpo humano, assim como a descrição das principais ferramentas utilizadas para o desenvolvimento do jogo. Dentro deste contexto será apresentado o projeto do conteúdo pedagógico e a estratégia para desenvolvimento do jogo.

3.1 Metodologia para Desenvolvimento do Projeto de Jogos Educacionais

Para todo conteúdo que se quer aplicar seja qual for o ambiente é preciso projetá-lo. O motivo de projetar é dar vida ao conteúdo, é administrá-lo. Para a educação, a prática de trabalhar com projetos faz com que os alunos adquiram habilidades de resolver problemas e de articular saberes adquiridos, agir com autonomia diante de diferentes situações que são propostas, desenvolverem criatividade e aprender o valor da colaboração. (HERNÁNDEZ, 1998)

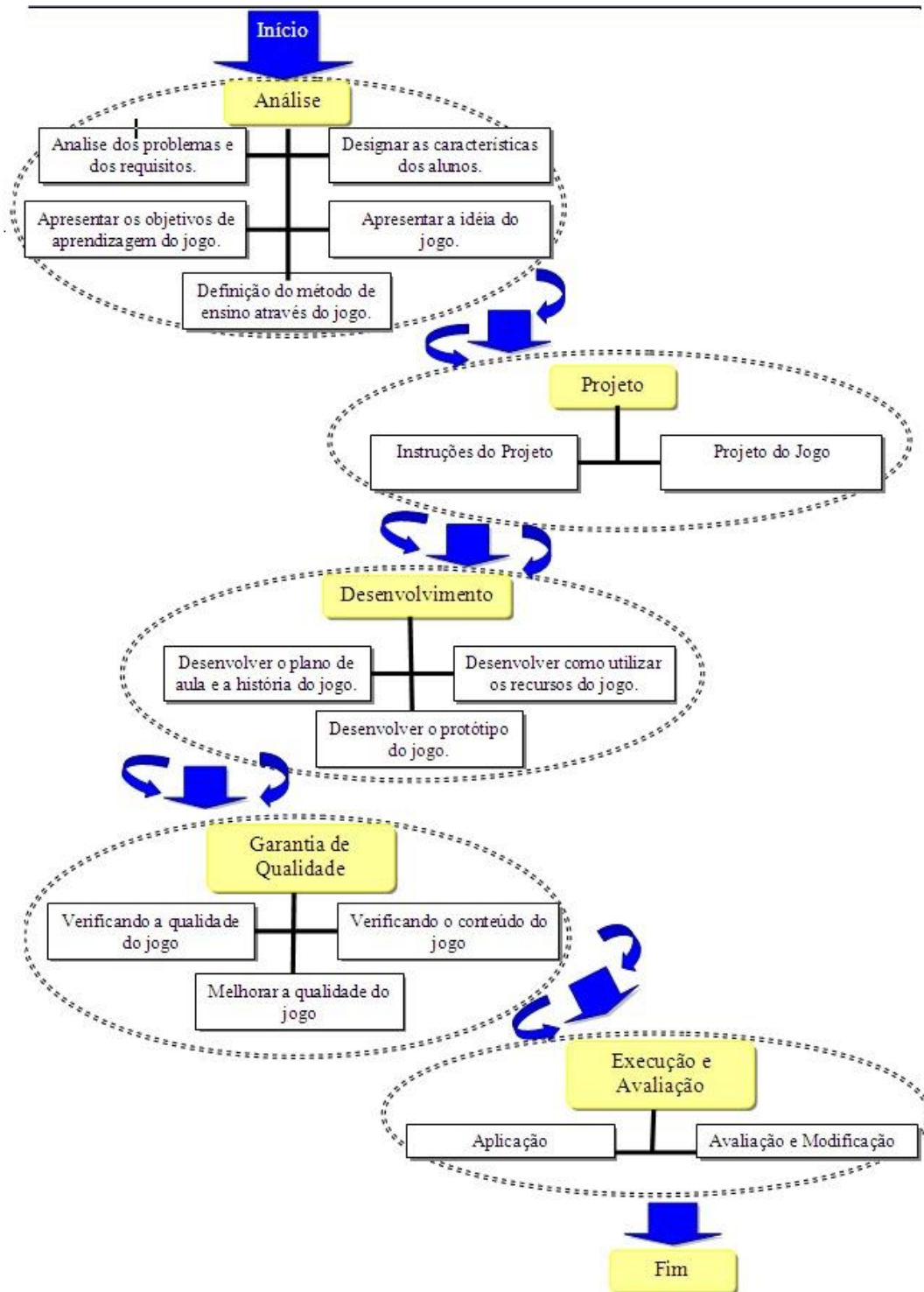
Ao realizar o desenvolvimento de um sistema necessita-se adotar uma metodologia para poder gerenciar este projeto. A metodologia nada mais é que uma explicação minuciosa, rigorosa e detalhada de toda a ação desenvolvida no caminho do trabalho de pesquisa. Adotar uma metodologia significa escolher um percurso e tem como função, mostrar aos *stakeholders* do projeto "o caminho das pedras". (SANTOS, 2006)

No desenvolvimento deste projeto adotou-se a metodologia Aprendizagem Baseada em Jogo Digital (do inglês *Digital Game based learning* - DBGL). Pesquisadores acreditam que a DBGL tem o potencial de ajudar a superar problemas de aprendizagem. Tem como principais componentes a pedagogia e os jogos digitais trabalhando com vários elementos. Trabalha com fases que devem ser cumpridas suas atividades antes de passar para a próxima. Consiste em cinco

fases: Análise, Projeto, Desenvolvimento, Garantia de Qualidade e Execução e Avaliação. (ZIN et al., 2009)

Na Figura 6 são apresentadas as etapas do fluxograma a ser desenvolvido para este projeto com base na metodologia DBGL.

Figura 6: Fluxograma do Projeto



Fonte: Fluxograma baseado na metodologia de desenvolvimento DBGL (Aprendizagem baseada em jogo digital).

Conforme apresentado na Figura 6 o fluxograma apresenta cinco fases do projeto.

Na primeira fase analisou-se todo o contexto do projeto. Identificando requisitos e principais objetivos. Com os objetivos identificados foram definidas as características dos alunos abordadas no trabalho a fim de poder criar a ideia inicial do jogo. Foi através dessa parte que os métodos e formas de interação e avaliação foram colocados em pauta.

Após a fase de análise inicia-se a fase do Projeto, a segunda fase que contempla as instruções necessárias para desenvolver o jogo. Nesta fase foram definidos os modelos 3D a serem utilizados na matéria de corpo humano do ensino fundamental. Outra etapa realizada foi no contexto de definição de quais recursos adotar para desenvolver um jogo interativo, dinâmico e criativo. A partir disso foi realizado o projeto do jogo sério intitulado EducaCorpoHumano3D, o projeto pedagógico do jogo e o projeto estratégico.

O desenvolvimento do jogo se encontra na terceira fase onde o conteúdo pedagógico, como o plano de aula e o conteúdo didático é desenvolvido e incluído no jogo. O desenvolvimento do projeto pedagógico e do jogo foi realizado com o objetivo de explorar o conteúdo a ser estudado de uma maneira lúdica e criativa de tal forma que o aluno apresente uma motivação maior durante os seus estudos. Nesta etapa foram colocadas em prática e testadas as possibilidades que a ferramenta oferece para a aplicação do jogo. A partir disso foi obtida uma primeira versão do jogo sério para o estudo do sistema do corpo humano.

Na quarta fase o processo de garantia de qualidade é iniciado. Esta fase vem a garantir que o conteúdo didático apresentado no projeto seja o mais correto possível para a idade e série dos alunos alvo do jogo sério. Para satisfazer essa garantia de qualidade o projeto contou com uma parceria externa de uma instituição de ensino público da região do Vale do Araranguá no município de Maracajá. Essa parceria se dá a uma Professora cujo nome é Júlia Bilésimo Serafim da Silva a qual leciona no colégio Escola de Educação Básica Municipal 12 de maio. A contribuição desta professora foi essencial para que o projeto estivesse nas conformidades citadas anteriormente e para que a apresentação do conteúdo a ser estudado fosse de uma forma lúdica e criativa. É nessa fase também que são realizados testes de usabilidade para os alunos e professores com o objetivo de obter uma versão do jogo com a qualidade e conteúdos melhorados.

E, por fim na quinta fase deste fluxograma, tem-se a execução e avaliação do projeto. De acordo com os objetivos do trabalho, a execução deste projeto se dá na aplicação do jogo em uma instituição de ensino, em particular no 5º e 6º ano do ensino fundamental com o acompanhamento dos professores. É nesta fase também que é feita avaliação de usabilidade do jogo. Para os alunos é aplicado um questionário de caráter quantitativo com metodologia específica

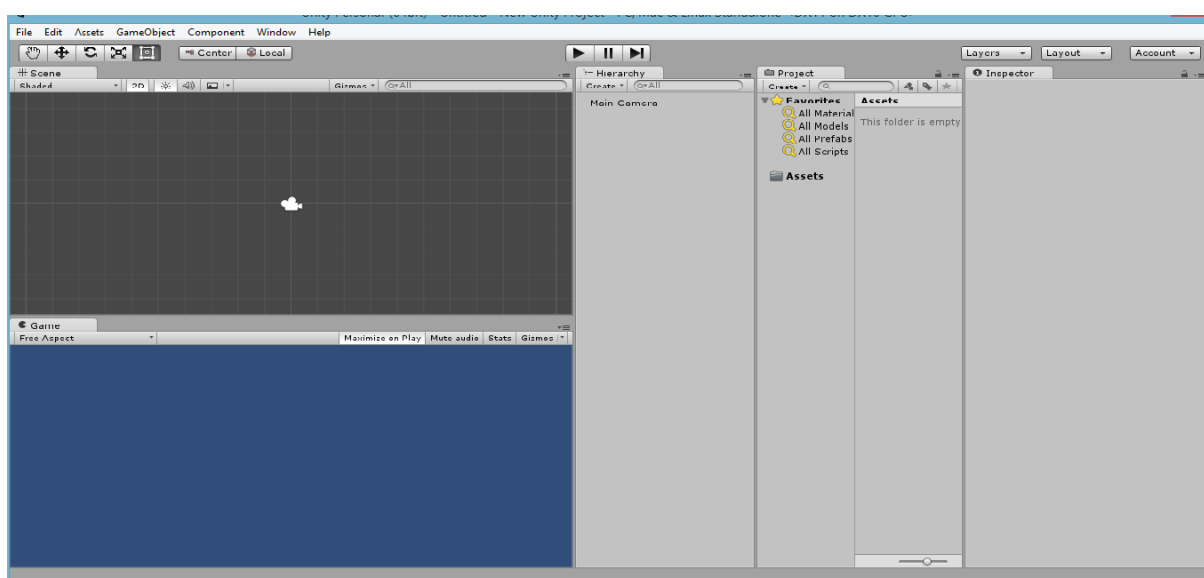
para crianças e para o professor é aplicado um questionário a partir da sua observação dos alunos durante a utilização do jogo. Com base nos resultados obtidos com as duas avaliações e com a experiência em usabilidade dos autores objetiva-se a realizar modificações no jogo, caso seja necessário, para aprimorar versões futuras.

3.2 Ferramentas para Desenvolvimento do Jogo

As ferramentas utilizadas no projeto e implementação do jogo sério EducaCorpoHumano3D são discutidas a seguir.

Para desenvolvimento do jogo sério adotou-se o Unity 3D, na sua versão 5.1, por causa da familiaridade dos autores com esta ferramenta e por apresentar a funcionalidade desejável para o projeto de um jogo sério. Unity 3D é uma plataforma de desenvolvimento flexível e eficiente, utilizada para a criação de jogos 3D e 2D para experiências interativas. Conta com suporte para multiplataformas e com um *Asset Store* o qual é uma loja virtual do Unity 3D que disponibiliza modelos gratuitos e pagos, com milhares de recursos e ferramentas de produção prontas. A empresa Unity Technologies, responsável pela criação do Unity 3D revolucionou a indústria dos jogos com o Unity. A plataforma Unity foi criada com a visão de democratizar o desenvolvimento dos jogos, onde faz com que o desenvolvimento de jogos de sucesso seja cada vez mais fácil. (UNITY TECHNOLOGIES, 2005).

Figura 7: Interface do Unity 3D para desenvolvimento de jogos

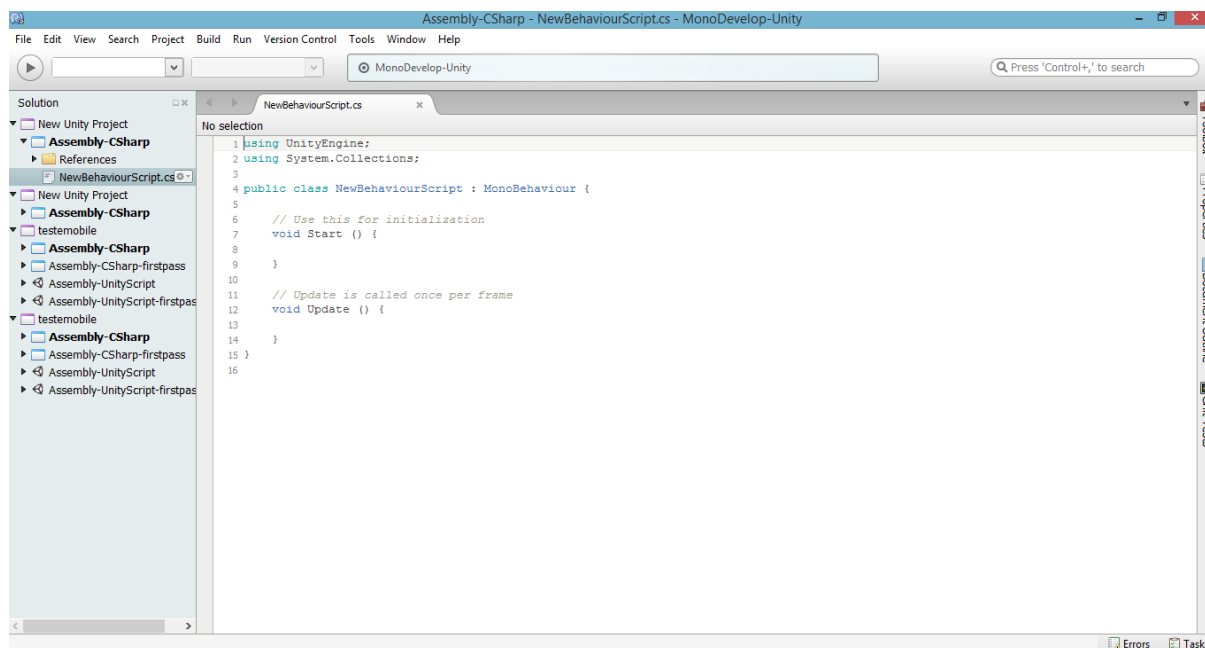


Fonte: Software Unity 3D

A Unity já alcançou cerca de 600 milhões de jogadores no mundo inteiro através de jogos feitos com seus mecanismos e agora está expandindo suas tecnologias trabalhando e inovando para o mercado de jogos para dispositivos móveis. Sem dúvida é o principal software de desenvolvimento de jogos de nível global. Mais jogos são feitos com Unity do que qualquer outra tecnologia de jogos. Mais jogadores aproveitam jogos feitos com o Unity e mais desenvolvedores confiam nas ferramentas e serviços da Unity para elevarem seus negócios (UNITY TECHNOLOGIES, 2005).

A plataforma Unity permite o desenvolvimento de jogos através de sua interface gráfica e através da elaboração de *scripts* (uma linguagem de programação simples) para definição do comportamento do jogo. Para desenvolvimento dos *scripts* utilizados no projeto, é utilizada a ferramenta MonoDevelop. A MonoDevelop é um ambiente de desenvolvimento integrado (IDE em inglês *Integrated Development Environment*), fornecido com o Unity. Esta ferramenta combina o funcionamento da família de um editor de texto com recursos adicionais para a depuração e outras tarefas. Conta com suporte as linguagens de programação C#, Boo, Java, Nemerle, Visual Basic .NET entre outros. Neste trabalho foi utilizada a linguagem de programação C#. (UNITY TECHNOLOGIES, 2005).

Figura 8: Ambiente de desenvolvimento MonoDevelop e Exemplo de Script C#.

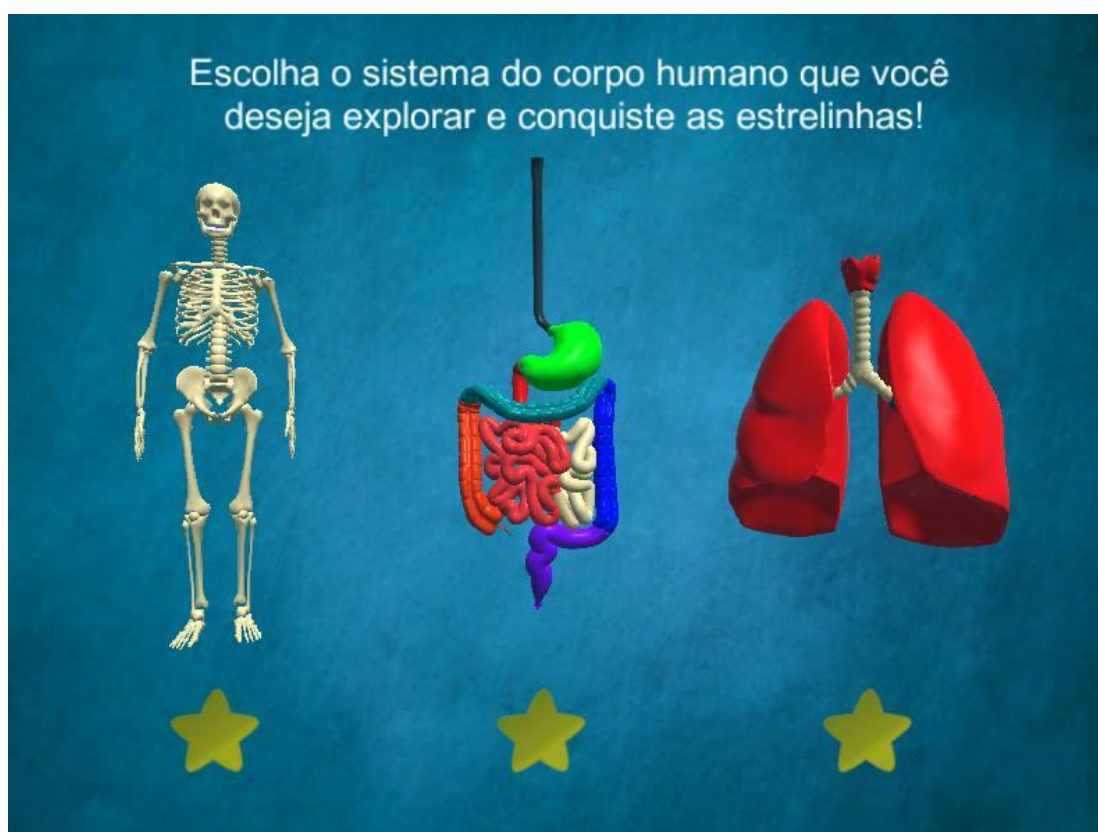


Fonte: MonoDevelop integrado ao Software Unity.

A linguagem de programação C# foi criada juntamente com a plataforma .NET da Microsoft. A linguagem C# teve influência de várias linguagens, como por exemplo, Java e C++. C# foi uma junção das principais vantagens dessas linguagens, melhorando suas implementações e adicionando novos recursos. Tornou-se uma linguagem atrativa com uma sintaxe simples e de fácil aprendizagem, fornece recursos poderosos gerando uma melhor segurança no seu desempenho. (UNITY TECHNOLOGIES, 2005).

No que diz respeito aos modelos 3D utilizados neste trabalho de conclusão adotou-se uma versão educacional da biblioteca de objetos 3D conhecida como Viewpoint Datalabs a qual deve ser utilizada sem fins lucrativos. (Viewpoint Datalabs, Catalog of 3D Models, Orem, UT, 1993).

Figura 9: Modelos 3D



Fonte: Modelos 3D utilizados no jogo EducaCorpoHumano3D

A Figura 9 apresenta os modelos 3D utilizados no jogo EducaCorpoHumano3D. Estes modelos são bem realistas e subdivididos da forma correta conforme a anatomia para o ensino fundamental que foi abordado neste trabalho. Desta forma, a estrutura anatômica existente nos modelos 3D auxiliaram no trabalho de criar um jogo mais interativo e criativo.

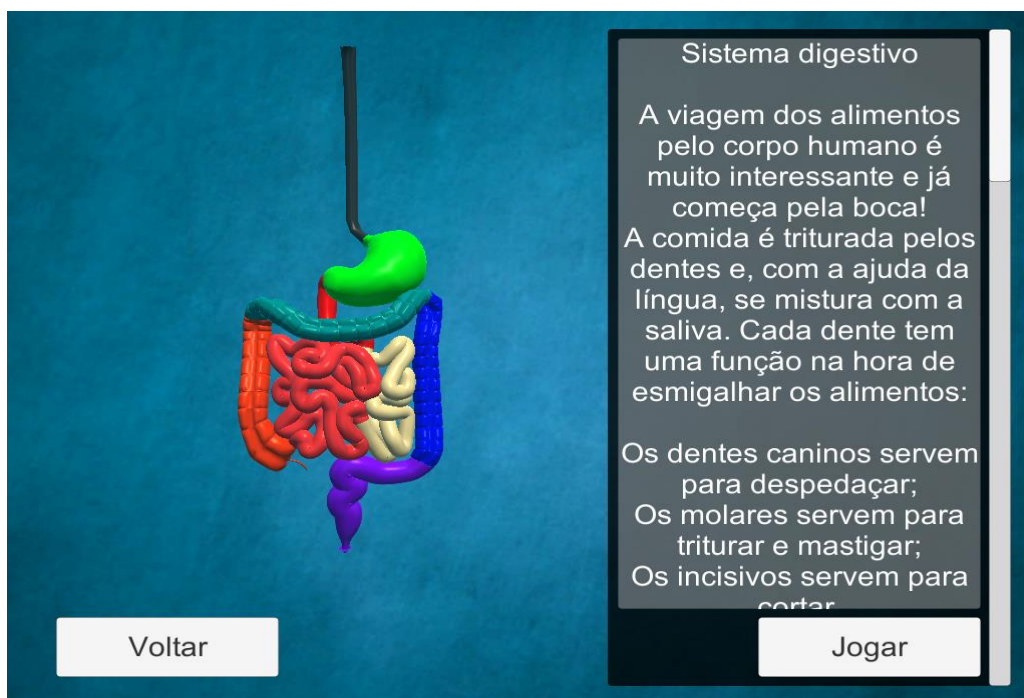
3.3 Projeto do Conteúdo Pedagógico

O conteúdo pedagógico utilizado no projeto foi adquirido através dos livros didáticos do quinto ano do ensino fundamental fornecidos por uma das instituições públicas onde os estudos foram realizados Gil; Fanizzi (2011) e Carnevalle (2014). Para desenvolver o jogo EducaCorpoHumano3D e aplicá-lo ao ensino fundamental foi escolhida a matéria de ciências. Como não seria possível abordar o conteúdo todo de uma disciplina optamos por estudar apenas alguns dos sistemas do corpo humano, focando nos sistemas: Respiratório, Digestório e Esquelético.

O objetivo do conteúdo pedagógico deste projeto é fazer com que os alunos aprendam a matéria de uma forma mais criativa e interativa. Hoje em dia pode-se observar um grande avanço das tecnologias da informação e comunicação em diversas áreas incluindo a área de ensino. Dentro do contexto de jogos sérios, aplicar o EducaCorpoHumano3D não é uma questão de divertir os alunos e sim de fazer um jogo educativo que desperte o interesse do aluno na forma de desafios.

O conteúdo pedagógico foi incluído no jogo como parte de uma interface específica para o estudo do sistema do corpo humano. Nesta interface de estudo é detalhado o funcionamento do sistema do corpo humano que foi selecionado, sendo que o conteúdo de ensino é utilizado pelos alunos para os próximos desafios do jogo. Conforme Figura 10 a interface de estudo permite a visualização dos objetos 3D representando os sistemas do corpo humano através de recursos de visualização onde o usuário pode visualizar os objetos no espaço 3D sob diferentes pontos de vista. Além disso, quando o usuário movimenta o mouse sob as divisões do sistema do corpo humano o nome de cada elemento é exibido em sua forma textual.

Figura 10: Interface de estudo do sistema digestório



Fonte: Jogo EducaCorpoHumano3D, desenvolvido para este projeto.

O jogo inicia com uma interface que apresenta perguntas sobre os sistemas do corpo humano conforme Figura 11.

Figura 11: Interface de pergunta do sistema digestório

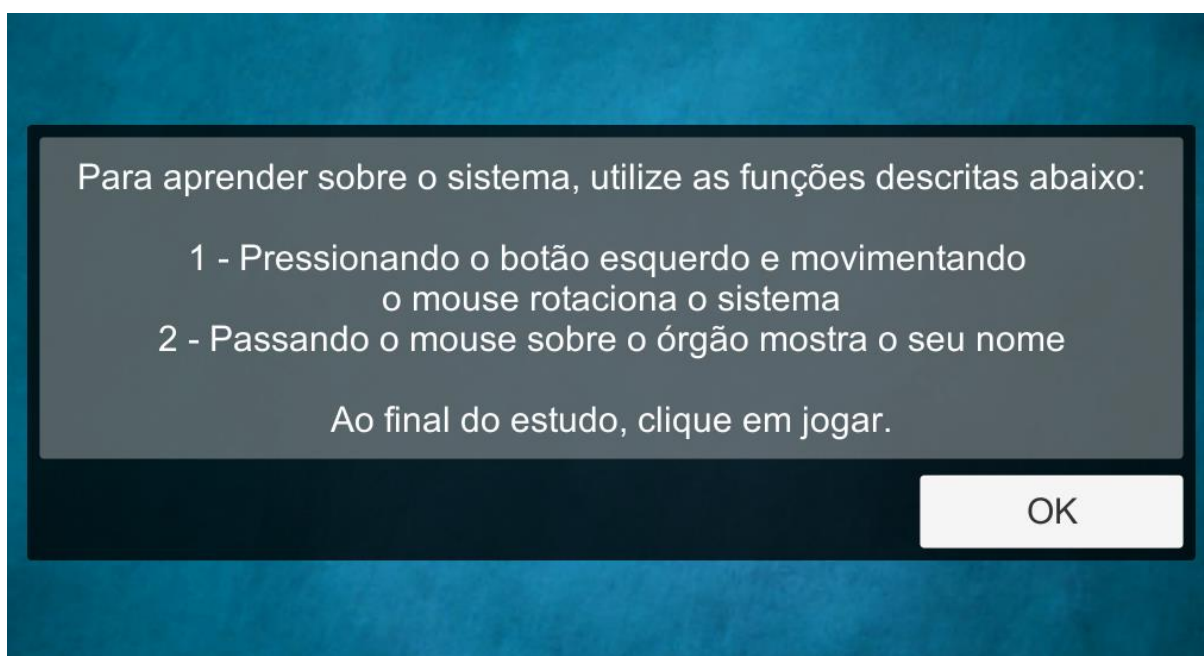


Fonte: Jogo EducaCorpoHumano3D, desenvolvido para este projeto.

As perguntas do jogo são propostas de desafio. Elas são retiradas através do conteúdo de ensino disponível na interface de estudo. Com isso, além do aluno estar aprendendo conforme o livro didático utilizado na escola, ele também aprende através da possibilidade de visualizar os órgãos sob diferentes pontos de vista no espaço 3D.

Outra forma pedagógica que o jogo impõe são as transições de uma interface para outra. As interfaces são desenvolvidas para o usuário seguir uma direção ao utilizar o jogo. O objetivo do jogo é transmitir conhecimento através de desafios propostos no jogo e espera-se que esta forma de interação seja intuitiva para os usuários/alunos. A Figura 12 demonstra estes conceitos.

Figura 12: Interface de explicação para a interface de estudo



Fonte: Jogo EducaCorpoHumano3D, desenvolvido para este projeto.

As interfaces de transição foram desenvolvidas não apenas como simples caixas de diálogos explicativas, mas também para serem caixas de diálogos que descrevam a linguagem dos alunos para servir de motivação ao longo das fases do jogo. Por fim, todo o conteúdo pedagógico deste projeto foi desenvolvido pensando no aprendizado do aluno de forma eficaz, de tal forma que o aluno conclua o jogo com sensação de conhecimento a mais e não de apenas um jogo divertido que não contribuiu em nada em sua formação.

3.4 Projeto da Estratégia do Jogo

No projeto da estratégia do jogo procurou-se responder as perguntas descritas a seguir: Como utilizar os jogos sérios para ensino de sistemas do corpo humano no ensino fundamental? Como despertar o interesse tanto dos alunos quanto dos professores para uma nova forma de aprendizagem?

Para a definição de estratégia Quinn (2001), afirma que é um modelo ou plano que integra os objetivos, as políticas e a sequência de ações num todo coerente. Seguindo o padrão de definição de Quinn (2001) o jogo estabelece um conjunto de manobras para alcançar objetivos, definimos então como a estratégia do jogo. Para alcançar os objetivos propostos pelo EducaCorpoHumano3D o aluno precisa planejar suas tarefas, pois se elas não forem planejadas os níveis propostos pelo jogo não serão alcançados.

A Figura 13 apresenta o exemplo de um dos pontos de estratégia planejados para o jogo.

Figura 13: Interface de pergunta do sistema digestório com identificação das estratégias do jogo



Fonte: Jogo EducaCorpoHumano3D, desenvolvido para este projeto.

Conforme a Figura 13, os pontos de estratégia do jogo são identificados como itens A e B. Estes pontos foram desenvolvidos para colocar em prática o conceito de jogos sérios onde o

aprendizado tem que ser passado através de desafios. Esses desafios são requeridos para tornar o jogo atraente e divertido e para fazer com que o aluno aprenda com um objetivo em mente.

Abordando o item A e B da Figura 13 pode-se perceber que o item A apresenta o conceito das estrelas. As estrelas são as recompensas para o acerto de cada pergunta do jogo. Assim, para cada sistema do corpo humano que for completado com sucesso o aluno ganha três estrelinhas. Esse parâmetro de recompensa é ideal, pois o aluno aprende além do conteúdo proposto a trabalhar com metas e objetivos. De tal modo que se errar ele perderá uma vida que é representada pelo coração concebido na Figura 13 pelo item B. Para cada início do estudo do sistema do corpo humano escolhido pelo aluno, o jogo inicia com três corações. Os corações são perdidos no decorrer que o aluno vai errando as perguntas. Quando o aluno atingir os três erros, que significa perder os três corações a fase de estudo daquele sistema do corpo humano é interrompida e ele terá que iniciar o estudo novamente.

Além do processo de recompensas e vidas demonstrado acima, o projeto estratégico do jogo conta com mais um item. As perguntas do jogo são apresentadas para os alunos de forma estratégica, onde para esse projeto foi desenvolvido dois modelos de perguntas. Esses dois modelos desenvolvidos requerem de formas diferentes as respostas a serem fornecidas pelos alunos.

A Figura 14 demonstra o primeiro tipo de pergunta.

Figura 14: Interface de pergunta do sistema digestório - Demonstrando 1º tipo de pergunta



Fonte: Jogo EducaCorpoHumano3D, desenvolvido para este projeto.

Conforme apresentado na Figura 14, este estilo de pergunta é formado por apenas um modelo 3D habilitado para o aluno selecionar. Sendo que são apresentados três tipos de respostas, onde o aluno deve arrastar o modelo 3D disponível para a caixa correspondente a qual contém a resposta com o nome do objeto.

A Figura 15 apresenta o segundo tipo de pergunta.

Figura 15: Interface de pergunta do sistema digestório - Demonstrando 2º tipo de pergunta



Fonte: Jogo EducaCorpoHumano3D, desenvolvido para este projeto.

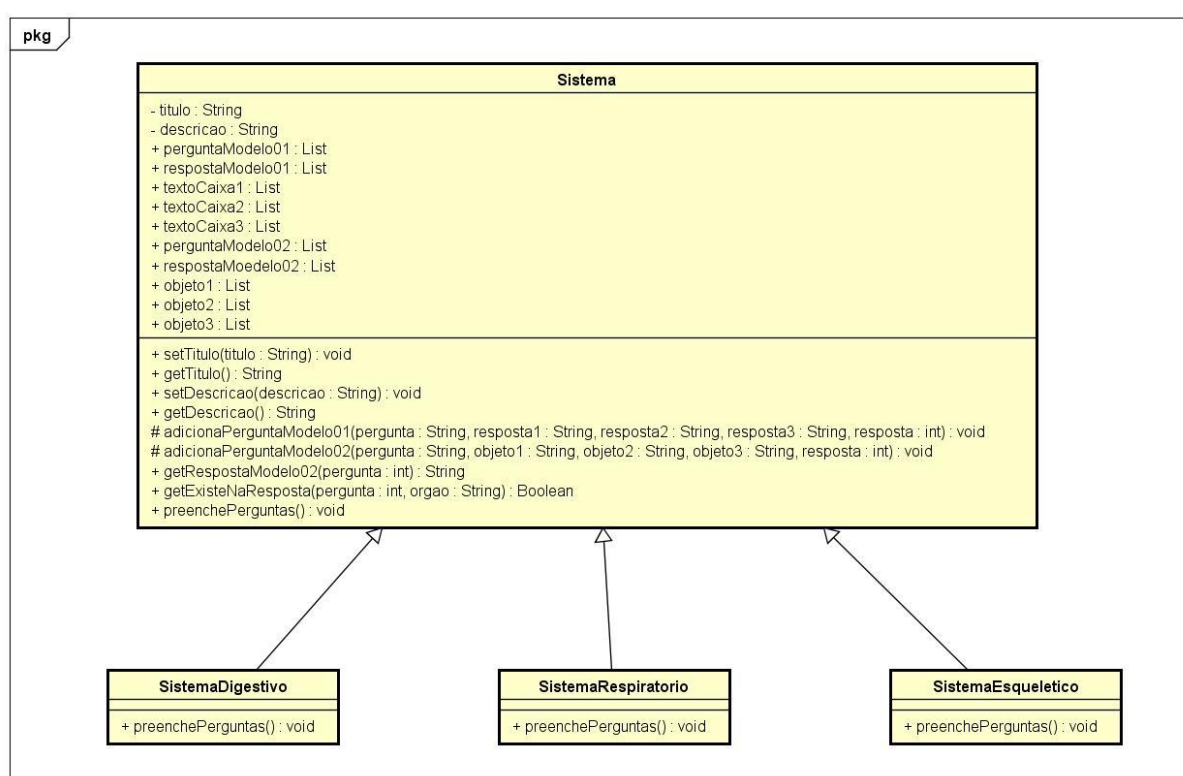
Conforme apresentado na Figura 15, este estilo de pergunta é formado por apenas uma resposta e três objetos 3D são apresentados na interface. De tal forma que apenas um dos objetos 3D satisfaz a resposta. Desta forma o aluno tem que arrastar o objeto 3D que corresponde a resposta correta para a caixa.

Cada sessão de estudo de um determinado sistema do corpo humano conterá três perguntas. Internamente para o jogo são definidas e cadastradas nove perguntas para cada sistema do corpo humano. Quando o usuário inicia uma sessão do jogo para um determinado sistema do corpo humano é utilizado um algoritmo para escolher randomicamente três perguntas das nove perguntas cadastradas. Como o jogo apresenta o estudo de três sistemas do corpo humano para este jogo foram elaboradas 27 perguntas baseadas no material didático apresentado para o aluno (como descrito na Seção 3.3).

3.4.1 Diagrama de Classes

O diagrama de classes do projeto para desenvolvimento do jogo EducaCorpoHumano3D apresenta a estrutura do sistema com seus atributos e métodos. Para os sistemas do corpo humano as classes são representadas com os seguintes nomes: SistemaDigestivo, SistemaRespiratório e SistemaEsquelético, sendo que as mesmas são herdadas da classe Sistema onde estão declarados os métodos responsáveis por manipular as informações dos sistemas. O Diagrama de Classes principal do projeto é apresentado na Figura 16.

Figura 16: Diagrama de Classes



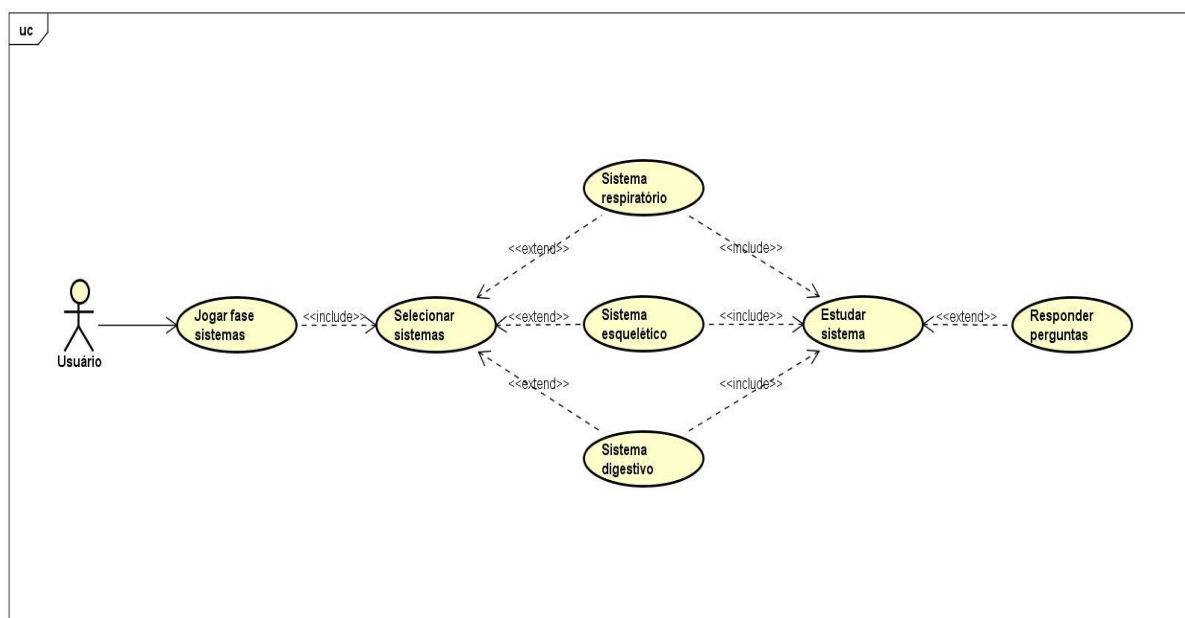
powered by Astah

Fonte: Jogo EducaCorpoHumano3D, desenvolvido para este projeto.

3.4.2 Casos de Uso

O diagrama de casos de uso do projeto para desenvolvimento do jogo EducaCorpoHumano3D apresenta o comportamento e interação do sistema pela utilização do usuário. O usuário/aluno como ator principal fazendo o uso do sistema. Ele tem acesso a todo o sistema conforme sua sequência de fases. Diagrama de casos de uso é apresentado na Figura 17.

Figura 17: Diagrama de caso de uso



powered by Astah

Fonte: Jogo EducaCorpoHumano3D, desenvolvido para este projeto.

4. DESENVOLVIMENTO DO JOGO SÉRIO EDUCACORPOHUMANO3D

Neste capítulo é apresentado o desenvolvimento do jogo sério EducaCorpoHumano3D para estudos de sistemas do corpo humano, assim como a descrição das classes para ensino e para interação do jogo, bem como seus principais *scripts*. Nesta seção também é apresentado a arquitetura geral do sistema.

4.1 Descrição das Classes para Ensino

As classes para ensino são definidas como sendo as responsáveis por armazenar as informações em relação ao conteúdo didático, obtido através dos livros utilizados em sala de aula, onde o objetivo principal do jogo é que o aluno apreenda este conteúdo. Estas classes estão estruturadas da seguinte forma:

- Superclasse: “Sistema”
- Classes herdadas ou estendidas: “SistemaDigestivo”, “SistemaEsqueletico” e “SistemaRespiratorio”.

Na classe sistema é definido tudo o que é comum a todos os sistemas herdados, com isso a mesma contém atributos como: título, descrição. Também nela é onde se encontra as listas que fazem o controle em relação às perguntas que são feitas aos usuários. No jogo existem dois modelos de perguntas, o primeiro em que é mostrado o sistema completo em transparência e somente o objeto resposta com a sua cor e existem três opções de respostas com o nome do órgão a que se refere. Já no segundo modelo, são mostrados três órgãos e o usuário tem que identificar qual objeto 3D contém a resposta correta e arrastar para a caixa da resposta.

Para o primeiro modelo de pergunta são utilizadas as listas: “perguntaModelo01”, “respostaModelo01”, “textoCaixa1”, “textoCaixa2” e “textoCaixa3” e para o segundo modelo, são as listas: “perguntaModelo02”, “respostaModelo02”, “objeto1”, “objeto2” e “objeto3”, conforme a Figura 18:

Figura 18: Declaração das listas de perguntas

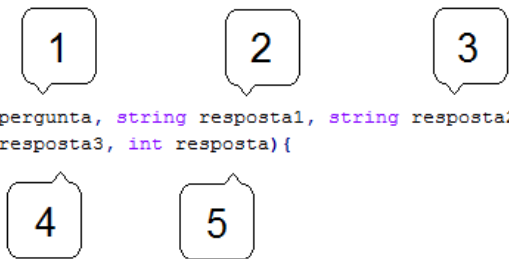
```
public class Sistema {  
  
    private string titulo;  
    private string descricao;  
  
    public List<string> PerguntaModelo01 = new List<string>();  
    public List<int> respostaModelo01 = new List<int>();  
    public List<string> textoCaixa1 = new List<string>();  
    public List<string> textoCaixa2 = new List<string>();  
    public List<string> textoCaixa3 = new List<string>();  
  
    public List<string> PerguntaModelo02 = new List<string>();  
    public List<int> respostaModelo02 = new List<int>();  
    public List<string> objeto1 = new List<string>();  
    public List<string> objeto2 = new List<string>();  
    public List<string> objeto3 = new List<string>();  
}
```

Fonte: Jogo EducaCorpoHumano3D, desenvolvido para este projeto.

4.1.1 Principais *Scripts* Desenvolvidos

Os principais *scripts* desenvolvidos na parte de ensino foram os que adicionam perguntas a determinado sistema. Os mesmos também são divididos em dois tipos de perguntas como descrito acima. Para a pergunta do primeiro tipo, o *script* é apresentado conforme a Figura 19.

Figura 19: Método da classe sistema para o primeiro modelo de pergunta



```

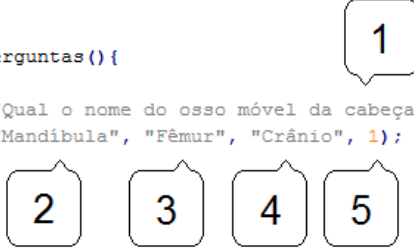
protected void adicionaPerguntaModelo01(string pergunta, string resposta1, string resposta2,
                                         string resposta3, int resposta){
    this.PerguntaModelo01.Add(pergunta);
    this.textoCaixa1.Add(resposta1);
    this.textoCaixa2.Add(resposta2);
    this.textoCaixa3.Add(resposta3);
    this.respostaModelo01.Add(resposta);
}

```

Fonte: Jogo EducaCorpoHumano3D, desenvolvido para este projeto.

A partir do desenvolvimento deste *script* o mesmo é chamado no momento de criação dos sistemas para que sejam adicionadas as perguntas, conforme a Figura 20:

Figura 20: Chamada do método da classe sistema para o primeiro modelo de pergunta



```

public override void preenchePerguntas(){
    //pergunta 1
    adicionaPerguntaModelo01 ("Qual o nome do osso móvel da cabeça em forma de ferradura?",
                              "Mandíbula", "Fêmur", "Crânio", 1);

    //pergunta 2
    adicionaPerguntaModelo01 ("Qual o nome do osso mais logo e mais volumoso do corpo humano?",
                              "Mandíbula", "Crânio", "Fêmur", 3);

    //pergunta 3
    adicionaPerguntaModelo01 ("Qual o nome do osso responsável em ligar os membros superiores ao tronco?",
                              "Clavícula", "Coluna vertebral", "Cintura pélvica", 1);

    //pergunta 4
    adicionaPerguntaModelo01 ("Qual o nome da região de articulação entre o tronco e os membros inferiores?",
                              "Coluna vertebral", "Clavícula", "Cintura pélvica", 3);
}

```

Fonte: Jogo EducaCorpoHumano3D, desenvolvido para este projeto.

E um possível resultado da utilização destes *scripts*, pode ser visto na Figura 21:

Figura 21: Interface de pergunta do sistema esquelético. Implementação do modelo de pergunta 1



Fonte: Jogo EducaCorpoHumano3D, desenvolvido para este projeto.

Desta forma, pode-se visualizar como o *script* desenvolvido fica disposto no momento em que o usuário está jogando. No número 1, é mostrado a pergunta a ser respondida pelo usuário, já nos números 2, 3 e 4, são mostradas as opções disponíveis para resposta, e o número 5 é mostrado qual das opções é a resposta correta.

Para a pergunta do segundo tipo, o *script* é da seguinte forma:

Figura 22: Chamada do método da classe sistema para o segundo modelo de pergunta

```

protected void adicionaPerguntaModelo02 (string pergunta, string objeto1, string objeto2,
                                         string objeto3, int resposta){
    this.PerguntaModelo02.Add(pergunta);
    this.objeto1.Add(objeto1);
    this.objeto2.Add(objeto2);
    this.objeto3.Add(objeto3);
    this.respostaModelo02.Add(resposta);
}

```

Fonte: Jogo EducaCorpoHumano3D, desenvolvido para este projeto.

Sendo que sua utilização na criação da classe do respectivo sistema é realizada como mostra a Figura 23 a seguir:

Figura 23: Chamada do método da classe sistema para o segundo modelo de pergunta

```

//pergunta 6
adicionaPerguntaModelo02 ("Em qual órgão ocorre a digestão química e mecânica dos alimentos?",
                          "Estômago", "Intestino Delgado", "Intestino Grosso", 1);

//pergunta 7
adicionaPerguntaModelo02 ("Em qual órgão e absorvida a água e os sais minerais?",
                          "Intestino Delgado", "Intestino Grosso", "Esôfago", 2);

//pergunta 8
adicionaPerguntaModelo02 ("O esôfago está situado acima de qual órgão?",
                          "Intestino Grosso", "Intestino Delgado", "Estômago", 3);

//pergunta 9
adicionaPerguntaModelo02 ("Qual órgão tem formato de tubo, aproximadamente 3 metros e fica enrolado no abdômen?",
                          "Intestino Delgado", "Estômago", "Intestino Grosso", 1);

```

Fonte: Jogo EducaCorpoHumano3D, desenvolvido para este projeto.

A descrição da função descrita acima irá gerar para o usuário final a visualização apresentada na Figura 24:

Figura 24: Interface de pergunta do sistema esquelético. Implementação do modelo de pergunta 2



Fonte: Jogo EducaCorpoHumano3D, desenvolvido para este projeto

Portanto, esta é a relação entre os *scripts* e o jogo propriamente dito em relação ao segundo tipo de perguntas, sendo que o número 1 corresponde a pergunta a ser respondida, os números 2, 3 e 4 correspondem as opções disponíveis para resposta e o número 5 corresponde a resposta correta (conforma apresentado na Figura 24).

4.2 Descrição das Classes para Interação do Jogo

As classes para interação no jogo foram desenvolvidas com base na API disponível na plataforma Unity. Através de componentes que são adicionados aos objetos, o que permite iniciar uma série de eventos para determinadas ações específicas, torna possível que o sistema utilize *scripts* para executar as ações necessárias. Também foram utilizados métodos da API para fazer ações como trocar a cor de objetos e carregar as diferentes fases do jogo sério.

As classes desenvolvidas para este tipo de interação foram as seguintes: “Caixa”, “Colisao”, “Coracao”, “EstudoSistemas”, “EstudoSistemasButton”, “Fase”, “FaseModelo01Button”,

“FaseSistemasButton”, “FimButton”, “Hint”, “Menu”, “MenuButton”, “Modelo01”, “Modelo02”, “Orgao” e “RotacionarObjeto”.

4.2.1 Principais Scripts Desenvolvidos

Dentre os principais *scripts* desenvolvidos estão os que representam ações de botões do mouse, como demonstra a Figura 25, que representa os botões do menu inicial do jogo:

Figura 25: Método da classe dos botões do menu

```

public class MenuButton : MonoBehaviour, IPointerClickHandler{

    public void OnPointerClick(PointerEventData data){
        string nomeBotao = data.selectedObject.name;
        if (nomeBotao.Equals ("IniciarButton")) } 1
            Fase.carregaFaseSistemas ();
        else if (nomeBotao.Equals ("SobreMenuButton"))
            GameObject.Find ("SobreCanvas").GetComponent<Canvas> ().enabled = true;
        else if (nomeBotao.Equals ("VolumeMenuButton"))
            GameObject.Find ("VolumeCanvas").GetComponent<Canvas> ().enabled = true;
        else if (nomeBotao.Equals ("SairButton")) } 4
            Application.Quit ();
    }
}

```

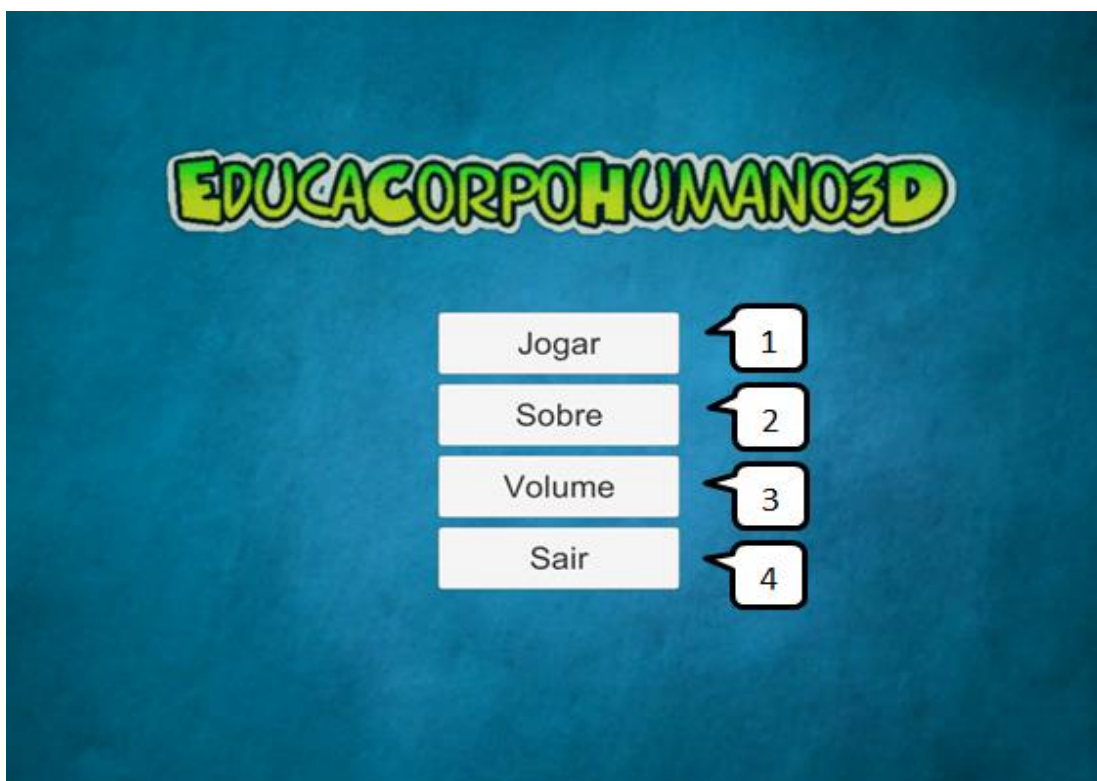
The image shows a snippet of C# code for a class named MenuButton. The code is annotated with four callout boxes:

- Callout 1: Points to the first if statement (IniciarButton).
- Callout 2: Points to the else if statement (SobreMenuButton).
- Callout 3: Points to the else if statement (VolumeMenuButton).
- Callout 4: Points to the final else if statement (SairButton).

Fonte: Jogo EducaCorpoHumano3D, desenvolvido para este projeto

A relação da classe dos botões de menu com a interface no jogo é identificada pela Figura 26:

Figura 26: Interface de Menu do EducaCorpoHumano3D



Fonte: Jogo EducaCorpoHumano3D, desenvolvido para este projeto

Nas Figuras 25 e 26, pode-se observar a ação de que cada botão executa ao ser pressionado, sendo que o botão “Jogar” inicia o jogo propriamente dito, o botão “Sobre” abre uma interface com informações a respeito do desenvolvimento do jogo, o botão “Volume” abre uma interface para que o usuário ajuste o volume e o botão “Sair” fecha a aplicação.

Outros dois *scripts* importantes para facilitar a aprendizagem do aluno são executados no momento em que o usuário está na interface de estudo. O primeiro é em relação a rotacionar o objeto em torno de seu próprio eixo, permitindo que o sistema seja visto sob diferentes pontos de vista no ambiente 3D e o segundo é para que ao passar o mouse sobre o órgão o aluno visualize o nome do elemento em particular do sistema do corpo humano.

O *script* para manipular e rotacionar o objeto 3D é apresentado na Figura 27:

Figura 27: Script de relacionar objetos

```

void Update() {
    if ((!GameObject.Find("EntradaCanvas").GetComponent<Canvas>().enabled) &&
        (Input.GetMouseButton (0)) && (Input.mousePosition.x < 465))
        transform.RotateAround(GameObject.Find("Centro").GetComponent<Transform>().position,
                                new Vector3 (Input.GetAxis ("Mouse Y"), Input.GetAxis ("Mouse X"), 0),
                                350.0f * Time.deltaTime);
}

```

Fonte: Jogo EducaCorpoHumano3D, desenvolvido para este projeto

Para este *script*, foi criado um objeto invisível no centro do sistema. Desta forma, o *script* faz com que o sistema inteiro rotacione tendo o objeto invisível como um dos eixos principais. Esta funcionalidade permite que o aluno visualize o sistema do corpo humano sob diferentes pontos de vista no ambiente 3D, o que diferencia do ensino realizado através de livros tradicionais, pois permite ao aluno “brincar” com todo o sistema e conhecê-lo de forma mais detalhada e interativa.

O *script* para mostrar o nome dos órgãos do sistema é apresentado na Figura 28:

Figura 28: Script para o *hint* do objeto

```

void OnMouseEnter () {
    hint = gameObject.name;
}

void OnMouseExit () {
    hint = "";
}

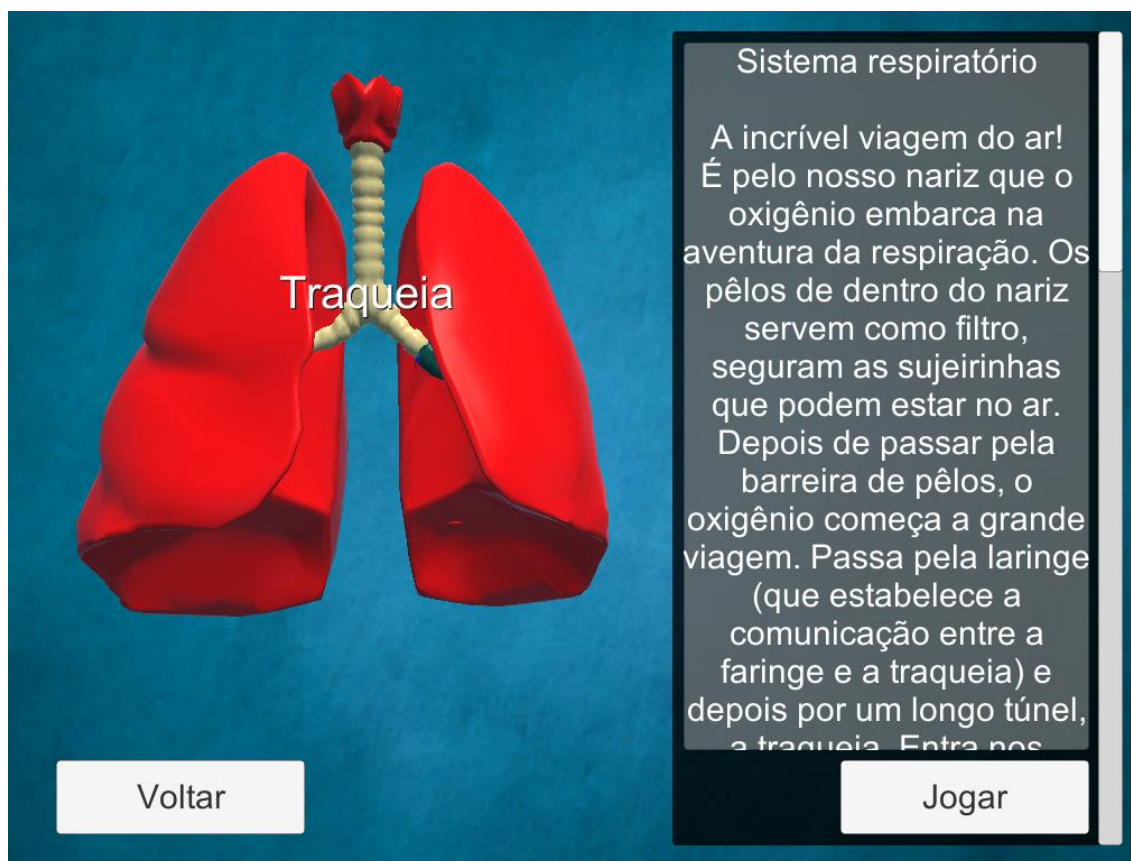
void OnGUI() {
    if ((!GameObject.Find ("EntradaCanvas").GetComponent<Canvas> ().enabled) && (!Input.GetMouseButton (0)) &&
        (hint != "")) {
        var x = Event.current.mousePosition.x;
        var y = Event.current.mousePosition.y;
        GUI.Label (new Rect (x - 149, y + 21, 300, 60), hint, guiStyleTras);
        GUI.Label (new Rect (x - 150, y + 20, 300, 60), hint, guiStyleFrente);
    }
}

```

Fonte: Jogo EducaCorpoHumano3D, desenvolvido para este projeto

O *script* apresentado na Figura 28 é utilizado no processo de exibição da interface apresentada na Figura 29:

Figura 29: Interface de estudo do sistema respiratório



Fonte: Jogo EducaCorpoHumano3D, desenvolvido para este projeto

Quando o usuário passar com o mouse sobre algum órgão, o nome do mesmo é identificado. Como mostrado na Figura 29 o posicionamento do mouse sobre o objeto “Traqueia” exibe o nome do objeto na sua forma textual. Acreditamos que esta funcionalidade facilita o aprendizado do conteúdo e a tarefa do professor a exemplificar em detalhes as diferentes partes de cada órgão.

Outro *script* de grande importância para a dinâmica do jogo é o que garante a seleção randômica das perguntas realizadas durante o jogo. O desenvolvimento deste *script* é apresentado na Figura 30:

Figura 30: Script seleção das perguntas

```

int selecionaPergunta(Sistema sistema, string varPergunta){
    int posicao = 0;
    bool achouPergunta = false;
    string perguntas = PlayerPrefs.GetString(varPergunta);

    if (perguntas.Length == sistema.PerguntaModelo01.Count)
        perguntas = "";
    while (!achouPergunta) {
        posicao = (int)Random.Range(0, sistema.PerguntaModelo01.Count);
        achouPergunta = !perguntas.Contains(posicao.ToString());
    }
    PlayerPrefs.SetString(varPergunta, perguntas + posicao.ToString());
    return posicao;
}

```

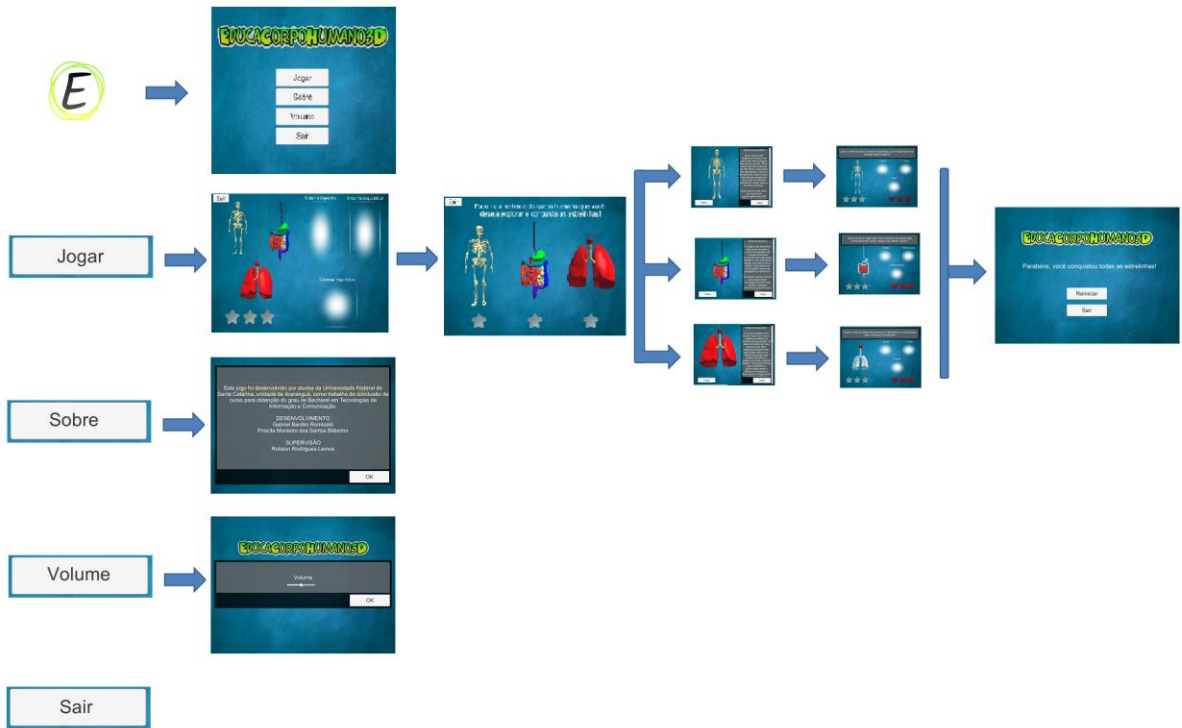
Fonte: Jogo EducaCorpoHumano3D, desenvolvido para este projeto

Para controlar as perguntas que já foram utilizadas, foi criada uma variável global. A partir disso o *script* funciona da seguinte forma, primeiramente verifica se a quantidade de caracteres do conteúdo da variável global é igual ao número total de perguntas, caso seja identificado que todas as perguntas já foram utilizadas a variável global deve ser inicializada para permitir sortear todas as perguntas novamente. Após isso é feito um laço de repetição para verificar se a pergunta aleatória selecionada já foi utilizada, até que localize uma pergunta que ainda não foi utilizada. Após localizar uma pergunta que ainda não foi utilizada na sessão de estudos é atualizada a variável global com a posição da pergunta selecionada. A cada nova pergunta que será feita, este *script* é executado para selecionar uma pergunta que ainda não foi utilizada pelo usuário.

4.3 Arquitetura de Interface do Sistema

A arquitetura de Interface do EducaCorpohumano3D apresenta todos os acessos em que o usuário pode percorrer. O esquema do jogo é dividido em quatro opções: Jogar, Sobre, Volume e Sair. Na divisão do primeiro item "Jogar", inicia-se o estudo dos sistemas do corpo humano. Para o estudo do corpo humano é feita uma divisão em três partes da arquitetura conforme cada um dos sistemas. Para a segunda opção "Sobre", à interface que a procede apresenta os créditos do jogo como seus desenvolvedores e sua finalidade. A terceira opção "Volume" apresenta ao usuário a opção de ajustar o volume do som do jogo. Por último a quarta opção "Sair" que possibilita ao usuário encerrar o jogo. A arquitetura de interface do sistema é apresentada na Figura 31.

Figura 31: Arquitetura da interface do jogo



Fonte: Jogo EducaCorpoHumano3D, desenvolvido para este projeto

5. AVALIAÇÃO DO JOGO SÉRIO EDUCACORPOHUMANO3D NO AMBIENTE DE ENSINO

Neste capítulo é apresentado a avaliação do jogo sério EducaCorpoHumano3D no ambiente de ensino. Também se descreve neste capítulo a avaliação da interface de interação do jogo sério o qual foi aplicado no ensino fundamental em duas escolas de ensino público no vale do Araranguá. Para validação da avaliação final da utilização do jogo foi aplicado um questionário de satisfação com os alunos participantes e outro questionário com cada professora da classe.

5.1 Planejamento da Avaliação do Jogo Sério no Ambiente de Ensino

Para a avaliação do jogo sério EducaCorpoHumano3D, foi adotado uma metodologia de avaliação adequada e específica para crianças e adolescentes. A metodologia de avaliação se identifica como um modelo de qualidade de respostas nas pesquisas com crianças e adolescentes. A metodologia aponta que as crianças normalmente apresentam problemas em responder questões com negações lógicas e abstratas, assim sendo as crianças precisam de definições claras. A metodologia baseia-se na teoria de satisfação que acredita que baixa motivação e questões difíceis levam os entrevistados a oferecerem uma resposta não satisfatória. (BORGERS et al, 2002).

A partir dos conceitos apresentados nesta metodologia, Read (2006) desenvolveu um instrumento intitulado "*Fun Toolkit (v3)*", o qual conta com um kit de ferramentas. Estas ferramentas são utilizadas no questionário que foi desenvolvido para avaliar este jogo. As ferramentas usadas para avaliação do jogo foram o *Smileyometer* e a *Again Again Table*. O *Smileyometer* é uma das ferramentas mais populares do kit. Neste método o conjunto ferramental é apresentado em uma linha horizontal com as faces, onde a criança é convidada a assinalar uma das opções conforme seu sentimento. Este método foi criado com o objetivo

de identificar como a criança está se sentindo em relação ao que foi proposto. Como principais atributos do *Smileyometer* se devem ao fato de ser rápido e fácil de completar e não requer nenhuma escrita por parte das crianças. Apresenta uma interface com as faces que representam sentimentos de “ruim”, “não muito bom”, “bom”, “muito bom” e “ótimo”. A *Again Again Table* é uma tabela simples que requer que a criança assinale uma das opções seja "Sim", "Talvez" ou "Não" considerando a pergunta se a criança gostaria de jogar o EducaCorpoHumano3D novamente. O conceito principal desta ferramenta vem do trabalho da psicologia que apoia a ideia de que estamos mais propensos a voltar a uma atividade que gostamos de realizar. E mais uma vez conforme o conceito de Borgers et al, (2002) a compreensão da criança se torna muito mais clara trabalhando com esses tipos de ferramentas. (READ, 2006)

5.2 Avaliação da Interface de Interação do Jogo no Ambiente de Ensino

Para a avaliação de interface do jogo sério EducaCorpoHumano3D no ambiente de ensino, duas escolas públicas foram selecionadas. Uma turma foi escolhida para cada uma das duas escolas públicas. Primeira turma do 5º ano do ensino fundamental que ainda não havia estudado em classe sobre os sistemas do corpo humano. E para a segunda instituição a turma do 6º ano que já havia estudado sobre os sistemas do corpo humano.

Para a primeira avaliação, entrou-se em contato com a turma em que a Professora Júlia Bilésimo Serafim da Silva leciona e que também auxilia no desenvolvimento pedagógico deste projeto. A Professora Júlia faz parte da Escola de Educação Básica Municipal 12 de maio. Esta escola está localizada na Avenida Nossa Senhora da Conceição no município de Maracajá em Santa Catarina. A turma participante é do 5º ano do ensino fundamental e conta com 18 alunos, o qual todos se dispuseram a participar. Para a segunda avaliação, contou-se com o auxílio da Professora Tatiane Maria Pereira Motta, a qual leciona na Escola de Educação Básico Eufrázio Avelino Rocha. Esta segunda escola está localizada na Rua Eufrázio Avelino Rocha também no município de Maracajá estado de Santa Catarina. A turma participante foi a do 6º ano do ensino fundamental que conta com 18 alunos, os quais todos se dispuseram a participar.

O total de trinta e seis alunos participantes da avaliação do jogo pertencem a faixa etária de nove a treze anos de idade. A maioria dos alunos encontra-se entre as idades de dez e onze anos. Dentre os participantes 64% são do sexo masculino e 36% são do sexo feminino. Salas com computadores foram preparadas para que os alunos pudessem utilizar e avaliar o jogo sério EducaCorpoHumano3D . Inicialmente foi apresentado o plano de aula, (disponível no Apêndice A)

preparado à turma e entregue a professora um questionário, (disponível no Apêndice B) para que a professora em particular preenche-se após avaliar a utilização do jogo com os alunos. No término da utilização do jogo foi solicitado aos alunos que preenchessem um questionário de satisfação (disponível no Apêndice C).

5.3 Resultados

Esta seção apresenta os resultados da avaliação do jogo sério EducaCorpoHumano3D, bem como os dados que foram obtidos através da aplicação dos questionários com alunos e professores. Além disso as considerações finais relacionadas a avaliação são apresentadas.

5.3.1 Aplicação do Questionário com os Alunos

O jogo EducaCorpoHumano3D foi utilizado e analisado por 2 turmas de estudantes do 5º e 6º anos e avaliado por 2 docentes, de escolas públicas da cidade de Maracajá do estado de Santa Catarina. Após toda a aplicação o plano de aula foi entregue as professoras, assinados por elas e o carimbo da instituição foi concedido pra validação do jogo sério.

Figura 32: Aluno respondendo questionário de avaliação do jogo EducaCorpoHumano3D



Fonte: Elaborada pelos autores

A partir de uma análise dos dados obtidos através dos questionários aplicados nas turmas de 5° e 6° anos, foram verificadas as seguintes informações.

Para a turma do 5° ano, foram obtidos os resultados apresentados na Tabela 1:

Tabela 1: Resultados da avaliação com a turma do 5° ano

5° ANO					
Sexo	Meninos	Meninas			
Quantidade	9	9			
Idade	9 anos	10 anos	11 anos	12 anos	
Quantidade	1	11	2	4	
Satisfação	Horrível	Não Muito Bom	Bom	Muito Bom	Ótimo
Quantidade	0	0	0	1	17
Jogar Novamente	Não	Talvez	Sim		
Quantidade	0	2	16		

Fonte: Elaborada pelos autores

Na turma do 5º ano foi aplicado o questionário para 18 crianças/adolescentes, com idades entre 9 anos a 12 anos. Dos 18 alunos, 9 eram do sexo masculino e 9 do sexo feminino. Dentro do requisito satisfação 94,4% responderam que o jogo está ótimo e 5,6% responderam que o jogo está muito bom. Logo no requisito sobre se jogariam novamente, 88,9% responderam que jogariam outra vez e somente 11,1% talvez voltasse a jogar.

Já para a turma do 6º, os resultados são apresentados na Tabela 2:

Tabela 2: Resultados da avaliação com a turma do 6º ano

6º ano					
Sexo	Meninos		Meninas		
Quantidade	14	4			
Idade	10 anos	11 anos	12 anos	13 anos	
Quantidade	1	11	5	1	
Satisfação	Horrível	Não Muito Bom	Bom	Muito Bom	Ótimo
Quantidade	0	0	0	1	17
Jogar Novamente	Não	Talvez	Sim		
Quantidade	0	1	17		

Fonte: Elaborada pelos autores

Na turma do 6º ano o questionário foi respondido por 18 crianças/adolescentes, com idades entre 10 anos a 13 anos. Dos 18 alunos, 14 eram do sexo masculino e 4 do sexo feminino. Analisando o requisito de satisfação, 94,4% responderam que o jogo está ótimo e apenas 5,6% respondeu que está muito bom. No requisito onde se questionava sobre se jogariam novamente 94,4% responderam que jogariam novamente e apenas 5,6% respondeu que talvez.

Totalizando os dados obtidos, pode-se obter os dados apresentados na Tabela 3:

Tabela 3: Resultado da avaliação com as duas turmas

TOTAL: 36 CRIANÇA					
Sexo	Meninos	Meninas			
Quantidade	23	13			
Idade	9 anos	10 anos	11 anos	12 anos	13 anos
Quantidade	1	12	13	9	1
Satisfação	Horrível	Não Muito Bom	Bom	Muito Bom	Ótimo
Quantidade	0	0	0	2	34
Jogar Novamente	Não	Talvez	Sim		
Quantidade	0	3	33		

Fonte: Elaborada pelos autores

Portanto, ao total foram entrevistados 36 alunos, entre eles 26 crianças, nas idades de 09 a 11 anos e 10 adolescentes entre as idades de 12 e 13 anos. Estes alunos responderam o requisito de satisfação e se jogariam novamente. As respostas foram as seguintes: 94,4% responderam que o jogo estava ótimo e 5,6% muito bom, 91,7% responderam que jogariam novamente e apenas 8,3% responderam que talvez jogariam novamente.

A partir das análises dos dados obtidos, foi possível verificar que as crianças se mostraram bem interessadas em utilizar o jogo, conforme observações durante a avaliação do jogo nas escolas (Figura 33).

Figura 33: Aluno utilizando o jogo EducaCorpoHumano3D



Fonte: Elaborada pelos autores

Foi possível também identificar que as crianças aparentavam estar dispostas e motivadas para jogar, algumas delas tiveram facilidade para responder as perguntas sobre o corpo humano, bem como, ao finalizar o jogo com sucesso, responderam que estavam com vontade de jogar o EducaCorpoHumano3D novamente.

5.3.2 Aplicação do Questionário com os Professores

O questionário respondido pelas professoras envolveram critérios sobre, aspectos do jogo, sugestões, motivação de aprendizagem entre os alunos e se apresentam o interesse em aplicar o jogo novamente para a classe.

A primeira professora, atuante na Escola de Educação Básica Municipal 12 de maio, do 5º ano, relatou que o jogo EducaCorpoHumano3D, foi muito bom para sair do cotidiano da aula comum, onde ficam em torno sempre da lousa e dos cadernos. Ela sugeriu que o jogo pudesse explorar mais o corpo humano, fazendo o uso de outros sistemas do corpo humano, tais como circulatório, reprodutor, nervoso, urinário e muscular. Dentro do requisito que tratava da motivação para aprendizagem entre os alunos, a docente respondeu que “sim”, e que se implantado

em todas as máquinas do laboratório todos poderiam jogar juntos. Também mostrou interesse em utilizar novamente o jogo com a turma (Apêndice D).

A segunda professora, atuante na Escola de Educação Básica Eufrásio Avelino Rocha, do 6º ano, descreveu que os melhores aspectos do jogo EducaCorpoHumano3D são as imagens em 3D e as variedades de perguntas. Não sugeriu melhorias e de acordo com sua observação os alunos se motivaram mais para a aprendizagem como também se dispuseram a jogar novamente. Esta professora em particular também respondeu que utilizaria novamente o jogo com os alunos (Apêndice D).

As professoras apresentaram interesse pela forma inovadora de estudar os sistemas do corpo humano, pois facilita a compreensão das crianças com o auxílio principalmente dos modelos 3D, que permite visualizar os órgãos e suas ligações detalhadamente. Também ressaltaram a importância em apresentar para outras turmas do colégio.

5.3.3 Considerações Finais da Avaliação

Contando com a participação de trinta e seis alunos de turmas diferentes, obteve-se resultados muito satisfatórios da avaliação do jogo sério EducaCorpoHumano3D. A grande maioria dos alunos se mostraram motivados a aprender com o jogo, e se dispuseram a jogá-lo novamente. Conforme as pesquisas relatadas neste trabalho, uma porcentagem considerável dos alunos do ensino fundamental possuem computadores em casa com internet. Com base nesses dados podemos perceber que a grande maioria dos alunos tiveram facilidade de interagir com os computadores e com os modelos 3D dispostos na interface de interação do jogo sério. Suas reações referentes à rotacionar os modelos e visualizar sob diferentes pontos de vista no ambiente 3D foram as mais positivas possíveis.

Um problema que encontrou-se ao observar a utilização do EducaCorpoHumano3D pelos alunos foi que apesar da grande maioria apresentar facilidade na utilização do jogo, a grande maioria não dedicou o tempo necessário para a leitura das instruções do jogo. As instruções foram estudadas para serem apresentadas da forma mais simples possível. Mesmo assim poucos alunos dedicaram o tempo necessário para leitura das instruções e por conta disso alguns alunos encontraram dificuldades na hora de utilizar o jogo. Referente à observação das professoras que acompanharam a avaliação do jogo sério EducaCorpoHumano3D, as duas comentaram o quanto os alunos ficam motivados com propostas novas e que se o tempo para a aplicação do jogo fosse

maior todos teriam o interesse em jogar mais uma vez. Os modelos 3D foram um dos pontos mais fortes para despertar a motivação na utilização e interação com o jogo. Ambas as professoras demonstraram um grande interesse em aplicar o jogo novamente com a turma, e de utilizar o jogo sério no processo de aprendizagem de sistemas do corpo humano com turmas futuras. Como sugestão final uma das professoras salientou a possibilidade de abordar no jogo todos os sistemas do corpo humano.

6. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Para este trabalho o objetivo geral foi desenvolver aplicar e avaliar a utilização de um ambiente de ensino e interação 3D baseado nos conceitos de jogos sérios e anatomia. Com a finalidade de facilitar a transmissão do conhecimento de sistemas do corpo humano para o ensino fundamental por parte do professor.

Visando atender o objetivo geral, inicialmente foi realizado o levantamento do referencial teórico que contribuiu para o entendimento e dificuldades para o desenvolvimento do jogo sério EducaCorpoHumano3D. Nas revisões bibliográficas os conceitos de jogos sérios como suas principais características e áreas de aplicação foram abordados. Também foi discutido a finalidade das Tecnologias da Informação e Comunicação das Escolas, Ambientes Educacionais para o Ensino de Ciências do Corpo Humano.

Concluindo a revisão bibliográfica iniciou-se o desenvolvimento do projeto e logo após a implementação do jogo sério EducaCorpoHumano3D. Que consiste em um jogo sério para estudo dos sistemas do corpo humano, sendo que este estudo é apresentado para o usuário de forma de desafios e fases que devem ser completados no decorrer do jogo. São esses desafios que despertam a interação dos alunos com o jogo. O EducaCorpoHumano3D acarretou uma abordagem diferente para os jogos 3D, trouxe a modelagem 3D como apoio pedagógico. O jogo não substituirá o ensino tradicional e sim complementar o aprendizado com opções realistas, com demonstrações dinâmicas que despertem o interesse e a criatividade.

De modo a avaliar o jogo sério EducaCorpoHumano3D, ele foi aplicado para trinta e seis alunos do 5º e 6º ano do ensino fundamental de duas escolas públicas do município de Maracajá da região do Vale de Araranguá no estado de Santa Catarina. Essa avaliação contou com o auxílio da professora responsável de cada turma, que se dispuseram a avaliar e apresentar o parecer em relação às novas tecnologias implantadas em sala de aula, se de fato elas contribuem no

aprendizado e se os alunos se sentem motivados a aprender quando o conteúdo didático é apresentado fora da metodologia de aula atual.

Conforme as pesquisas apresentadas neste trabalho, cerca de 72% dos alunos do ensino fundamental no Brasil utilizam o computador e cerca de 99% deles tem acesso a internet pelo menos uma vez por semana. Com esses dados e com a avaliação do EducaCorpoHumano3D nas escolas, pode-se perceber a grande aceitação dos alunos ao jogo. A partir da análise dos dados obtidos com a avaliação de usabilidade observou-se que 94,4 % dos alunos avaliaram o jogo como ótimo, e 91,7 % afirmaram que jogariam novamente. As professoras que participaram na avaliação do jogo, afirmaram que as novidades que as novas tecnologias proporcionam aos alunos, trazem uma maior motivação para o aprendizado. O interesse em estudar mais vezes o assunto é despertado no aluno, assim como o aprendizado se torna mais rápido e mais prazeroso. Segundo ambas as professoras envolvidas na avaliação seria excelente se as escolas tivessem infraestrutura necessária para que as tecnologias da informação e comunicação sejam abordadas nas escolas com mais frequência e qualidade.

Por fim, dentro do contexto de trabalhos futuros são apresentadas abaixo algumas propostas para melhorias e novas adaptações do jogo sério EducaCorpoHumano3D:

- Adicionar mais sistemas do corpo humano ao jogo sério EducaCorpoHumano3D.
- Avaliar e adicionar formas de explicar o funcionamento do jogo para os alunos de forma não textual.
- Estender o EducaCorpoHumano3D para dispositivos móveis facilitando o uso do jogo sério em sala de aula.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Maria Lúcia Pacheco de. **Tipos de pesquisa:** Como elaborar monografias. Belém: Cejup, 1996. cap. 4, p. 101-110.

ALMEIDA, P.N. **Educação lúdica:** técnicas e jogos pedagógicos. São Paulo, Loyola: 1998.

BIODIGITAL (New York - Eua). **About.** 2002. Disponível em: <<https://www.biodigital.com/about>>. Acesso em: 22 out. 2015.

BITTAR, M. (2010). **A parceria Escola x Universidade na inserção da tecnologia nas aulas de Matemática: um projeto de pesquisa-ação.** In: Dalben, Â., Diniz, J., Leal, L., Santos, L. (Orgs.). **Convergências e tensões no campo da formação e do trabalho docente:** Educação Ambiental, Educação em Ciências, Educação em Espaços não-escolares, Educação Matemática. Belo Horizonte: Autêntica. Disponível em: <https://perdigital.files.wordpress.com/2011/04/livro_5.pdf> Acesso em: 07 Out. 2015.

BORGERS, Natacha; HOX, Joop; SIKKEL, Dirk. Response quality in research with children and adolescents: the effect of labelled response opinions and vague quantifiers. **International Journal Of Public Opinion Research.** Reino Unido, p. 83-94. 29 ago. 2002. Disponível em: <http://www.researchgate.net/profile/Joop_Hox/publication/27706319_Response_quality_in_survey_research_with_children_and_adolescents_the_effect_of_labeled_response_options_and_vague_quantifiers/links/02e7e52f1156351c5b000000.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2015

CARNEVALLE, Maíra Rosa. **Ligados.com Ciências.** São Paulo: Saraiva, 2014. 320 p.

CGI, Comitê Gestor da Internet no Brasil. **Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação no Brasil:** TIC Domicílios e TIC Empresas 2012. São Paulo: CGI.br,

2013. Disponível em: <<http://cetic.br/publicacoes/2012/tic-domicilios-2012.pdf>>. Acesso em: 19 de Out. de 2015.

CHENG, K. **The Fight of Challenge vs. usability in Games**. Ok Cancel, Nova York, v. 1, p.1-1, 12 jul. 2004.

CLUA, Esteban Walter Gonzalez. **Jogos Sérios aplicados a Saúde**. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SERIOUS GAMES AND APPLICATIONS FOR HEALTH. 2014, Rio de Janeiro.EDITORIAL. São Paulo: Journal Of Health Informatics, 2014. p. 5 - 5.

COSTA, Renata. **Como funciona uma lousa digital?** 2009. Publicado pela Editora Abril. Disponível em: <<http://revistaescola.abril.com.br/formacao/como-funciona-lousa-digital-tecnologia-501324.shtml>>. Acesso em: 20 out. 2015.

DATALABS Viewpoint. **Catalog of 3D Models**. Orem, UT, 1993.

ESCOLA GAMES. **Jogos Educativos**. 2010. Disponível em: <<http://www.escolagames.com.br/>>. Acesso em: 22 out. 2015.

GIL, Ângela Bernardes de Andrade; FANIZZI, Sueli. **Nosso Corpo: organização e funcionamento: Sistemas**. In: GIL, Ângela Bernardes de Andrade; FANIZZI, Sueli. **Porta Aberta: Ciências**. São Paulo: Ftd, 2011. Cap. 6. p. 107-121.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GODOI, Guilherme Canela. **Desafio aos professores: aliar tecnologia a educação**. [9 de junho, 2010]. São Paulo: Revista Veja. Entrevista concedida a Nathalia Goulart.

GODOI, Guilherme Canela. **Desafio aos professores: aliar tecnologia a educação**. [9 de junho, 2010]. São Paulo: Revista Veja. Entrevista concedida a Nathalia Goulart.

HERNÁNDEZ, Fernando. **Transgressão e mudança na educação: os projetos de trabalho**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

JOHNSON, L; Adams, S. CUMMINS, M. **The NMC Horizon Report: 2012 Higher Education Edition**. Austin, Texas: The New Media Consortium. EUA,2012.

LEMES, David de Oliveira. **Serious games - jogos e educação**. São Paulo, 2014. Disponível em: <<http://www.abrelivros.org.br/home/index.php/bienal-2014/resumos-e-fotos/5647-primeiro-resumo>>. Acesso em: 15 out. 2015.

LIMA, Ana Lúcia D Império; ROSENDO, Rosi. **Séries finais do ensino fundamental: o papel das TICs na etapa mais desafiadora do ensino básico**. In: ALMEIDA, Virgílio Augusto Fernandes et al. **TIC Educação 2013: Pesquisa sobre o Uso das Tecnologias de Informação e Comunicação nas Escolas Brasileiras**. São Paulo: Db Comunicação Ltda, 2013. Cap. 73. p. 73-80. Disponível em: <<http://www.cetic.br/media/docs/publicacoes/2/tic-educacao-2013.pdf>>. Acesso em: 19 out. 2015.

LORENZATO, S. **Porque não ensinar geometria?** Educação Matemática em Revista. Sociedade brasileira em Educação Matemática – SBEM. Ano III. 1º semestre 1995.

MENEZES, Luis Carlos de. **Tecnologia na educação: quanto e como utilizar**. Nova Escola, São Paulo, v. 250, p.5-5, 01 mar. 2012. Mensal.

MICHAEL, David R.; CHEN, Sandra L. **Serious Games: Games that educate, train, and inform**. New York: Cengage Learning Ptr, 2005. 312 p.

MORAN, José Manuel. **Como utilizar a Internet na educação**. Ciência da Informação, Brasília, v.26, n.2, p.146-153, maio/ago. 1997.

OLIVEIRA, Celina Couto de; COSTA, José Wilson da; MOREIRA, Mércia. **Ambientes informatizados de aprendizagem: Produção e avaliação de software educativo**. Campinas: Papirus, 2001.

OLIVEIRA, Priscilla Tayse da Silva. **Monografia - Curso de Licenciatura em Ciências Naturais**, Universidade de Brasília, Brasília, 2011. Cap. 1. Disponível em: <http://bdm.unb.br/bitstream/10483/3601/1/2011_PriscillaTaysedaSilvaOliveira.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2015.

PAPERT, S. **A família em rede**. Lisboa: Relógio d'Água. Lisboa, 1997.

PERNAMBUCO, Secretaria de Educação e Esportes de. **A importação dos jogos**. Recife, PE: Secretaria de Educação e Esportes de Pernambuco, 1997.

PONTES, Herleson. **Serious Games: Você ainda jogará um.** Unifor Notícias. Fortaleza, p. 4-4. 01 ago. 2013. Disponível em: <<http://www.unifor.br/images/pdfs/unifornoticias232.pdf>>. Acesso em: 13 out. 2015.

QUINN, James B. **Strategies for Change: Logical Incrementalism.** Bookman, v. 1, n. 1, p.26-32, jan. 2001.

READ, J. C. (2008). **Validating the fun toolkit:** An instrument for measuring children's opinions of technology. *Cognition Technology & Work*, 10(2), 119-128.

READ, Janet C. **Validating the Fun Toolkit:** an instrument for measuring children's opinions of technology. *Cogn Tech Work*. Londres,10.p. 03 jul. 2006.

SANTOS, Valéria Almeida. **Pesquisa e Metodologias** (módulo de ensino). Itabuna, 2006.

SOARES, M.h.f.b. **O lúdico em química:** jogos e atividades aplicados ao ensino de química. 2004. 218 f. Tese (Doutorado) - Doutor em Ciências, Químico. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos - SP, 2004.

UNITY TECHNOLOGIES. **Unity Game Engine.** 2005. Disponível em: <<https://unity3d.com/pt>>. Acesso em: 25 out. 2015.

WATTANASOONTORN, V. et al. **Serious games for health.** *Entertainment Computing*, Girona, Spain, v. 4, n. 4, p.231-247, dez. 2013.

ZIDA. Michael. **From visual simulation to virtual reality to games.** *Computer*. Califórnia. 2005. v.38, n.9, p25-32.

ZIN, Nor Azan Mat et al. **Digital Game-based learning (DGBL) model and development methodology for teaching history.** Selangor - Malásia: Universiti Kebangsaan Malaysia, 2009. 8 v.

APÊNDICE A – PLANO DE AULA



Plano de Aula

Aplicação do jogo EducaCorpoHumano3D

Assunto: Esta aula foi desenvolvida para avaliação do jogo sério EducaCorpoHumano 3D .

Autores: Gabriel Bardini Rombaldi e Priscila Monteiro dos Santos Bilésimo.

Duração: 1 hora.

Visão Geral: Avaliar a utilização de um ambiente de ensino e interação baseado em conceitos de jogos sérios. O jogo EducaCorpohumano3D foi desenvolvido para a disciplina de ciências no ensino fundamental com cunho aos sistemas do corpo humano. Para o jogo são abordados três sistemas: Digestório, Esquelético e Respiratório.

Objetivos: Facilitar a transmissão do conhecimento de sistemas do corpo humano para o ensino fundamental por parte do professor. Fazendo com que o conhecimento seja absorvido através de aulas mais interativas e atrativas.

Materiais: Para aplicação do jogo será preciso o laboratório de informática da instituição e o jogo EducaCorpoHumano3D.

Atividades e Procedimentos:

- 1º Explicação dos objetivos do jogo.
- 2º Alunos jogam. Autores e professor observam.
- 3º Finalização do jogo após tempo estimado de duração.
- 4º Aplicação do questionário de avaliação do jogo para os alunos.
- 5º Aplicação do questionário de avaliação da aula proposta para o professor.
- 6º Finalização da aula e agradecimentos.

**APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO JOGO
EDUCACORPOHUMANO3D PARA OS PROFESSORES**



Questionário de Avaliação do Jogo EducaCorpoHumano3D

- Para preenchimento do professor.

Nome do Professor.

Nome da instituição de ensino.

Endereço da Instituição

Município

UF

Qual ou quais os melhores aspectos do jogo?

Qual ou quais melhorias você sugere?

De acordo com a sua observação durante a utilização do jogo sério no laboratório de informática, você acredita que houve uma melhora na motivação em relação à aprendizagem do conteúdo?

Teria o interesse em aplicar o jogo novamente com seus alunos?

- Sim
- Talvez
- Não

Muito obrigada por responder.

APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO JOGO EDUCACORPOHUMANO3D PARA OS ALUNOS



Questionário de Avaliação do Jogo

EducaCorpoHumano3D

- Nas perguntas com favor marcar apenas uma opção.

Qual seu nome?

Qual sua idade?

Você é menino ou menina?

Menino

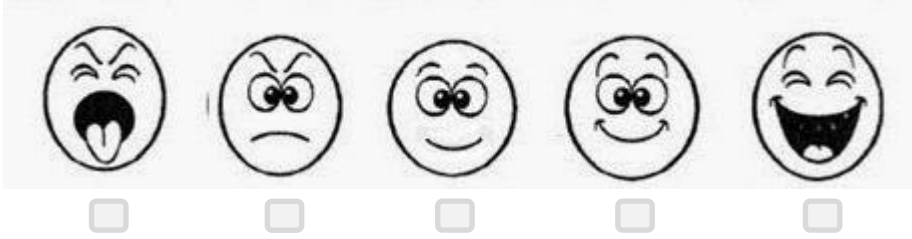
Menina

Qual sua série?

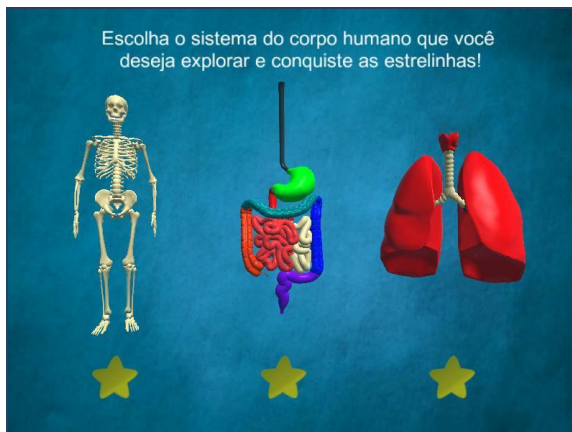
5º ano

6º ano

O que você achou do jogo?



Gostaria de jogá-lo novamente?




- Sim
- Talvez
- Não

Muito obrigada por responder.

APÊNDICE D – DOCUMENTOS RESULTANTES DO PROCESSO DE AVALIAÇÃO NO AMBIENTE DE ENSINO

Plano de aula com Aceite da Instituição 01



Plano de Aula

Aplicação do jogo EducaCorpoHumano3D

Assunto: Esta aula foi desenvolvida para avaliação do jogo sério EducaCorpoHumano 3D.

Autores: Gabriel Bardini Rombaldi e Priscila Monteiro dos Santos Bilésimo.

Duração: 1 hora


Visão Geral: Avaliar a utilização de um ambiente de ensino e interação baseado em conceitos de jogos sérios. O jogo EducaCorpohumano3D foi desenvolvido para a disciplina de ciências no ensino fundamental com cunho aos sistemas do corpo humano. Para o jogo são abordados três sistemas: Digestório, Esquelético e Respiratório.

Objetivos: Facilitar a transmissão do conhecimento de sistemas do corpo humano para o ensino fundamental por parte do professor. Fazendo com que o conhecimento seja absorvido através de aulas mais interativas e atrativas.

Materiais: Para aplicação do jogo será preciso o laboratório de informática da instituição e o jogo EducaCorpoHumano3D.

Atividades e Procedimentos:

- 1º Explicação dos objetivos do jogo.
- 2º Alunos jogam. Autores e professor observam.
- 3º Finalização do jogo após tempo estimado de duração.
- 4º Aplicação do questionário de avaliação do jogo para os alunos.
- 5º Aplicação do questionário de avaliação da aula proposta para o professor.
- 6º Finalização da aula e agradecimentos.



Assinatura e Carimbo

Depto. Municipal de Educação.
Cultura e Esportes
E.E.B. Nossa Senhora do Rosário de Maio
Código 21.215-6
Lei da Criança nº 295 de 13/10/93
Av. Nossa Senhora da Conceição, s/nº
Maracatã - SC

09/11/2015

Plano de aula com Aceite da Instituição 02



Plano de Aula

Aplicação do jogo EducaCorpoHumano3D

Assunto: Esta aula foi desenvolvida para avaliação do jogo sério EducaCorpoHumano 3D .

Autores: Gabriel Bardini Rombaldi e Priscila Monteiro dos Santos Bilésimo.

Duração: 1 hora

Visão Geral: Avaliar a utilização de um ambiente de ensino e interação baseado em conceitos de jogos sérios. O jogo EducaCorpohumano3D foi desenvolvido para a disciplina de ciências no ensino fundamental com cunho aos sistemas do corpo humano. Para o jogo são abordados três sistemas: Digestório, Esquelético e Respiratório.

Objetivos: Facilitar a transmissão do conhecimento de sistemas do corpo humano para o ensino fundamental por parte do professor. Fazendo com que o conhecimento seja absorvido através de aulas mais interativas e atrativas.

Materiais: Para aplicação do jogo será preciso o laboratório de informática da instituição e o jogo EducaCorpoHumano3D.

Atividades e Procedimentos:

- 1º Explicação dos objetivos do jogo.
- 2º Alunos jogam. Autores e professor observam.
- 3º Finalização do jogo após tempo estimado de duração.
- 4º Aplicação do questionário de avaliação do jogo para os alunos.
- 5º Aplicação do questionário de avaliação da aula proposta para o professor.
- 6º Finalização da aula e agradecimentos.

Tatiane Maria Pereira Motte
Assinatura e Carimbo

SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO
E INOVAÇÃO

Secretaria Executiva Regional
E.E.B. Eurízzio Avelino Rocha
Código - 764000769020
Via Beatrix - Maracajá

Parecer de Transcrição nº 157/91 de 18/06/91 CEE
Entidade Mantenedora - Governo do Estado de Santa Catarina

09/11/2015

Questionário de Avaliação do Jogo com Comentários dos Professores da Instituição 01



Questionário de Avaliação do Jogo EducaCorpoHumano3D

* Para preenchimento do professor.

Nome do Professor.

Júlia Bileúsim Serafim da Silva

Nome da instituição de ensino.

E. E. B. M. 12 de Maio

Endereço da Instituição

Município

UF

AV. Nossa Senhora da Conceição

Maracajá

SC

Qual ou quais os melhores aspectos do jogo?

Uma aula diferente, que sai do cotidiano diário do dia-a-dia (Codorno, quadros).

Qual ou quais melhorias você sugere?

Que explore mais o corpo humano.

De acordo com a sua observação durante a utilização do jogo sério no laboratório de informática, você acredita que houve uma melhora na motivação em relação à aprendizagem do conteúdo?

Sim, talvez se os computadores da sala de informática estivessem o sistema do jogo, todos os alunos poderiam jogar juntos.

Teria o interesse em aplicar o jogo novamente com seus alunos?


Sim

Talvez

Não

Muito obrigada por responder.

Questionário de Avaliação do Jogo com Comentários dos Professores da Instituição 02



Questionário de Avaliação do Jogo EducaCorpoHumano3D

• Para preenchimento do professor.

Nome do Professor.

Tatiane Maria Pereira Motta

Nome da instituição de ensino.

E.E.B. Eufrazio Avelino Rocha

Endereço da Instituição	Município	UF
<i>Rua Eufrazio Avelino Rocha</i>	<i>Maracajá</i>	<i>SC</i>

Qual ou quais os melhores aspectos do jogo?

*• As imagens em 3D.
• As várias opções de perguntas.*

Qual ou quais melhorias você sugere?

De acordo com a sua observação durante a utilização do jogo sério no laboratório de informática, você acredita que houve uma melhora na motivação em relação à aprendizagem do conteúdo?

Sim, os alunos se motivaram a aprendizagem e se dispuseram a jogar novamente.

Faça o interesse em aplicar o jogo novamente com seus alunos?

Sim

Talvez

Não

Muito obrigada por responder.

APÊNDICE E - FOTOS DA AVALIAÇÃO DO JOGO EDUCACORPOHUMANO3D NAS ESCOLAS

- Turma do 5º ano.



- Turma do 6º ano.

