



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
GRADUAÇÃO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO
CENTRO DE INFORMÁTICA**

**“Uso de Realidade Virtual no Aprendizado Baseado em Jogos
Digitais para Aumentar o Engajamento dos Alunos”
Trabalho de Graduação**

Recife, dezembro 2016



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
GRADUAÇÃO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO
CENTRO DE INFORMÁTICA**

**“Uso de Realidade Virtual no Aprendizado Baseado em Jogos
Digitais para Aumentar o Engajamento dos Alunos”**

Trabalho de Graduação

**Aluno: Tássio de Souza Silva
Orientador: Giordano Cabral, PhD
CIn/UFPE**

Trabalho de Graduação apresentado à banca examinadora, composta pelos professores Giordano Ribeiro Eulalio Cabral e Alex Sandro Gomes, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Sistemas de Informação no Centro de Informática da Universidade Federal de Pernambuco.

Recife, dezembro 2016

TÁSSIO DE SOUZA SILVA

Uso de Realidade Virtual no Aprendizado Baseado em Jogos Digitais para Aumentar o Engajamento dos Alunos

Trabalho de Graduação apresentado à banca examinadora, composta pelos professores Giordano Ribeiro Eulalio Cabral e Alex Sandro Gomes, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Sistemas de Informação no Centro de Informática da Universidade Federal de Pernambuco.

12 de Dezembro de 2016

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Giordano Ribeiro Eulalio Cabral
Orientador

Prof. Dr. Alex Sandro Gomes
Avaliador

Aos meus pais

Agradecimentos

A **Deus** por ter me proporcionado saúde e forças para que eu conseguisse concluir este curso superando todas as dificuldades.

Aos meus **pais e meus irmãos**, pelo amor, incentivo e apoio incondicional, fornecendo tudo o que precisei durante toda a minha vida acadêmica.

A minha namorada **Isabel Farias**, pelo apoio e incentivo, sempre me proporcionando paz e amor.

A todos os meus **familiares e amigos** queridos que sempre estiveram comigo durante esta caminhada me apoiando e proporcionando bons momentos, em especial a equipe **Ajayò**.

A esta **universidade**, a todos os **professores** que contribuíram com a minha formação acadêmica, **direção e administração**. Ao meu orientador **Giordano Cabral**, pelo suporte no pouco tempo que lhe coube, pelas suas correções, incentivos e valiosas orientações.

Ao **CESAR**, pelo suporte na realização deste trabalho. A **Edwin e Gustavo** pela valiosa contribuição.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

“Everything is everything, every single day” Hemphill, J.

Resumo

Com a recente ascensão no uso de realidade virtual em diversas áreas de atuação (incluindo entretenimento, medicina e treinamentos) surgem diversas novas possibilidades para a sua aplicação dentro de um contexto educativo. Uma delas é aprimorar o aprendizado baseado em jogos digitais, proporcionando uma experiência imersiva aos alunos que fazem uso dessa abordagem. A contribuição deste trabalho consiste em avaliar o impacto que esta tecnologia proporciona no engajamento dos alunos, fazendo um comparativo entre os jogos tradicionais e jogos imersivos, a fim de avaliar o nível de engajamento entre as diferentes formas de interação.

Palavras chaves: realidade virtual, jogos educativos, educação, ambiente virtual, 3D

Abstract

The recent rise in the use of virtual reality in several areas (including entertainment, medicine and training) there are several new possibilities for its application within an educational context. One is to enhance digital game-based learning, providing an immersive experience for students who make use of this approach. The contribution of this work is to evaluate the impact of this technology on student engagement, making a comparison between traditional games and immersive games, in order to evaluate the level of engagement between different interaction types.

key words: virtual reality, educational games, education, virtual environment, 3D

Sumário

Capítulo 1- Introdução	7
1.1 Contexto	7
1.2 Motivação	8
1.3 Objetivo	8
1.4 Estrutura do documento	9
Capítulo 2 - Aprendizado baseado em jogos digitais	10
2.1 Fatores positivos no aprendizado baseado em jogos digitais	10
2.2 Influência dos jogos educativos no engajamento dos alunos	11
2.3 A relevância do engajamento na educação	14
Capítulo 3 - Realidade virtual	16
3.1 Abordagem e aplicações da realidade virtual	16
3.2 Uso de realidade virtual como ferramenta de educação	18
3.3 Aspectos técnico da implementação de uma aplicação de realidade virtual	19
3.3.1 Integração do oculus sdk no Unity 3D	19
3.3.2 Criação do ambiente virtual	20
3.3.2 Interação com o ambiente virtual	22
Capítulo 4 - Metodologia	24
4.1 Contexto	24
4.2 Participantes	24
4.3 Procedimento	24
4.3.1 Seleção dos jogos e plataformas	25
4.3.2 Elaboração do critério comparativo	26
4.3.3 Aplicação da pesquisa e coleta de feedback	28
4.4 Análise dos resultados	29
4.4.1 Atenção	29
4.4.2 Relevância	31
4.4.3 Confiança	33
4.4.4 Satisfação	34
Capítulo 5 - Considerações Finais	37
5.1 Contribuições	37
5.2 Trabalhos Futuros	37
Referências Bibliográficas	39

Lista de Figuras

#	Título
1	Estratégias motivacionais do jogo FormosaHope
2	Resultado das estratégias motivacionais do jogo FormosaHope
3	Tipos de Engajamento
4	Configurações de player em Unity 3D
5	Configurações texturas em Unity 3D
6	Configurações de iluminação em Unity 3D
7	Configurações de personagem em Unity 3D
8	Screenshot do jogo InCell VR
9	Screenshot do jogo Amoeboid
10	Modelo de Avaliação de Jogos Educativos
11	Resultado da primeira pergunta da pesquisa
12	Resultado da segunda pergunta da pesquisa
13	Resultado da terceira pergunta da pesquisa
14	Resultado da quarta pergunta da pesquisa
15	Resultado da quinta pergunta da pesquisa
16	Resultado da sexta pergunta da pesquisa
17	Resultado da sétima pergunta da pesquisa
18	Resultado da oitava pergunta da pesquisa

Capítulo 1- Introdução

Este capítulo tem a finalidade de apresentar o contexto e motivação deste trabalho, assim como também esclarecer seus objetivos e a organização da estrutura do documento.

1.1 Contexto

O uso de novas tecnologias no âmbito educacional vem crescendo cada vez mais, proporcionando novas possibilidades em seu uso. Algumas dessas tecnologias, como por exemplo jogos digitais e realidade virtual(RV), apresentam características disruptivas com relação às práticas tradicionais de educação, ou seja, aulas expositivas para uma sala com diversos alunos.

A utilização de jogos digitais que contribuem para o aprendizado vem sendo adotado por diversas instituições de ensino, além de ter se tornado um tema bastante estudado por profissionais da área de educação e tecnologia. Segundo Resnick (2004), muitas das melhores experiências de aprendizado por parte dos estudantes acontecem quando estes estão engajados em atividades que eles gostam e tem interesse. O engajamento nas práticas educacionais é um forte fator que influencia diretamente no aprendizado do aluno, de acordo com Wang (apud Briggs 2015), a chave para resolver os problemas de notas baixas, mau comportamento, problemas com falta de atenção e faltas escolares é aumentar o engajamento dos estudantes.

Além dos jogos educacionais, uma outra tecnologia que de pouco a pouco vem sendo utilizada na área de educação, é a realidade virtual. A capacidade de inserir o usuário dentro de um mundo virtual com as mais variadas possibilidades de contexto, faz com que a RV seja explorada no desenvolvimento dos chamados *virtual reality learning environment* (VRLE), ou ambientes de aprendizado em realidade virtual, assim como também na criação de jogos educativos imersivos, que, de acordo com Cobertt (2014), jogos imersivos elevam a motivação e o engajamento para níveis maiores quando se fala em *game-based learning*.

Tendo isto em vista, percebe-se que o uso dessas novas tecnologias na educação contribuem significativamente com o aprendizado, elevando o engajamento dos estudantes através de jogos educativos, imersivo ou não, assim como também os ambientes de aprendizado em realidade virtual. Com base nisso, é de extrema relevância avaliar o impacto que essas tecnologias têm no âmbito educacional assim como também entender sua aplicação, levando em consideração aspectos como interação, interface, jogabilidade e aprendizado interativo.

1.2 Motivação

Em meio a diversos estudos relacionados ao uso de jogos digitais e realidade virtual como ferramentas de educação, termos como *edutainment* (entretenimento educativo), *playful learning* (aprendizado lúdico), começaram a surgir. Muitos desses estudos são focados no impacto que essas tecnologias têm relacionadas ao engajamento. Embora seja possível observar muitos resultados positivos através de estudos e pesquisas a respeito de jogos educativos como forma de alavancar o engajamento dos alunos nas práticas educativas, o uso de realidade virtual atrelado a esse contexto ainda é pouco difundido. O uso de VR em jogos digitais proporciona uma nova interface para o usuário totalmente diferente da que ele está acostumado a interagir, além de outros fatores que precisam ser avaliados quando colocados em uma vertente educativa, como por exemplo, certifica-se que o usuário está confortável ao utilizar-se de um oculus de realidade virtual, desenvolver o ambiente virtual em que o usuário será inserido focando nos aspectos educativos.

Em suma, a utilização de jogos não imersivo como dinâmica de aprendizado tem demonstrado positivas contribuições para educação. A motivação principal deste trabalho está relacionada às diferentes possibilidades de inovação ao inserir a realidade virtual dentro desse contexto. Proporcionando assim, um leque de oportunidade de pesquisas e estudos que envolvem jogos digitais, realidade virtual e educação, com o intuito de comparar o nível de engajamento dos usuários, uma vez imersos em um ambiente jogável de aprendizado virtual, em relação às tradicionais interações de jogos educativos (Jogos físicos, ou jogos digitais em dispositivos móveis, consoles, desktop ou soluções web).

1.3 Objetivo

Este trabalho de graduação tem como objetivo realizar uma análise comparativa entre as dinâmicas de aprendizado lúdico, utilizando jogos digitais educativos não imersivos e comparando com os jogos educativos imersivo, com a finalidade de avaliar o engajamento dos alunos diante de diferentes interfaces e possibilidades de interação. Abaixo estão listados os objetivos específicos deste trabalho.

- Realizar um estudo a respeito dos impactos dos jogos educativos não imersivos na educação;
- Pesquisar e identificar tendências na aplicabilidade de jogos digitais no contexto educativo;
- Realizar um estudo sobre jogos digitais em realidade virtual e suas aplicações na educação;

- Realizar uma pesquisa comparativa entre jogos digitais imersivos e não imersivos para avaliar o engajamento dos alunos diante dessas diferentes possibilidades de interação;
- Realizar uma análise dos resultados da pesquisa;

1.4 Estrutura do documento

Contando com este capítulo, que apresenta o contexto, a motivação e os objetivos da pesquisa, o presente trabalho está distribuído em cinco capítulos. São eles:

- Capítulo 2: Apresenta a teoria fundamental para o desenvolvimento deste trabalho, demonstrando conceitos importantes a respeito de jogos educativos e realidade virtual.
- Capítulo 3: Apresenta uma ampla definição a respeito do conceito de engajamento no contexto educativo e como as tecnologias estudadas neste trabalho podem elevar esse aspecto da educação.
- Capítulo 4: Descreve a metodologia de pesquisa utilizada para o desenvolvimento do trabalho, o processo de elaboração das perguntas, os critérios de seleção dos entrevistados e a forma como foi realizada.
- Capítulo 5: Demonstra os resultados extraídos da pesquisa para que possam responder as questões indagadas por esse estudo.

Capítulo 2 - Aprendizado baseado em jogos digitais

Neste capítulo será apresentado alguns fatores positivos do aprendizado baseado em jogos digitais que contribuem com a educação, assim como também fazer um relacionamento dos jogos educativos e o engajamento. Neste trabalho, o termo jogos educativos se refere apenas aos jogos educativos digitais, ou seja, softwares de entretenimento desenvolvidos para rodar em diferentes plataformas, como dispositivos móveis, desktops, consoles ou aplicações web. Uma vez que os jogos educativos contemplam uma série de variações, como por exemplo, jogos analógicos educacionais, gamification, gincanas e competições, é importante definir e limitar o escopo para este estudo.

2.1 Fatores positivos no aprendizado baseado em jogos digitais

Os efeitos positivos do aprendizado baseado em jogos pode ser observado através de dois fatores que indicam a eficácia dessa ferramenta no aprendizado. O primeiro deles, é o grande número de artigos e trabalhos relacionadas ao aprendizado lúdico, como por exemplo, Richard Van Eck's Digital Game-Based Learning: It's Not Just the Digital Natives Who Are Restless (2006), Marc Prensky's Digital Game-Based Learning (2001), Joseph Psotha's Educational Games and Virtual Reality as Disruptive Technologies (2013), Prensky's "Don't Bother Me, Mom, I'm Learning!": How Computer and Video Games Are Preparing Your Kids for 21st Century Success and How You Can Help! (2006), entre diversos outros.

O segundo fator observado é a nova geração de estudantes, conhecida como a geração digital, crianças e adolescentes tendem a ter mais facilidade no uso das novas tecnologias. De acordo com Wim Veen e Ben Vrakking, no livro *Homo zappiens: educando na era digital* (2009), Homo zappiens, se refere a essa nova geração que cresceu usando múltiplos recursos tecnológicos desde a infância, como por exemplo, o controle remoto da televisão, o mouse do computador, os smartphones, o iPod, iPad e derivados. Esses recursos permitiram às crianças de hoje obter controle sobre a gama de informações, tratar com informações descontinuadas e com a sobrecarga de informações, juntar comunidades virtuais e físicas, comunicarem-se e cooperar em rede, de acordo com suas necessidades. (Wim Veen e Ben Vrakking, 2009).

Richard Van Eck (2006), acredita que apenas afirmando que jogos educativos digitais são efetivos como ferramentas de educação, corre-se o risco de criar uma

impressão de que todos os jogos são bons para quem está no processo de aprendizagem. O que se precisa fazer agora, é explicar o porque do aprendizado baseado em jogos digitais ter um poder maior de engajamento em relação ao ensino tradicional e como integrar essa tecnologia nas práticas educativas (quando, com quem, e sob quais condições) para maximizar o potencial do aprendizado. Ainda de acordo com Richard Van Eck (2006), os jogos educativos são efetivos como ferramenta de engajamento não por suas características visuais e interativas, mas sim, pelos aspectos que ele incorpora e pelas ações que os jogadores estão realizando enquanto os jogam. Richard afirma que os jogos incorporam o processo de desequilíbrio cognitivo, que segundo a teoria do desenvolvimento cognitivo de Jean Piaget (1936, apud Eck, 2006), esse processo se dá a partir do momento em que o indivíduo encontra uma nova informação e começa a assimilar, dedicando uma energia mental para o desenvolvimento de um novo esquema ou a modificação de um esquema já existente causando um desequilíbrio cognitivo, uma vez que essa informação é processada e armazenada, o indivíduo retorna ao estado de acomodação e equilíbrio. No exemplo citado por Richard em seu artigo *Digital Game-Based Learning: It's Not Just the Digital Natives Who Are Restless*, ele descreve uma situação em que um motorista tentar dar partida em seu carro, porém sem sucesso. Em ocasiões passada o problema do carro era devido à morte da bateria, logo o indivíduo substitui a bateria e descobre que o problema não está na bateria do carro, então ele começa a mudar a sua mente para incluir outros problemas e novas alternativas, como por exemplo o alternador. Este processo é conhecido como desequilíbrio cognitivo.

2.2 Influência dos jogos educativos no engajamento dos alunos

O uso de jogos educativos como motor para impulsionar o engajamento dos estudantes em sala de aula tem se mostrado bastante efetivo, o que leva a comunidade científica a estudar e propor novos modelos na aplicação dos jogos digitais no contexto educativo. Um dos estudos que sugere um guia para a implementação de jogos digitais dentro deste contexto está contido no estudo *A Preliminary Study of Implementing Educational Game into Formal Classroom Settings* de Chi-Jui Lien (2016). Este estudo adotou o modelo ARCS de motivação de John Keller (apud Lien 2016) para desenvolver as instruções estratégicas para integrar o aprendizado baseado em jogos. O experimento realizado neste estudo durou 8 semanas e contou com a participação de mais de 100 estudantes de ensino fundamental, nele foram discutidas as quatro fases para promover e manter a motivação dos alunos segundo o modelo ARCS entre os professores. Logo em seguida, baseando-se nos resultados das discussões, foram definidas as atividades motivacionais para cada

fase, levando em consideração os aspectos e características do jogo utilizado no estudo(*FormosaHope*). O resultado dessa definição está demonstrada na figura 1.

ARCS	Motivational Activities
Attention	1. Play the scenario video clips to introduce the background of the FH and the goal of avatar. 2. Demonstrate snapshots of the educational game. 3. Introduce the web-site of this game and show students share ideas and discuss the activities 4. Distribute the workbook to each student. 5. Put up posters around classroom. 6. Students are prompted to observe, to think, to discuss, and to write, etc...
Relevance	1. Connect the virtual environment with the real world, such as problem, through discussion of the information, and knowledge. 2. Give the rewards virtually and substantially. 3. Apply the learning from the educational game in the formal curriculum. 4. Group students for competition.
Confidence	1. Give clues for solving the educational game. 2. Give the check-list to help students complete the mission. 3. Set and announce the criteria for game playing. 4. Help slow players when they need help. 5. Share students' successes and failures with each other.
Satisfaction	1. Create a fair competition environment. 2. Invite students to share their successful experiences with the class. 3. Share their worksheets with each other. 4. Give positive feedbacks, such as oral encouragement privately or publicly, certificate, and etc...

Figura 1 - Estratégias motivacionais do jogo FormosaHope. Fonte: National Taipei Univ. of Education

Após 8 semanas de experimento, foi realizado uma pesquisa para obter opiniões dos alunos a respeito das atividades motivacionais utilizadas no experimento. O resultado do experimento demonstrou a efetividade dessas estratégias, ações diretamente relacionada a jogos, como jogabilidade, premiações e recompensas, foram identificadas com alto teor motivacional pelos alunos. Na figura 2 é possível observar em detalhes a relevância de que cada estratégia teve durante o período de execução do experimento sobre o engajamento dos estudantes.

ARCS Components	Motivational Activity	Frequency	Over 50%
Attention	A1.Show the workbook	46	
	A2.Posters	80	*
	A3.Activities in the workbook	39	
	A4.Snapshots of game in the workbook	88	*
	A5.Video of Scenario	66	*
	A6.Discussion on the web	72	*
Relevance	R1. Worksheet- whom do you want to be?	82	*
	R2. Worksheet of visiting a real place	62	*
	R3. Worksheet- formulating a real world problem	33	
	R4. Group competition	88	*
	R5. Introduce game structure and the goal	38	
	R6. Worksheet- Create you own specialty	49	
	R7. Given substantial rewards	89	*
Confidence	C1. Check-list of the goal	41	
	C2. Given certificate of merit or completion	93	*
	C3. Check-list of the experience values or missions	77	*
	C4. Group poster preparation and sharing	72	*
	C5. Criteria for evaluation and awarding	67	*
	C6. Worksheet- Let's make a game!	43	
	C7. Group supportive learning	84	*
	C8. Explain the learning goal of the educational game	53	*
Satisfaction	S1. Given certificate of merit or completion	88	*
	S2. The positive praise from teacher	86	*
	S3. Give substantial award when completing the mission	91	*
	S4. Exchange observation and evaluation of worksheet book	69	*
	S5. Give away the opportunity of playing other game	41	
	S6. The discussion on the web-site	32	
	S7. Public announcement when clear each stage	46	
	S8. Teacher visiting and observing	74	*
	S9. Give away the FH game	83	*

Figura 2 - Resultado das estratégias motivacionais do jogo FormosaHope. Fonte: National Taipei Univ. of Education

Tendo isto em vista, é seguro afirmar que o uso de jogos educativos é efetivo como motor de engajamento entre os estudantes, fatores como competitividade, premiações, reconhecimentos, interface lúdica e interações divertidas causam uma disrupção nas práticas educacionais tradicionais, despertando a motivação dos alunos, consequentemente tornando-os mais engajados.

2.3 A relevância do engajamento na educação

Um dos principais aspectos educativo a ser trabalhado quando se usa uma abordagem baseada em jogos digitais é o engajamento. No experimento citado anteriormente, é notável o poder dessa abordagem para elevar o nível de engajamento dos estudantes. Levando isto em consideração, é de fundamental importância observar as contribuições que isto tem sobre a educação. Segundo Pohl (2012), engajamento é definido com a participação ativa do estudante em atividades acadêmica e curriculares ou relacionadas a sua instituição de ensino, assim como também o compromisso com as metas educativas e o aprendizado. De acordo com a teoria *Check & Connect*, o engajamento pode ser dividido em quatro subgrupos, acadêmico, comportamental, cognitivo e afetivo.

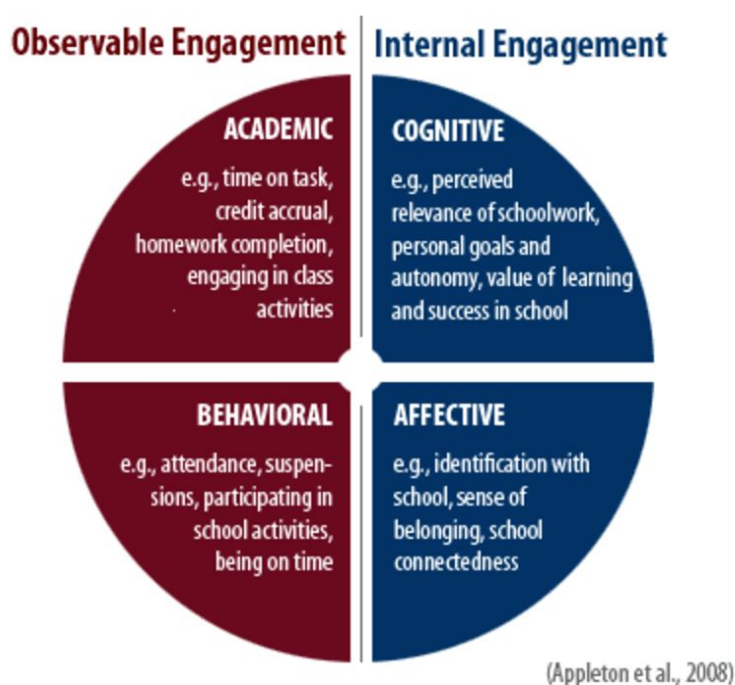


Figura 3 - Tipos de Engajamento. Fonte: Pohl, A. (2013)

Os indicadores observáveis de engajamento são subdivididos em acadêmico e comportamental.

- **Engajamento acadêmico** está relacionado ao desempenho do aluno em suas atividades escolares. Sendo este, observável através de notas, realização dos exercícios escolares, o tempo gasto para realizar as atividades educativas e as metas alcançadas.
- **Engajamento comportamental** está relacionado ao comportamento do aluno em suas atividades escolares. Sendo este, observável através de participação em atividades acadêmicas e extracurriculares, bom comportamento durante as aulas, esforço e persistência.

Os indicadores que não são possíveis de se observar são classificados como engajamento cognitivo e afetivo.

- **Engajamento cognitivo** está relacionado à crença do aluno de que suas atividades escolares são relevantes para o seu futuro. Quando o estudante está focado em suas metas pessoais e estratégias de estudo. Alunos engajados cognitivamente acreditam que terão sucesso em suas metas escolares.
- **Engajamento afetivo** está relacionado à identificação do aluno com sua escola. Se as práticas adotadas pela escola condizem com as suas vontades e sentimentos, além do relacionamento com os professores e outros estudantes. Indivíduos engajados afetivamente geralmente sentem-se à vontade e confortavelmente no ambiente educativo.

Ainda de acordo com Christenson, Stout e Pohl (2012), os quatro tipos de engajamento estão relacionados. A escola ou o educador precisa trabalhar em cima de cada um dos tipos, a fim de obter um maior nível de engajamento, desta maneira proporcionando um maior interesse do aluno sobre o material do curso e aumentando a sua participação nas atividades educativas. Quanto mais o estudante pratica e estuda (direta ou indiretamente), mais este tende a aprender e memorizar o conteúdo, fazendo assim com que o aluno obtenha sucesso em seu desempenho escolar.

Contudo, usar uma abordagem baseada no uso de jogos digitais além de ser uma estratégia educacional que traz resultados positivos no aprendizado cognitivo, ela funciona como um motor de engajamento, tornando os alunos mais participativos nas aulas e atividades, aumentando o seu desempenho educacional.

Capítulo 3 - Realidade virtual

Neste capítulo será apresentado o conceito e as definições de realidade virtual (RV), assim como também apontar os fatores positivos que essa tecnologia proporciona aos jogos digitais em geral, além de identificar as contribuições para educação através de jogos educativos imersivos e ambientes de aprendizado virtual. É importante também esclarecer o escopo negativo relacionado ao termo realidade virtual. Embora atualmente esta tecnologia vem sendo associada à utilização de óculos de imersão, como Oculus Rift, HTC Vive e Samsung gear VR, a realidade virtual abrange uma série de variações em seu uso, que será demonstrada no item 3.1 deste capítulo. Neste trabalho, RV está relacionado apenas à tecnologia que faz o uso de óculos imersivos. O grande player dessa área é o Oculus Rift do facebook, consiste em um dispositivo que se conecta ao computador e recupera a imagem através de um cabo hdmi e transmite pelas duas lentes do óculos. Além disso, este dispositivo utiliza-se de um giroscópio e acelerômetro para detectar a rotação do artefato em relação ao ambiente real, causando uma sensação de total imersão em um contexto virtual.

3.1 Abordagem e aplicações da realidade virtual

Embora a realidade virtual esteja associada como uma tecnologia de ponta, ela é uma área de pesquisa que já vem sendo desenvolvida há bastante tempo (Claudio Kirner e Romero Tori, 2004). De fato, os novos dispositivos de imersão, como o Oculus Rift impulsionaram esta tecnologia para um novo nível onde as grandes empresas de TI (Google, Facebook, Samsung, entre outras) vem atuando fortemente. Por outro lado, a possibilidade de imersão em um ambiente virtual começou a ser desenvolvida desde 1955, quando um cineasta desenvolveu a primeira aplicação de realidade virtual. A partir de então, foram realizadas diversos estudos de desenvolvimento científico e tecnológico, a fim de criar interfaces interativas cada vez mais próximas à realidade humana. Uma das primeiras experiências imersivas surgiu em 1962, com o desenvolvimento do Sensorama, uma cabine de visualização tridimensional, capaz de reproduzir sons, vibrações mecânicas, ar movimentado por ventiladores e até aromas, permitindo ao usuário uma experiência de realidade virtual, entretanto, esta tecnologia não obteve sucesso comercial.

Por volta de 1965, a realidade virtual ganhou um potente aliado em seu desenvolvimento, o computador. Ivan Sutherland sugeriu usar computadores para desenhar projetos diretamente em sua tela, usando uma caneta ótica, o que deu

início a computação gráfica. Sutherland desenvolveu o que ele chamou de “The Ultimate Display”.

Este foi o primeiro head-mounted display (dispositivos em forma de capacete, capaz de transmitir imagens de vídeo) totalmente funcional, que possibilita o usuário enxergar conteúdos digitais em 360 graus. Já em 1975 Myron Krueger criou o que ficou conhecido como realidade virtual de projeção, onde através de uma tela 2D, projetava imagens capturadas por vídeo. Entre diversos avanços na área de RV ao longo dos anos, foram desenvolvidos simuladores para a força aérea americana, como por exemplo o que ficou conhecido como “Super Cockpit” em 1982, um vídeo-capacete que simula o espaço 3D do interior das cabines dos aviões, criado por Thomas Furness. Os desenvolvimentos de novas experiências de realidade virtual só aumentou com a chegada das grandes empresas, como por exemplo a NASA, que por volta de 1984, começou a trabalhar no VIVED (Virtual Environment Display), semelhante ao “Super Cockpit”, porém com alguns artefatos adicionais como luvas, reconhecimento de voz, síntese de som 3D e dispositivos de feedback tátil (Rodrigues e Porto, 2013).

Tendo isto em vista, é notável o desenvolvimento tecnológico nesta área ao longo dos anos. Diversas outras empresas criaram diferentes experiências em RV para as mais diversas utilidades, porém sem sucesso comercial. Em 2012, a Oculus lançou seu kickstarter project de um óculos de realidade virtual para os desenvolvedores, o que no futuro seria o atual Oculus Rift (Figura 3). Após o lançamento do kickstarter project, duas novas versões de desenvolvedores foram disponibilizadas com preço na faixa dos \$350 ~ \$700. No começo do presente ano, a versão do Oculus para o usuário do final foi disponibilizada e estima-se um enorme número de vendas para os próximos anos. Em meio ao grande sucesso da Oculus, outros grandes players também competem no mercado de RV como por exemplo o HTC Vive, além de diversos cardboards (artefatos simples de papelão ou plástico, que fazem o uso de dispositivos mobile para exibir conteúdos), um dos mais famosos é o Samsung Gear Vr.

O uso de RV com estes recentes dispositivos está presente em diversas áreas de atuação atualmente, sua aplicação para a medicina, por exemplo, tem demonstrado resultados satisfatórios. Um das aplicações mais importante da realidade virtual na medicina, tem sido na cura de diversas fobias, seja por medo de avião, aranhas, escuro ou até mesmo distúrbios de ansiedade e fobias sociais, como o medo de discursar publicamente. O tratamento com o uso de RV é basicamente expor o paciente no ambiente imersivo dentro de um contexto semelhantes àqueles que na vida real são os motivos da fobia. Através dessa tecnologia, o paciente é submetido a um treinamento virtual, para que quando ele vivencie uma situação real a qual

tenha medo, ele possa saber como reagir e lidar, assim superando seus medos (RABELLO 2016).

Além da medicina o uso de RV vem sendo empregado em outras áreas importantes como, arqueologia, turismo, entretenimento, educação, treinamentos e simulações, entre diversas outras possibilidades que esta tecnologia pode contribuir para inovação.

3.2 Uso de realidade virtual como ferramenta de educação

De acordo com Reede e Bailiff (2016), a educação moderna está pronta para aproveitar a realidade virtual que é considerada uma ferramenta com capacidade de evoluir a interação humana significativamente, podendo reunir pessoas de diferentes lugares e fazer com que elas interajam entre si, independente das disparidades sociais, econômica ou geográficas. Ainda segundo Reede e Bailiff (2016), ao longo dos anos, o uso da RV deixou de ser competência apenas das forças armadas e aviação para um contexto de desenvolvimento profissional, como por exemplo instrutores, treinadores e terapeutas que são beneficiados cada vez mais com as experiências imersivas.

Embora não se saiba ao certo a quantidade de instituições de ensino e profissionais da área de educação que fazem o uso da realidade virtual como ferramenta de educação, empresas exclusivamente dedicadas ao uso de RV no contexto educativo começaram a surgir (incluindo zSpace, Alchemy VR e Immersive VR Education). Além de diversos artigos e estudos relacionados ao uso de realidade virtual em sala de aula em escolas de educação moderna e em laboratórios de aprendizagem nos Estados Unidos e Europa (REEDE; BAILIFF, 2016).

Algumas área da educação, usam a RV para representar ambientes virtuais 3D para imergir estudantes dentro desses locais que podem ser históricos ou naturais e até renderizações espaciais (REEDE; BAILIFF, 2016). A prática de proporcionar uma experiência deste tipo para os estudantes pode contribuir ao mesmo tempo para duas vertentes educativas, aprendizado e engajamento. Uma vez que o aluno está inserido em um ambiente de aprendizado, ele tem mais um meio de memorizar o contexto vivenciado, além de poder despertar um interesse maior pelo material através dessa nova experiência.

Além dos ambientes virtuais 3D para simular contexto educativo, a RV está presente na abordagem do aprendizado baseado em jogos digitais. Como discutido no capítulo 2 deste trabalho, esta abordagem tem diversas contribuições positivas para o aprendizado do aluno. O uso de RV para jogos educativos é algo que vem sendo tema de pesquisa e trabalhos de profissionais da área de tecnologia e educação.

Jogos educativos em realidade virtual tendem a aumentar a motivação e engajamento dos estudantes em seu aprendizado. Porém, existe um desafio envolvido no processo de desenvolvimento deste tipo de software, uma vez que as interfaces são mais complexas e robustas, os estudantes podem perder o foco do material passado por este. Por outro lado, inserir diversos conteúdos educativos dentro do jogo, pode perder a atratividade do mesmo, reduzindo assim sua motivação e engajamento (Virvou; Katsionis, 2006).

Devido ao recente crescente uso de dispositivos de realidade virtual como Oculus Rift, existem ainda poucos estudos a respeito de uma avaliação concreta de jogos digitais educativos imersivos, como por exemplo o InCell VR e InMind VR, ambos da Luden.IO, uma empresa de desenvolvimento de jogos independentes, voltada para jogos em realidade virtual. Portanto definir um guia de desenvolvimento visando balancear os aspectos educativos e de interface para uma melhor experiência do aluno tanto no entretenimento quanto no aprendizado ainda é algo complexo e que precisa ser abordado em pesquisas e estudos futuros.

3.3 Aspectos técnicos da implementação de uma aplicação de realidade virtual

Neste item, será abordado alguns aspectos técnicos do desenvolvimento de uma aplicação em realidade virtual. Existem diversas plataformas, frameworks e biblioteca disponíveis para a criação de softwares com suporte a realidade virtual com o usos de óculos imersivos como Oculus Rift e cardboards. Neste trabalho será utilizado o case CESAR 3D, um projeto desenvolvido pelo CESAR com a finalidade de imergir o usuário em um cenário que reflete as unidades Tiradentes e Brum, ambas localizadas em Recife-Pe. Este projeto foi desenvolvido na plataforma Unity 3D com o programa de modelagem 3ds Max, para rodar no sistema windows utilizando o Oculus Rift DK2 para visualização imersiva.

3.3.1 Integração do oculus sdk no Unity 3D

O developer center da Oculus fornece um kit de desenvolvimento para diferentes plataformas. Para o uso no desenvolvimento de uma aplicação PC em Unity, foi utilizado a integração com engine Oculus Utilities for Unity 5. O conteúdo é um pacote Unity que adapta a câmera utilizada para o modo de realidade virtual, este foi importado no projeto nomeado de CESAR 3D e carregado para os componentes da cena.

Para que uma aplicação tenha suporte à realidade virtual no Unity, o projeto precisa ter uma configuração específica, dentro das configurações de player do projeto, como mostra na figura 4.

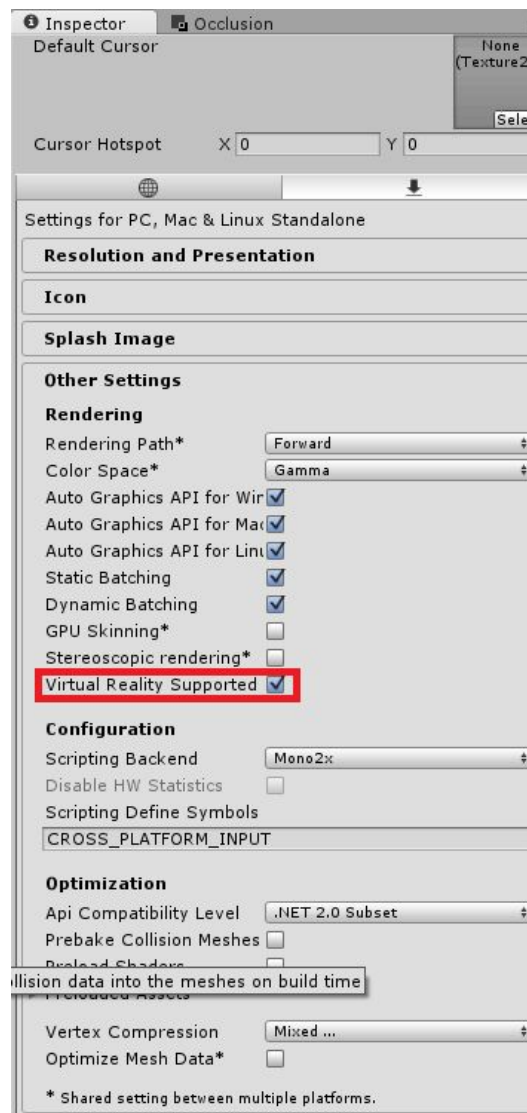


Figura 4 - Configurações de player em Unity 3D. Fonte: Capturado pelo autor

3.3.2 Criação do ambiente virtual

O processo de modelagem do cenário virtual foi construído a partir da planta baixa das unidades, usando a ferramenta de modelagem 3ds Max. Os designers modelaram a estrutura das filiais, além de popular o ambiente com objetos que representam a realidade do local, como mesas, cadeiras, computadores e outros artefatos que estavam presentes nas unidades físicas da empresa, a fim de refletir ao máximo a realidade do local. Toda a modelagem 3D gerada pela ferramenta gráfica e exportada em formato .obj, que faz parte da lista de formatos de modelos 3D suportada pelo Unity. Após a importação da modelagem .obj no Unity, foi realizado a aplicação das texturas nos objetos. O processo de aplicar texturas em modelos mapeados no Unity consiste primeiramente em importar a textura que se

deseja aplicar para o grupo de assets do projeto e selecionar o objeto desejado dentro da lista de componentes do cena para configurar a nova textura, como demonstrado na figura 5.

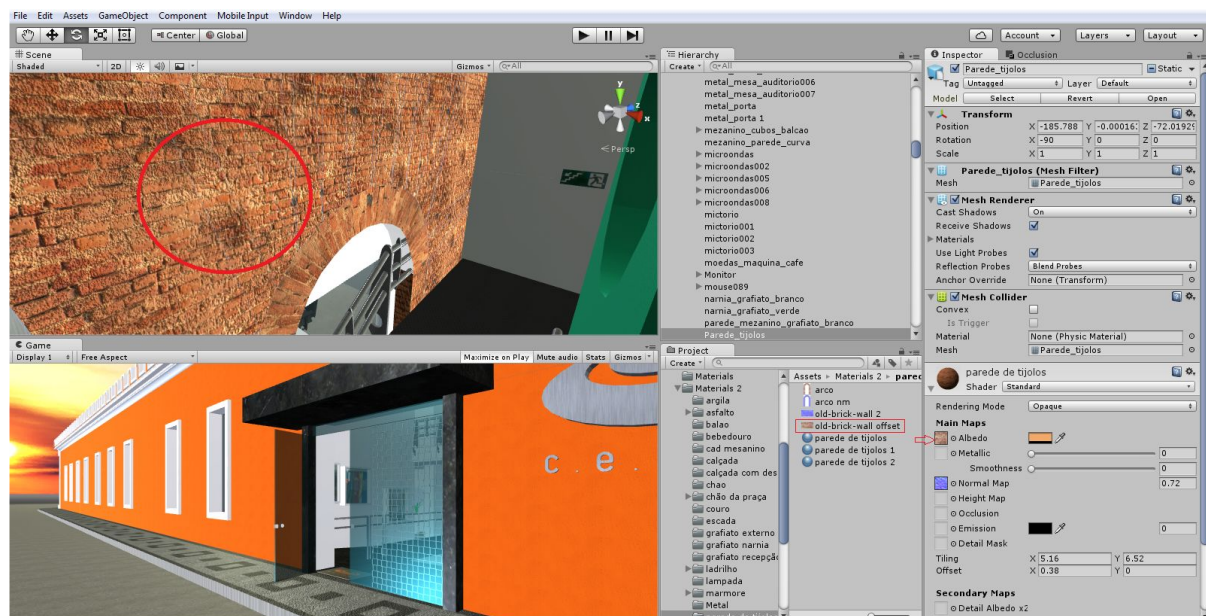


Figura 5 - Configurações texturas em Unity 3D. Fonte: Capturado pelo autor

Ainda no que se refere à criação do ambiente virtual, é necessário definir e aplicar a iluminação do ambiente. Existem 4 tipos de luzes (Spot, Directional, point e Area) na plataforma Unity 3D, cada uma com diferentes características, como instância, a Directional Light consiste em uma grande fonte de luz de longo alcance, posicionada em um ponto distante do ambiente, muito usada para representar sol ou lua, na figura 6 é demonstrado como foi utilizado este tipo de luz no projeto.

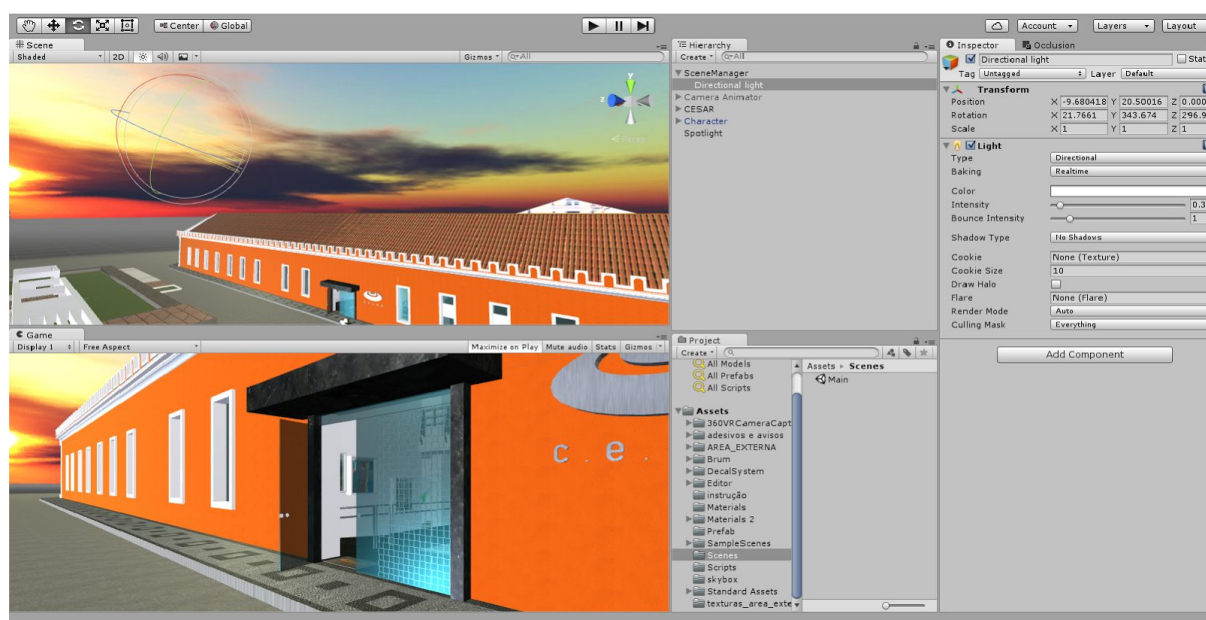


Figura 6 - Configurações de iluminação em Unity 3D. Fonte: Capturado pelo autor

3.3.2 Interação com o ambiente virtual

Com o ambiente virtual criado e configurado, o usuário precisa interagir com o cenário para explorar todo o conteúdo. Como o objetivo do projeto é fazer um tuor virtual, a interação realizada foi a movimentação pelo cenário com verificações de colisões entre as paredes das estruturas e alguns objetos do local. Para isso, a Unity disponibiliza em seus default assets, um script de movimentação para ser utilizado em componentes da cena. O objeto utilizado para ser a câmera de realidade virtual recebeu o script de movimentação, junto com as informações de colisão, permitindo assim, o usuário interagir com o ambiente, movimentando o personagem através das teclas direcionais do teclado e mouse, além do script permitir correr e pular. O componente com a câmera em RV e com capacidade de movimentação tens as configurações demonstrada na figura 7.

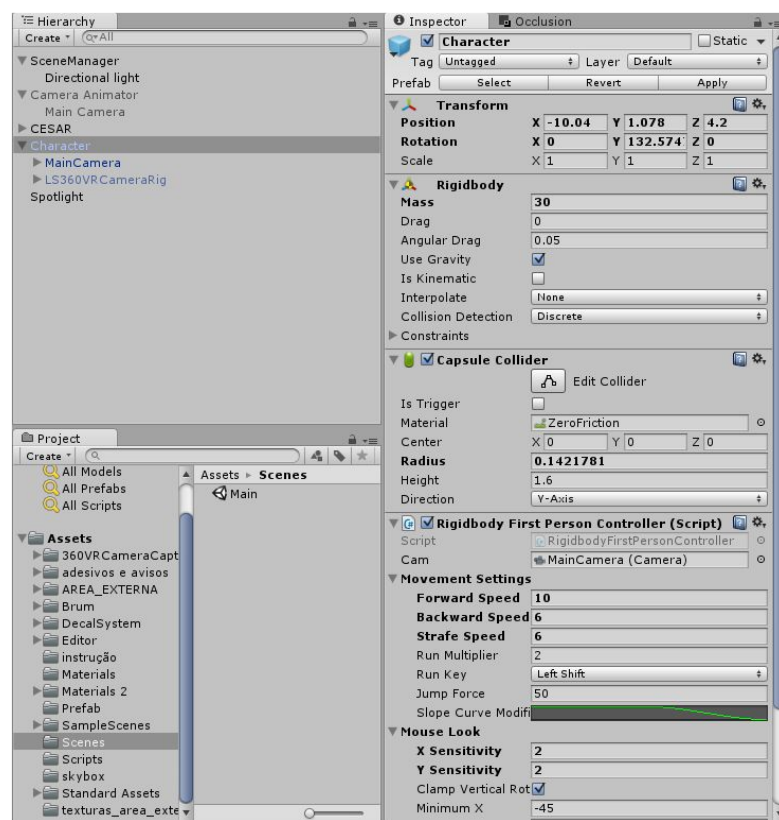


Figura 7 - Configurações de personagem em Unity 3D. Fonte: Capturado pelo autor

Inserir o usuário em um ambiente virtual e permitir uma movimentação pode causar desconforto. Não se sabe ao certo o porquê das pessoas se sentirem mal quando estão paradas e ao mesmo tempo se movimentando em um mundo virtual. Segundo uma teoria antiga, o corpo confunde os sinais de movimento como se ingerisse algo

tóxico, que podem causar confusões neurológica, e para se defender, o usuário acaba vomitando (PAPPAS, 2016).

Os aspectos técnicos observados neste item, consiste na base do processo de desenvolvimento de uma aplicação em realidade virtual em Unity 3D. De fato, existem os processos de build e execução associados ao projeto, assim como configurações específicas de colisão que não estão contidas neste item. Por outro lado, as atividades de especificação detalhada do processo de implementação de deste tipo de aplicação está contida no item de trabalhos futuros.

Capítulo 4 - Metodologia

Este capítulo apresenta a metodologia utilizada para realizar um comparativo do nível de engajamento dos estudantes quando submetidos ao uso de jogos educativos tradicionais e jogos educativos imersivos. Nele está contido o contexto da pesquisa, os participantes envolvidos, a ferramenta utilizada para coleta de dados, o procedimento detalhado de sua execução e a análise dos resultados.

4.1 Contexto

Jogos digitais imersivos apresentam características peculiares de interação e interfaces que não são identificadas nos jogos digitais tradicionais. Este trabalho contempla uma pesquisa comparativa para avaliar os dois tipos de jogos educativos e medir a diferença do impacto que estes têm sobre o engajamento dos alunos no aprendizado. A pesquisa foi realizada na Escola técnica estadual Cícero Dias (ETE-CD), também conhecida como NAVE (Núcleo avançado em educação). A escola é resultado de uma parceria entre a Secretaria de Educação de Pernambuco juntamente com o instituto Oi Futuro.

4.2 Participantes

Foram 60 alunos da ETE-CD participantes da pesquisa, os estudantes desta escola possuem um perfil adequado para o cenário utilizado. Um dos cursos técnicos da escola é o curso de desenvolvimento de jogos digitais, proporcionando um maior entendimento do conceito de jogos em geral, assim como também uma base no aprendizado de Inglês.

4.3 Procedimento

O procedimento adotado para realizar a pesquisa pode ser compreendido em três fases: Seleção dos jogos e plataformas; Elaboração do critério comparativo; Aplicação e coleta de feedback.

4.3.1 Seleção dos jogos e plataformas

Fazer uma análise comparativa inclui diversas variáveis que precisam estar alinhadas entre os objetos de comparação a fim de reduzir ao máximo as margens de erro. Buscando reduzir ao máximo o risco de falha desta análise foram escolhidos dois jogos com o mesmo contexto acadêmico. Os jogos InCell VR e Amoeboid ambos contém conteúdos educativos relacionados à biologia, mais especificamente a prevenção de doenças causadas por vírus.

O jogo InCell VR (Figura 8) foi desenvolvido pela Luden.IO, uma empresa Russa de desenvolvimento de jogos independentes. Um dos poucos jogos educativos imersivos no mercado, consiste numa viagem ao núcleo de uma célula e o seu objetivo é chegar no núcleo antes do Influenza virus para aplicar as devidas medicinas. Durante a viagem o jogador passa por diversas organelas que são cientificamente graficamente representadas. Dentro de cada organela acontece uma corrida contra o vírus, o jogador precisa coletar proteínas durante o trajeto para alcançar uma maior pontuação além de desviar de obstáculos que o deixam mais lentos. Além disso, a cada nível concluído o jogador pode escolher uma nova organela para explorar, nessa seleção é apresentado seus detalhes e sua função celular. A jogabilidade do InCell VR é baseada no movimento da cabeça, utilizando o headset de realidade virtual, no caso, para essa pesquisa foi utilizado o Oculus Rift. A inclinação no eixo X da cabeça, permite ao usuário desviar dos obstáculos que ele encontra durante sua jornada dentro da organela, assim como também coletar proteínas e bônus de velocidade.

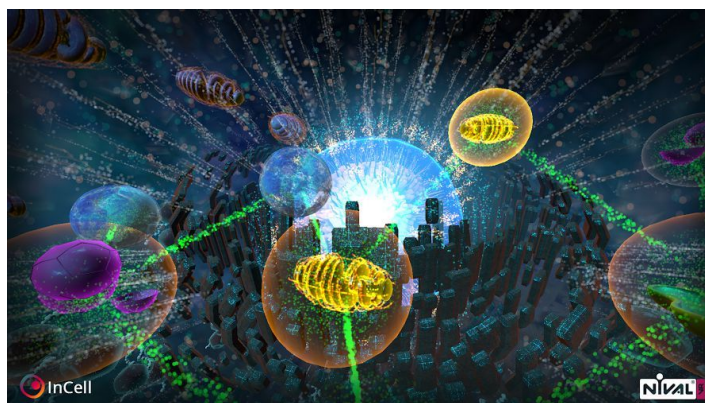


Figura 8 - Screenshot do jogo InCell VR. Fonte: luden.IO

O jogo Amoeboid (Figura 9), por sua vez, foi disponibilizado para download no site *beatricebiologist*. Este apresenta características semelhantes ao InCell Vr, por se

tratar de uma célula a qual o seu objetivo é capturar proteínas, vitaminas e DNA, assim como também escapar dos vírus invasores. As células desenhadas no jogo, também são cientificamente representadas. Durante a missão de coletar proteínas e desviar de vírus, o jogador também pode conhecer novos “amigos”, que são outros tipos de células, por exemplo, as flageladas. No menu de “lista de amigos” são fornecidas informações lúdicas a respeito da célula, o jogo faz uma descrição misturada com biologia e história fictícia a respeito da célula. Este jogo pode ser jogado através de um Ipad ou Iphone, para essa pesquisa foi utilizado um Ipad. Sua jogabilidade consiste no movimento de “drag and drop” da célula para coletar as substâncias boas e desviar dos vírus.

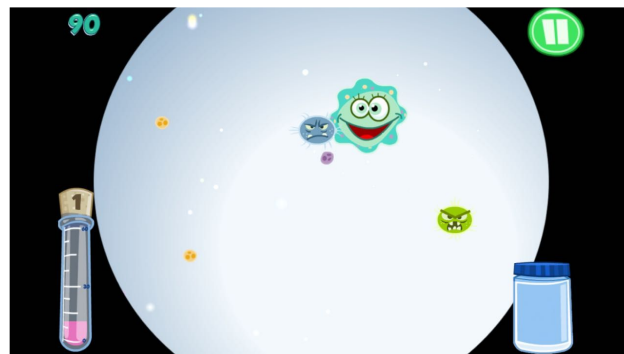


Figura 9 - Screenshot do jogo Amoeboid. Fonte: Capturado pelo autor

Nos dois jogos descritos e utilizados na pesquisa, o objetivo final era coletar o maior número de proteínas e não permitir que o vírus danifique a célula. As interfaces interativas são bem diferentes, principalmente por causa do fato do inCell VR usar componentes e ambientes 3D para inserir o estudante no mundo virtual e o Ameboid usar imagens 2D para representar os componentes e o cenário. Outra grande diferença está na interação do jogo, sendo o imersivo com o movimento da cabeça e o Amoeboid com o touch no display do Ipad.

4.3.2 Elaboração do critério comparativo

Após a seleção dos jogos, foi realizado um estudo para definir detalhadamente quais seriam os aspectos comparativo entre os jogos. Uma vez que este trabalho tem a finalidade de comparar o nível de engajamento dos alunos através de dois tipos de jogos educativos, foi elaborado um questionário com base na proposta de avaliação de jogos educativos desenvolvida por Rafael Savi (2010). Esta proposta por sinal é baseada no modelo ARCS de motivação de John Keller (apud Savi 2010) que identifica quatro categorias de estratégias importantes para que se consiga motivar os alunos na aprendizagem: Atenção, Relevância, Confiança e Satisfação. Segundo Maehr (1976, apud Savi 2010), a motivação no contexto educacional é um engajamento voluntário em continuar a aprender mais sobre determinado assunto.

Manter os alunos motivados com práticas educativas lúdicas é a chave fundamental para o engajamento dos alunos.

Na figura 10 é demonstrado o questionário completo para avaliação de jogos digitais de Savi.

MOTIVAÇÃO Atenção - Houve algo interessante no início do jogo que capturou minha atenção. - O design da interface do jogo é atraente. Relevância - Ficou claro para mim como o conteúdo do jogo está relacionado com coisas que eu já sabia. - Eu gostei tanto do jogo que gostaria de aprender mais sobre o assunto abordado por ele. - O conteúdo do jogo é relevante para meus interesses. - Eu poderia relacionar o conteúdo do jogo com coisas que já vi, fiz ou pensei. - O conteúdo do jogo será útil para mim. Confiança - O jogo foi mais difícil de entender do que eu gostaria. - O jogo tinha tanta informação que foi difícil identificar e lembrar dos pontos importantes - O conteúdo do jogo é tão abstrato que foi difícil manter a atenção nele. - As atividades do jogo foram muito difíceis. - Eu não consegui entender uma boa parcela do material do jogo. Satisfação - Completar os exercícios do jogo me deu um sentimento de realização. - Eu aprendi algumas coisas com o jogo que foram surpreendentes ou inesperadas. - Os textos de feedback depois dos exercícios, ou outros comentário do jogo, me ajudaram a sentir recompensado pelo meu esforço. - Eu me senti bem ao completar o jogo. EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO Imersão - Eu não percebi o tempo passar enquanto jogava. - Eu perdi a consciência do que estava ao meu redor enquanto jogava.	- Me senti mais no ambiente do jogo do que no mundo real. - Me esforcei para ter bons resultados no jogo. - Houve momentos em que eu queria desistir do jogo. - Me senti estimulado a aprender com o jogo. Desafio - Eu gostei do jogo e não me senti ansioso ou entediado. - O jogo me manteve motivado a continuar utilizando-o. -Minhas habilidades melhoraram gradualmente com a superação dos desafios - O jogo oferece novos desafios num ritmo apropriado. - Este jogo é adequadamente desafiador para mim, as tarefas não são muito fáceis nem muito difíceis. Habilidade / Competência - Me senti bem sucedido. - Eu alcancei rapidamente os objetivos do jogo. - Me senti competente. - Senti que estava tendo progresso durante o desenrolar do jogo. Interação Social - Senti que estava colaborando com outros colegas. - A colaboração no jogo ajuda a aprendizagem. - O jogo suporta a interação social entre os jogadores. Divertimento - Eu gosto de utilizar este jogo por bastante tempo. - Quando interrompido, fiquei desapontado que o jogo tinha acabado. - Eu jogaria este jogo novamente. - Algumas coisas do jogo me irritaram. - Fiquei torcendo para o jogo acabar logo. - Achei o jogo meio parado. CONHECIMENTO - Depois do jogo consigo lembrar de mais informações relacionadas ao tema apresentado no jogo. - Depois do jogo consigo compreender melhor os temas apresentados no jogo. - Depois do jogo sinto que consigo aplicar melhor os temas relacionados com o jogo.
---	--

Figura 10 - Modelo de Avaliação de Jogos Educativos. Fonte: Savi, R. (2010)

O questionário elaborado para essa pesquisa foi baseado no quesito de motivação da proposta de Savi, foram no total 8 perguntas, sendo 7 relacionadas com as estratégias motivacionais de Keller e 1 relacionado à preferência do usuário diante das tecnologias fornecidas. As 7 primeiras perguntas foram relacionadas ao nível de concordância numa escala de 0 a 5 à respeito das seguintes afirmativas.

- **Atenção**

- 1- Enquanto jogava, a minha atenção estava totalmente voltada para o jogo.
- 2- A interface do jogo e os componentes visuais são atraentes.

- **Relevância**

- 3- Eu considero o conteúdo passado pelo jogo importante para os meus estudos.
- 4- Através do jogo, pude aprender um pouco mais sobre biologia.
- 5- O jogo despertou um maior interesse por conteúdos relacionados a biologia, células e vírus.

- **Confiança**

- 6- Os levels do jogo eram difíceis de ser completados com excelência.

- **Satisfação**

- 7- Subir de level me proporcionou um sentimento de realização.

A última pergunta foi para entender a preferência do estudante em relação às tecnologias comparadas.

Se você fosse convidado novamente para essa atividade, qual dos tipos de jogos você escolheria ?

- Jogo Digital Tradicional (ex. Amoeboid)
- Jogo Digital em RV (ex. InCell VR)
- Nenhuma das opções acima
- Não gostaria de participar novamente

4.3.3 Aplicação da pesquisa e coleta de feedback

O experimento foi executado em um único momento, com um grupo de 60 estudantes da escola Cícero Dias. Na sala destinada ao espaço de multimídia da escola, foi montado uma mesa de pesquisa, onde foi colocado o jogo InCell VR em um desktop Windows. De frente para este, o jogo Amoeboid em um Ipad. Os alunos entravam em dupla na sala destinada à pesquisa, onde cada um da dupla jogou um tipo de jogo, ou seja num total de 60 alunos, 30 jogaram o jogo imersivo em realidade virtual e 30 jogaram o jogo no estilo tradicional utilizando o tablet. Para o jogo InCell VR, os usuários observaram as instruções iniciais e jogou o nível 1, com duração média de 5 minutos. Para o jogo Amoeboid, cada jogador jogou os 3 primeiros níveis do jogo até falhar ou alcançar o nível 3, totalizando uma duração média de 5 minutos também.

Após experimentar a jogabilidade, contexto e interação do jogo, os alunos foram submetidos a responder o questionário descrito no item anterior deste capítulo, através do Google Formulários, no computador próximo à mesa do experimento, com a finalidade de coletar o feedback e impressões do jogador a respeito do jogo utilizado. Cada aluno jogou apenas um tipo de jogo e respondeu o formulário pertencente a este.

4.4 Análise dos resultados

Para realizar a análise dos resultados extraídos da pesquisa, foi considerada a seguinte interpretação:

Considerando que as afirmações de 1 a 7, dentro de uma escala de 0 a 5 onde 0 significa discordo totalmente da afirmação e 5 significa concordo totalmente com a afirmação, foram estabelecidas de forma resumida 3 categorias para esta análise.

- **Concordam com a afirmação:** Alunos que responderam 4 ou 5 para as afirmações;
- **Neutro:** Alunos que responderam 2 ou 3 para as afirmações;
- **Discordam da afirmação:** Alunos que responderam 0 e 1 para as afirmações.

Seguindo o modelo estabelecido por John Keller, esta análise será subdividida dentro das 4 categorias de estratégias, atenção, relevância, confiança e satisfação.

4.4.1 Atenção

As figuras 11 e 12 representam os resultados da pesquisa para as perguntas 1 e 2 contidas no questionário respectivamente.

Enquanto jogava, a minha atenção estava totalmente voltada para o jogo.

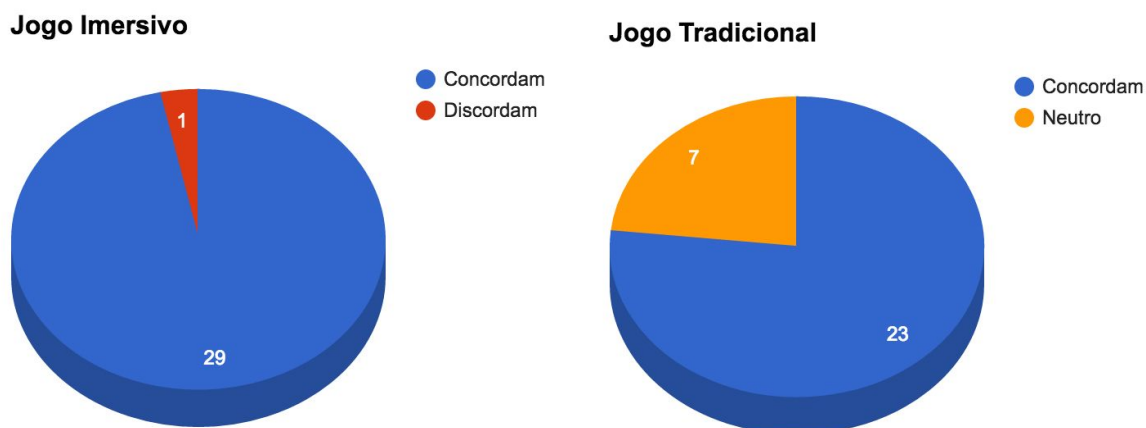


Figura 11 - Resultado da primeira pergunta da pesquisa. Fonte: Capturado pelo autor

A interface do jogo e os componentes visuais são atraentes.

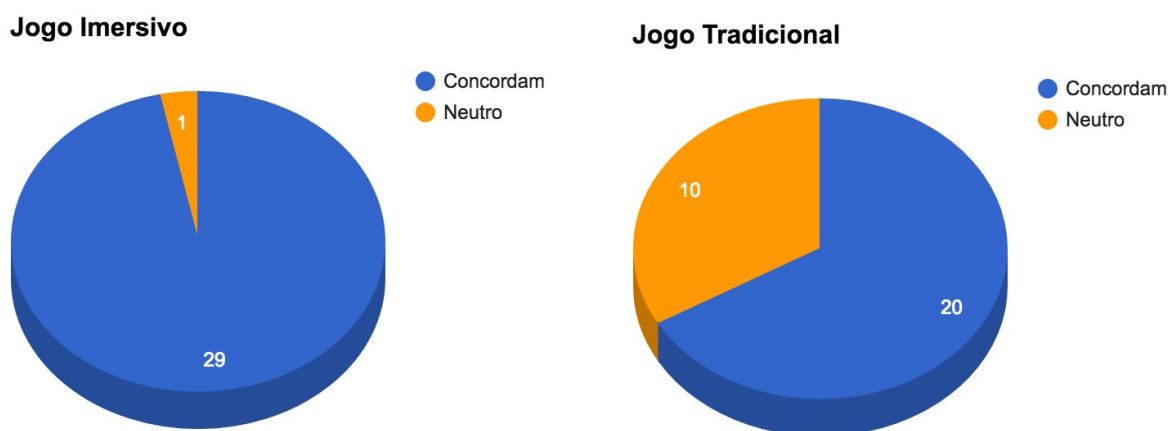


Figura 12 - Resultado da segunda pergunta da pesquisa. Fonte: Capturado pelo autor

Observando o resultado no que se refere ao aspecto de **atenção** do modelo de motivação ARCS, é notável que os jogos de realidade virtual despertam mais atenção dos estudantes. Para a primeira pergunta, por quase unanimidade, 29 de 30 alunos afirmaram que enquanto jogavam o jogo imersivo, a sua atenção estava voltada apenas para o jogo, por outro lado, dos alunos que jogaram o jogo tradicional em um tablet, 23 concordaram com essa afirmação. Essa diferença se deve ao fato de que os jogos imersivos inibem a interação com o ambiente ao redor, fazendo assim com que o aluno tenha total atenção ao jogo. A segunda afirmativa está relacionada aos componentes visuais. Por se tratar de jogos, é evidente que a interface de ambos os sistemas sejam atraentes, porém um maior número de pessoas que concordam com esta afirmação é encontrado no grupo dos alunos que tiveram uma experiência imersiva. Concluindo assim, que os jogos em realidade

virtual são mais efetivos no aspecto de atenção quando comparados aos jogos tradicionais.

4.4.2 Relevância

As figuras 13, 14 e 15 representam os resultados da pesquisa para as perguntas 3, 4 e 5 contidas no questionário respectivamente.

Eu considero o conteúdo passado pelo jogo importante para os meus estudos.

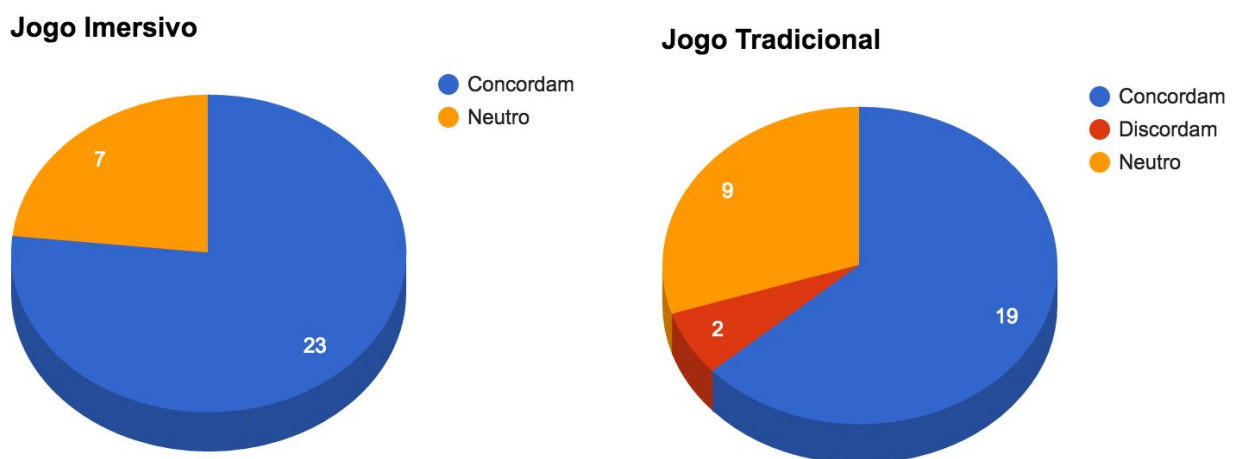


Figura 13 - Resultado da terceira pergunta da pesquisa. Fonte: Capturado pelo autor

Através do jogo, pude aprender um pouco mais sobre biologia.

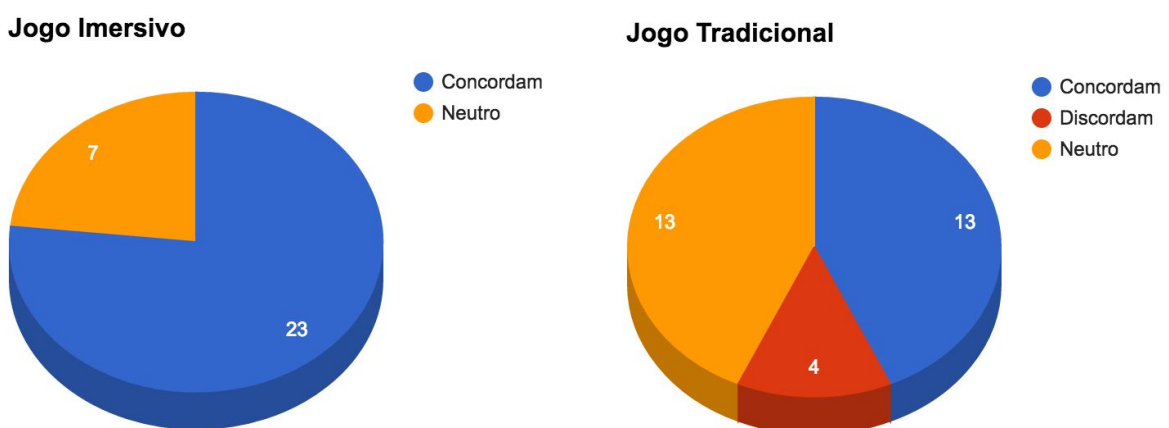


Figura 14 - Resultado da quarta pergunta da pesquisa. Fonte: Capturado pelo autor

O jogo despertou um maior interesse por conteúdos relacionados a biologia, células e vírus.

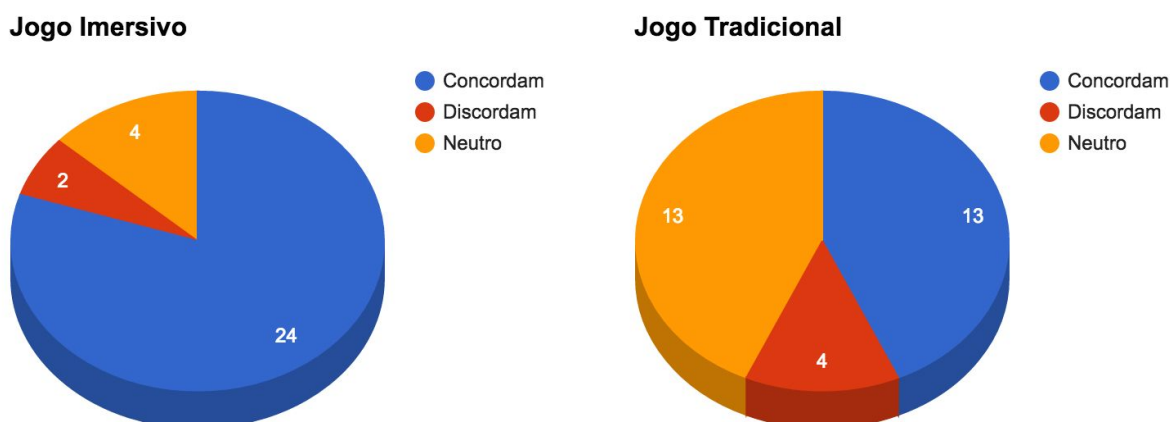


Figura 15 - Resultado da quinta pergunta da pesquisa. Fonte: Capturado pelo autor

A análise do resultado do aspecto de relevância demonstra que uma experiência imersiva tem um maior potencial para fazer com que os alunos compreendam a importância do conteúdo vivenciado através da tecnologia, assim como também despertar um maior interesse por parte dos estudantes no aprendizado. A diferença dos resultados da afirmação sobre a percepção de relevância do conteúdo pelos alunos não é muito grande entre os jogos imersivos e tradicionais, como observado na figura 9. Por outro lado, é possível observar uma grande diferença no aprendizado do conteúdo depois das diferentes experiências de interação com os jogos. Do grupo de alunos que jogaram o jogo Amoeboid, menos da metade afirmaram que aprenderam sobre o conteúdo, enquanto dos alunos que jogaram o InCell VR com o uso do Oculus Rift, mais de 75% afirmaram ter obtido conhecimento através do jogo. Além de uma significativa diferença na percepção de aprendizado pelos alunos, outro ponto importante obtido na pesquisa foi a diferença na quantidade de alunos que se interessaram pelo conteúdo depois de jogar. A terceira afirmativa do aspecto de relevância demonstra que mais de 75% do grupo de alunos que experimentaram a realidade virtual se interessaram em aprender mais sobre o tema abordado, enquanto apenas 43% dos alunos que jogaram Amoeboid no tablet demonstraram interesse em aprender mais sobre biologia, célula e vírus. Portanto, além da atenção, o aspecto relevância também demonstra mais efetividade quando os alunos estão submetidos ao uso da tecnologia em realidade virtual. Esse aspecto é muito importante para atingir e impulsionar a motivação nos estudantes.

4.4.3 Confiança

A figura 16 representa o resultado da pesquisa para a pergunta 6 contida no questionário.

Os levels do jogo eram difíceis de ser completados com excelência.

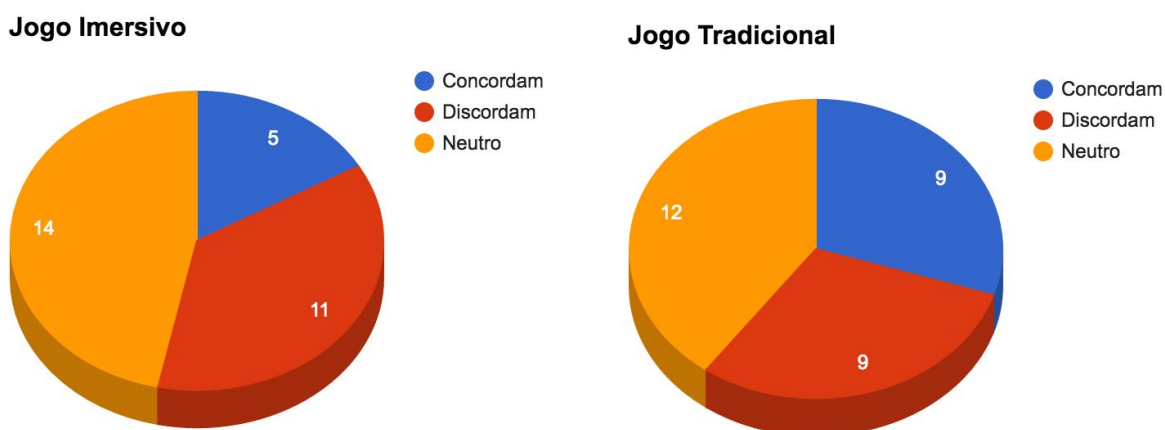


Figura 16 - Resultado da sexta pergunta da pesquisa. Fonte: Capturado pelo autor

A estratégia de confiança está relacionada em criar expectativas positivas aos estudantes (Savi, 2010). Provar as habilidades e competência dos alunos através de desafios complexos, faz com que os jogadores busquem se desenvolver cada vez mais, criando expectativas positivas. A afirmação destinada a esse aspecto motivacional, busca captar a percepção dos alunos quanto a dificuldade do jogo. Uma vez que o jogo é desafiante, a estratégia de confiança é mais efetivamente aplicada.

A análise do resultado da pesquisa referente a este aspecto motivacional, demonstra que os jogos em realidade virtual é menos desafiante em relação aos jogos tradicionais. Muito embora, para esse experimento, ambos os grupos de pesquisa obtiveram um número baixo de alunos que concordaram com a alta complexidade do jogo em completar os níveis. No jogo InCell VR a interação acontece única e exclusivamente através do Oculus Rift, com o movimento da cabeça no eixo horizontal, o que facilita a jogabilidade. É claro que o uso do Oculus não impede a interação por meio de controles como nos jogos tradicionais. Por outro lado, a interação com o jogo Amoeboid se dá através de toques na tela do dispositivo móvel, como acontece nos jogos tradicionais para tablets e smartphones, esta interação por sinal já é bem madura e vem sendo utilizada a muito tempo. Tendo isto em vista, os jogos tradicionais podem ser considerados com um maior potencial de criar expectativas positivas em seus jogadores quando comparado com jogos em realidade virtual.

4.4.4 Satisfação

A figura 17 representa o resultado da pesquisa para a pergunta 7 contida no questionário.

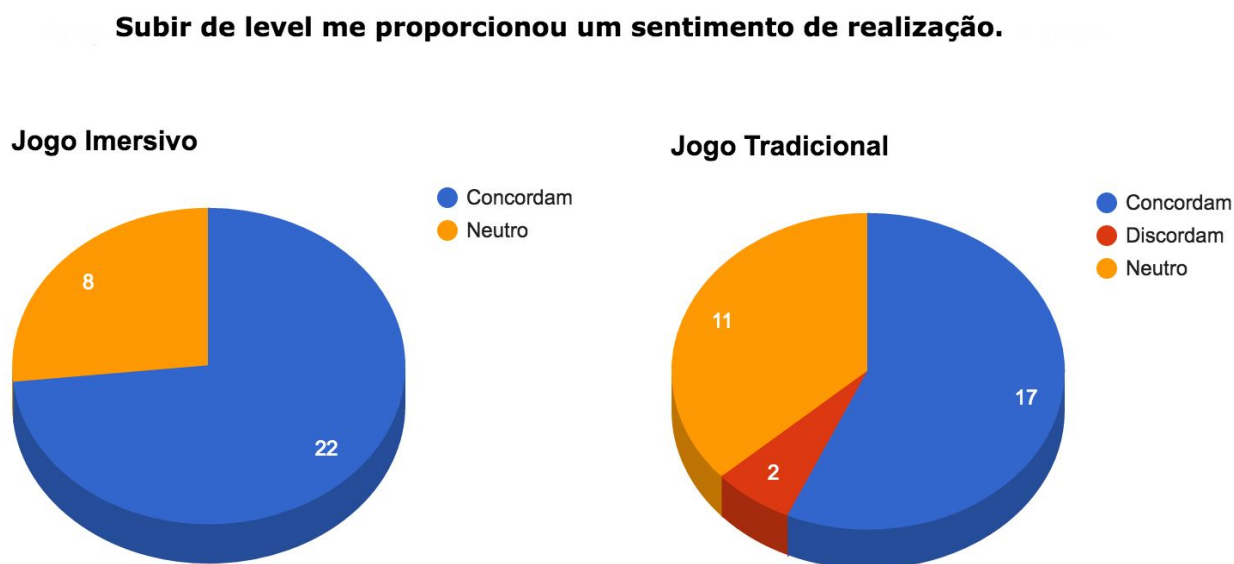


Figura 17 - Resultado da sétima pergunta da pesquisa. Fonte: Capturado pelo autor

No aspecto satisfação, pode-se observar uma maior quantidade de alunos satisfeito após completar um nível do jogo, dentro do grupo de estudantes que passaram por uma experiência de realidade virtual, muito embora a diferença entre os dois tipos de jogos não tenha sido muito significativa. Este fato pode estar relacionado ao aspecto de confiança. No item anterior foi notado que ambos os jogos utilizados no experimento não obteve um nível de dificuldade desafiante, levando os estudantes a não se sentir muito satisfeito depois da experiência. Portanto, podemos relacionar os aspectos de confiança e satisfação dentro das estratégias emocionais. Baseado neste experimento foi observado que quanto menor o aspecto de confiança do jogo, menor será o nível de satisfação. Mesmo assim, dos grupos de alunos que participaram do experimento, foi observado um melhor resultado pelos estudantes que jogaram o jogo InCell VR.

4.4.4 Preferência de Interação

Este item não faz parte das estratégias motivacionais, mas reflete a preferência dos alunos depois de jogar os dois tipos de jogos educativos.



Figura 18 - Resultado da oitava pergunta da pesquisa. Fonte: Capturado pelo autor

Dos alunos que jogaram o jogo InCell VR, todos gostariam de jogar novamente o jogo em realidade virtual se fossem convidados para uma segunda interação. Enquanto dos alunos que jogaram o jogo Amoeboid, menos de 45% gostaria de repetir a experiência com um jogo tradicional, os demais gostariam de repetir o experimento jogando um jogo em realidade virtual, por exemplo o InCell VR. Além de ser mais efetivos na maioria dos aspectos motivacionais, o jogo em realidade virtual também desperta mais interesse dentro de todos os alunos que participaram do experimento.

4.4.5 Discussão

Após a análise detalhada dos resultados da pesquisa, foi possível observar que o jogo educativo imersivo InCell VR tem um maior potencial de motivação quando comparado ao jogo educativo tradicional. De fato, o comparativo realizado por esse estudo, não necessariamente deve ser aplicado para todos os jogos imersivos e tradicionais, existem diversas variáveis a serem consideradas que poderiam alterar o resultado desta análise, como por exemplo, o processo e complexidade do desenvolvimento dos jogos e o perfil dos participantes da pesquisa com relação à habilidades com jogos digitais. Porém, o resultado obtido neste experimento aponta para uma efetiva contribuição no uso de realidade virtual como ferramenta educacional.

Tendo isto em vista, o crescente uso de dispositivos de realidade virtual, faz com que o aprendizado baseado em jogos digitais ganhe uma forte tecnologia aliada para aprimorar esta estratégia educacional. Como foi possível observar no experimento, 3 das 4 estratégias motivacionais foram mais efetivamente pontuadas através do jogo em realidade virtual, o que classifica esse estilo de jogo como melhor motivador comparado ao jogo digital tradicional. Além das estratégias motivacionais o jogo em realidade virtual também foi mais desejado dentro o total de estudantes participantes da pesquisa.

Capítulo 5 - Considerações Finais

5.1 Contribuições

A pesquisa tinha como objetivo realizar uma comparação entre dois tipos de jogos educativos (imersivos e tradicionais), no que tange as suas contribuições para o engajamento dos alunos nas práticas educativas de aprendizado. Além de estudar a abordagem do aprendizado baseado em jogos digitais e relacionar com a tecnologia de realidade virtual, a fim de identificar vantagens e viabilidade em seu uso no contexto educativo.

Este trabalho contribuiu para um melhor entendimento sobre como os jogos educativos auxiliam no engajamento dos estudantes e através do modelo de avaliação proposto por Savi (2010), este trabalho pode servir como guia para o processo de desenvolvimento de um jogo educativo, levando em consideração as 4 estratégias de motivação do modelo ARCS. Além disso, o trabalho contribui para um entendimento técnico do processo básico de desenvolvimento de uma aplicação imersiva em realidade virtual, demonstrando algumas das ferramentas e plataformas necessárias para sua realização e pontos importantes a serem levados em consideração no desenvolvimento de um software imersivo em realidade virtual.

5.2 Trabalhos Futuros

- Aprofundar a pesquisa comparativa, a fim de reduzir ainda mais o número de variáveis que possam invalidar esta comparação, através de novos ciclos de experimento, como a utilização de outros jogos em realidade virtual, assim como também outros tipos de jogos tradicionais, como por exemplo consoles (ex. Xbox, Playstation 4), celulares smartphones e plataforma PC e Web. Assim como também abordar outros conteúdos além de biologia e filtrar os participantes com perfis semelhantes, a fim de obter um resultado mais satisfatório.
- A partir dos aspectos de motivação, desenvolver um jogo educativo para dispositivos móveis, com suporte à realidade virtual para que possa servir como ferramenta comparativa da pesquisa, assim como também aplicado em sala de aula, visando um maior engajamento dos alunos no aprendizado. O jogo levará em conta além das estratégias motivacionais, um estudo a ser realizado a fim de identificar um conteúdo de aprendizado que melhor se adapte às características e vantagens de usar a realidade virtual como uma tecnologia efetiva de educação.

- Desenvolvimento de uma proposta de avaliação de jogos educativos imersivos. Existem vários estudos relacionados à avaliação de jogos de puro entretenimento, assim como também jogos educativos. Porém, a área de estudos de avaliação de jogos educativos em realidade virtual com o uso de dispositivos como Oculus Rift ainda é muito escasso. Levando em consideração os aspectos gráficos e educacionais, a fim de encontrar o equilíbrio e a harmonia entre a imersão, diversão, jogabilidade e aprendizado.

Referências Bibliográficas

Pspotka, J. (2013). **Educational Games and Virtual Reality as Disruptive Technologies**. Disponível em: http://www.ifets.info/journals/16_2/7.pdf. Acesso em nov. 2016.

Kirner, C. ; Tori, R. **Realidade Virtual: Conceitos e Tendências**. São Paulo, 2004. 3p.

Lien, C. **A Preliminary Study of Implementing Educational Game into Formal Classroom Settings**. Disponível em: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.373.1598&rep=rep1&type=pdf>. Acesso em nov. 2016.

Resnick, M. (2004). **Edutainment? No Thanks. I Prefer Playful Learning**. Disponível em: <https://llk.media.mit.edu/papers/archive/edutainment.pdf>. Acesso em nov. 2016.

Briggs, S. (2015). **Here's What Learners Have to Say About Student Engagement**. Disponível em: <http://www.opencolleges.edu.au/informed/features/heres-what-learners-have-to-say-about-student-engagement/> . Acesso em nov. 2016.

Savi, R. (2010). **Proposta de um Modelo de Avaliação de Jogos Educacionais**. Disponível em: www.seer.ufrgs.br/renote/article/download/18043/10630. Acesso em Nov. 2016.

Eck, R. V. (2006). **Digital Game Based LEARNING** It's Not Just the Digital Natives Who Are Restless.

Vrakking ,B ; Veen, W. **Homo Zappiens** Educando na Era Digital. Artmed Editora S.A. 2009.12p

Pohl, A. (2013). **Reflecting on the Importance of Student Engagement**. Disponível em: <https://attendengageinvest.wordpress.com/2013/02/06/reflecting-on-the-importance-of-student-engagement/>. Acesso em Nov. 2016.

Rodrigues, G. P. ; Porto, C. M. (2013). **REALIDADE VIRTUAL: CONCEITO, EVOLUÇÃO, DISPOSITIVOS E APLICAÇÕES**. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/index.php/educacao/article/view/909/414>. Acesso em Nov. 2016.

Rabello, A. A. (2016). **REALIDADE VIRTUAL E MEDICINA: APLICAÇÕES DA REALIDADE VIRTUAL PARA TRATAMENTO E CURA DE PESSOAS**. Disponível em: <http://vrtechnews.com.br/realidade-virtual-e-medicina-aplicacoes-da-realidade-virtual-para-tratamento-e-cura-de-pessoas/>. Acesso em Nov. 2016.

Reede, E. ; Bailiff, L. (2016). **When Virtual Reality Meets Education**. Disponível em: <https://techcrunch.com/2016/01/23/when-virtual-reality-meets-education/>. Acesso em Nov. 2016.

Virvou, M. ; Katsionis, G. **On the usability and likeability of virtual reality games for education: The case of VR-ENGAGE**. Disponível em: http://www.unipi.gr/faculty/mvirvou/ComputersEducation_VirvouKatsionis_Revised.pdf. Acesso em Nov. 2016.

Pappas, S. (2016). **Why Does Virtual Reality Make Some People Sick?**. Disponível em: <http://www.livescience.com/54478-why-vr-makes-you-sick.html>. Acesso em Nov. 2016.