

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ - UNIFEI
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

A TABELA PERIÓDICA SEGUNDO A
COSMOQUÍMICA: UM JOGO DIGITAL
NO ENSINO DE QUÍMICA

Crediana Chris de Siqueira

Itajubá, 18 de maio de 2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ - UNIFEI
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

Crediana Chris de Siqueira

A TABELA PERIÓDICA SEGUNDO A
COSMOQUÍMICA: UM JOGO DIGITAL
NO ENSINO DE QUÍMICA

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em
Educação em Ciências como parte dos requisitos para obten-
ção do Título de Mestre em Educação em Ciências

Área de Concentração: Educação em Ciências

Orientador: Prof. Dr. Newton de Figueiredo Filho
Coorientador: Prof. Dr. Adhimar Flávio Oliveira

18 de maio de 2023
Itajubá

Agradecimentos

Tenho muitos motivos para agradecer a maravilhosa experiência que foi passar por um mestrado. Agradeço sobretudo, ao meu esposo Marcos Faria pelos incentivos, atenção, carinho e paciência que tem dedicado a mim nesses dezenove anos de convivência. Por ter sido fonte de apoio e parceria nas minhas decisões e planos futuros.

Agradeço imensamente meu orientador Dr. Newton de Figueiredo Filho e ao meu coorientador Dr. Adhimar Flávio Oliveira pelos ensinamentos, paciência e dedicação nesta jornada repleta de aprendizados, oportunidades, desafios e superações.

Aos professores e colegas da turma de Mestrado, que proporcionaram e vivenciaram comigo momentos inesquecíveis de aprendizados com debates enriquecidos de leituras, opiniões e ponto de vista que contribuíram para a minha formação e ampliaram minha visão sobre o ensino.

A todos e todas não mediram esforços para me ajudar quando precisei, a Claudilene, Elisandra, Sara, Bruna, Isabella Rizzo, Gabriela Corrêa, Gabriela Elisa, Lorena, Isabela Balducci, Ana Caroline, Melissa, Sabrina, Gabriel, Elias, Bruno, Sadhu, William, Joham, Hednan. Em especial as minhas amigas Tainara, Tamara e Lígia pelos incentivos.

Agradeço a todas e todos que foram compreensíveis com a minha ausência, em especial, a minha querida irmã Ana Letícia que sempre me apoiou.

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Programada de Pós-Graduação de Mestrado em Educação em Ciências (PPGEC) da UNIFEI e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo suporte estrutural e financeiro para a realização desta pesquisa.

Resumo

A Tabela Periódica é um recurso de extrema importância para as aulas de Física, Biologia e principalmente Química, no entanto, nem sempre a origem dos elementos químicos é abordada nas aulas. Neste contexto, trabalhar com o tema Astronomia de forma interdisciplinar pode proporcionar aos alunos uma compreensão mais abrangente e significativa a respeito da Tabela Periódica. Aliar a este contexto a utilização de tecnologias digitais e aulas com metodologias ativas tem sido uma boa forma de incentivar os alunos a buscarem conhecimento. Sendo assim a utilização de jogos digitais educativos tem ganhado espaço nas aulas. Este trabalho apresenta e analisa a aplicação de um jogo digital denominado “A tabela periódica segundo a cosmoquímica” (TPSC), que foi desenvolvido para ensinar a origem dos elementos químicos. Esta pesquisa teve como objetivo avaliar a qualidade do jogo TPSC com base na opinião dos jogadores e, para tanto, o jogo foi aplicado a turmas de Ensino Fundamental, Ensino Médio e Ensino Superior com a intenção de obter uma ampla diversidade de opiniões. A coleta dos dados ocorreu por meio de questionários com perguntas dissertativas e de múltipla escolha. Os questionários foram disponibilizados pelo Google Forms e de forma impressa. A análise de dados foi realizada de forma qualitativa e quantitativa. Os resultados obtidos forneceram subsídios para indicar o jogo como recurso didático capaz de proporcionar aos alunos motivação, aprendizagem e uma boa experiência ao jogar. Este trabalho apresenta os pontos fortes e fracos do jogo além de propor futuras melhorias.

Palavras-chaves: Origem dos elementos químicos; Tabela Periódica; Ensino de química; Jogo digital educacional.

Abstract

The Periodic Table is an extremely important resource for Physics, Biology and mainly Chemistry classes, however, the origin of chemical elements is not always addressed in classes. In this context, working with Astronomy in an interdisciplinary way can provide students with a more comprehensive and meaningful understanding of the Periodic Table. Allowing to this context the use of digital technologies and classes with active methodologies has been a good way to encourage students to seek knowledge. Therefore, the use of educational digital games has gained space in classes. This work presents and analyzes the application of a digital game called “The periodic table according to cosmochemistry” (TPSC), which was developed to teach the origin of chemical elements. This research aimed to evaluate the quality of the TPSC game based on the opinion of the players and, therefore, the game was applied to Elementary, High and Higher Education classes with the intention of obtaining a wide range of opinions. Data collection took place through questionnaires with essay and multiple-choice questions. The questionnaires were made available by Google Forms and in printed form. Data analysis was performed qualitatively and quantitatively. The results obtained provided subsidies to indicate the game as a didactic resource capable of providing students with motivation, learning and a good experience when playing. This work presents the strengths and weaknesses of the game and proposes future improvements.

Key-words: Origin of chemical elements; Periodic table; Chemistry teaching; Educational digital game.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Imagem do jogo Elemental	26
Figura 2 – Imagem do jogo E-CHEMMEND	26
Figura 3 – Modelo de avaliação de jogos educacionais	35
Figura 4 – Modelo de avaliação de jogos educacionais	40
Figura 5 – Representação da formação de um Hélio a partir de hidrogênios, exemplo de cadeia pp	42
Figura 6 – Tabela a origem dos elementos do sistema solar	43
Figura 7 – Fluxograma com todas as etapas do jogo “A tabela periódica segundo a cosmoquímica”	47
Figura 8 – Telas de inicialização do jogo	48
Figura 9 – Etapas iniciais do jogo	49
Figura 10 – Formação de outros elementos químicos no ciclo de queima de carbono	50
Figura 11 – Terceira fase	50
Figura 12 – Avaliação da subcomponente motivação - Turma 1	74
Figura 13 – Avaliação da subcomponente experiência do usuário - Turma 1	76
Figura 14 – Avaliação da subcomponente aprendizagem - Turma 1	79
Figura 15 – Média das notas atribuída as subcomponentes pela Turma 1	81
Figura 16 – Avaliação da subcomponente motivação - Turma 2	89
Figura 17 – Avaliação da subcomponente experiência do usuário - Turma 2	92
Figura 18 – Avaliação da subcomponente aprendizagem - Turma 2	94
Figura 19 – Média das notas atribuída as subcomponentes pela Turma 2	95
Figura 20 – Avaliação da subcomponente motivação - Turma 3	105
Figura 21 – Avaliação da subcomponente experiência do usuário - Turma 3	108
Figura 22 – Avaliação da subcomponente aprendizagem - Turma 3	109
Figura 23 – Média das notas atribuída as subcomponentes pela Turma 3	110
Figura 24 – Plano de Ensino Tutorado referente ao 6 ano, conteúdo de Ciências para a semana 3, página 38, ano 2021.	202
Figura 25 – Plano de Ensino Tutorado referente ao 6 ano, conteúdo de Ciências para a semana 3, página 39, ano 2021.	203
Figura 26 – Plano de Ensino Tutorado referente ao 6 ano, conteúdo de Ciências para a semana 3, página 42, ano 2021.	204
Figura 27 – Plano de Ensino Tutorado referente ao 6 ano, conteúdo de Ciências para a semana 3, página 43, ano 2021.	205
Figura 28 – Estruturação da Taxonomia de Bloom de (FERRAZ; BELHOT, 2010)	209

Lista de tabelas

Tabela 1 – Número de alunos participantes por turma, no segundo questionário . .	72
Tabela 2 – Médias das notas atribuída pelos alunos em cada subcomponente - Turma 1	80
Tabela 3 – Dados sobre as dimensões e subcomponentes - Turma 1	83
Tabela 4 – Itens da subcomponente motivação - Turma 1	84
Tabela 5 – Itens da subcomponente experiência do usuário - Turma 1	86
Tabela 6 – Continuação dos itens da subcomponente experiência do usuário - Turma 1	87
Tabela 7 – Itens da subcomponente aprendizagem - Turma 1	88
Tabela 8 – Médias das notas atribuída pelos alunos em cada subcomponente - Turma 2	95
Tabela 9 – Dados sobre as dimensões e subcomponentes - Turma 2	97
Tabela 10 – Itens da subcomponente motivação - Turma 2	99
Tabela 11 – Itens da subcomponente experiência do usuário - Turma 2	100
Tabela 12 – Continuação dos itens da subcomponente experiência do usuário - Turma 2	102
Tabela 13 – Itens da subcomponente aprendizagem - Turma 2	104
Tabela 14 – Médias das notas atribuída pelos alunos em cada subcomponente - Turma 3	111
Tabela 15 – Dados sobre as dimensões e subcomponentes - Turma 3	112
Tabela 16 – Itens da subcomponente motivação - Turma 3	114
Tabela 17 – Itens da subcomponente experiência do usuário - Turma 3	116
Tabela 18 – Continuação dos itens da subcomponente experiência do usuário - Turma 3	117
Tabela 19 – Itens da subcomponente aprendizagem - Turma 3	118
Tabela 20 – Média ponderada das porcentagens na subcomponente motivação nas 3 turmas	119
Tabela 21 – Média ponderada das porcentagens na subcomponente experiência do usuário nas 3 turmas	120
Tabela 22 – Continuação da média ponderada das porcentagens na subcomponente experiência do usuário nas 3 turmas	121
Tabela 23 – Média ponderada da subcomponente aprendizagem nas 3 turmas	122
Tabela 24 – Perguntas abertas agrupadas com base na Taxonomia de Bloom e nú- mero correspondente no questionário aplicado a cada turma	128
Tabela 25 – Resultados obtidos sobre a aprendizagem nas três turmas, perguntas abertas complementares ao modelo de (SAVI, 2011a)	129

Tabela 26 – Perguntas abertas agrupadas, respondidas pelo (Grupo 1)	135
Tabela 27 – Perguntas abertas agrupadas e respondidas pelo (Grupo 2)	136
Tabela 28 – Resultados obtidos nas perguntas abertas (Grupo 1)	137
Tabela 29 – Resultados obtidos nas perguntas abertas no (Grupo 2)	138
Tabela 30 – Resultados das perguntas abertas, aplicabilidade e aspectos do jogo (Grupo 2)	139
Tabela 31 – Resultados das perguntas abertas (EF).	139
Tabela 32 – Resultados das perguntas abertas EF (Aspectos do jogo)	141
Tabela 33 – Resultados obtidos nas perguntas abertas (Ensino Médio)	143
Tabela 34 – Resultados das perguntas abertas EM (Aspectos do jogo)	146
Tabela 35 – Resultados obtidos nas perguntas abertas (FIS004)	149
Tabela 36 – Resultados das perguntas abertas (FIS004), (divertimento, regras, apli- cabilidade)	151
Tabela 37 – Resultados obtidos nas perguntas abertas (FIS031)	154
Tabela 38 – Resultados obtidos nas perguntas abertas (FIS031), (divertimento, re- gras, aplicabilidade)	159
Tabela 39 – Resultados obtidos nas perguntas abertas (FIS013)	161
Tabela 40 – Resultados obtidos nas perguntas abertas (FIS013), (divertimento, re- gras, aplicabilidade)	164

Lista de Quadros

2.1 Avaliação dos objetivos de aprendizagem dos itens customizados por meio de uma tabela para a atribuição de notas de 1 a 5	34
2.2 Questionário adaptado da proposta de Savi (2011a)	36
2.3 Questionário proposto por Savi (2011a) continuação	37
2.4 Questionário proposto por Savi (2011a) continuação	37
3.1 Planejamento das aplicações da pesquisa (Ensino Básico)	57
3.2 Planejamento das aplicações da pesquisa (Graduação)	58
4.1 Síntese da reação dos alunos da Turma 1 ao jogo TPSC	82
4.2 Síntese da reação dos alunos da Turma 2 ao jogo TPSC	96
4.3 Síntese da reação dos alunos da Turma 3 ao jogo TPSC	111

Sumário

1	INTRODUÇÃO	15
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
2.1	Metodologias ativas	19
2.2	O uso de jogos no ensino	20
2.3	Jogos digitais no ensino	23
2.4	Avaliação de jogos digitais educacionais	28
2.5	Formação de elementos químicos no Universo	38
2.6	A Tabela Periódica	38
2.6.1	Nucleossíntese Primordial	40
2.6.2	Nucleossíntese estelar	41
2.7	O jogo: A tabela periódica segundo a cosmoquímica	43
2.7.1	Etapas de desenvolvimento do jogo	44
2.7.2	Enredo do Jogo digital TPSC	45
2.7.3	Elementos do jogo com potencial para o processo de ensino e aprendizagem	51
3	METODOLOGIA	53
3.1	Aplicação do jogo em uma turma piloto	60
3.2	Aplicação do jogo na turma de 6º ano	61
3.3	Aplicação do jogo na Turma FIS031	64
3.4	Aplicação do jogo na Turma FIS004	66
3.5	Aplicação do jogo na Turma FIS013	66
3.6	Análise dos resultados	67
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	72
4.1	Turma 1	73
4.1.1	Subcomponente motivação - Turma 1	73
4.1.2	Subcomponente experiência do usuário - Turma 1	75
4.1.3	Subcomponente aprendizagem - Turma 1	79
4.1.4	Análise das subcomponentes da Turma 1	80
4.2	Turma 2	89
4.2.1	Subcomponente motivação - Turma 2	89
4.2.2	Subcomponente experiência do usuário - Turma 2	91
4.2.3	Subcomponente aprendizagem - Turma 2	94
4.2.4	Análise das subcomponentes da Turma 2	95
4.3	Turma 3	104

4.3.1	Subcomponente motivação - Turma 3	104
4.3.2	Experiência do usuário - Turma 3	107
4.3.3	Subcomponente aprendizagem - Turma 3	109
4.3.4	Análise das subcomponentes da Turma 3	110
4.4	Análise das respostas obtidas nas turmas FIS004, FIS031 e FIS013.	118
4.5	Resultados das perguntas abertas com base na Taxonomia de Bloom.	127
4.6	Resultados das perguntas abertas questionários aplicados antes e após o jogo	134
4.6.1	Turma do sexto ano do Ensino Fundamental	135
4.6.1.1	O que os alunos de EF sabiam antes e depois do jogo sobre os temas	136
4.6.1.2	Aspectos do jogo segundo a turma de EF	141
4.6.2	Turma de Ensino Médio	143
4.6.2.1	O que os alunos de EM sabiam antes e depois do jogo sobre os temas	143
4.6.2.2	Aspectos do jogo segundo a turma de EM	146
4.6.3	Turma da disciplina FIS004	148
4.6.3.1	O que os alunos de FIS004 sabiam antes e depois do jogo sobre os temas	148
4.6.3.2	Aplicabilidade e aspectos do jogo segundo a turma FIS004	151
4.6.4	Turma da disciplina FIS031	153
4.6.4.1	O que os alunos de FIS031 sabiam antes e depois do jogo sobre os temas	154
4.6.4.2	Aplicabilidade e aspectos do jogo segundo a turma de FIS031	158
4.6.5	Turma da disciplina FIS013	161
4.6.5.1	O que os alunos de FIS013 sabiam antes e depois do jogo sobre os temas	162
4.6.5.2	Aplicabilidade e aspectos do jogo segundo a turma de FIS013	163
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	168
	REFERÊNCIAS	173
	APÊNDICES	180
	APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO APLICADO À TURMA DE ENSINO MÉDIO (TURMA PILOTO)	181
	APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO APLICADO À TURMA DE ENSINO FUNDAMENTAL	182

APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO APLICADO À TURMA DA DISCIPLINA FIS031	183
APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO APLICADO À TURMA DA DISCIPLINA FIS004	185
APÊNDICE E – QUESTIONÁRIO 3 APLICADO À TURMA DA DISCIPLINA FIS004 (ADAPTADO)	187
APÊNDICE F – QUESTIONÁRIO APLICADO À TURMA DA DISCIPLINA FIS013	189
APÊNDICE G – QUESTIONÁRIO 3 APLICADO À TURMA DA DISCIPLINA FIS013 (ADAPTADO)	191
ANEXOS	192
ANEXO A – PERGUNTAS ELABORADAS PELOS ALUNOS DO 6º ANO, ENVIADAS PARA O ESPECIALISTA	193
ANEXO B – QUESTIONÁRIO 3 APLICADO À TURMA DA DISCIPLINA FIS031	194
ANEXO C – PERGUNTAS POSSIVELMENTE RELACIONADAS AOS TEXTOS DO PET PARA O 6º E TEXTOS DO PET.	201
ANEXO D – AULA DA SEMANA 4 TURMA FIS031.	206

1 Introdução

Alunos da educação Básica ao entrarem em contato com a Tabela Periódica, muitas vezes a enxergam como algo a ser memorizado, ou que se constitui em uma mera classificação dos elementos em grupos e períodos. A forma como o professor aborda este tema pode contribuir para uma aprendizagem mais significativa como aponta [Santos e Marquez \(2020\)](#).

“[...] levar o aluno a perceber a Tabela Periódica dentro de um contexto histórico, compreendendo que cada elemento químico foi ali inserido tem suas propriedades, suas características, suas aplicações e sua história e que, direta ou indiretamente, estão relacionados com a sua vida” ([TRASSI et al., 2001](#), p. 133676).

Proporcionar ao aluno meios para que ele compreenda que a Tabela Periódica é um produto do conhecimento científico e histórico, é essencial para a sua formação. Geralmente, os alunos têm acesso a este conteúdo através dos seus professores ou com o apoio dos livros didáticos. Segundo [Trassi et al. \(2001\)](#) o ensino atual privilegia aspectos teóricos de forma tão complexa que se torna abstrato para o aluno. Alguns recursos e metodologias são utilizados pelos professores como alternativas para auxiliar os alunos a superarem suas dificuldades. Uma das formas encontradas por muitos professores é a utilização da gamificação e de jogos nas atividades em sala de aula. Para [Alves, Minho e Diniz \(2014, p. 76\)](#), a gamificação

se constitui na utilização da mecânica dos games em cenários *non games*, criando espaços de aprendizagem mediados pelo desafio, pelo prazer e entretenimento. Compreendemos espaços de aprendizagem como distintos cenários escolares e não escolares, que potencializam o desenvolvimento de habilidades cognitivas.

De acordo com [Lovato, Michelotti e Loreto \(2018\)](#) a gamificação é um fenômeno emergente, os autores descrevem o que é gamificar uma atividade, trazendo os principais aspectos de um jogo (voluntariedade, regras, objetivos e feedback) como potencial para promover aprendizagem ativa pelos alunos.

Segundo [Deterding et al. \(2011\)](#) este termo gamificação é utilizado para um fenômeno novo, que se refere à utilização dos elementos de *design* de games para além do contexto dos games, com o objetivo de promover a motivação, aumentar a atividade e reter a atenção do usuário.

Outro recurso que atrai a atenção dos alunos nas aulas são os jogos didáticos. Com esta demanda, e com a ação conjunta de diferentes sujeitos da comunidade escolar,

a produção e utilização de jogos no ensino vem trazendo bons resultados. A utilização de jogos no ensino se tornou a base para diferentes pesquisas, seja na construção de novos jogos como em [Campos et al. \(2003\)](#), [Godoi, Oliveira e Codognoto \(2010\)](#), ou na busca por entender como os jogos ajudam no ensino, mais especificamente na disciplina de química [Cunha \(2012\)](#), [Ferreira, Correa e Dutra \(2016\)](#) faz apontamentos referentes aos benefícios da sua utilização e os desafios a serem superados. Há também autores como [Leite \(2019\)](#), [Lorenson, Pereira e Mariano \(2020\)](#) que fizeram a seleção de pesquisas alinhadas a este propósito para facilitar a escolha e utilização deste recurso pelos docentes.

Considerando o contexto atual em que boa parte dos alunos estão imersos no mundo digital e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) segundo [Richter e Cerutti \(2022\)](#), ressalta a importância do viés tecnológico com incorporação do digital em todos os segmentos. A utilização de jogos digitais didáticos ganha espaço nos ambientes de ensino.

A experiência obtida pela autora no Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) nas aulas de Química no ano de 2019, onde vivenciou a dificuldade encontrada pelo professor para motivar os alunos no ensino de química, em particular o estudo sobre a Tabela Periódica, motivou o desenvolvimento desta pesquisa. Na ocasião, como forma de superar este desafio, foi proposto aos alunos a construção de uma Tabela Periódica em papel cartão, partindo de pesquisas realizadas sobre cada elemento químico e posteriormente a construção de uma nova Tabela Periódica, utilizada em um jogo didático posteriormente. A continuidade desta ação realizada na escola culminou na criação de um jogo digital construído e apresentado como Trabalho de Conclusão de Curso em Licenciatura em Química de [Siqueira \(2020\)](#).

Tal realidade encoraja os sujeitos envolvidos com a educação a buscar, criar e propor novas atividades para motivar os alunos a querer aprender. São estas oportunidades e demandas que possibilitam pequenas mudanças no ensino e inspiram a criação de novos recursos para conteúdos específicos em que os jogos podem contribuir para o processo de ensino e aprendizagem.

Tendo em vista que as metodologias de ensino precisam ser constantemente atualizadas e diversificadas seguindo a evolução da sociedade, este trabalho teve como objetivo geral avaliar o jogo “A tabela periódica segundo a cosmoquímica (TPSC)” com base nas percepções dos alunos e se este apresenta potencial como recurso didático. Os objetivos específicos desta pesquisa são: (a) Avaliar com base na percepção dos alunos a qualidade do jogo TPSC com relação aos aspectos: motivação, experiência do usuário e aprendizagem; (b) Avaliar o jogo como possível recurso didático para ensinar conceitos sobre a origem dos elementos químicos (c) Identificar as dificuldades e limitações envolvidos na utilização e aplicação do jogo.

Ciente de que o sucesso da utilização de um jogo digital didático no ensino depende de diferentes fatores, julga-se necessário também avaliar o jogo TPSC como recurso

didático para o ensino. Desta forma, aplicar e avaliar o jogo TPSC se torna uma ação necessária, visto que a partir dela poderão ser realizados ajustes no jogo, buscando seu aprimoramento com relação aos diversos aspectos apontados pelos participantes da pesquisa. E ao final desta pesquisa, espera-se ter subsídios para classificar esta primeira versão do jogo como um recurso didático que possa ser utilizado em aulas de metodologias ativas, para motivar os alunos a quererem iniciar ou aprofundar seus conhecimentos a respeito dos elementos químicos presentes na Tabela Periódica.

2 Fundamentação teórica

A busca por novas metodologias de ensino para aumentar o interesse dos alunos tem sido muitas vezes um dos desafios enfrentados pelos professores. Trabalhar com metodologias de ensino baseadas na realidade dos alunos tem se tornado uma das opções para melhorar este quadro, sendo assim, o uso de recursos adequados ao contexto dos alunos pode contribuir com a aprendizagem e com a relação entre professor-aluno (MARCHAK; SHVARTS-SEREBRO; BLONDER, 2021; LU; ANARIBA, 2014; RODRÍGUEZ et al., 2018).

A utilização de tecnologias nas aulas tem agradado os alunos, porém, segundo Coll e Monereo (2010), a intervenção educativa é essencial para que as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) atinjam os seus objetivos enquanto ferramentas pedagógicas para um conhecimento mais complexo e reflexivo. Nesse contexto, o uso das TIC, como jogos digitais para fins educacionais, podem ser ferramentas com grande potencial no ensino e aprendizagem.

O uso da tecnologia na escola, softwares, aplicativos, jogos, entre outros, mostra o quanto as TIC podem mudar a forma de ensinar e aprender, ampliando o conhecimento crítico e significativo dos usuários (KORTEMAYER et al., 2019; KAVAK; YAMAK; TOĞRU, 2021).

Reafirmando os desafios enfrentados hoje pelos professores, o desenvolvimento das tecnologias digitais e o crescente acesso a elas possibilitaram algumas mudanças na forma como a sociedade se desenvolve, o que impulsiona a necessidade de mudanças na educação. Sendo assim, os documentos que guiam a educação já estão sendo alinhados a este novo contexto, que apesar de desigual, já faz referência a um mundo cada vez mais digital.

Para Richter e Cerutti (2022), a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) faz apontamentos das competências gerais e específicas alinhadas a uma sociedade que deixou de ser analógica. As articulações presentes neste documento são abrangentes e perpassam toda educação Básica. Na educação infantil estas articulações se apresentam como objetivos de aprendizagem, no Ensino Fundamental (EF) e Ensino Médio (EM) se apresentam como competências específicas e habilidades dos componentes curriculares, sendo reforçados com os alunos à medida que vão avançando no nível de escolaridade.

No Ensino Médio, por sua vez, dada a intrínseca relação entre as culturas juvenis e a cultura digital, torna-se imprescindível ampliar e aprofundar as aprendizagens construídas nas etapas anteriores. Afinal, os jovens estão dinamicamente inseridos na cultura digital, não somente como consumidores, mas se engajando cada vez mais como protagonistas (BRASIL, 2017, p. 474).

Ainda neste contexto, a formação de professores deve receber uma atenção maior relacionada a utilização e integração das tecnologias nas metodologias de ensino. Segundo [Leite \(2017\)](#), o uso das TIC em atividades relacionadas ao ensino e à aprendizagem nas instituições de ensino superior gera uma ruptura com os métodos e metodologias tradicionais, pois são capazes de criar novos espaços para a construção do conhecimento. Os futuros professores precisam estar preparados para usar recursos e ferramentas tecnológicas ao ingressar no mercado de trabalho.

Segundo [Ramos \(2012\)](#), o processo de formação de professores deve considerar as interações humanas em espaços virtuais e, portanto, tais espaços devem ser inseridos nas escolas. De acordo com [Dionizio \(2019\)](#), é muito importante que os professores se adéquem e se atualizem quanto ao uso das TIC, buscando práticas pedagógicas digitais que possibilitem a melhoria da qualidade educacional.

2.1 Metodologias ativas

Os jogos também têm ganhado seu espaço em diferentes metodologias de ensino, tais como as metodologias ativas. Para compreender os contextos escolares onde as metodologias ativas se fazem presentes, é necessário recorrer a alguns conceitos previamente. O conceito de metodologia, segundo [Bacich e Moran \(2018\)](#),

são diretrizes que orientam os processos de ensino e aprendizagem, que se concretizam em estratégias, abordagens e técnicas concretas, específicas e diferenciadas. [...] Metodologias ativas são estratégias de ensino centradas na participação efetiva dos estudantes na construção do processo de aprendizagem, de forma flexível, interligada e híbrida ([BACICH; MORAN, 2018, p. 4](#)).

Neste sentido, presume-se que a aprendizagem seja ativa e demande atividade cognitiva, como afirmam [Ferrarini, Saheb e Torres \(2019\)](#),

aprender de forma ativa envolve a atitude e a capacidade mental do aluno buscar, processar, entender, pensar, elaborar e anunciar, de modo personalizado, o que aprendeu. [...] É notório, nesse conceito, que a atividade cognitiva do aprendente em qualquer situação se faz necessária, não apenas restrita à capacidade de memorização e de repetição, ainda que isso signifique atividade cerebral. Além dessa movimentação interna, expressa no uso e desenvolvimento de processos cognitivos diversos e mais complexos, há uma movimentação externa, tanto de docentes quanto de educandos, à medida que precisam agir para selecionar informações, interpretar, comparar, analisar, discutir, refletir, entre outros processos que demandam diferentes posturas e dinâmicas corporais, não só do aluno individualmente, mas de grupos de alunos ou mesmo de toda a sala de aula. ([FERRARINI; SAHEB; TORRES, 2019, p. 6](#))

Para [Bacich e Moran \(2018, p. 4\)](#), “as metodologias ativas dão ênfase ao papel de protagonista do aluno, ao seu envolvimento direto, participativo e reflexivo em todas as etapas do processo.” Além disso,

a aprendizagem ativa aumenta a nossa flexibilidade cognitiva, que é a capacidade de alternar e realizar diferentes tarefas, operações mentais ou objetivos e de adaptar-nos a situações inesperadas, superando modelos mentais rígidos e automatismos pouco eficientes (BACICH; MORAN, 2018, p. 3)

As metodologias ativas estão presentes no ensino pelo menos desde a Escola Nova, no início do século XX (DEWEY, 1959). Isso é devido à diversidade de técnicas que equilibram e se adaptam entre o individual e o coletivo (BACICH; MORAN, 2018), as diferentes abordagens permitem que o professor faça da aula um espaço aberto para as diferentes formas de aprendizagem. Algumas das estratégias mais comuns que utilizam metodologias ativas são citadas por Valente (2018): aprendizagem baseada em projetos – PBL; a aprendizagem por meio de jogos – GBL; o método do caso ou discussão e solução de casos e aprendizagem em equipe – TBL. Segundo o autor as metodologias ativas fornecem situações de aprendizagem onde os aprendizes aprendem, realizam ações, conceituam e refletem sobre o que fazem e constroem conhecimentos sobre os conteúdos envolvidos nas atividades além de receber e fornecer feedback, interagindo com seus colegas e professor.

O uso de metodologias ativas em sala de aula tem como foco o protagonismo dos alunos no processo de ensino e aprendizagem, tornando-os mais ativos na construção do seu conhecimento. Segundo Paula e Valente (2016) as metodologias ativas contribuem para a formação do aluno na sociedade atual, permeada por tecnologias digitais.

2.2 O uso de jogos no ensino

Os jogos são considerados recursos que contribuem para o ensino de conceitos ou conteúdos nas disciplinas, além de muitos outros benefícios como apontam Paiva e Tori (2017). Os autores apresentam um levantamento dos benefícios da Aprendizagem Baseada em Jogos (ABJ), que é uma das possibilidades da utilização de jogos no ensino.

- **Efeito motivador**, pode ser atingido graças a alguns elementos dos jogos como imersão, diversão, entretenimento, ambiente interativo e dinâmico, estética visual e espacial. Estes elementos podem proporcionar aos jogadores/alunos experiência de imersão e entretenimento, sentimento de aventura e prazer, maior receptividade a novos aprendizados, além do estado de envolvimento e concentração (fluxo) na busca pela vitória, que estimula o desenvolvimento de novas habilidades.
- **Facilitação do aprendizado**, pode ocorrer devido ao grande potencial que os jogos digitais têm para “representar cenários com elementos gráficos de diversos tipos. Essa amplitude de atuação, permite que sejam usados em vários campos de conhecimento, podendo trazer elementos visuais que facilitem a aprendizagem” (PAIVA; TORI, 2017, p. 1054).

- **Desenvolvimento de habilidades cognitivas**, Pode ser desenvolvido a partir dos desafios do jogo. A busca por vencer estes desafios faz com que o jogador/aluno desenvolva seu lado intelectual, considerando para tal feito as habilidades cognitivas: resolução de problemas, tomada de decisão, pensamento crítico e criativo. O processamento de informações e o reconhecimento de padrões são indicados por [Savi e Ulbricht \(2008\)](#) como parte deste benefício.
- **Aprendizagem por descoberta e novas identidades**, podem ocorrer graças a ausência de riscos, pois o retorno após o erro estimula a aprendizagem por descoberta. O desenvolvimento da capacidade de explorar, experimentar e colaborar são apontados por [Savi e Ulbricht \(2008\)](#) como parte deste benefício. A imersão em outros mundos e a possibilidade de se passar por um outro personagem, possibilita a personificação de profissionais contribuindo para que o jogador/alunos conheça um pouco de profissão.
- **Socialização**, ocorre com a interação dos jogadores/alunos, seja no ambiente físico ou virtual, quando estão agindo de forma competitiva ou cooperativa, através do compartilhamento de informações, experiências e problemas.

Outros dois benefícios são apontados por [Savi e Ulbricht \(2008\)](#), a coordenação motora, composta também por habilidades espaciais, e o comportamento “expert”, que pode ser desenvolvido a partir dos desafios, uma vez que o jogador/aluno pode se tornar um “expert” nos temas abordados no jogo.

Apesar dos benefícios da utilização de jogos no ensino, para [Soares e Garcez \(2017\)](#), a utilização do jogo como metodologia não é algo simples de se fazer, demanda preparo e dedicação por parte do professor. Exige que os professores conheçam suas teorias, métodos e seu potencial pedagógico para que possam explorar de forma consciente e deliberada as habilidades e competências que tais atividades podem proporcionar ao aluno.

[Lima et al. \(2011\)](#) fez um levantamento dos jogos lúdicos criados para o ensino de química no período de 1993 a 2010, buscando evidências das suas contribuições quando utilizados no ensino e na aprendizagem de química. Os autores perceberam em suas análises que os jogos contribuem para o processo educativo como ferramenta de apoio no ensino, sendo instrumento de integração social, que possibilita momentos de diversão e aprendizado, assim como a descoberta ou a utilização das habilidades para jogar e ao mesmo tempo aprender química. Um jogo para ser educativo, segundo [Soares \(2016\)](#) e [Garcez et al. \(2014\)](#), precisa manter um equilíbrio entre a função lúdica e educativa.

Segundo a perspectiva vygotskiana, o uso de jogos se encaixa bem como ferramenta no ensino, onde os envolvidos transformam o ambiente e são transformados ([MONEREO; POZO, 2010](#)). Para estes autores as ferramentas com as quais gerenciamos nosso entorno

não apenas transformam o mundo ao nosso redor, mas também as práticas de quem as utiliza e, conseqüentemente, transformam as formas de agir e processar o pensamento.

No contexto escolar, os jogos educativos podem proporcionar ao usuário momentos de interação e diversão, atraindo a atenção do jogador em diversos momentos durante o jogo. Ao mesmo tempo, são apresentados os conteúdos da disciplina a lecionar. Assim, os usuários/alunos estariam simultaneamente se divertindo, aproveitando seu tempo e aprendendo.

Um jogo educativo possui diferentes funções e, portanto, deve-se estar atento tanto à sua função lúdica quanto à sua função educativa, verificando se o jogo alcança um equilíbrio entre essas duas funções (GODOI; OLIVEIRA; CODOGNOTO, 2010). Assim, os aspectos relacionados à diversão e prazer e os aspectos relacionados ao aprendizado e conhecimento que devem ser adquiridos não se sobrepõem.

Existe uma diversidade de jogos educacionais, com características e objetivos diferentes. Segundo [Mulyati, Permana e Amaliyah \(2021\)](#), [Zhang et al. \(2021\)](#) algumas das razões pelas quais o jogo pode chamar a atenção dos usuários incluem satisfação, desejo de ser quem eles quiserem, ter poderes especiais, realizar ações que não podem ser realizadas em um contexto real. A competição consiste em ser o melhor, explorar lugares que ninguém mais explorou, descobrir rotas e formas de superar desafios. Ao jogar, o usuário busca superar obstáculos, cumprir missões e atingir objetivos propostos no jogo. Nesse caso, a satisfação ocorre quase imediatamente à medida que os desafios são superados.

Ao utilizar os jogos educacionais o professor precisa estar atento ao grau de envolvimento, de interesse, de diversão e aprendizado que o jogo pode proporcionar. Nas aulas de química os jogos passam a ter alguns objetivos, como visto no trabalho de [Cunha \(2012\)](#). A autora destaca os seguintes pontos positivos: a) aprendizagem e revisão de conceitos; b) motivação para aprender conceitos químicos; c) desenvolver habilidades de busca e problematização de conceitos, d) formação social; e) representar situações e conceitos químicos, utilizando de modelos e esquemas. Segundo os autores, os professores têm um papel importante na utilização de jogos em aula, o professor deve ser orientador e deve adotar uma postura pedagógica que possa resultar num melhor aproveitamento da atividade pelos alunos, proporcionando mudanças na forma como o jogo é utilizado no contexto escolar.

Segundo [Siqueira e Moreno \(2021, p. 6\)](#) “o uso de jogos como um recurso para o processo de ensino e aprendizagem torna-se um material atrativo, pois permite o despertar da curiosidade e instiga a vontade de aprender de forma prazerosa”.

Nesse sentido, ao usar um jogo na sala de aula,

tem-se a oportunidade de criar contextos de envolvimento que podem contribuir para que os estudantes desenvolvam uma postura ativa diante

dos conhecimentos que lhes são oferecidos, já que a resolução dos problemas e desafios propostos pelo jogo deverá ser enfrentada e solucionada a partir da mobilização autônoma do jogador (STEFENON, 2018, p. 34).

Ser professor é também estar atento as mudanças que estão ocorrendo na sociedade, as possibilidades de novas formas de ensinar e aprender considerando sobretudo o contexto da turma, suprimindo suas expectativas e necessidades. Os jogos didáticos se apresentam neste meio como uma possibilidade para um ensino diferenciado, assim como outros recursos, trazem benefícios e desafios a serem trabalhados e superados no contexto educacional.

2.3 Jogos digitais no ensino

Os jogos digitais educacionais podem trazer benefícios ao processo de ensino e aprendizagem, os jogos digitais são atividades estruturadas para promover a aprendizagem de temas específicos com prazer e diversão. Assim como os jogos analógicos, os jogos digitais são utilizados para motivar os alunos, facilitar o aprendizado, desenvolver habilidades cognitivas, viabilizar a aprendizagem por descoberta, possibilitar novas experiências aos alunos e favorecer a socialização entre as pessoas, a coordenação motora e o comportamento são alguns dos benefícios dos jogos digitais *expert* (SAVI; ULBRICHT, 2008).

Alguns elementos de jogos possibilitam uma distinção entre jogos analógicos e digitais, a forma como são representados é um dos pontos que favorecem esta distinção. De forma geral, os jogos digitais são acessados por meio de recursos computacionais, contudo, são representações de jogos num nível mais abstrato, a forma como é apresentado ao jogador se torna o diferencial, no caso dos jogos analógicos utiliza-se objetos físicos palpáveis e no caso dos jogos digitais utiliza-se elementos gráficos interativos num monitor. A existência de mundos fictícios surge em ambos os tipos de jogos, porém, nos jogos analógicos o mundo fictício é limitado ao imaginário de cada participante o que não ocorre com os jogos digitais que tem o mundo fictício compartilhado e delimitado. As regras, que também constituem um elemento importante dos jogos, são de certa forma mais flexíveis e negociáveis nos jogos analógicos enquanto que nos jogos digitais apesar de existir esta possibilidade não é algo simples de se fazer, visto que elas são traduzidas em algoritmos de computador, sendo assim sistematicamente seguidas (LUCCHESI; RIBEIRO, 2009).

Tanto na educação formal quanto na informal os jogos de computador atuam como facilitadores no processo de aprendizagem por se aproximarem da realidade humana e por possuírem grande capacidade representativa (CLAPSON; GILBERT; MUSGROVE, 2020).

Com relação às produções de jogos digitais educacionais voltados para o ensino de

química Pacheco, Costa et al. (2023) realizaram um levantamento nas bases SCOPUS, Web of Science, ACS Publications e Portal de Periódicos CAPES no período de 2011 a 2021. Os autores constataram neste levantamento que os conteúdos mais trabalhados nos jogos digitais educacionais neste período foram: Química Orgânica, Técnicas de separação, Bioquímica, Tabela periódica, Ligações químicas, Química Medicinal. Outros conteúdos como: Titulação de precipitação, Estequiometria, Fórmulas químicas, Reações químicas, Cinética enzimática, Educação ambiental, Estereoquímica, Procedimentos de segurança em laboratório, Físico-química, Balanceamento de equações, Propriedades dos líquidos, Forças intermoleculares, Estrutura atômica, Química verde (processo de biorrefinação), Colóides, Taxa de reação, Fundamentos da Química I também foram encontrados, porém, em artigos únicos.

Segundo Pacheco, Costa et al. (2023), os jogos desenvolvidos e aplicados pelos próprios autores apresentam subsídios para que os alunos possam construir seus conhecimentos de forma prazerosa e imersiva, isso porque estes autores demonstram conhecimento em *design* de jogos e conhecimento didático-pedagógico. Os jogos digitais analisados não indicavam a sua utilização como substituto de outras formas de ensinar e foram apresentados como um recurso a mais nas aulas para tornar os estudantes mais ativos no processo de ensino e aprendizagem de química. Com relação às contribuições para o ensino de química,

é notório como os jogos podem servir para estabelecer relações entre os níveis macroscópico e microscópico, aproximar o conteúdo com o cotidiano dos alunos sempre que possível, além de utilizar analogias para fazê-los entender a natureza empírica e muitas vezes abstrata dessa área de conhecimento. Foi possível constatar isso devido à grande quantidade de conteúdos de química que puderam ser abordados através de jogos digitais. Tais fatores permitiram que a química fosse ensinada de forma menos monótona, mais atrativa e mais compreensível, contribuindo assim para um melhor desempenho dos alunos nesta disciplina. (PACHECO; COSTA et al., 2023, p. 19)

Nos artigos que apresentavam indicação do que o jogo proporciona ao jogador ao ser utilizado, os seguintes aspectos foram citados: motivação, engajamento, atração, interesse e *feedback*. Os artigos que apresentavam alguma teoria ou fundamentação pedagógica para a utilização do jogo, optaram pela perspectiva construtivista, seguida da aprendizagem ativa e do modelo instrucional (PACHECO; COSTA et al., 2023).

O *feedback* nos jogos corresponde ao retorno que o aluno pode ter a partir de uma ação no jogo, seja ela através de tentativa e erro ou por tomada de decisão, facilitando a compreensão do aluno a respeito de um determinado assunto. O *feedback* pode ser o tipo positivo ou ‘negativo’, são utilizados respectivamente para reforçar as potencialidades dos alunos em relação aos conteúdos e aos temas ou para orientar os alunos a tomar decisões

corretas no jogo. Assim o aprendizado pode ocorrer de forma pontual, com ênfase nos itens que precisam ser reforçados (CLEOPHAS et al., 2020).

O *feedback* é um instrumento importante para avaliar o processo de aprendizagem. Ele pode ser entendido como uma resposta sobre uma determinada ação e sua regulação, permitindo que os alunos assimilem melhor os conteúdos e construam seus conhecimentos de forma mais eficaz. Desse modo, o fornecimento de orientações claras de como melhorar o aprendizado dos alunos é de extrema importância no processo de ensino, tendo, portanto, uma relação direta entre o número de *feedbacks* e um melhor desempenho em uma avaliação. [...] Vale destacar que o *feedback* é mais eficaz quando é dado no momento do aprendizado, pois permite espaço para que os alunos possam fazer melhorias à medida que avançam na resolução de problemas inseridos no jogo. (CLEOPHAS et al., 2020, p. 203 - 204)

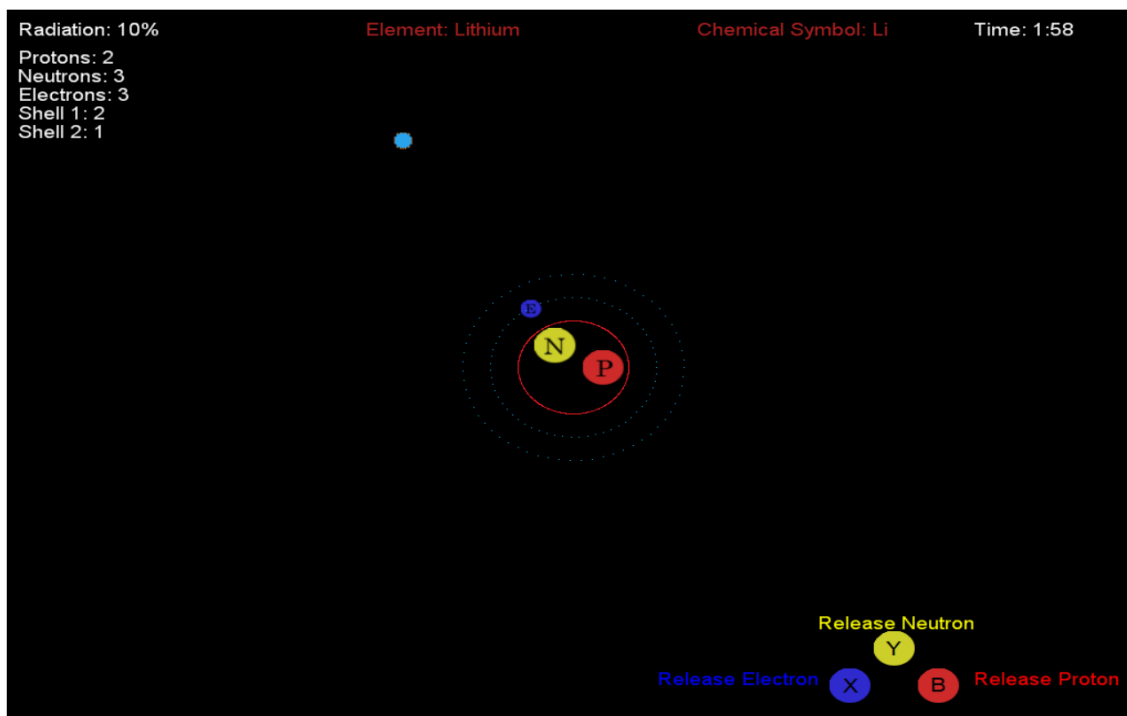
Como o foco desta pesquisa se concentra em um jogo digital educacional com o tema Tabela Periódica, os dois jogos analisados por Pacheco, Costa et al. (2023) que continham estas características foram analisados mais detalhadamente. O jogo Elemental (Figura 1) e o jogo E-CHEMMEND (Figura 2).

O jogo Elemental trabalha com o tema Tabela Periódica. Ele apresenta um sistema que gera compostos, e tem como objetivo ensinar o jogador sobre a composição de partículas. A mecânica principal consiste em um sistema “pegar e soltar”, os mesmos botões são utilizados para estas duas ações. As partículas são lançadas em um raio de 360 graus fora da tela e segue um caminho para o centro da tela. Ao capturar as partículas o jogador deve observar qual é a partícula e onde ela pode ser capturada. Para tornar o jogo mais realista, os nêutrons e prótons são capturados dentro do núcleo que é representado pelo pequeno círculo vermelho no centro da tela já os elétrons podem se encontram nos círculos externos ao círculo vermelho.

A segunda parte do jogo, segundo os autores, contaria com uma mecânica que simularia uma arma, que se moveria a 360 graus ao redor da tela. Nesta fase se o jogador ao tentar pegar uma partícula e errar a sua “área de captura”, ela irá sair da tela na mesma direção e aumentar a radiação. Se a radiação no jogo atingir o limite de 100%, o jogo acaba. Ao aumentar a radiação, a parte gráfica do jogo é alterada aos poucos e começa a inverter as cores, mostrando que a peça de visualização está ficando danificada. A avaliação piloto do jogo ocorreu com 15 indivíduos e indicam haver benefícios educacionais para os participantes com relação a aspectos cognitivo.

Considerando as análises de Pacheco, Costa et al. (2023), o jogo Elemental é um jogo com o tema Tabela Periódica e tem oEM o como público-alvo. Ele foi desenvolvido e avaliado pelos autores em uma turma piloto, mas não com o público-alvo. Os resultados após a aplicação do jogo, consideram que as experiências prévias dos alunos influenciam nos resultados a respeito do jogo. Neste artigo não é apresentada explicitamente a funda-

Figura 1 – Imagem do jogo Elemental



Fonte: Birchall e Gatzidis (2013)

Figura 2 – Imagem do jogo E-CHEMMEND



Fonte: Traver et al. (2021)

mentação pedagógica, assim como não é apresentada a justificativa para a utilização do jogo.

O jogo E-CHEMMEND é uma versão digital do jogo CHEMMEND, que tem como propósito ajudar a memorizar os números de grupos e períodos dos elementos. O E-CHEMMEND é jogado individualmente, pode-se escolher entre algumas condições de jogo como: ter um jogo com níveis de dificuldade crescente ou jogar com todos os elementos desde o início; ter durante o jogo a exibição dos números de grupo e período do elemento químico junto com seu símbolo ou apenas a exibição do símbolo do elemento.

O E-CHEMMEND pode ser reproduzido a qualquer momento, suporta vários modos de jogo e facilita tanto a autoavaliação quanto o monitoramento da progressão.

O jogo é composto por cartas, existem as cartas químicas que contêm o símbolo do elemento químico, as cartas curingas que não são baseadas em nenhum elemento químico. No jogo são apresentadas ao jogador três tipos de pilhas de cartas construídas de forma aleatória. Estas pilhas são denominadas: pilhas de compra (com cartas viradas para baixo, impedindo a visualização das informações), pilha de descarte (viradas com a frente para cima, porém só a do topo pode ser vista) e a pilha do jogador (com todas viradas com a frente para cima) como apresentado na Figura 2.

A jogabilidade consiste em transferir todas as cartas da pilha de compras para a pilha de descarte, usando a pilha do jogador como uma pilha intermediária que permite ao jogador selecionar a carta a ser jogada. Uma carta é jogável se o grupo ou período corresponder a carta do topo da pilha de descarte. A pontuação aumenta quando uma carta certa é jogada e diminui se a carta jogada é errada. A carta curinga pode ser utilizada a qualquer momento, em situações onde o jogador não tem qualquer carta química jogável ou apenas para fins estratégicos. Se utilizar a carta curinga, posteriormente o jogador deve responder à pergunta do cartão que será mostrada na tela, com tempo para responder de 5 a 10 segundos. O jogador tem que adivinhar corretamente o grupo e período de um dos elementos das cartas da pilha de descarte. Um teste rápido de autoavaliação dos conhecimentos do jogador é realizado previamente, com a intenção de tornar a jogabilidade menos linear e mais divertido.

O jogo E-CHEMMEND, considerando as análises de Pacheco, Costa et al. (2023), é um jogo que aborda a Tabela Periódica e tem o EF como público-alvo. O jogo foi desenvolvido e avaliado pelos autores, a sua eficácia é dependente da atitude, motivação e expectativa do usuário. A justificativa para a utilização do jogo esta ligada as críticas ao método tradicional. O que o jogo proporciona aos jogadores não é descrito explicitamente no artigo assim como não é apresentado uma teoria ou fundamento pedagógico para a utilização do jogo digital.

A importância de construir, aplicar e avaliar jogos digitais educacionais foi um dos pontos observados por Pacheco, Costa et al. (2023), a maioria dos artigos analisados pelos autores, que propunham a construção e avaliação de jogos digitais educacionais, buscavam associar o conteúdo de química com os jogos e obter um *feedback* dos jogadores para futuras modificações e melhorias no jogo, um processo similar ao *design* interativo.

No desenvolvimento dos jogos digitais o *design* interativo é um dos vários métodos que contribui para a melhoria do jogo.

O *design* interativo é um processo de *design* baseado na interação lúdica (“*play-based design process*”). Enfatizando o “*playtesting*” (testes de jogabilidade) e a prototipagem, o *design* interativo é um método em que

as decisões de *design* são tomadas como base na experiência de jogar um jogo durante seu desenvolvimento. Em uma metodologia iterativa, uma versão rudimentar do jogo é rapidamente prototipada logo no início do processo de *design*. Esse protótipo não tem nenhum dos benefícios estéticos do jogo final, mas começa a definir suas regras fundamentais e mecanismos centrais. Não é um protótipo visual, mas interativo. Esse protótipo é jogado, avaliado ajustado e novamente jogado, permitindo que o designer ou equipe de *design* fundamente decisões sobre as sucessivas iterações ou versões do jogo. O *design* interativo é um processo cíclico que se alterna entre protótipos, testes, avaliação e refinamento (SALEN; ZIMMERMAN, 2012, p. 27).

Apesar de ser um processo similar, no caso dos jogos digitais testados nas salas de aula normalmente são jogos “prontos”, com regras, jogabilidades, *design* gráfico pré estabelecido para que possam ser avaliados com relação aos seus diversos aspectos. É por meio da interação lúdica (*play*) que se pode obter respostas sobre as características de um jogo. Ao jogar criticamente, pode-se reconhecer seus pontos fortes e fracos, ao implementar as mudanças necessárias, a imersão lúdica significativa (*meaningful play*) pode ser favorecida (SALEN; ZIMMERMAN, 2012).

Ainda neste contexto, Coutinho e Alves (2016) destacam em seu trabalho que o investimento em estratégias de avaliação do *design* do jogo, apresenta uma predominância pelos processos avaliativos formativos. Este fato “parece apontar para a necessidade de avaliar o jogo desde o seu processo inicial de desenvolvimento” (COUTINHO; ALVES, 2016, p. 5).

Avaliação somativa ou processo de *design* interativo, independente do termo utilizado, existe em comum na maiorias dos trabalhos avaliados por Coutinho e Alves (2016) e Pacheco, Costa et al. (2023) uma aparente necessidade de avaliar desde as primeiras etapas de desenvolvimento do jogos digitais educacionais.

Os benefícios da utilização de jogos analógicos ou digitais no ensino são notados dentro da sala de aula, são recursos que facilitam a aprendizagem de temas específicos de forma mais descontraída e com estudantes mais ativos neste processo. Um dos pontos que favorecem a distinção entre os jogos analógicos ou digitais é a forma como são representados. Apesar de já existirem diversos jogos voltados para o ensino de química, ainda há muito espaço para novas produções de jogos, visto que os temas ou conteúdos são inúmeros.

2.4 Avaliação de jogos digitais educacionais

As produções voltadas para avaliação de jogos digitais educacionais tiveram um aumento a partir de 2010 segundo Coutinho e Alves (2016), um levantamento bibliográfico a respeito destas produções de 2006 a 2015 no âmbito nacional e internacional foi realizado

pelas autoras, que trazem vários apontamentos a respeito dos tipos de produções voltadas para o contexto educacional.

Segundo Coutinho e Alves (2016) avaliar a experiência do ato de jogar tem despertado o interesse de pesquisadores que procuram desenvolver parâmetros de análises com base em diferentes concepções teóricas, metodológicas e conceituais. Algumas produções sugerem perspectivas para avaliar os jogos digitais educacionais e outras buscam avaliar a qualidade dos jogos digitais.

Sendo assim, foram divididos segundo Coutinho e Alves (2016) os trabalhos nacionais em três grupos distintos. No primeiro grupo estão as produções que tem como objetivo identificar bons jogos digitais educacionais, através de avaliações relacionadas aos processos, parâmetros, estratégias, técnicas e análises de métodos de avaliação de jogos digitais educacionais e análises de diretrizes para o game *design*.

No segundo grupo estão as produções que tem como objetivo avaliar a eficácia dos jogos digitais para aprendizagem, com a utilização de *Frameworks* e Taxonomias, são produções que avalizaram o jogo digital educacional com base na satisfação ou nas perspectivas do jogador, para tanto utilizam questionários ou avaliações do próprio sistema do jogo (softwares embarcados).

No terceiro grupo estão as produções que tiveram como objetivo a construção de modelos. Avaliam a usabilidade ou buscam orientar o *design dos games*, apresentam em comum o processo de avaliação formativa onde os jogos ainda estão sendo desenvolvidos.

Segundo as autoras, as análises das produções neste período, revelam que existe um maior interesse na avaliação de jogos digitais educacionais por parte da área da Computação. Outros pontos interessantes foram ressaltados pelas autoras, sendo eles:

- Interesse dos pesquisadores em avaliar o engajamento entre jogador e jogo, considerando este um aspecto importante para o processo de ensino e aprendizagem, estas produções utilizam como base a teoria do fluxo de Csikszentmihalyi, (2002);
- Normalmente as pesquisas se voltam para estratégias de avaliação relacionadas ao *design* do jogo, apontando para a necessidade de avaliar o jogo desde o seu processo inicial de desenvolvimento, ou seja, com uma predominância pelos processos avaliativos formativos;
- As produções tanto nacionais como internacionais apresentam de forma geral investigações e propostas com perspectivas de avaliação, relacionadas a roteiros, modelos ou *frameworks*;
- No Brasil, a maioria das pesquisas desenvolvidas são do tipo pesquisas qualitativas com ênfase no aprofundamento teórico, em especial dos aspectos educativos e peda-

gógicos. Nas produções internacionais, as pesquisas se voltam para as análises dos processos de imersão, interação, engajamento e melhoria do conhecimento;

- As produções nacionais e internacionais apresentam pouco interesse em avaliar a qualidade dos jogos digitais educacionais com a intenção de auxiliar os professores na seleção de jogos de qualidade para as práticas educativas. As poucas produções encontradas com o interesse em avaliar a qualidade dos jogos digitais educacionais, se voltam para perspectiva do cliente ou para o auxílio dos desenvolvedores de jogos digitais;
- A pesquisa realizada neste período não encontrou um instrumento que tivesse o objetivo de avaliar a qualidade dos jogos digitais nos cenários escolares, permitindo que o professor avaliasse a possibilidade de interação desses jogos no âmbito pedagógico;
- Os jogos digitais educacionais nos espaços escolares se apresentam, na maioria das vezes, como uma necessidade de desenvolver *serious games*;

A necessidade de avanços no campo da avaliação de jogos digitais voltados para a área da educação, que traga contribuições para a integração dos jogos digitais na escola e subsidie a prática pedagógica, tendo como base a participação ativa do professor. O desenvolvimento de um *framework* avaliativo que priorize as questões educacionais voltadas a prática pedagógica é emergente (COUTINHO; ALVES, 2016).

Visando contribuir com a necessidade de avaliar os critérios, aspectos e especificidades de cada tipo de softwares, Petri (2020) apresenta um panorama sobre a avaliação de softwares educacionais, mais especificamente para jogos, avaliando as produções publicadas entre os anos de 1995 a 2019. O autor realizou um mapeamento sistemático da literatura para identificar e analisar o rigor científico das abordagens encontradas nestas produções.

Foram identificados por Petri (2020) onze abordagens diferentes para avaliar os jogos educacionais, entre elas as que utilizam *framework*, escala, metodologia genérica, modelo e método de avaliação. Os fatores avaliados por estas produções foram: aprendizagem, usabilidade, interação social, desafio e imersão.

Contudo, a demanda por formas de avaliar jogos digitais educacionais ainda apresenta carência com relação a uma forma padronizada e validada no contexto educacional.

Existem poucas abordagens que fornecem um suporte sistemático e válido para avaliação de jogos. A maioria deles são *frameworks* e não métodos abrangentes, indicando falta de apoio sobre como conduzir as avaliações. Além disso, a maioria das abordagens também parece ser desenvolvida de maneira ad-hoc, não fornecendo uma definição explícita do objetivo, medidas ou instrumentos de coleta de dados confiáveis e válidos. (PETRI, 2020, p. 18)

As dificuldades em avaliar jogos digitais educacionais, estão relacionadas a diversos fatores, como já descrito anteriormente, encontrar suportes sistemáticos e válidos para a avaliação dos jogos educacionais que ao mesmo tempo atenda às necessidades da área da educação com orientações que subsidiem a prática pedagógica e inclua a participação ativa do professor é algo muito difícil.

Como visto no trabalho de [Coutinho e Alves \(2016\)](#) a parte pedagógica precisa receber mais atenção no cenário brasileiro. Considerando este ponto, [Ribeiro et al. \(2015\)](#) realizou uma revisão sistemática da literatura com a finalidade de identificar as Teorias de Aprendizagem aplicadas nos jogos digitais educacionais nacionais nos anos de 2004 a 2014. Para tanto, o corpus documental considerado na pesquisa foi constituído de 27 artigos.

Os resultados encontrados por [Ribeiro et al. \(2015\)](#) revelam que a maioria (40,74%) dos jogos digitais educacionais presente nas produções analisadas não apresentam de forma explícita teorias de aprendizagem na fundamentação teórica. Dos trabalhos que utilizam teoria de aprendizagem, a mais utilizada é a teoria de Piaget com 22,22%, seguida da teorias de Vygotsky 14,81%. Outras teorias aparecem em menor porcentagem, tais como: Bloom; Ausubel; Papert; Gardner; Paulo Freire; Teresa Colomer e abordagem instrucionista, sem um teórico representante.

Outros pontos são apresentados por [Ribeiro et al. \(2015\)](#) e que reafirmam a necessidade de mais investigações e produções nesta área. Segundo os autores a maioria dos artigos analisados não relatam a aplicação de instrumentos para a verificação dos objetivos pedagógicos dos jogos. As metodologias de avaliação de jogos digitais educacionais, não consideram instrumentos estatísticos validados e com confiabilidade. Por fim, observaram que existe uma preferência tanto no contexto nacional quanto internacional pelas teorias de aprendizagem de base Construtivista.

A falta de adoção de teorias de aprendizagem e a falta de aplicação de instrumentos validados e confiáveis na avaliação de jogos digitais educacionais não colabora com o cenário educacional de consolidação do emprego da aprendizagem baseada em jogos digitais ([RIBEIRO et al., 2015](#)).

O jogo TPSC não foi construído com base em uma teoria de aprendizagem. A preocupação ao desenvolvê-lo se voltou para uma apresentação da origem dos elementos químicos de uma forma simples e clara, que pudesse ser utilizado com alunos do EM como recurso didático nas aulas sobre Tabela Periódica.

Encontrar meios adequados para as avaliações de jogos educacionais tem sido um desafio. [Coutinho e Alves \(2016\)](#) fizeram algumas observações com relação ao modelo proposto por [Savi \(2011a\)](#), segundo as autoras o modelo investiga a qualidade dos jogos, porém, é restrito e pontual e não foi validado com jogos digitais. Apesar destes pontos, o

referido modelo é um dos poucos que apresenta validade e confiabilidade na sua construção.

Segundo Savi (2011b), alguns trabalhos utilizam questionários para avaliar os jogos logo após a aplicação com os alunos, porém, são utilizados instrumentos de medição não padronizados, que não passaram por uma análise de validação e confiabilidade e, por isso, geram resultados duvidosos. Outro ponto relatado pelo autor é que seu modelo pode ser adaptado a outros contextos. Sendo assim, optou-se por descrever o modelo proposto por Savi (2011a).

O modelo de avaliação de jogos educacionais proposto por Savi (2011a) busca trazer contribuições para a qualidade de jogos educacionais, orientar professores na seleção e uso de jogos como material educacional e pode ser utilizado para avaliar aspectos de motivação, experiência do usuário e aprendizagem de um jogo.

O objetivo do modelo de avaliação de jogos educacionais é: “realizar avaliações da qualidade dos jogos educacionais por meio da percepção dos alunos a respeito dos níveis de motivação, experiência do usuário e aprendizagem promovidos por um jogo”. (SAVI, 2011a, p. 100)

O modelo tem como foco jogos educacionais construídos para apoiar o processo de ensino e aprendizagem de conteúdos curriculares. O autor preocupou-se em criar um modelo que demandasse pouco tempo para a aplicação, fácil de utilizar e otimizado, de forma que pudesse ser realizada várias repetições para avaliar um mesmo jogo ou para realizar a comparação entre jogos diferentes.

O modelo de avaliação de jogos educacionais de Savi (2011a) utiliza como base outros modelos ou como o próprio autor diz, âncoras teóricas, que foram agrupados com a intenção de avaliar os diferentes aspectos no jogo. A construção do modelo proposto por Savi (2011a) iniciou-se com base no modelo de avaliação de programas de treinamento de Kirkpatrick (1996), este modelo apresenta no nível 1, o foco na avaliação de unidades instrucionais realizadas por meio da reação dos alunos, medindo a satisfação e o valor atribuído ao treinamento pelos participantes. No caso do modelo de Savi (2011a) seria a reação dos alunos a um determinado jogo educacional, revelando a qualidade do jogo.

O modelo de avaliação de programas de treinamento de Kirkpatrick (1996) não estabeleceu quais parâmetros deveriam ser utilizados para avaliar a reação dos alunos. Neste caso Savi (2011a) estabeleceu e inseriu no seu modelo as subcomponentes (motivação, experiência do usuário, aprendizagem).

Savi (2011a) utilizou como base o modelo de ARCS (Atenção, Relevância, Confiança e Satisfação) desenvolvido por Keller (1987) para construir a subcomponente motivação. A sigla ARCS é um acrônimo que identifica quatro categorias de estratégias para motivar os alunos na aprendizagem. Os itens da subcomponente motivação tiveram como base o instrumento *Instructional Materials Motivational Scale* (IMMS) desenvolvido por

Keller (2009 apud SAVI, 2011b).

A segunda subcomponente criada por Savi (2011a) é a subcomponente experiência do usuário (UX, do inglês *user experience*). A experiência do usuário avalia a interação do indivíduo com o produto em todos os sentidos, considerando os pensamentos, sentimentos, prazer e todas as percepções resultantes da interação com o produto. Savi (2011a) realizou uma pesquisa em quatro modelos que avaliavam a experiência do usuário com relação a jogos de entretenimento, dos seguintes autores: Sweetser e Wyeth (2005), Poels, Kort e Ijsselsteijn (2007), Gamez (2009), Takatalo et al. (2010). A partir disso, selecionou as dimensões que se repetiam entre os modelos. Sendo assim a subcomponente experiência do usuário do modelo proposto por Savi (2011a) continha as seguintes dimensões: imersão, desafio, competência, divertimento, interação social e controle.

A terceira e última subcomponente do modelo proposto por Savi (2011a) é aprendizagem que é avaliada duas formas, com itens padronizados e customizados. No caso dos itens customizados o autor propõe que a avaliação da aprendizagem seja feita com base nos três primeiros níveis da taxonomia de Bloom et al. (1956), que são conhecimento, compreensão e aplicação. Esta parte do modelo refere-se aos itens customizados e tem a intenção de avaliar os objetivos educacionais de um jogo. Possui uma estrutura de coleta e análise de dados diferentes do questionário de múltipla escolha aplicado aos alunos.

Para Ferraz e Belhot (2010) a Taxonomia de Bloom do Domínio Cognitivo

é estruturada em níveis de complexidade crescente do mais simples ao mais complexo e isso significa que, para adquirir uma nova habilidade pertencente ao próximo nível, o aluno deve ter dominado e adquirido a habilidade do nível anterior.[...] a taxonomia proposta não é apenas um esquema para classificação, mas uma possibilidade de organização hierárquica dos processos cognitivos de acordo com níveis de complexidade e objetivos do desenvolvimento cognitivo desejado e planejado (FERRAZ; BELHOT, 2010, p. 423 - 424)

A Taxonomia de Bloom do Domínio Cognitivo é composta por processos categorizados, que apresenta dependência entre os níveis, os quais vão aumentando em termos de complexidades dos processos mentais (FERRAZ; BELHOT, 2010).

A estrutura mais conhecida da Taxonomia de Bloom possui 6 categorias:

- Conhecimento -> Compreensão -> Aplicação -> Análise -> Síntese -> Avaliação

Esta é uma categorização simplificada, dentro de cada categoria existem várias subcategorias

com o objetivo de melhor direcionar a definição dos objetivos instrucionais assim como de esclarecer os limites entre eles. Relacionados às categorias, estão os verbos que procuram dar suporte ao planejamento

acadêmico (objetivo, estratégia e avaliação) relacionado a cada uma delas (FERRAZ; BELHOT, 2010, p. 424)

Um compilado destas categorias com suas divisões em subcategorias e verbos, são apresentados por ver Ferraz e Belhot (2010), ver Figura 28 disponível no Anexo D. O modelo de Savi (2011a) considera apenas as três primeiras categorias da taxonomia de Bloom.

A forma de coletar os dados nesta parte do modelo consiste em uma tabela onde são listados os objetivos educacionais ou conceitos e nas colunas os alunos inserem notas de 1 a 5, que correspondem ao nível de conhecimento que eles (alunos) apresentam antes e após o jogo (SAVI, 2011b).

Ainda com intenção de avaliar o aprendizado, o autor inseriu no seu modelo mais duas dimensões, a aprendizagem de curto termo e a aprendizagem de longo termo, construídas com base no modelo de Moody e Sindre (2003).

Sendo assim, o modelo completo (com a dimensão controle criada para jogos digitais) proposto por Savi (2011a) apresenta 3 subcomponente, 15 dimensões, 29 itens padronizados e 3 itens customizados. Os dados são coletados de duas maneiras, através de um questionário de múltipla escolha e de uma tabela preenchida inicialmente pelo professor com os conceitos ou conteúdos a serem avaliados com relação à aprendizagem (ver Quadro 2.1). No momento da avaliação, os alunos terminam de preencher esta tabela atribuindo notas de 1 a 5 indicando seus conhecimentos antes e após o jogo com relação a estes conteúdos.

Quadro 2.1 – Avaliação dos objetivos de aprendizagem dos itens customizados por meio de uma tabela para a atribuição de notas de 1 a 5

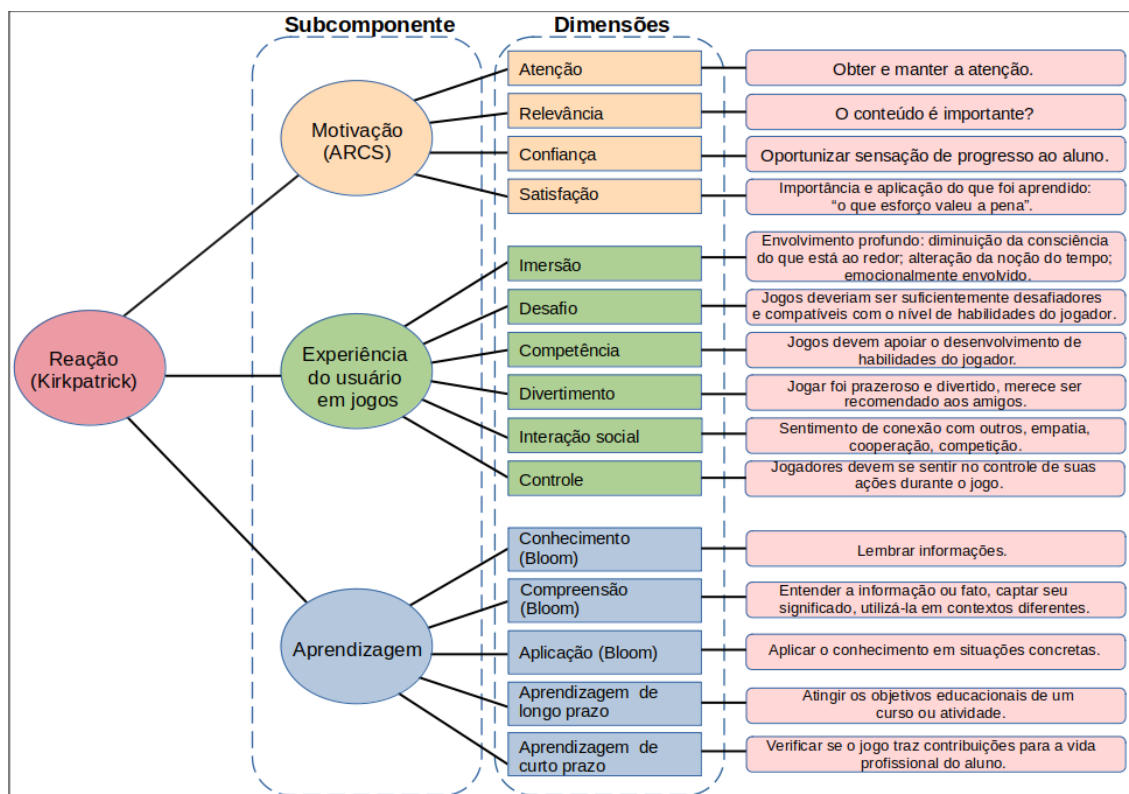
Conceitos	Lembrar		Compreender		Aplicar	
	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois
Objetivo/Conceito 1						
Objetivo/Conceito 2						
Objetivo/Conceito 3						
Objetivo/Conceito 4						

Fonte: Adaptado de Savi (2011a), a tabela está correlacionada ao nível 1 da Taxonomia de Bloom, (lembrar o que é, compreender como funciona e aplicar na prática).

Segundo Savi (2011b), existe uma relação causal entre o construto reação, as subcomponentes e as dimensões. A qualidade do jogo educacional é determinada pela reação do aluno em relação ao efeito motivador do jogo, a experiência ao jogar e ao ganho de

aprendizagem percebido. A Figura 3 apresenta a estrutura do modelo de avaliação de jogos educacionais proposto por Savi (2011a).

Figura 3 – Modelo de avaliação de jogos educacionais



Fonte: Adaptado de Savi (2011a)

As subcomponentes são avaliadas com base nas percepções dos alunos, para coletar os dados, o modelo de avaliação de jogos educacionais proposto por Savi (2011a) utiliza um questionário com diferentes itens relacionados aos aspectos do jogo. Estes itens são afirmações, onde os alunos devem indicar o quanto concordam ou discordam destas afirmações. É sugerida a utilização da escala Likert com valores de -2 a +2, que variam de discordo fortemente da afirmação até concordo fortemente com a afirmação respectivamente. Os itens do referido questionário podem ser vistos nos Quadros 2.2, 2.3 e 2.4.

Para a análise dos dados, é sugerida a criação de: uma planilha para organizar os dados, tabelas e gráficos (de médias e frequências) para os itens de cada subcomponente. E para os itens customizados, é sugerido o teste t de *Student* para amostras pareadas dos dados, posteriormente sugere-se a criação de uma tabela de resultados.

A interpretação dos dados coletados do questionário de múltipla escolha está diretamente relacionada ao tipo de resposta recebida. Como se trata de uma escala Likert de -2 a +2, quanto maior a porcentagem de valores +1 e +2, melhor avaliada foi a respectiva característica no jogo. Segundo o autor os valores iguais ou maiores que +1 (atribuídas pelos alunos), são consideradas boas avaliações, visto que na escala este valor indica concordância com o item. A comparação entre os itens ou entre as subcomponentes pos-

Quadro 2.2 – Questionário adaptado da proposta de Savi (2011a)

Dimensão	Nº do item	Item
Atenção	1	O <i>design</i> do jogo é atraente.
	2	Houve algo interessante no início do jogo que capturou minha atenção.
	3	A variação (forma, conteúdo ou de atividades) ajudou a me manter atento ao jogo.
Relevância	4	O conteúdo do jogo é relevante para os meus interesses.
	5	O funcionamento deste jogo está adequado ao meu jeito de aprender.
	6	O conteúdo do jogo está conectado com outros conhecimentos que eu já possuía.
Confiança	7	Foi fácil entender o jogo e começar a utilizá-lo como material de estudo.
	8	Ao passar pelas etapas do jogo senti confiança de que estava aprendendo.
Satisfação	9	Estou satisfeito porque sei que terei oportunidades de utilizar na prática coisas que aprendi com o jogo.
	10	É por causa do meu esforço pessoal que consigo avançar no jogo.

Fonte: Adaptado de Savi (2011a), questionário proposto para o modelo de avaliação de jogos educacionais.

sibilitam tanto a identificação dos aspectos bem desenvolvidos quanto mal desenvolvidos no jogo.

Os resultados obtidos dos itens customizados através do teste t de *Student*, possibilita comparar a média entre a percepção do nível de conhecimento dos alunos antes e depois da realização do jogo. Considera-se, segundo a percepção dos alunos, que os itens que apresentaram médias maiores após a aplicação do jogo, indicam que o jogo contribuiu para a aprendizagem.

O modelo proposto por Savi (2011a) passou por uma validação de aplicabilidade e utilidade com ênfase nos instrumentos de coletas de dados, com base em DeVellis e Thorpe (2021).

Segundo Savi (2011b) o modelo proposto pode ser considerado um primeiro passo no desenvolvimento de um modelo padronizado de avaliação de jogos educacionais. Para o autor, ao utilizar o modelo para a avaliação de um jogo educacional, este precisa ser revisado em termos da relevância dos itens e, se for necessário, adaptado ao contexto, ao tipo de jogo e aos objetivos de avaliação.

Ao passo que este modelo de avaliação de jogos educacionais proposto por Savi (2011a) se apresenta como uma modelo robusto e que foi validado, optou-se por utilizá-la

Quadro 2.3 – Questionário proposto por Savi (2011a) continuação

Dimensão	Nº do item	Item
Imersão	11	Temporariamente esqueci as minhas preocupações do dia a dia, fiquei totalmente concentrado no jogo.
	12	Eu não percebi o tempo passar enquanto jogava, quando vi o jogo acabou.
	13	Me senti mais no ambiente do jogo do que no mundo real, esquecendo do que estava ao meu redor.
Interação Social	14	Pude interagir com outras pessoas durante o jogo.
	15	Me diverti junto com outras pessoas.
	16	O jogo promove momentos de cooperação e/ou competição entre as pessoas que participam.
Desafio	17	Este jogo é adequadamente desafiador para mim, as tarefas não são muito fáceis nem muito difíceis.
	18	O jogo evolui num ritmo adequado e não fica monótono – oferece novos obstáculos, situações ou variações de atividades.
Divertimento	19	Me diverti com o jogo.
	20	Quando interrompido, fiquei desapontado que o jogo tinha acabado.
	21	Eu recomendaria este jogo para meus colegas.
	22	Gostaria de utilizar este jogo novamente.
Competência	23	Consegui atingir os objetivos do jogo por meio das minhas habilidades.
	24	Tive sentimentos positivos de eficiência no desenrolar do jogo.

Fonte: Adaptado de Savi (2011a), questionário proposto para o modelo de avaliação de jogos educacionais.

Quadro 2.4 – Questionário proposto por Savi (2011a) continuação

Dimensão	Nº do item	Item
Aprendizagem de curto termo	25	O jogo foi eficiente para minha aprendizagem na disciplina.
	26	O jogo foi eficiente para minha aprendizagem, em comparação com outras atividades da disciplina.
Aprendizagem de longo termo	27	A experiência com o jogo vai contribuir para meu desempenho na vida profissional.
Controle	28	Os controles para realizar ações no jogo responderam bem.
	29	É fácil aprender a usar a interface e controles do jogo.

Fonte: Adaptado de Savi (2011a), questionário proposto para o modelo de avaliação de jogos educacionais.

na pesquisa para avaliar o jogo digital TPSC. Este modelo não foi aplicado com jogos digitais, portanto, neste trabalho foi possível averiguar se ele corresponde bem aos objetivos de avaliação do jogo digital em questão, identificando assim as limitações e possíveis alterações nos itens para futuras aplicações em jogos digitais, algo relevante para o contexto das avaliações de jogos digitais.

2.5 Formação de elementos químicos no Universo

O Universo é composto de elementos químicos, íons e compostos formados a partir de suas combinações. Esses componentes podem estar em estado gasoso, sólidos e raramente são líquidos. A cosmoquímica é um campo multidisciplinar que estuda a composição química do Universo e os processos que produziram essas composições, usando os objetos do nosso sistema solar como base de estudo. Entre os objetos de estudo estão a composição do Sol, planetas e seus satélites, asteroides, cometas, meteoritos, poeira interplanetária, partículas, entre outros. Estudar a composição química desses objetos ajuda a entender um pouco mais sobre como os elementos se formaram no interior das estrelas (MCSWEEN J. H. Y.; HUSS, 2010; OTT et al., 2019; LIU et al., 2018; LEBLANC, 2011).

Para uma abordagem mais completa, será apresentada a seguir a estrutura de classificação dos elementos químicos proposta pela União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC), sendo a estrutura de Tabela Periódica mais comum no ensino.

2.6 A Tabela Periódica

Considerando a disciplina de química, mais especificamente aos conteúdos sobre a Tabela Periódica, segundo Job e Herrmann (2006), Wagner e Hoffmann (2015), Ferreira, Correa e Dutra (2016) é um dos conteúdos mais importantes no ensino dessa disciplina, pois serve de base para muitos outros conceitos no currículo da educação Básica. A Tabela Periódica é uma das ferramentas de trabalho mais importantes para os químicos e sua construção representa um marco na história da ciência (ROSS, 2018; TRIMBLE, 2021).

Apresentar a Tabela Periódica de forma lúdica e mais atrativa para os alunos tem sido um desafio, pois a técnica utilizada pelos alunos na maioria das vezes consiste em memorizar os elementos químicos por colunas ou por período (FERREIRA; CORREA; DUTRA, 2016; TRASSI et al., 2001). Apesar de sua importância, há a necessidade de uma visão mais significativa sobre o assunto, o que exige mais do que memorizar, pois é preciso compreendê-la (PAULA; VALENTE, 2016; TRAVER et al., 2021). A Tabela Periódica se faz importante nas mais diversas áreas. Segundo Leite (2019)

A Tabela Periódica dos Elementos Químicos é mais do que apenas um guia ou catálogo de todos os átomos conhecidos no Universo; é essencial-

almente uma janela para o Universo, ajudando a expandir nossa compreensão de mundo. O desenvolvimento da Tabela Periódica é uma das realizações mais significativas da Ciência e um conceito científico unificador, com amplas implicações na Química, Física, Biologia, Astronomia e em outras Ciências. Ela é um recurso que permite os cientistas prever as características e as propriedades da matéria na Terra e no Universo. Diversas áreas tiveram impacto revolucionário a partir das contribuições da Tabela Periódica (por exemplo, medicina nuclear, estudo de elementos e compostos químicos no espaço e na previsão de novos materiais). (LEITE, 2019, p. 702)

Atualmente a Tabela Periódica é formada por 118 elementos, destes 24 elementos são sintetizados em laboratórios e não são estáveis.

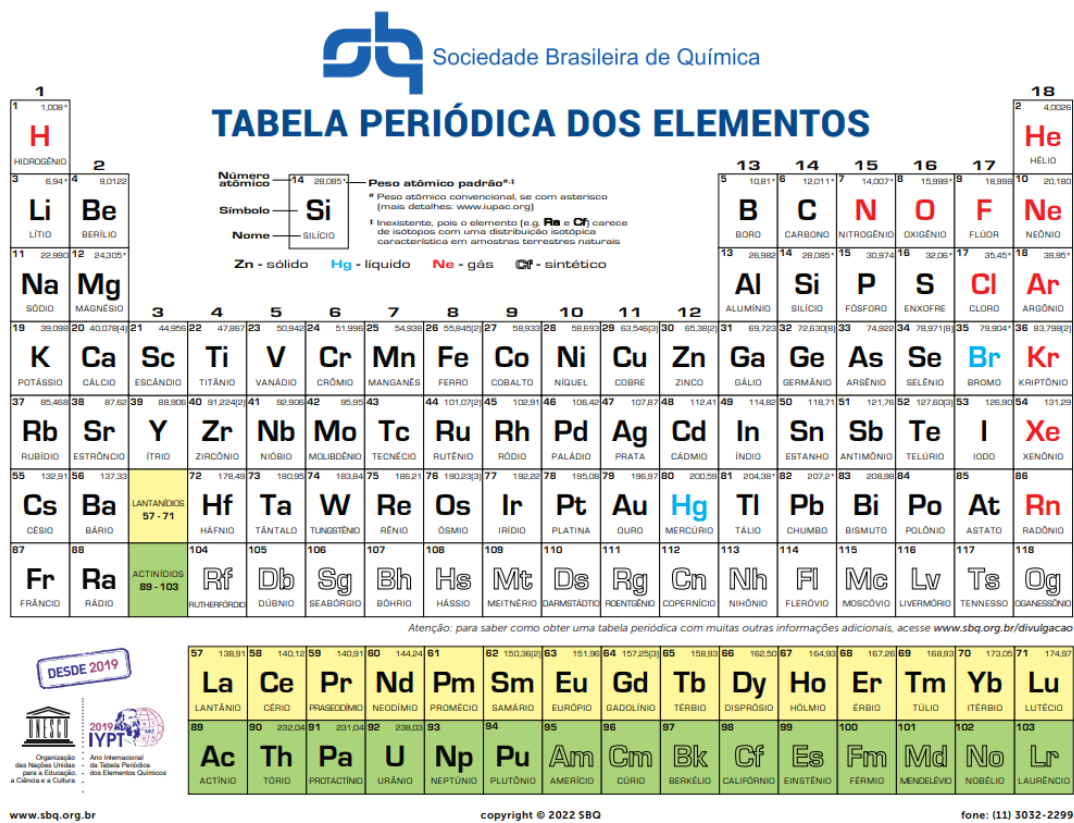
através do uso de aceleradores de partículas na produção e análise e com a Química Computacional na simulação da produção e análise das propriedades destes elementos, nos mostra que a Tabela Periódica está sendo complementada por estes elementos sintéticos que são produtos das novas tecnologias. [...] métodos analíticos são necessários porque o tempo de meia-vida de alguns destes novos elementos são extremamente curtos. (FERNANDES, 2011, p. 71 - 72)

A Tabela Periódica é formada de elementos químicos, cada elemento é representado individualmente, sua representação conta normalmente com um símbolo, um número atômico, o nome e massa atômica. A Figura 4 apresenta a Tabela Periódica da Sociedade Brasileira de Química (SBQ) de 2022.

A organização dos elementos químicos na Tabela Periódica que normalmente se observa atualmente, consiste em divisões de colunas de 1 a 18 e períodos. Têm-se as colunas de metais alcalinos, metais alcalinos terrosos, halogênios e gases nobres. A IUPAC recomenda desde 1988 a utilização de números de 1 a 18 para representar as colunas da Tabela Periódica (FLUCK, 1988). Já os períodos ou linhas horizontais são no total 7, que estão divididos desta maneira: metais representativos se localizam nas colunas 1, 2, 13 a 18, os metais de transição se localizam nas colunas 3 e 12. Os metais de transição são divididos em dois tipos, os de transição externa e os de transição interna, o primeiro tipo são apresentados na parte central da Tabela Periódica e outro tipo é normalmente apresentado na parte de baixo da tabela. Os metais de transição interna são divididos em duas séries, as dos lantanídeos e a dos actinídeos.

Em 2017 a 72ª sessão da Assembleia Geral das Nações Unidas (ONU) proclamou o ano de 2019 como o Ano Internacional da Tabela Periódica dos Elementos Químicos (IYPT2019). Vários trabalhos foram publicados sobre a Tabela Periódica, como os trabalhos de Lima, Barbosa e Filgueiras (2020), Leite (2019), Dantas et al. (2022), possibilitando aos leitores uma ampla revisão bibliográfica sobre o tema.

Figura 4 – Modelo de avaliação de jogos educacionais



Fonte: Sociedade Brasileira de Química SBQ (2022).

2.6.1 Nucleossíntese Primordial

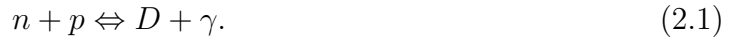
A maioria dos elementos químicos são formados em estrelas, enquanto os primeiros elementos do Universo surgiram da nucleossíntese primordial, popularmente conhecida como a nucleossíntese do *big bang* (LIMONGI; STRANIERO; CHIEFFI, 2000; EID, 2018; STEIGMAN, 2007). Durante a evolução do Universo, nos primeiros três minutos, o Universo estava quente e denso, com partículas interagindo rapidamente umas com as outras para estabelecer um equilíbrio entre elas. Em poucos minutos, o Universo em expansão começou a esfriar, causando desvios de equilíbrio e a formação dos primeiros elementos químicos. Neste trabalho é apresentada uma breve visão geral deste evento astrofísico, para uma compreensão mais profunda, o leitor pode consultar a análise descrita por Esteban et al. (2004).

Quando o Universo possuía dezenas de milissegundos a temperatura era de aproximadamente 10^{10} K^1 , o que corresponde as energias acima de alguns Milhões elétrons-volt (MeV), interações entre partículas (fótons, neutrinos, elétrons e pósitrons) estabeleceram e mantiveram um equilíbrio.

Para que a formação dos elementos químicos ocorresse, a interação entre nêutrons

¹ kelvin

e prótons foi necessária, colidindo para gerar deutério:



No início do Universo, no entanto, a densidade média e a energia dos fótons na radiação cósmica de fundo eram tão altas que os deutérios, recém formados, foram rapidamente fotodissociado pelo fundo de raios gama de alta energia. Nessa época, a razão fóton/bárion era extremamente grande, cerca de bilhões de fótons para cada núcleo. Assim, o deutério foi fotodissociado antes que pudesse capturar um nêutron ou um próton para formar núcleos mais pesados. Esse processo continuou até que a temperatura fosse baixa o suficiente para que houvesse poucos fótons com energia suficiente para fotodissociar o deutério. Nessa época, o Universo tinha alguns minutos e a temperatura era inferior a 80 keV. Quando a nucleossíntese do big bang começou, nêutrons e prótons rapidamente se combinaram para formar D, H³, He³, He⁴ e, em menor grau, a produção de Li⁷ e Be (ESTEBAN et al., 2004).

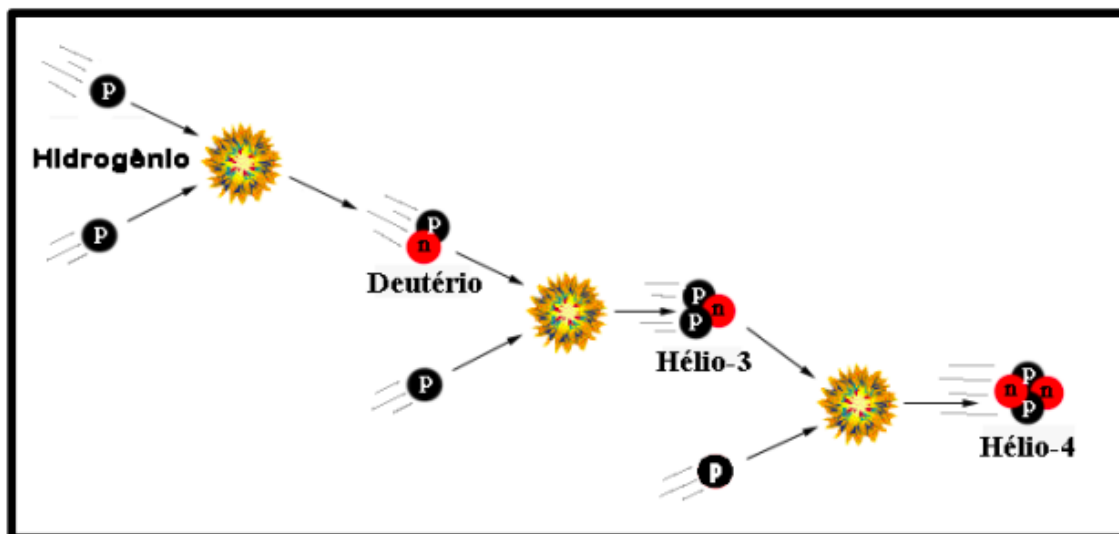
Viola (1990) explica o surgimento do deutério e do hélio, sendo a colisão de prótons e nêutrons responsável pela produção de deutério (*D*), e a produção de He³ através da captura de um próton pelo deutério ou da colisão entre dois núcleos de deutério, que além de produzir He³, também produziria trítio (H³). A colisão entre dois núcleos de He³ ou a captura de um He³ pelo trítio produziria He⁴. O Li pode ser formado pela colisão entre H³ e He⁴ ou pela captura de um elétron pelo Be⁷. Ao analisar as principais reações que ocorram na nucleossíntese primordial, pode-se observar que o núcleo mais pesado a ser formado é o Li⁷, e logo após o processo foi interrompido, pois devido à expansão, a temperatura e a densidade caíram rapidamente, tornando-se insuficientes para produzir núcleos após $t \cong 10^3$ segundos.

2.6.2 Nucleossíntese estelar

Os principais processos nucleares associados às estrelas e sua evolução, que se inicia com a fusão do hidrogênio, podem ocorrer de duas formas: pelo ciclo próton-próton (pp) e pelo ciclo CNO. Para temperaturas de aproximadamente $T \leq 2 \times 10^7$ K o processo pp é mais provável de ocorrer (MATTEUCCI, 2012).

Em estrelas com temperaturas centrais da ordem de 10 milhões de kelvin, como o Sol, a transformação do hidrogênio em hélio ocorre principalmente através do ciclo pp. O ciclo pp pode ser subdividido em três ramos denominados pp1, pp2, pp3, vale ressaltar que nos ramos do ciclo pp são formados hélio e pequenas quantidades de lítio (Li) e berílio (Be). No ramo pp2, uma pequena quantidade de Li é produzida, enquanto no ramo pp3 é produzido Be (IMPEY; WENGER, 2020). Um exemplo de cadeia pp pode ser visto na Figura 5.

Figura 5 – Representação da formação de um Hélio a partir de hidrogênios, exemplo de cadeia pp



Fonte: Oliveira (2014)

No processo triplo- α ocorrem as reações de fusão com o hélio, a alta abundância de hélio no interior das estrelas favorece a formação de carbono. Essa reação só ocorre eficientemente em temperaturas superiores a 100 milhões de kelvin. O Be^8 formado na colisão de duas partículas α , decai em $6,7 \times 10^{-17} \text{s}$, formando dois núcleos de He. Assim, temos que, para temperaturas típicas no interior das estrelas, são produzidos os elementos químicos He, Be, C e O (ZEILIK; GREGORY, 1998; KOLATA, 2020).

As reações de fusão com carbono ocorrem em estrelas acima de 8 massas solares, quando a temperatura do núcleo atinge $T \sim (5 - 10) \times 10^8 \text{ K}$. As prováveis reações que ocorrem neste processo podem gerar Ne^{20} , Mg^{24} , Mg^{23} , Mg^{27} , Si^{28} , Na^{23} , Be^8 , S^{31} , S^{32} , Si^{30} , S^{28} , P^{31} , Al^{27} , Co^{56} , Fe^{56} , Ni^{56} (MATTEUCCI, 2012). Outro processo importante é a captura de nêutrons, na qual os elementos químicos são formados a partir do Fe por reações de fusão endotérmica. Para este processo, é necessária a captura de nêutrons pelos núcleos sementes, que pode ocorrer por meio de dois processos que são: processo s (lento) e processo r (rápido). Os nêutrons podem ser formados por várias reações nucleares que formarão elementos cada vez mais pesados (MATTEUCCI, 2012). Vale ressaltar que o que determina o tipo de processo é o tempo de captura de nêutrons em relação ao tempo de decaimento β . Se o tempo for longo, existe o processo s, caso contrário, existe o processo r.

O processo s ocorre em estrelas gigantes frias e produz elementos de até Bi^{209} , como Y, Ba, Sr, Zr, La, Ce. No processo-r, assim que ocorre a captura de nêutrons, ocorre o decaimento β , que produzirá elementos com massa maior que a de Bi^{209} , como Eu, Dy, Sm. O processo r é observado na vizinhança de estrelas de nêutrons, bem como em supernovas do tipo II. Alguns elementos são formados em ambos os processos, como Rb, Pr e Nd (MATTEUCCI, 2012; VIOLA, 1990).

Relacionando os processos de formação de elementos químicos e a evolução das estrelas, [Johnson \(2019\)](#) apresentou a construção da Tabela Periódica considerando as contribuições de cada processo para a formação de elementos químicos no Sistema Solar. O código de cores é usado para representar a origem da formação de elementos químicos pelas fontes nucleossintéticas de elementos no Sistema Solar (ver Figura 6).

Figura 6 – Tabela a origem dos elementos do sistema solar

The Origin of the Solar System Elements

1 H	big bang fusion											cosmic ray fission					2 He						
3 Li	4 Be	merging neutron stars											exploding massive stars					5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg	dying low mass stars											exploding white dwarfs					13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr						
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe						
55 Cs	56 Ba	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn							
87 Fr	88 Ra																						
		57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu							
		89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U																		

Fonte: Jennifer A. Johnson- 10.1126/science.aau9540.

2.7 O jogo: A tabela periódica segundo a cosmoquímica

A elaboração do jogo contou com a participação de professores de Química e Física/Astrofísica, o que facilitou a interação entre os temas. As fontes utilizadas como base teórica para o jogo foram [Esteban et al. \(2004\)](#) e [Saraiva \(2004\)](#).

O jogo foi desenvolvido com o objetivo de ser um recurso didático utilizado no ensino de conceitos fundamentais da nucleossíntese, o que permite compreender a síntese dos elementos químicos nas estrelas. Apresentar a origem dos elementos químicos da Tabela Periódica pode possibilitar aos alunos uma compreensão de como o Universo surgiu e evoluiu, fornecendo uma compreensão mais abrangente sobre o tema e aprofundando o conteúdo visto em aula.

O jogo foi desenvolvido com foco no EM como público-alvo, para apresentar os conceitos sobre a Tabela Periódica e a origem dos elementos químicos. A utilização do jogo proporciona aos alunos aulas mais interativas, com um recurso que os motive a conhecer mais sobre a Tabela Periódica, promover o desenvolvimento cognitivo e habilidades

que podem contribuir para o aprendizado nas aulas, tornando-os protagonistas do seu aprendizado.

O jogo possibilita o desenvolvimento de habilidades como: compreender de onde surgiram os elementos químicos; lembrar ou reconhecer o nome, símbolo e número atômico dos elementos; estabelecer relações entre os elementos químicos e a sua utilização no cotidiano; associar a posição de um elemento na Tabela Periódica. O jogador/aluno pode desenvolver a capacidade de processar informações e reconhecer padrões além de ampliar a capacidade de reação e coordenação motora.

2.7.1 Etapas de desenvolvimento do jogo

O desenvolvimento do jogo foi dividido em quatro etapas. De acordo com [Schell \(2011\)](#) os elementos que compõem um jogo podem ser agrupados em quatro categorias (narrativa, tecnologia, estética, mecânica) cada categoria precisa ser bem desenvolvida, devem possuir igual valor num jogo e apresentar uma relação de influência recíproca entre si.

A elaboração do jogo iniciou-se com as buscas das bases teóricas da formação dos elementos químicos em referenciais relacionados ao tema e, em seguida, foram elaboradas as fases do jogo. Foram realizadas seleções das principais reações nucleares a serem apresentadas no jogo, para que este jogo não se tornasse complexo, difícil e demorado. Assim, apenas as informações necessárias para que os alunos entendessem a origem dos elementos químicos foram inseridas. A simplificação foi feita de forma a não comprometer a compreensão do conteúdo e do jogo, deixando de lado assuntos típicos do ensino superior. Esta estratégia de seleção e simplificação de informações está relacionada ao que propõem [Kiili et al. \(2014\)](#), ao falar das lentes da memória sensorial e da mente processante, ambas estão correlacionadas, e o excesso de informação pode prejudicar a atenção do jogador, por isso adequar as informações selecionando as mais importantes contribui para que se atinja um determinado objetivo.

Este primeiro passo teve como resultado a criação da narrativa do jogo, para [Schell \(2011\)](#) a narrativa corresponde à sequência de eventos que se desdobram no jogo, pode ser linear e previamente determinada ou ramificada e emergente. O papel da mecânica e da estética é reforçar as ideias da história do jogo e a escolha do tipo de tecnologia deve ser a mais adequada à narrativa.

Para [Schell \(2011\)](#) a tecnologia é qualquer material que torna o jogo possível, sendo portanto uma categoria que limita ou não o que pode ser feito. É por meio dela que a estética, a mecânica e a narrativa serão trabalhadas. O segundo passo da construção do jogo foi a escolha da tecnologia, optou-se pela tecnologia digital, com uma linguagem de programação apropriada. Optou-se por utilizar a linguagem PYTHON juntamente com a

biblioteca Pygame (SHINNERS et al., 2011), por ser uma linguagem gratuita e já haver muitos trabalhos publicados voltados para games. As ferramentas do programa Gimp também foram utilizadas na produção das imagens gráficas e dos objetos interativos, como nave espacial, elétrons, átomos, estrelas, personagem (astronauta), entre outros.

O terceiro passo na construção do jogo contou com a escolha de uma estética apropriada. O *design* apresentado no jogo é composto por ilustrações em duas dimensões, são apresentadas imagens coloridas e cenários simples a fim de atrair a atenção do jogador/aluno. Os textos apresentados nas imagens podem ser em português ou em inglês, a depender da versão escolhida. As imagens da Tabela Periódica estão disponíveis em licença Creative Commons BY-SA 4.0 em inglês (Enevoldsen, 2016) e em português (Holzle, 2023). Algumas informações sobre os elementos químicos são apresentadas no jogo como: nome do elemento químico, símbolo, número atômico e configuração eletrônica. Para compor o cenário, o jogo TPSC apresenta uma nave espacial, elétrons, átomos, estrelas, personagem (astronauta), entre outros.

Segundo Schell (2011) a estética está relacionada às sensações proporcionadas pelo jogo, sons e aparências. Neste caso a categoria tecnologia é responsável por ampliar e reforçar as experiências, causando no jogador uma imersão adequada no jogo. A mecânica e a narrativa fazem com que o jogador reconheça o mundo no qual a estética foi definida no tempo certo e com maior impacto.

O último passo na construção do jogo consistiu em escrever o código do jogo, adicionar o menu, lembretes, regras, informações e toda a teoria necessária para um entendimento simples e coeso sobre a formação dos elementos químicos vistos na Tabela Periódica. Em um jogo a mecânica comporta os procedimentos e regras, dita os objetivos e como alcançá-los, além de dar um retorno à ação do jogador (SCHELL, 2011).

Segundo Schell (2011) “as funções mecânicas do jogo, estão relacionadas ao tipo de tecnologia escolhida para o jogo, a tecnologia deve ser capaz de suportar as funções da mecânica, a estética deve enfatizá-la claramente e a narrativa deve permitir à (às vezes estranha) mecânica do jogo fazer sentido”.

O jogo é composto por três fases, em cada fase o usuário encontra um tipo de desafio. Ao formar o núcleo atômico de um elemento químico, alguns dados sobre esse elemento aparecem na tela, em seguida esse elemento químico é adicionado à Tabela Periódica do jogador.

2.7.2 Enredo do Jogo digital TPSC

O jogo TPSC apresenta como personagem um astronauta que quer encontrar os primeiros elementos químicos que surgiram no Universo. Para realizar esta tarefa ele conta com uma nave espacial e um traje que lhe permite viajar até as estrelas e enfrentar

diferentes níveis de temperatura e pressão.

O astronauta tem como objetivo preencher uma Tabela Periódica, possibilitando ao jogador ver qual elemento químico foi formado, quais são suas características, onde ele é encontrado e quais as condições físicas para formá-lo. Para cumprir essa tarefa ele captura um núcleo atômico e o lança em direção a outro núcleo, formando um terceiro elemento, que será capturado pelo astronauta e armazenado. As fases do jogo são separadas de acordo com os processos que geram os elementos.

Para que a Tabela Periódica seja preenchida e o jogo seja contextualizado na cosmologia, o astronauta deve passar por estrelas de diferentes massas e por regiões onde há supernovas. Dessa forma, ele pode coletar os elementos químicos. As etapas do jogo podem ser vistas no fluxograma mostrado na Figura 7.

O jogo TPSC está disponível com acesso gratuito no site <<https://sites.google.com/site/credianafaria/>>, em duas versões, português e inglês. Na Figura 8, são apresentadas as telas de inicialização do jogo, nessas telas o usuário encontra instruções, objetivos e uma descrição breve do jogo.

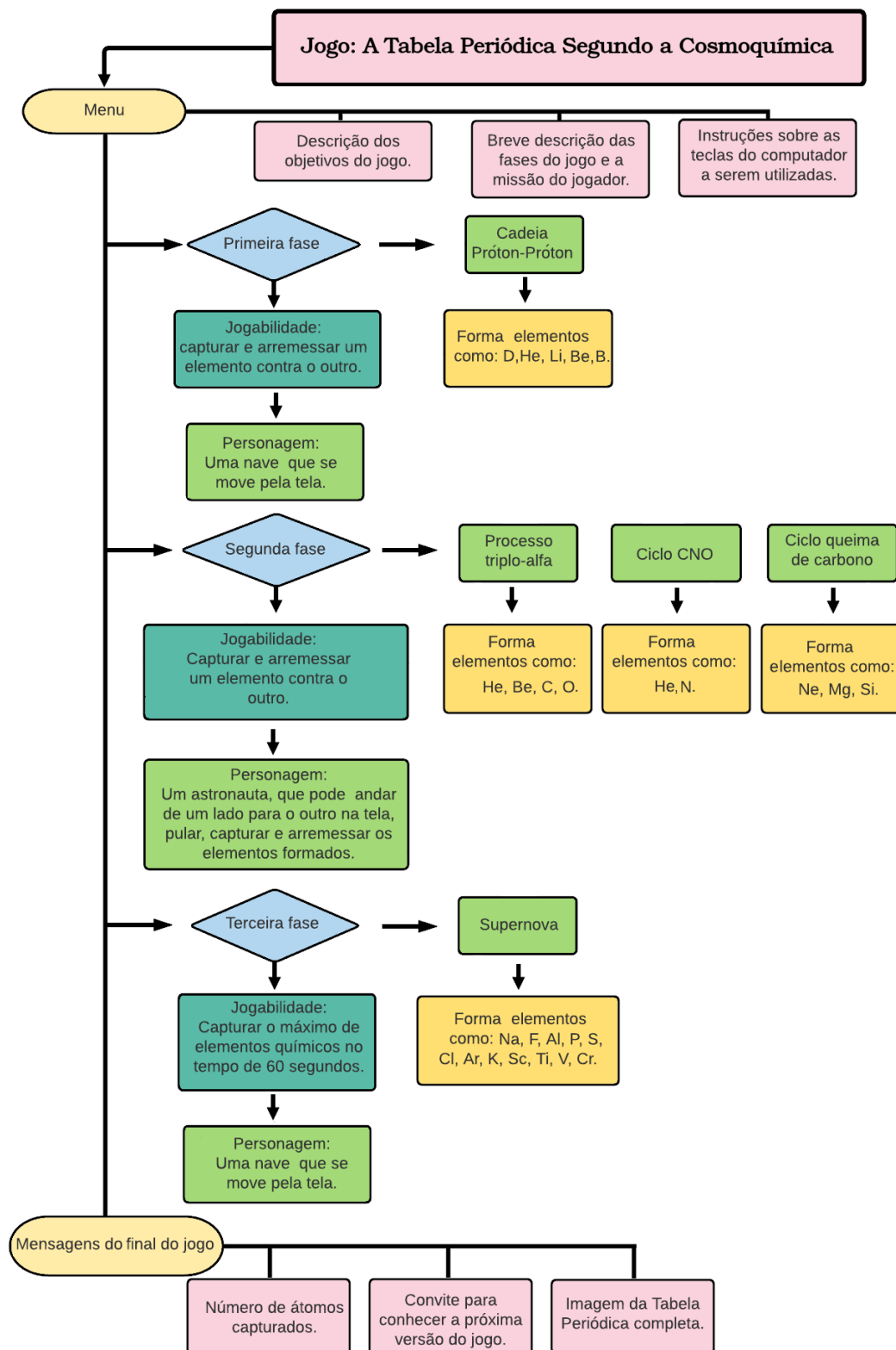
Na Figura 8, observa-se: Em (a) a primeira imagem do jogo, com botões para iniciar, obter informações e sair. (b) Breve descrição dos objetivos do jogo e botão para ir para a próxima parte. (c) Breve descrição das fases do jogo, a missão do jogador e um botão para ir para a próxima parte. (d) Instruções sobre as teclas do computador a serem usadas e um botão de jogo.

O jogo começa com a captura de um próton, optou-se por mostrar no jogo a formação desses elementos na cadeia pp, que ocorre nas estrelas. Depois de capturar um próton, o astronauta o arremessa contra outro próton para formar deutério, com emissão de um pósitron. Então, jogando deutério em direção a outro próton, o astronauta produz um núcleo de hélio, o segundo elemento da Tabela Periódica. Este processo de lançar e capturar é repetido para formar outros elementos químicos como Li, Be e B. Após formar o elemento químico B, o astronauta terá passado a primeira fase do jogo.

Ao realizar a colisão entre dois núcleos (Figura 9), espera-se que o aluno entenda que é necessário que esses núcleos tenham uma energia cinética suficientemente alta para que a formação do novo elemento químico ocorra. Por essa razão, a reação só ocorre em temperaturas muito altas, difíceis de reproduzir aqui na Terra. A partir disso, ele pode concluir que essas reações de fusão precisam de altos valores de temperatura de pressão para ocorrerem. Ao visualizar a imagem representativa do elemento químico formado, o aluno pode reconhecer seu símbolo, algumas de suas características, bem como um local onde pode ser encontrado ou utilizado.

Após a captura do elemento químico, ele será posicionado na Tabela Periódica. Nesse momento o aluno pode visualizar e entender por que o elemento foi posicionado

Figura 7 – Fluxograma com todas as etapas do jogo “A tabela periódica segundo a cosmoquímica”



Fonte: Autora.

naquele local. Os pequenos textos disponibilizados durante o jogo têm o objetivo de informar o usuário para que ele possa entender que esses elementos químicos são formados

Figura 8 – Telas de inicialização do jogo



Fonte: Autora.

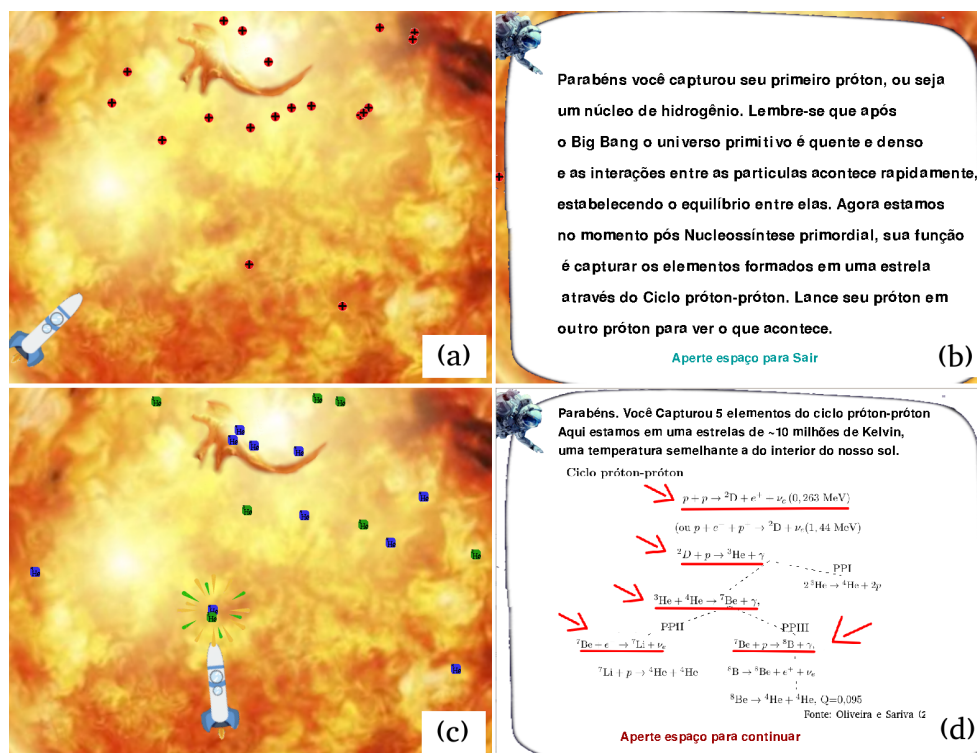
até hoje no interior das estrelas, conforme mostra a Figura 9.

Observa-se na Figura 9 em (a) a primeira fase do jogo, com a captura de prótons no ciclo pp de estrelas de baixa massa. (b) Aviso sobre a captura do primeiro próton, e um pouco sobre a história do jogo, bem como o início da captura de elementos na nucleossíntese das estrelas. (c) A mensagem anterior pede ao jogador que lance o próton em outro próton para ver o que acontece, esta ação é mostrada nesta imagem, neste caso, o momento em que um átomo de He^4 colide com um de He^3 criando um núcleo de berílio. (d) As reações ocorridas no jogo são mostradas no final desta fase em uma mensagem, com um sublinhado vermelho.

A Figura 10 mostra algumas telas da segunda fase do jogo, nas quais ocorrem a formação de outros elementos químicos no ciclo CNO, triplo- α e processos de queima de carbono. Nesta fase o astronauta sai da nave e caminha dentro da estrela, vestindo uma roupa especial.

Na Figura 10, observa-se: Em (a) O personagem está na Fase 2, ele se encontra em uma estrela, ele captura um átomo de He^4 e o joga em um átomo de Mg^{24} formando um átomo de Silício. (b) O astronauta apresenta qual elemento foi gerado, neste caso, um átomo de silício, e também apresenta algumas informações sobre o átomo. (c) O átomo capturado começa a ser adicionado à tabela em sua posição correta, é apresentado um movimento interativo do elemento químico que está sendo colocado na Tabela Periódica.

Figura 9 – Etapas iniciais do jogo



Fonte: Autora.

(d) Na imagem temos uma breve explicação das condições para que ocorra o ciclo de queima de carbono; em vermelho estão as etapas do ciclo que foram aprendidas no jogo.

Na terceira fase, uma supernova dá origem aos demais elementos ainda não capturados nos processos anteriores (Figura 11). Os elementos são capturados e adicionados à Tabela Periódica. Nesta fase a jogabilidade do usuário é estimulada pela inserção de um limite de tempo disponível para realizar a captura dos elementos químicos. Algumas informações sobre esses elementos e onde eles se encontram na Tabela Periódica são apresentadas. Para tanto, nesta fase a Tabela Periódica é anexada ao canto inferior esquerdo da tela, facilitando a visualização.

Na Figura 11 observa-se em (a) e (b) o personagem da Fase 3 que tem um tempo de 60 segundos para capturar o máximo possível de elementos gerados por, uma explosão de supernova. Neste caso, temos os momentos de captura de um átomo de alumínio e potássio. (c) Mensagem de fim do jogo indicando quantos átomos foram capturados. (d) Tabela Periódica Completa, com todas as figuras dos átomos depois de capturadas e adicionadas em sua posição correta.

Após apresentar o jogo TPSC, entende-se que é necessário investigar como um jogo pode proporcionar o desenvolvimento de habilidades importantes para os alunos, para tanto, a seguir são apresentados alguns elementos de jogos elencados por Martins e Giraffa (2015) e suas contribuições para o ensino. Os elementos apresentados são: Enredo,

Figura 10 – Formação de outros elementos químicos no ciclo de queima de carbono

(a)

(b) Você acaba de capturar o átomo:

Si \square \oplus **14**
Silício
 Pedra, Areia, e Solo

Silício

Si	Símbolo	Si
14	Número atômico	14
	Massa atômica	28,086
	Configuração eletrônica	[Ne] 3s ² 3p ²

Aperte espaço para continuar

(c) Tabela Periódica dos Elementos

(d) Parabéns. Você Capturou 3 elementos da queima de Carbono

Queima do carbono
 Para estrelas acima de 8 massas solares, quando a temperatura central atinge $T \approx 5 - 10 \times 10^8$ K:

$^{12}\text{C} + ^{12}\text{C} \rightarrow \alpha + ^{20}\text{Ne}$
 $^{15}\text{O} + \alpha \rightarrow \gamma + ^{20}\text{Ne}$
 $^{20}\text{Ne} + \alpha \rightarrow \gamma + ^{24}\text{Mg}$
 $^{24}\text{Mg} + \alpha \rightarrow \gamma + ^{28}\text{Si}$
 $^{12}\text{C} + ^{12}\text{C} \rightarrow p + ^{23}\text{Na}$
 $^{23}\text{Na} + p \rightarrow \alpha + ^{20}\text{Ne}$
 $^{23}\text{Na} + p \rightarrow \gamma + ^{24}\text{Mg}$

Fonte: Oliveira e Sariva (2014)

Aperte espaço para continuar

Fonte: Autora.

Figura 11 – Terceira fase

(a)

Al \square \oplus **13**
Alumínio
 Aviões

(b)

K \square \oplus **19**
Potássio
 Frutas e Vegetais

(c) Parabéns, você conseguiu capturar: 21 átomos

Nesse jogo você pôde aprender um pouco sobre a origem dos elementos químicos da Tabela Periódica, mas ainda temos muito à aprender. Uma segunda versão desse jogo está em produção e trará uma apresentação mais completa.

Nos veremos em breve na versão 2...

Aperte espaço para Sair

(d) Tabela Periódica dos Elementos

Fonte: Autora.

personagem, missão, objetivos, níveis/desafios, recursos, desempenho.

2.7.3 Elementos do jogo com potencial para o processo de ensino e aprendizagem

Segundo [Martins e Giraffa \(2015\)](#) alguns elementos de jogos podem ser utilizados nas práticas pedagógicas gamificadas como potenciadores dos processos de ensino e aprendizagem. Com base nestes elementos, pode-se dizer que o jogo TPSC compreende a maioria destes elementos potenciadores dos processos de ensino e aprendizagem.

Os elementos apontados por [Martins e Giraffa \(2015\)](#) são:

- Enredo, segundo as autoras, consiste na representação de um cenário ou contexto, é o elemento responsável por caracterizar o ambiente do jogo e o personagem, pode servir de plano de fundo para a missão. O enredo principal do jogo consiste em um astronauta que pretende capturar os primeiros elementos químicos que surgiram no Universo e preencher sua Tabela Periódica.
- O personagem, segundo as autoras, é a representação virtual (digital ou não) do estudante, ou seja, seu avatar. No jogo o principal avatar é um/uma astronauta que tem como objetivo preencher uma Tabela Periódica virtual. São fornecidas informações importantes sobre os temas abordados no jogo, é por meio destas informações que o jogador/aluno encontra subsídios para construir seu aprendizado.
- A missão, segundo as autoras, é a meta do jogo e está relacionada com o enredo. Cumprir a missão significa concluir todos os níveis/desafios que levam ao fim do jogo. No caso do jogo a missão é capturar um núcleo atômico e lançá-lo em direção a outro núcleo, de modo a formar o núcleo de um terceiro elemento químico. Posteriormente, capturar este novo elemento químico para preencher a Tabela Periódica. Nestes processos o jogador/aluno pode ver qual elemento químico foi formado a partir dos elementos anteriores e várias informações a respeito do novo elemento químico.
- Os objetivos, segundo as autoras, aparecem no jogo por meio de regras e têm a função de direcionar o jogo. Os objetivos devem ser pontuais, claros e passíveis de serem concluídos ao término dos níveis/desafios. No jogo TPSC os objetivos específicos estão presentes nas regras relacionadas a lançar um elemento químico contra o outro e capturar o elemento químico formado antes que ele saia do seu campo de visão na tela (fase 1 e 2) ou que se esgote o tempo (fase 3).
- Os níveis/desafios, segundo as autoras, são etapas determinadas pelos objetivos específicos. Ao concluí-las avança-se para uma nova etapa/fase e, neste processo, o jogador pode ganhar itens e/ou pontos, melhorando seu desempenho. Os desafios

no jogo TPSC são: lançar o núcleo de um elemento químico contra outro e acertá-lo; capturar o novo elemento rapidamente; controlar o avatar de cada fase e conseguir o maior número de elementos químicos ao final do jogo.

- Os recursos, segundo as autoras, são auxílios fornecidos por pessoas ou ferramentas (de forma online ou não) que o jogador/estudante recebe enquanto cumpre a missão. São fornecidos por meio da colaboração de outros sujeitos, dos tutoriais explicativos (help) ou nos recursos que auxiliam na aquisição de itens. No jogo TPSC, o recurso aparece na forma de help, que são mensagens para orientar as ações do jogador/aluno.
- O desempenho, “constitui-se nos resultados quantitativos e qualitativos das aprendizagens alcançadas ao longo das etapas atreladas dos níveis/desafios. Considera todo o processo de ensino e aprendizagem desenvolvido na resolução da missão” (MARTINS; GIRAFFA, 2015, p. 17). Para as autoras a pontuação é quantificada por meio de pontos, relacionada ao desempenho quantitativo e aos itens recebidos pelo estudante. No jogo o desempenho é medido de forma quantitativa, por meio da soma dos elementos químicos capturados, mas não é medida a aprendizagem alcançada ao longo das etapas.

Os demais elementos de jogos digitais (itens, XP e colaboração) apontados pelas autoras não são contemplados no jogo TPSC. Considerando estes aspectos o jogo possui grande potencial como recurso pedagógico, podendo ser utilizado de forma remota ou presencial pelos professores.

3 Metodologia

Esta pesquisa possui carácter de pesquisa empírica descritiva de natureza qualitativa e quantitativa. Para [Gil et al. \(2002\)](#)

as pesquisas descritivas têm como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou, então, o estabelecimento de relações entre variáveis. São inúmeros os estudos que podem ser classificados sob este título e uma de suas características mais significativas está na utilização de técnicas padronizadas de coleta de dados, tais como o questionário e a observação sistemática. [Gil et al. \(2002, p. 42\)](#)

Segundo o autor as pesquisas descritivas trabalham com pesquisadores sociais preocupados com a atuação prática, normalmente são solicitadas por vários tipos de organizações com as instituições educacionais.

A coleta de dados é realizada através da técnica de interrogação, neste caso utilizou-se questionários. Que segundo [Gil et al. \(2002\)](#) é um conjunto de questões que são respondidas por escrito pelo pesquisado e constitui-se como o meio mais rápido e barato da obtenção de informações, além de não exigir treinamento de pessoal e garantir o anonimato dos participantes.

“A elaboração de um questionário consiste basicamente em traduzir os objetivos específicos da pesquisa em itens bem redigidos. Naturalmente, não existem normas rígidas a respeito da elaboração do questionário.” [Gil et al. \(2002, p. 116\)](#)

Nessa pesquisa, dois questionários com perguntas abertas foram desenvolvidos e um terceiro foi adaptado de [Savi \(2011a\)](#). As aplicações dos questionários foram realizadas de forma presencial e remota. Com respostas fornecidas em folhas de papel e por meio da plataforma digital, Google Forms. Os participantes da pesquisa (alunos de EF, EM o e Ensino Superior) e os professores, foram informados sobre os objetivos da pesquisa. Em seguida os alunos foram convidados a participar de forma voluntária da pesquisa.

A coleta dos dados foi realizada a partir das aplicações da pesquisa em cada turma. A análise dos dados coletados buscou verificar a qualidade do jogo TPSC com base nas percepções dos alunos e se este apresenta potencial como recurso didático.

A pesquisa contou com a participação de alunos em diferentes níveis de escolaridade, todos participaram de forma voluntária, respondendo aos questionários subjetivos para uma análise quantitativa e qualitativa. Participaram da pesquisa 12 alunos do 6º ano do EF, com faixa etária entre 11 a 12 anos de idade. Destes, 56,3% são do gênero feminino e 43,7% do gênero masculino. Todos jogam jogos digitais, 16,7% são jogadores que jogam com pouca frequência e 83,3% jogam diariamente.

Participaram da pesquisa 8 alunos do 1° ano do EM, 100% deles estavam na faixa etária entre 15 a 25 anos de idade. Destes, 62,5% são do gênero masculino e 37,5% do gênero feminino. Todos jogam jogos digitais 62,5% são jogadores que jogam com pouca frequência e 37,5% jogam diariamente.

Participaram da pesquisa 12 alunos da disciplina de Introdução à Física Experimental (FIS004), 16 alunos da disciplina de Atividades Técnico Científico Culturais (FIS031) graduandos de Física Licenciatura e 4 alunos disciplina de Física Geral Experimental (FIS013) graduandos de Química Licenciatura. Algumas das características dos alunos de graduação participantes da pesquisa são: 59,4% com faixa etária entre 18 a 30 anos, 18,7% de 31 a 40 anos de idade, 18,7% de 41 a 50 anos de idade e 3,2% de 51 a 60 anos de idade. Destes 68,7% dos participantes são do gênero masculino e 31,2% do gênero feminino, a maioria costuma jogar jogos digitais com pouca frequência (65,6%), 28,1% jogam diariamente e 6,3% não jogam.

A pesquisa teve a aprovação da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), com o projeto CAAE53427221.7.0000.5094. A pesquisa seguiu as orientações do comitê de ética, foram mantidos o anonimato dos participantes, os mesmos foram avisados dos riscos da pesquisa que são advindos de qualquer processo de pesquisa, como de se sentir desconfortável com alguma atividade, ou ainda, se sentir constrangido em função da presença de um indivíduo externo à escola. Contudo, foram adotadas todas as medidas necessárias para minimizá-los. Não foram realizadas atividades e/ou perguntas que pudessem ferir a integridade física ou moral dos envolvidos, não foram feitas questões de foro íntimo, garantindo assim, o respeito à dignidade enquanto pessoa e estudante. Não foram emitidos juízos de valor sobre as respostas obtidas, e nem sobre os documentos analisados, da mesma forma que não se pretende com essa pesquisa julgar ou fazer críticas ao conhecimento dos envolvidos.

Os objetivos da pesquisa foram explicados de forma clara e objetiva para os envolvidos, sendo disponibilizado o contato dos pesquisadores para quaisquer dúvidas e/ou esclarecimentos em qualquer momento da pesquisa. Atendeu-se os aspectos éticos e legais, solicitou-se a autorização e a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) ou do Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) dependendo da idade do participante, a preservação do sigilo de identidade de todos os participantes, sendo que, as informações obtidas por meio dos instrumentos de coleta de dados foram tratadas de forma anônima e confidencial, apenas os resultados serão revelados em eventos ou revistas científicas. Não há resultados prejudiciais advindos da pesquisa, todos os envolvidos serão comunicados dos resultados da pesquisa após a sua conclusão, através de um e-mail enviado à escola ou ao professor, com o resultado da análise realizada que trará resultados agregados, o que permitirá o anonimato e a confidencialidade de cada participante.

Independente do contexto que o jogo foi aplicado, a participação dos alunos na

pesquisa foi voluntária, a pesquisa foi aplicada a diferentes níveis de ensino com a intenção de obter as mais diversas opiniões sobre o jogo. Dessa forma, para cada contexto, um docente foi convidado a fornecer algumas aulas para a aplicação da pesquisa.

Nas turmas em que os alunos eram menores de idade, só participarão da pesquisa os alunos que entregaram o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido assinado pelo responsável. Nas turmas em que os alunos eram maiores de idade, a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido foi necessária. Quando ocorreram ambos os casos na mesma turma, foi pedido a assinatura do docente nestes documentos.

Inicialmente, a pesquisa foi aplicada a uma turma piloto, para averiguar as possíveis limitações e contratempos causados pela aplicação do jogo e questionários em um único dia. Após a aplicação, considerou-se o tempo de duas aulas em sequência seriam suficientes para a aplicação da pesquisa, visto que o jogo leva de 10 a 20 minutos para se passar por todas as fases e os questionários.

Os passos da aplicação da pesquisa foram: no primeiro momento, a explicação sobre a pesquisa e a aplicação do primeiro questionário. No segundo momento, os alunos foram apresentados ao jogo e puderam jogar, em seguida os alunos responderão aos últimos questionários. A pesquisa demandou em alguns casos a utilização de alguns destes itens: gravação de áudio, vídeo, *Print screen* da tela, formulário no Google Forms e reunião pelo Google Meet. Algumas turmas conversaram com um especialista na área de astronomia, a fim de ampliar suas compreensões sobre este tema, estas conversas aconteceram antes ou após a aplicação da pesquisa, mas não tiveram relação com a pesquisa. Os dois especialistas convidados eram doutores. O especialista A é doutor em Astrofísica, atua como professor de ensino superior e tem experiência na área de Astronomia, com ênfase em Cosmologia, atuando principalmente nos seguintes temas: Radiação Cósmica de Fundo em Micro-ondas, Radioastronomia e Instrumentação Astronômica. O especialista B é doutor em Astrofísica, trabalha como pesquisador, atua como astrônomo suporte do telescópio SOAR e com produção de softwares para redução de dados dos instrumentos do SOAR e OPD. Tem experiência na área de Astronomia, com ênfase em Astrofísica do Meio Interestelar.

Nas turmas de EM o (turma piloto) e da disciplina de FIS004, essa conversa aconteceu após o jogo. Na turma de EF a conversa com o especialista aconteceu antes da aplicação do jogo. As outras duas turmas (disciplinas de FIS031 e FIS013) não conversaram com o especialista, visto que não foi possível coincidir com a agenda dos especialistas convidados. Os tópicos abordados nas conversas versavam sobre os temas que envolvem a astronomia e sobre dúvidas que surgiram após o contato com o jogo (turma piloto e da disciplina de FIS004). Esta interação dos especialistas com os alunos foi algo a mais presenciado pela autora, porém, não fez parte da pesquisa, sendo assim não refletem nos dados da pesquisa.

Para avaliar o jogo foram criados dois tipos de questionários, um seguindo o modelo de avaliação de jogos educacionais proposto por Savi (2011a) e o outro consistiu em um questionário com perguntas abertas aplicados a todas as turmas, porém, com número de perguntas diferentes.

Na turma piloto (EM) e na turma de EF, os questionários apresentaram poucas questões. O primeiro questionário, aplicado antes do jogo, tinham como propósito conhecer o que os alunos sabiam sobre os temas abordados no jogo. O segundo questionário, aplicado após o contato dos alunos com o jogo, tinha como propósito conhecer a opinião dos alunos a respeito do jogo e verificar se alguns aspectos do jogo foram bem desenvolvidos tais como (o jogo proporcionou aprendizado, divertimento, se as regras estavam claras, se o jogo foi interessante). Como foram uma turma presencial e outra remota, estas aplicações contribuíram para a percepção das dificuldades enfrentadas para à utilização do jogo no ensino, nos dois contextos.

Após a aplicação da pesquisa nestas duas turmas percebeu-se que os questionários com perguntas abertas deveriam ser modificados para as próximas turmas, visto que as primeiras versões dos questionários eram superficiais e não possibilitariam atingir todos os objetivos desta pesquisa. Sendo assim, foram elaboradas novas perguntas, as quais admitiam respostas curtas e buscavam compreender outros aspectos como por exemplo: a viabilidade de aplicação e utilização do jogo por estes participantes, qual contexto a utilização do jogo é mais apropriada, como o jogo poderia ser utilizado nas aulas, se o jogo proporciona conhecimento, compreensão e aplicação do aprendizado em outros contextos. Percebeu-se a necessidade de utilizar um modelo validado e prático para a avaliação de jogos educacionais, o modelo escolhido foi o proposto por Savi (2011a).

O Quadro 3.1 apresenta as principais informações do planejamento da aplicação da pesquisa nas duas turmas em que o jogo e os questionários foram aplicados inicialmente.

As principais informações do planejamento da aplicação da pesquisa nas três turmas em que os questionários foram aplicados após a inserção de novas perguntas no questionário de perguntas abertas são apresentadas no Quadro 3.2. Além disso, houve a adesão de um terceiro questionário de múltiplas escolha para a avaliação do jogo TPSC com relação a motivação, experiência do usuário e aprendizagem proposto por Savi (2011a).

O desenvolvimento do jogo foi pensado para o EM, ou seja, o público alvo inicial era o EM, a medida que a pesquisa foi sendo realizada, surgiram oportunidades de aplicar em outras turmas, e este foi o motivo da ampliação da pesquisa para além do público alvo.

A avaliação do jogo contou com a participação de diferentes públicos (alunos de educação Básica e Ensino Superior). Este tipo de avaliação que não foca apenas no público alvo tem sido aplicado por outros autores como Traver et al. (2021).

Quadro 3.1 – Planejamento das aplicações da pesquisa (Ensino Básico)

Primeira aplicação	
Turma.	Turma 1 (teste piloto)
Nível de ensino.	Ensino Médio (Presencial)
Duração da atividade desenvolvida.	Duas aulas de 50 minutos.
Objetivo da pesquisa.	Conhecer o que os alunos sabiam sobre os temas abordados no jogo; Conhecer a opinião dos alunos sobre o jogo, após ter jogado; Verificar se alguns aspectos do jogo foram bem desenvolvidos.
Questionários aplicados.	Primeira versão dos questionários de perguntas abertas (um questionário antes e outro após o jogo).
Segunda aplicação	
Turma.	Turma 2 (Ensino Fundamental, aplicação remota)
Nível de ensino.	Ensino Fundamental
Duração da atividade desenvolvida.	Duas aulas de 50 minutos.
Objetivo da pesquisa.	Conhecer o que os alunos sabiam sobre os temas abordados no jogo; Conhecer a opinião dos alunos sobre o jogo, após ter jogado; Verificar se alguns aspectos do jogo foram bem desenvolvidos.
Questionários aplicados.	Primeira versão dos questionários de perguntas abertas (um questionário antes e outro após o jogo)

Fonte: Autora.

Aplicar o jogo em diferentes contextos, remotos e presenciais foi importante para a pesquisa, visto que foi possível vivenciar as dificuldades impostas a cada situação. Além disso, coletar dados sobre a percepção dos alunos que estão em diferentes níveis de escolaridade, ajuda a definir quais os pontos que foram bem desenvolvidos no jogo e quais os pontos que precisam ser melhorados. Também ajuda a definir qual o melhor contexto para aplicar o jogo. Além disso, a facilidade de acesso as turmas contribuiu para o maior numero de dados coletados e conseqüentemente para uma melhor compreensão do jogo como um todo.

A aplicação da pesquisa no Ensino Superior também foi possível graças a facilidade de acesso a estas turmas. As disciplinas em que a pesquisa foi aplicada não tem relação com os temas abordados no jogo, portanto, as disciplinas em si não foram o fator principal que levou a aplicação da pesquisa, elas foram importantes no sentido de ampliar o publico que iria avaliar o jogo e contribuir com uma serie de dados.

Considerar a opinião de alunos do Ensino Básico até futuros professores contribui para uma visão mais abrangente do jogo, e isso é fundamental para que o jogo atinja seu objetivo.

Nas turmas de graduação (disciplinas FIS004, FIS031 e FIS013) foram aplicados os novos questionários 1 e 2 com questões abertas antes e após o jogo. Aplicou-se também

Quadro 3.2 – Planejamento das aplicações da pesquisa (Graduação)

Terceira aplicação	
Turma.	Disciplina de FIS004
Nível de ensino.	1º período do curso de graduação de Licenciatura em Física (Presencial)
Duração da atividade desenvolvida.	Duas aulas de 50 minutos.
Objetivo da pesquisa.	Avaliar a qualidade do jogo TPSC como jogo educacional com base na opinião dos participantes; Conhecer o que os alunos sabiam sobre os temas abordados no jogo antes e após o jogo; qual viabilidade de aplicação e uso do jogo; qual contexto o jogo é apropriado; avaliar a qualidade do jogo com relação a motivação, experiência do usuário e aprendizagem.
Questionários aplicados.	Dois questionários já modificados de perguntas abertas (antes e após o jogo) e um questionário de múltipla escolha seguindo o modelo proposto por Savi (2011a).
Quarta aplicação	
Turma.	Disciplina FIS031
Nível de ensino.	7º período do curso de graduação de Licenciatura em Física (EaD)
Duração da atividade desenvolvida.	Duas aulas de 50 minutos.
Objetivo da pesquisa.	Os mesmos objetivos que foram propostos para a turma de graduação da disciplina FIS004.
Questionários aplicados.	Dois questionários já modificados de perguntas abertas (antes e após o jogo) e um questionário de múltipla escolha seguindo o modelo proposto por Savi (2011a).
Quinta aplicação	
Turma.	Disciplina de FIS013
Nível de ensino.	1º período do curso de graduação de Licenciatura em Química (Presencial)
Duração da atividade desenvolvida.	Duas aulas de 50 minutos.
Objetivo da pesquisa.	Os mesmos objetivos que foram propostos para a turma de graduação da disciplina FIS004.
Questionários aplicados.	Dois questionários já modificados de perguntas abertas (antes e após o jogo) e um questionário de múltipla escolha seguindo o modelo proposto por Savi (2011a).

Fonte: Autora.

o questionário 3 que seguiu o modelo de avaliação de jogos educacionais proposto por Savi (2011a) após o contato dos alunos com o jogo. Este modelo utiliza como base outros modelos, que foram agrupados para avaliar diferentes aspectos no jogo. O modelo proposto por Savi (2011a) inicia-se com o modelo de avaliação de programas de treinamento de Kirkpatrick (1996) o qual não estabelece quais parâmetros devem ser utilizados para

avaliar a reação dos alunos. Neste caso [Savi \(2011a\)](#) estabelece e insere as subcomponentes que serão analisadas pelo modelo. Para avaliar a motivação, a experiência do usuário e a aprendizagem, o autor utilizou como base o modelo de ARCS desenvolvido por [Keller \(1987\)](#), um compilado das avaliações de experiência do usuário propostas pelos seguintes autores [Sweetser e Wyeth \(2005\)](#), [Poels, Kort e Ijsselsteijn \(2007\)](#), [Gamez \(2009\)](#), [Takatalo et al. \(2010\)](#) e por fim os três primeiros princípios de [Bloom et al. \(1956\)](#) juntamente com o modelo de [Moody e Sindre \(2003\)](#), respectivamente.

O modelo proposto por [Savi \(2011a\)](#) é composto por 3 subcomponente, 15 dimensões e 29 itens, que juntos formam um questionário de múltipla escolha. Para avaliar os objetivos educacionais o modelo ainda apresenta uma segunda parte que se refere aos itens customizados, sendo a taxonomia de Bloom o suporte teórico utilizado nesta parte para avaliar os níveis de conhecimento, compreensão e aplicação. Nesta pesquisa optou-se por não utilizar os itens customizados. Para substituir estes itens customizados e coletar dados mais qualitativos, foram aplicadas algumas questões abertas nas turmas de graduação com a intenção de avaliar o aprendizado de acordo com a taxonomia de Bloom.

Os dados são coletados através de um questionário, o qual apresenta afirmações como alternativas de respostas, estas afirmações correspondem a escala Likert com valores de -2 a +2. O objetivo do modelo de avaliação de jogos educacionais é: “realizar avaliações da qualidade dos jogos educacionais por meio da percepção dos alunos a respeito dos níveis de motivação, experiência do usuário e aprendizagem promovidos por um jogo” [Savi \(2011a\)](#).

Conforme as aplicações da pesquisa foram acontecendo nas turmas de graduação, o questionário 3 foi sendo modificado. Na turma da disciplina FIS031 o questionário foi idêntico ao proposto por [Savi \(2011a\)](#) com os 29 itens/afirmações. Na disciplina de FIS004, julgou-se necessário dividir as duas afirmações dos itens 7 e 16 em mais duas outras afirmações, sendo assim o questionário final ficou com 31 afirmações. Na turma FIS013, o item 7 também foi dividido em duas afirmações e o item 16 foi retirada a palavra competição, pois se entendeu que por ser um jogo individual a competição dentro do jogo não aconteceria.

Segundo [Savi \(2011b\)](#) ao utilizar o modelo para a avaliação de um jogo educacional este precisa ser revisado em termos da relevância dos itens e, se for necessário, adaptado ao contexto, ao tipo de jogo e aos objetivos de avaliação.

Além do questionário de múltipla escolha, os dados também foram coletados através de perguntas dissertativas. As respostas obtidas foram analisadas quantitativamente e qualitativamente, tendo como base a análise descritiva.

A seguir são apresentados com mais detalhes os contextos das turmas em que a pesquisa foi aplicada.

3.1 Aplicação do jogo em uma turma piloto

Para a aplicação na turma de EM as primeiras ações foram entrar em contato com uma instituição de ensino, apresentar a pesquisa e o jogo como um recurso para aulas que utilizam metodologia ativa voltadas para o ensino da origem dos elementos químicos. Mediante a aprovação e assinatura do Termo de Autorização da Instituição, foi realizado o convite para os professores e para uma turma. Um professor se dispôs a aplicar o jogo em sua turma de 2^o ano do EM. Foram convidados a participar da pesquisa 23 alunos, a participação na pesquisa aconteceu mediante a entrega do termo TCLE assinado, então 8 alunos puderam participar. Os alunos participantes não possuíam formação sobre os temas apresentados no jogo. Dessa forma, o jogo foi utilizado para apresentar aos alunos a origem dos elementos químicos da Tabela Periódica. Após a sequência de aplicação do jogo e dos questionários os alunos foram convidados a participar de uma conversa com o especialista e sanar diversas dúvidas sobre o tema.

Em um primeiro momento foram entregues aos alunos os TCLE, com campos de assinatura para o participante (aluno), responsável pelo aluno, docente da sala e pesquisadora. Só participaram da pesquisa os alunos que entregaram o TCLE devidamente assinados. No dia da aplicação os alunos foram levados para a sala de informática e receberam as orientações sobre a pesquisa e seus objetivos e, logo após, responderam a um questionário em papel com perguntas abertas que visavam identificar seus conhecimentos sobre a Tabela Periódica e sua experiência com jogos digitais.

Após responderem o primeiro questionário, os alunos receberam um notebook com o jogo já instalado e tiveram tempo de jogá-lo quantas vezes quisessem. Foi necessário levar os notebooks com o jogo já instalado, porque a escola, apesar de ter uma sala de informática, segue as orientações para não instalar nada que não seja permitido pelo governo, este foi um dos acordos feitos com a escola para que a aplicação da pesquisa fosse possível. Em seguida, responderam a um segundo questionário, composto por questões abertas que visavam verificar a interação dos alunos com o jogo e identificar se alguns dos objetivos da pesquisa foram alcançados. Os dois questionários aplicados nesta turma podem ser visto no Apêndice A.

No último horário de aula os alunos da turma inteira tiveram a oportunidade de tirar suas dúvidas sobre astronomia com um especialista, a participação do especialista ocorreu de forma online. A pesquisadora acompanhou de forma presencial a aplicação da pesquisa e a aula com a participação do especialista.

3.2 Aplicação do jogo na turma de 6° ano

A presença de conteúdos de astronomia no EF, favoreceu a aplicação do jogo em uma turma de 6° ano. A professora formada em Ciências Biológicas realizou uma breve retomada aos temas de astronomia. Temas que os alunos provavelmente tiveram contato nos anos anteriores. Sendo assim, nesta pesquisa fez-se necessário considerar a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), para compreender o contexto de aprendizagem destes alunos.

A unidade temática Terra e Universo, prevista pela BNCC para os anos iniciais e finais do EF, apresenta os objetos de conhecimento e as habilidades a serem desenvolvidas. Com relação a astronomia segundo [Brasil \(2017\)](#), os objetos de conhecimento do 1° ao 6° ano são:

- Escalas de tempo. No 1° ano.
- Movimento aparente do Sol no céu; O Sol como fonte de luz e calor. No 2° ano.
- Características da Terra; Observação do céu; Usos do solo. No 3° ano.
- Pontos cardeais; Calendários, fenômenos cíclicos e cultura. No 4° ano.
- Constelações e mapas celestes; Movimento de rotação da Terra; Periodicidade das fases da Lua; Instrumentos óticos. No 5° ano.
- Forma, estrutura e movimentos da Terra. No 6° ano.

As habilidades a serem desenvolvidas no 6° ano com relação a astronomia, segundo [Brasil \(2017\)](#) são:

- (EF06CI11) Identificar as diferentes camadas que estruturam o planeta Terra (da estrutura interna à atmosfera) e suas principais características. (p. 345)
- (EF06CI12) Identificar diferentes tipos de rocha, relacionando a formação de fósseis a rochas sedimentares em diferentes períodos geológicos. (p. 345)
- (EF06CI13) Selecionar argumentos e evidências que demonstrem a esfericidade da Terra. (p. 345)
- (EF06CI14) Inferir que as mudanças na sombra de uma vara (gnômon) ao longo do dia em diferentes períodos do ano são uma evidência dos movimentos relativos entre a Terra e o Sol, que podem ser explicados por meio dos movimentos de rotação e translação da Terra e da inclinação de seu eixo de rotação em relação ao plano de sua órbita em torno do Sol. (p. 345)

Considerando o modelo do triângulo de [Johnstone \(2000\)](#), que envolve a natureza da química, o autor considera três formas de representação na química, expressas como vértices de um triângulo. O macro e o tangível que envolve o que pode ser visto, tocado e cheirado; o submicro: átomos, moléculas, íons e estruturas; e o representacional: símbolos, fórmulas, equações, molaridade, manipulação matemática e gráficos. É possível entender porque as habilidades previstas para o EF estão relacionadas a eventos e entidades a nível macroscópicos, tangíveis. Objetos que podem ser observados direta ou indiretamente, o que não ocorre com os átomos e moléculas, íons, partículas elementares que exigem um grau de cognição e abstração maior dos alunos.

O jogo apresenta em sua estrutura elemento que exigem um grau de abstração maior, uma vez que apresenta objetos de nível sub-microscópico como partículas, íons entre outros. Ao considerar o currículo proposto para o EF, percebe-se que ele é voltado para o nível macroscópico, com objetos de estudos como planetas, estrelas, movimento da terra, sistema solar.

Geralmente a química é abordada no EM, por se entender que os alunos já apresentam um grau de cognição e abstração maior, porém isso não impede que alguns temas da química sejam abordados no EF desde que se tenha uma abordagem diferente, mais apropriada para este nível.

Considerando os aspectos citados, os alunos do 6º ano do EF, não seria o público alvo do jogo e nem o mais indicado para a aplicação do jogo. O EM apresenta-se neste caso como uma possibilidade, visto que é neste nível que começam a iniciar discussões relacionadas ao submicroscópico, começam a utilização de modelos representacionais com entidades que não são palpáveis, não são tangíveis.

Sendo assim, a aplicação do jogo no EF foi para proporcionar aos alunos já interessados pela astronomia uma possibilidade de aprender um algo novo com o jogo, mas que não necessariamente todo o conceito apresentado no jogo. Eles, por serem jogadores ativos de jogos digitais poderiam contribuir com alguns aspectos investigados sobre o jogo como por exemplo se o jogo proporcionou algum aprendizado, divertimento, se as regras estavam claras, se o jogo foi interessante.

Esta turma havia passado por um período de estudos remotos por conta da pandemia, neste período utilizaram o Plano de Estudo Tutorado (PET) como base para os estudos. Ao verificar quais temas o PET do 6º abordavam, observou-se que: Os assuntos estavam relacionados às temáticas: Terra e universo, com foco no conhecimento no planeta Terra e na busca por desenvolver habilidades voltadas para a associação do movimento diário do Sol e das demais estrelas no céu ao movimento de rotação da Terra.

No volume 1 do PET, o conteúdo de Ciências trabalha com quatro temas (Água, Nutrição, Astronomia, Lua e suas fases) divididos por semanas. Na semana 3, a introdução

do tema Astronomia apresentou pontos importantes sobre as estrelas e sobre o Sol, o que pode ter despertado a curiosidade dos alunos, que não encontraram nos breves textos (Anexo C) as explicações para seus questionamentos. Algumas perguntas feitas pelos alunos poderiam estar relacionadas com estes textos, como por exemplo as perguntas: 07, 09, 10, 11, 13, 14, 22 relacionadas a estrelas e ao Sol. Na semana 4, o tema Lua e suas fases apresentou pontos importantes sobre a Lua, os textos resumidos podem ter despertado a curiosidade dos alunos, que elaboraram as perguntas 01, 12, 14, 15, 18 relacionadas a Lua.

Durante a aula de revisão a professora percebeu que os alunos apresentavam um grande interesse pela astronomia e possuíam muitas dúvidas. A partir disso, a professora iniciou uma sequência didática. A sequência didática consistiu em descobrir quais eram as concepções prévias dos alunos. Percebeu-se que as dúvidas dos alunos estavam relacionadas a conteúdos aplicados a séries superiores e muitas vezes ultrapassam o conteúdo previsto para o EF. A professora pediu para que os alunos escrevessem suas perguntas e dúvidas e posteriormente ela convidaria um especialista para esclarecer estas dúvidas.

Os alunos puderam formular suas perguntas ou dúvidas em casa, posteriormente, a professora, em posse das perguntas realizou a correção e edição, por fim encaminhou-as para o especialista. As perguntas podem ser vistas no anexo A.

As perguntas enviadas ao especialista foram bem diversificadas e apresentavam aspectos relacionados ao cotidiano dos alunos, vindas de notícias vistas em telejornais, internet; perguntas referentes a religião abordando a existência de um criador de tudo que conhecemos, relacionadas a possibilidades e preocupações com o destino da Terra, relacionada a “vida” das estrelas; relacionadas a composição dos planetas e a existência de outros planetas não conhecidos. Os temas que mais apareceram envolviam: Sol, Universo, estrelas, Lua, eclipse, espaço.

O segundo passo da sequência didática contou com a participação do especialista em astronomia na aula, respondendo às perguntas dos alunos e realizando uma apresentação com diversas imagens relacionadas às perguntas e dúvidas dos alunos. A participação do especialista e da pesquisadora na aula ocorreu de forma online. Houve momentos de explicações de conceitos sobre astronomia e momentos de esclarecimentos sobre as concepções prévias dos alunos. A participação e interação dos alunos com o especialista foi excelente, os alunos estavam atentos, interessados, espontâneos e não se mostraram receosos com a presença dos participantes externos.

A conversa com o especialista aconteceu uma semana antes do jogo, como as dúvidas apresentadas pelos alunos eram bem variadas e não apresentavam questões específicas do jogo, esta interação não prejudicou os resultados das pesquisas.

Com a intenção de motivar os alunos a ampliarem seus conhecimentos tanto na astronomia quanto na química, mesmo que a química não fizesse parte do currículo proposto

para a turma, a professora resolveu incluir na sua sequência didática o jogo TPSC.

Na semana seguinte, após a aula com o especialista, os alunos foram convidados a participar da pesquisa. Seguiu-se todos os processos necessários para a aplicação da pesquisa segundo o Comitê de Ética, desde a apresentação, da pesquisa para a escola e a sua autorização até a assinatura do termo de livre esclarecimento assinados pelos responsáveis dos alunos, visto que todos eram menores de idade.

O terceiro passo da sequência didática ocorreu na sala informática da escola, onde foi realizado o download do jogo nos computadores. A escola possuía o número de computadores suficientes para cada aluno participante da pesquisa, desta forma, todos os alunos presentes na aula participaram da pesquisa após a entrega do termo TALE assinado pelos pais. No total, doze alunos participaram da pesquisa.

A aplicação do jogo e dos questionários foram realizados pela pesquisadora de forma online, as duas aulas foram gravadas para futuras análises. As perguntas dos questionários foram ditadas pela pesquisadora e os alunos responderam em uma folha de papel identificada com seu nome. Isto foi necessário porque os questionários criados no Google Forms não estavam configurados para o acesso dos participantes, como não havia tempo para descobrir o que estava errado na configuração, a solução encontrada foi esta. Todo o processo contou com a colaboração da professora que refazia as perguntas quando necessário e cuidava para que os alunos não se dispersassem e respondessem as questões sem influência dos colegas. Os alunos ficaram sentados ao redor de uma mesa central na sala para responder os questionários, isso permitiu a visualização da turma pela pesquisadora. Os alunos não consultaram a internet para responder os questionários.

Foram dois questionários, um aplicado antes do contato dos alunos com o jogo e outro aplicado após o jogo. Os questionários podem ser vistos no Apêndice B, as perguntas não foram adaptadas para o contexto dos alunos, uma vez que a intenção era ampliar a visão dos mesmos sobre astronomia e mostrar que a química está presente no seu cotidiano.

O jogo foi utilizado pela professora como recurso didático para motivar e ampliar os conhecimentos dos alunos. Para a pesquisa, a aplicação do jogo e dos questionários teve a intenção de avaliar alguns aspectos do jogo, conhecer o que os alunos do 6º ano sabiam sobre os temas abordados no jogo, conhecer a opinião dos alunos sobre o jogo, conhecer a viabilidade e aplicabilidade do jogo neste contexto.

3.3 Aplicação do jogo na Turma FIS031

Para a aplicação da pesquisa nas turmas da disciplina FIS031, FIS004 e FIS013, um professor foi contatado e se dispôs a ceder duas aulas para a realização da pesquisa. Estas turmas tinham em comum o fato de estarem cursando a graduação em licenciatura,

duas em Física e uma em Química. O professor responsável por estas disciplinas é doutor em Ciências dos Materiais, desenvolve pesquisas na preparação e caracterização elétrica e óptica de dispositivos semicondutores, com foco na geração de energia. Também desenvolve pesquisas no ensino de Física e com o PET, além de possuir um mestrado na área de Astronomia.

As turmas de ensino superior foram escolhidas para participar da pesquisa pelo fato de terem o mesmo professor e por serem alunos do curso de licenciatura, duas turmas ingressantes e uma turma na fase final do curso.

Para cada turma pesquiso-se diferentes aspectos e por isso os questionários aplicados sofreram pequenas modificações, porém, como os participantes serão futuros professores alguns pontos investigados nas duas turmas foram comuns. Após a aplicação dos questionários, foram selecionadas e discutidas as perguntas que estavam alinhadas aos objetivos deste trabalho, sendo assim, as perguntas que fizeram parte dos questionários mas não foram analisadas, forneceram dados para futuras pesquisas. Seguiu-se todos os processos necessários para a aplicação da pesquisa de acordo com as orientações do Comitê de Ética.

Para a aplicação na turma FIS031 as primeiras ações foram entrar em contato com o professor, apresentar a pesquisa e o jogo como um recurso didático para o ensino da origem dos elementos químicos. Posteriormente os 22 alunos foram convidados a participar da pesquisa.

O professor incluiu a aplicação do jogo e dos questionários na aula como uma atividade de fórum, onde o jogo foi apresentado como um recurso didático, o qual deveria ser avaliado pelos futuros professores. Apesar de ser uma atividade avaliativa, os alunos tiveram a liberdade de não a realizar, sem prejuízos nas notas da disciplina. Ao final, 16 alunos participaram da pesquisa entregando antecipadamente o TCLE assinados.

Considerando que os jogos digitais podem ser um dos recursos utilizados pelo professor para ensinar conceitos ou conteúdos aos alunos e a importância de se saber escolher, avaliar e utilizar um jogo, a atividade teve como finalidade apresentar aos alunos mais um recurso digital que após avaliá-lo poderiam utilizar em suas práticas.

Desta forma, a atividade do fórum da semana 4 consistiu em avaliar o jogo. Todas as atividades da semana 4 desta turma, pode ser vista no Anexo D. As atividades propostas tem a finalidade de enriquecer o processo de ensino e aprendizagem, privilegiando a complementação da formação social e profissional.

Ao final da disciplina foi pedido a escrita de um artigo para cada grupo de quatro pessoas, este artigo deve utilizar como base de pesquisa a construção de um dossiê num ambiente escolar ou social, esta atividade equivale a 60% da nota na disciplina.

As atividades eram postadas no Moodle, e os alunos poderiam realizá-las num momento oportuno, mas que não ultrapassasse a data limite de entrega. Eram avaliadas

as atividades (resumos e os fóruns) com nota final equivalente a 40% da disciplina. Eram disponibilizados artigos com formato de dossiê para leitura, que serviriam de base para a construção dos resumos. Nos fóruns eram pedidos uma atividade relacionada aos artigos, mas que demandavam a utilização de um recurso digital, para tanto eram fornecidos tutoriais de utilização, porém os alunos poderiam utilizar outros recursos que tivessem mais familiaridade e que apresentasse a mesma finalidade.

Os questionários foram respondidos pelos alunos utilizando formulários do Google Forms. Os alunos responderam dois questionários com perguntas abertas, antes e após contato com o jogo, e um terceiro questionário com base no modelo de avaliação de jogos educacionais proposto por Savi (2011a).

3.4 Aplicação do jogo na Turma FIS004

Para a aplicação na turma FIS004 as primeiras ações foram apresentar a pesquisa e o jogo como um recurso didático para o ensino da origem dos elementos químicos aos alunos, visto que o professor já tinha disponibilizado suas aulas. Posteriormente os 17 alunos da turma foram convidados a participar da pesquisa.

A turma da disciplina FIS004 era composta de alunos do 1º período do curso de Licenciatura em Física. E este foi o motivo da escolha desta turma, visto que eram alunos recém chegados do EM e cursavam uma graduação em Física.

O jogo foi utilizado pelo professor como atividade optativa, com a intenção de proporcionar aos alunos uma primeira interação com o estudo de astronomia, que é uma das possíveis áreas de pesquisa destes alunos. No dia da aplicação da pesquisa todos os alunos presentes participaram, entregando o termo TCLE, no total de 12 alunos.

Os três questionários foram respondidos pelos alunos utilizando formulários do Google Forms. Foram dois questionários com perguntas abertas, um aplicado antes do jogo e outro aplicado após o jogo. O terceiro questionário, que seguiu o modelo proposto por Savi (2011a), foi aplicado após o contato com o jogo e tinha como finalidade avaliar a motivação, a experiência do usuário e a aprendizagem proporcionados pelo jogo.

3.5 Aplicação do jogo na Turma FIS013

Para a aplicação na turma FIS013 as primeiras ações também foram apresentar a pesquisa e o jogo como um recurso didático para o ensino da origem dos elementos químicos aos alunos, visto que já se tinha a aprovação do professor para aplicar a pesquisa. Posteriormente os todos os alunos foram convidados a participar da pesquisa.

A turma da disciplina FIS013 era composta de alunos do 1º período do curso

de Licenciatura em Química. A química é um dos temas do jogo e, portanto, os alunos poderiam avaliá-lo, dando suas contribuições.

O jogo foi utilizado pelo professor como uma atividade optativa, com a intenção de proporcionar aos alunos uma interação com o estudo de astronomia e química. Ficou acordado que no dia da aplicação da pesquisa, os alunos interessados a participar da pesquisa deveriam o termo TCLE assinado, nesta turma no dia da aplicação da pesquisa apenas quatro alunos estavam presentes e participaram da pesquisa. Por ser uma atividade optativa, e participar da pesquisa era um ato voluntário, poucos alunos vieram na aula neste dia.

Os três questionários foram respondidos pelos alunos utilizando formulários do Google Forms. Foram dois questionários com perguntas abertas, um aplicado antes do jogo e outro aplicado após o jogo. O terceiro questionário, que seguiu o modelo proposto por Savi (2011a), foi aplicado após o contato com o jogo e tinha como finalidade avaliar a motivação, a experiência do usuário e a aprendizagem proporcionados pelo jogo.

As aplicações do jogo e dos questionários nas turmas de Ensino Superior teve como intenção verificar se os futuros professores poderiam utilizar ou não o jogo em suas aulas; Obter informação a respeito da opinião dos alunos sobre o jogo; Obter informações a respeito de possíveis modificações e melhorias no jogo. Verificar se o jogo é capaz de proporcionar aos alunos uma boa experiência e aprendizado além de motivação.

3.6 Análise dos resultados

Finalizadas as aplicações do jogo e dos questionários nas diferentes turmas com o objetivo de avaliar o jogo TPSC, iniciou-se as análises dos resultados obtidos nos questionários. Os questionários que utilizaram o modelo de avaliação de jogos educacionais proposto por Savi (2011a) foram os primeiros a serem analisados de forma qualitativa e quantitativa.

Optou-se primeiramente por utilizar a sugestão de Savi (2011a) para organizar e analisar os dados coletados, sendo eles: (a) preparar os dados coletados organizado-os em uma planilha de Excel; (b) Gerar tabelas e gráficos de frequências para os itens de cada subcomponente. (c) Gerar tabelas e gráficos das médias das notas (em porcentagem) dos itens para cada uma das subcomponentes (motivação, experiência do usuário e aprendizagem). Sendo assim, os seguintes passos foram realizados para as três turmas:

- Organizar os dados em uma planilha de Excel.
- Transformar os dados coletados do Google Forms em notas da escala Likert.

- Transformar os dados de notas em um quadro de frequência, para tanto utilizou-se as notas atribuídas por cada aluno em cada turma (ver Equação 3.1). Posteriormente gerou-se um gráfico para cada subcomponente.
- Transformar o quadro de frequência (em porcentagem), em um quadro de média das notas obtidas nos itens para cada subcomponente. Posteriormente gerou-se um gráfico.

$$P_{item\ com\ nota\ -2} = 100 \times \sum_i^{N^o\ alunos} \frac{i}{N^o\ Total\ de\ alunos} \quad (3.1)$$

Na Equação 3.1 é possível encontrar qual o percentual de seleção de uma determinada nota na escala Likert, sendo divididas em 3 partes (valores positivos, valores negativos e valor neutro). Dessa forma, na equação $P_{item\ com\ nota\ -2}$ é o percentual de alunos que selecionaram a nota -2. O termo i possui valor 0 para o aluno que não selecionou as notas -2, e valor 1 para o alunos que selecionou -2. O termo $N^o\ Total\ de\ alunos$ representa o número total de alunos na turma estudada. A mesma equação foi utilizada para o valor -1, 0, +1 e +2. Essa equação foi reproduzida para cada item e para cada uma das 3 turmas.

A interpretação dos dados foi relacionada a escala Likert, uma vez que as respostas fornecidas pelos alunos consistiram em uma escala de -2 a +2, sendo assim quanto mais próxima à média obtida estiver de + 2, melhor avaliada foi a característica do jogo. Savi (2011a) não estabeleceu um valor de média obtida por um item para considerá-lo bem avaliado. Nesta pesquisa optou-se por dividir em três as possibilidades de avaliação dos alunos para o jogo. “Alto nível de concordância” com valores acima de 70% para a soma das notas (+1 ou +2) em porcentagens. “Baixo nível de concordância” com valores abaixo de 50% para a soma das notas (+1 ou +2) em porcentagens. E “Moderado nível de concordância” com valores entre 50 e 70 % para a soma das notas (+1 ou +2) em porcentagens. Os mesmos parâmetros foram utilizados para a discordância.

Em uma segunda etapa de análise os dados foram organizados em quadros mais específicos. Os novos passos foram:

- Encontrar o item melhor avaliado pelos alunos em cada turma.
- Encontrar a dimensão melhor avaliada pelos alunos em cada turma.
- Encontrar a subcomponente melhor avaliada em cada turma.
- Encontrar qual a média ponderada dos percentuais de cada item da dimensão (Ver Equação 3.2).

Alguns parâmetro foram utilizados para identificar os itens, as dimensões ou as subcomponentes com melhores e piores resultados. Estes parâmetros ajudaram a identificar os principais aspectos a serem modificados no jogo, além de algumas pequenas mudanças nas afirmações dos questionários utilizados.

Para encontrar o item melhor avaliado pelos alunos: Os parâmetros para considerar o item que recebeu melhor nível de concordância em cada turma foram: ter uma porcentagem de notas (+2) maior que o de notas (-2) e os valores obtidos para notas (0) e (-2) separadamente não forem maiores que a metade da porcentagem de notas (+2) recebida no item.

Para encontrar as dimensões com maiores nível de concordância foi realizado o cálculo da média das notas (+1 ou +2), primeiramente somou-se as porcentagens obtidas para as notas (+1 ou +2) e cada item, depois somou-se as porcentagens dos item e dividiu pelo número de itens da dimensão. Este mesmo processo foi realizado para as notas (+2), (0), (-1 ou -2) obtidas nos itens de cada dimensão.

A maior média em porcentagens obtidas para as notas (+1 ou +2) e (+1 ou +2) em cada dimensão foi utilizada para encontrar a dimensão que recebeu a melhor ou a pior avaliação dos alunos.

Para encontrar a subcomponente melhor avaliada, foi realizado o cálculo da média em cada subcomponente a partir das médias encontradas para cada dimensão. Este cálculo se difere do cálculo da média para encontrar a subcomponente melhor avaliada realizado inicialmente, porque no primeiro caso utilizou-se as médias dos itens e nesta análise utilizou-se as médias das dimensões. Para obter os mesmos resultados iniciais, basta realizar a média ponderada para cada subcomponente nesta análise. Nesta etapa, para encontrar a subcomponente melhor avaliada considerou-se três pontos: a subcomponente com maior média de concordância (soma das notas +1 e +2); subcomponente que não apresentasse uma média em porcentagem de notas zero maior 20% e que tivesse a menor média de discordância entre os alunos. A subcomponente que atingisse o maior número de pontos seria considerada a subcomponente melhor avaliada.

Para encontrar a média ponderada entre as três turmas utilizou-se a equação 3.2.

$$P_{Med. Ponderada} = \sum_{i=1}^3 \frac{P_i \times N^o_i}{N^o Total de alunos} \quad (3.2)$$

Na Equação 3.2 é possível encontrar qual a média ponderada dos percentuais de um determinado item e uma determinada nota na escala Likert ($P_{Med. Ponderada}$). Onde P_i é o percentual do item em questão em uma turma i e N^o_i é o número de alunos presentes na turma i . $N^o Total de alunos$ é o número total de alunos presentes nas três turmas.

A terceira etapa consistiu em analisar os questionários com questões abertas aplicados nas 5 turmas. Foram três turmas de graduação, uma de EM o e uma de EF. Os

questionários foram aplicados utilizando o Google Forms e questionários impressos. As questões foram dissertativas e o número de questões variaram de acordo com cada turma.

Os alunos que não responderam os dois questionários tiveram suas respostas anuladas. Na disciplina FIIS004 foram 13 participantes, na disciplina de FIS031 foram 16 e na disciplina de FIS013 foram 4.

A análise dos dados obtidos nos questionários abertos foram feitas de forma qualitativa e quantitativa. Optou-se por dividir em dois grupos esta última análise, o grupo 1 (turma de EF e EM) e grupo 2 (turmas de Ensino Superior), para facilitar a análise e pelo fato dos objetivos da aplicação serem distintos.

Os dados foram coletados e organizados em uma planilha, em seguida as perguntas com objetivos semelhantes foram agrupadas. Os agrupamentos foram feitos com a intenção de: 1- identificar o que os alunos já sabiam sobre os temas abordados no jogo, 2- identificar de forma geral se o jogo promoveu mudanças nas respostas dos alunos pós jogo, 3- conhecer a opinião dos alunos sobre o jogo (proporciona divertimento e possui regras clara) e por fim 4- avaliar a aplicabilidade e usabilidade do jogo;

No grupo 1, os três primeiros agrupamentos foram realizados e analisados. No grupo 2, todos os agrupamentos foram considerados e analisados. Nesta turma, também foram agrupadas as perguntas referente a aprendizagem com base na Taxonomia de Bloom, que foram aplicadas com a intenção de complementar o modelo proposto por Savi (2011a). A análise das respostas obtidas nestas perguntas considerou as três primeiras categorias da taxonomia de Bloom: conhecimento, compreensão e aplicação, que podem ser entendidas como:

- **Conhecimento:**

Definição: Habilidade de lembrar informações e conteúdos previamente abordados como fatos, datas, palavras, teorias, métodos, classificações, lugares, regras, critérios, procedimentos etc. A habilidade pode envolver lembrar uma significativa quantidade de informação ou fatos específicos. O objetivo principal desta categoria nível é trazer à consciência desses conhecimentos (FERRAZ; BELHOT, 2010).

Verbos: enumerar, definir, descrever, identificar, denominar, listar, nomear, combinar, realçar, apontar, relembrar, recordar, relacionar, reproduzir, solucionar, declarar, distinguir, rotular, memorizar, ordenar e reconhecer (FERRAZ; BELHOT, 2010).

- **Compreensão:**

Definição: Habilidade de compreender e dar significado ao conteúdo. Essa habilidade pode ser demonstrada por meio da tradução do conteúdo compreendido para uma nova forma (oral, escrita, diagramas etc.) ou contexto. Nessa categoria,

encontra-se a capacidade de entender a informação ou fato, de captar seu significado e de utilizá-la em contextos diferentes (FERRAZ; BELHOT, 2010).

Verbos: alterar, construir, converter, decodificar, defender, definir, descrever, distinguir, discriminar, estimar, explicar, generalizar, dar exemplos, ilustrar, inferir, reformular, prever, reescrever, resolver, resumir, classificar, discutir, identificar, interpretar, reconhecer, redefinir, selecionar, situar e traduzir (FERRAZ; BELHOT, 2010) .

- **Aplicação:**

Definição: Habilidade de usar informações, métodos e conteúdos aprendidos em novas situações concretas. Isso pode incluir aplicações de regras, métodos, modelos, conceitos, princípios, leis e teorias (FERRAZ; BELHOT, 2010) .

Verbos: aplicar, alterar, programar, demonstrar, desenvolver, descobrir, dramatizar, empregar, ilustrar, interpretar, manipular, modificar, operacionalizar, organizar, prever, preparar, produzir, relatar, resolver, transferir, usar, construir, esboçar, escolher, escrever, operar e praticar (FERRAZ; BELHOT, 2010).

A aplicabilidade, utilidade e dois aspectos do jogo foram avaliados através de perguntas abertas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados obtidos nos questionários aplicados nas turmas de graduação, utilizando o modelo de avaliação de jogos educacionais proposto por Savi (2011a) são apresentados e analisados nesta seção. O objetivo de aprendizagem do jogo consiste em conhecer a origem dos elementos químicos, sua representação e características. Os resultados das avaliações do jogo TPSC são apresentados primeiramente separados por turmas e posteriormente no final foi realizada uma média ponderada entre as três turmas. Optou-se por apresentar as subcomponentes (motivação, experiência do usuário e aprendizagem) separadamente. Cada subcomponente é composto por dimensões que por sua vez é composta por itens.

O número total de alunos que responderam aos questionários foi de 30 alunos das disciplinas FIS004, FIS031 e FIS013. A Tabela 1 apresenta o número de participantes em cada turma. Em todas as turmas, a participação na pesquisa foi um ato voluntário, por isso, o número de participantes foi bem menor que o número de alunos na turma.

Tabela 1 – Número de alunos participantes por turma, no segundo questionário

Disciplina	Número de alunos
FIS004	12
FIS031	16
FIS013	4

Fonte: Autora.

Neste capítulo, adotou-se a seguinte denominação para cada turma de graduação participante da pesquisa, a fim de facilitar a sua distinção. A turma de graduação da disciplina (FIS004) tornou-se **Turma 1**, a turma de graduação da disciplina (FIS031) tornou-se **Turma 2** e a turma de graduação da disciplina (FIS013) tornou-se **Turma 3**.

Os dados foram interpretados considerando a escala likert que vai de -2 até +2, segundo Savi (2011a) quanto maior a porcentagem de respostas +2 e +1 em cada item, melhor avaliada foi aquela característica no jogo. O gráfico de frequência contribui para a apresentação da homogeneidade ou heterogeneidade das respostas, ao comparar as frequências de todos os itens, pode-se identificar os pontos positivos e negativos em cada subcomponente.

Adotou-se um padrão de cores para cada valor da escala Likert, para todos os gráficos de frequência as cores azul, vermelho, amarelo, verde e magenta representam os valor -2, -1, 0, 1 e 2 respectivamente.

Segundo Savi (2011a) o objetivo desta fase é identificar através das comparações das médias obtidas nos itens, quais deles foram bem desenvolvidos no jogo ou não, apontando os aspectos positivos e negativos de cada subcomponente. O autor não estabelece

um valor de média obtida por um item para considerá-lo bem avaliado, porém faz referência de que pudesse considerar valor igual ou superior a + 1 como um resultado que indica que o item foi bem avaliado.

Adotou-se três classificações para os níveis de porcentagem com notas +2 e +1 atribuídos aos itens ou as dimensões sendo: alto nível de concordância (acima de 70%), nível moderado de concordância (entre 50% e 70%) e baixo nível de concordância (valores menores que 50%). Os mesmos parâmetros foram utilizados para a discordância.

Foi estabelecido que a análise dos dados consideraria em alguns casos a soma em porcentagem das notas +2 e +1 para avaliação positiva do jogo e a soma em porcentagem das notas -2 e -1 para avaliação negativas do jogo. As respostas com porcentagens referentes a notas 0 foram consideradas separadamente, visto que não se enquadra em nenhuma das classificações (positivas ou negativas) do jogo, nestes casos quando os valores de porcentagem 0 foram relevantes para a análise, buscou-se descrever as possíveis justificativas para tal resultado.

4.1 Turma 1

4.1.1 Subcomponente motivação - Turma 1

Observa-se que de forma geral a subcomponente motivação obteve níveis moderados de concordância. Verificou-se que em todos os itens, no mínimo, 50% dos alunos responderam com as notas +1 ou +2. Além disso, 80% dos itens obtiveram notas +1 ou +2 atribuídas por pelo menos 66% dos alunos. O gráfico de frequências dos itens que compõem a subcomponente motivação pode ser visto na Figura 12.

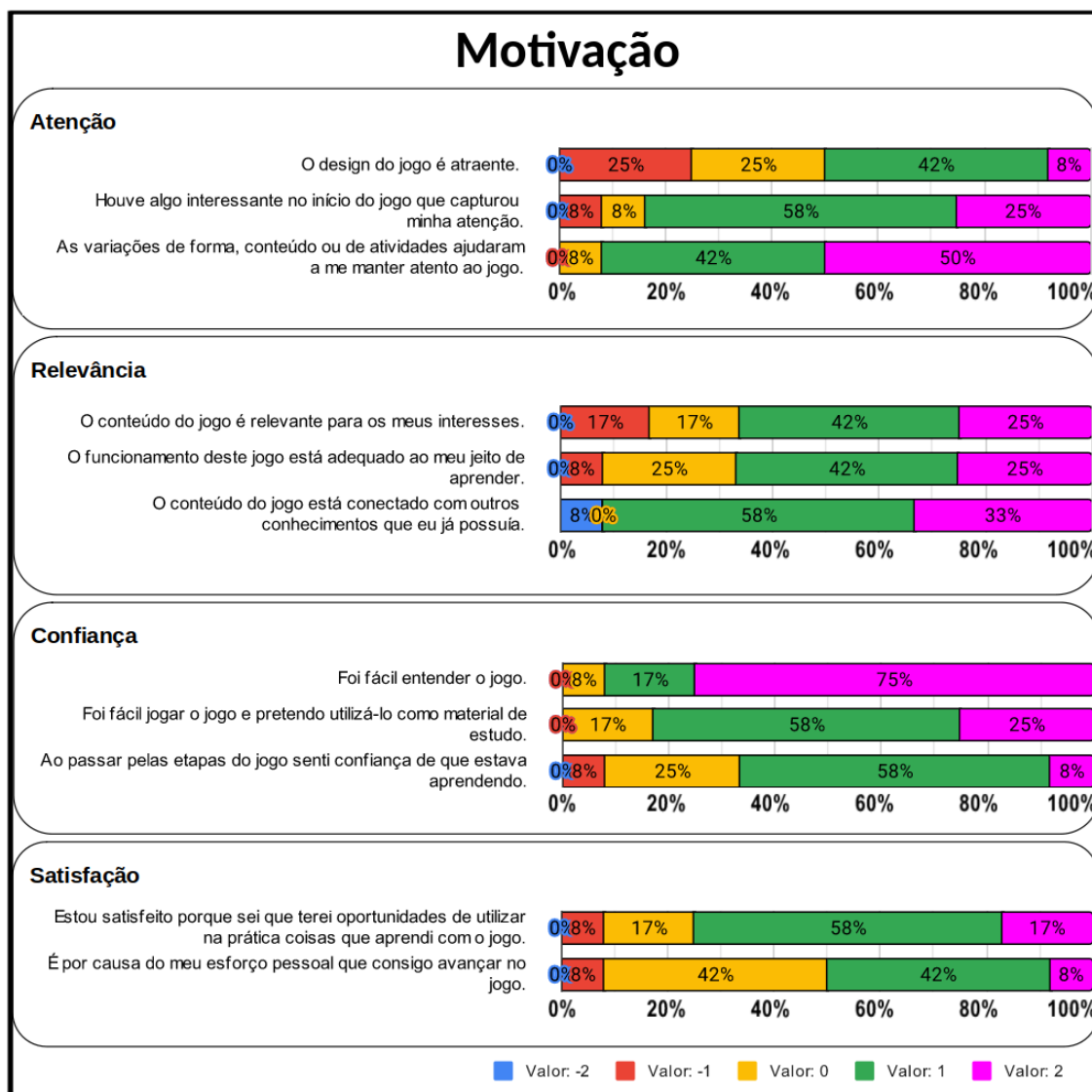
As dimensões da subcomponente motivação e a descrição dos resultados são apresentadas e discutidas a seguir:

Dimensão atenção: Dos três itens que compõem esta dimensão, dois receberam alto nível de concordância e um obteve uma avaliação de nível moderado de concordância. O item correspondente a afirmação que avalia se houve algo interessante no início do jogo foi bem avaliado, 83% dos alunos atribuíram notas +1 ou +2. Além disso, 92% dos alunos atribuíram notas +1 ou +2 para o item que avalia se a variação (forma, conteúdo ou atividade) no jogo ajuda a manter os alunos atentos.

Com relação ao item *design* do jogo, 50% dos alunos atribuíram notas +1 ou +2 e 25% dos alunos atribuíram nota 0 ou -1. Este foi o item que recebeu a maior porcentagem de discordo da afirmação entre todos os itens desta subcomponente, isso indica que o *design* do jogo é uma das características principais que precisa ser melhorada no jogo.

Dimensão relevância: O item com maior concordância nesta dimensão referia-

Figura 12 – Avaliação da subcomponente motivação - Turma 1



Fonte: Autora.

se ao conteúdo do jogo estar conectado a outros conhecimentos já adquiridos pelo aluno, 91% dos alunos atribuíram notas +1 ou +2, obtendo assim um alto nível de concordância. O jogo foi considerado relevante e com funcionamento adequado ao jeito de aprender de 67% dos alunos, estes dois itens obtiveram um nível moderado de concordância nestas duas afirmações.

Dimensão confiança: Esta foi a dimensão mais bem avaliada entre as dimensões que compõem a subcomponente motivação. Na afirmação de que o jogo é fácil de entender 92% dos alunos deram notas +1 ou +2 para este item, este foi o item com maior porcentagem de “concordo fortemente com a afirmação” com nota +2. Além disso, 83% dos alunos concordam que o jogo foi fácil de jogar e que pretendem utilizá-lo como material de estudo. Estes dois itens atingiram um alto nível de concordância.

No item referente a sentir confiança de que estavam aprendendo ao passar pelas

etapas do jogo, 66% dos alunos concordaram com a afirmação, sendo assim este item um nível moderado de concordância. Este resultado aponta para a necessidade de melhorias com relação aos objetivos de aprendizagem e a forma como os conteúdos são trabalhados no jogo, assim como a implementação de algum tipo de avaliação durante o jogo pode ajudar o aluno a compreender seu desempenho no jogo com relação aos aprendizados.

Dimensão satisfação: Na afirmação relacionada a oportunidades de utilizar na prática o que aprenderam com o jogo, 75% dos alunos concordaram com este item, o que representa um alto nível de concordância. porém, este foi o item que recebeu a segunda menor porcentagem de notas +2 entre todos os itens deste subcomponente com (17%). No item relacionado ao esforço pessoal para avançar no jogo, teve um nível moderado de concordância, 50% dos alunos atribuíram notas +1 ou +2, além disso, 42% dos alunos atribuíram nota 0. Este item recebeu a maior porcentagem de nota 0 entre todos os itens desta subcomponente. Provavelmente esta porcentagem de nota 0 está associada ao fato de que o jogo apesar de exigir um esforço para avançar nas fases, este não foi considerado grande.

Os itens relacionados ao esforço pessoal para avançar no jogo e o item referente ao *design* do jogo, receberam igual porcentagem de notas +1 ou +2, ambos os casos atribuídos por 50% dos alunos. Desta forma estes itens foram os que receberam menor porcentagem de concordância dos alunos na subcomponente motivação.

4.1.2 Subcomponente experiência do usuário - Turma 1

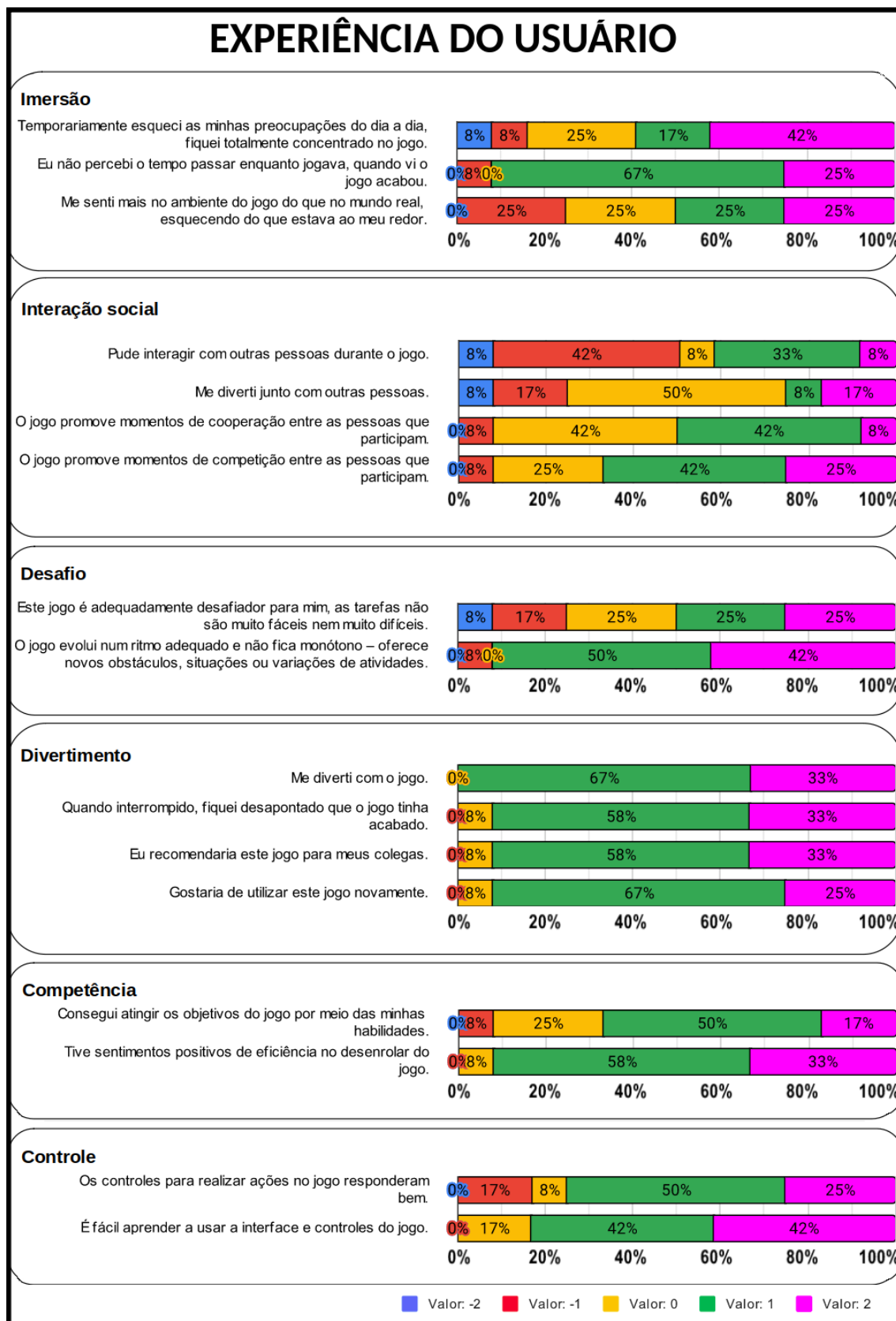
Considerando os resultados obtidos nas dimensões desta subcomponente Figura 13 o jogo foi considerado divertido e com capacidade de responder bem às ações realizadas pelo jogador, apresentou bons resultados com relação a experiência positiva dos alunos e com relação ao ritmo adequado na evolução do jogo e dos desafios.

A seguir são apresentados os resultados das dimensões da subcomponente experiência do usuário:

Dimensão imersão: Na afirmação referente a temporariamente esquecer das preocupações e ficar concentrado no jogo, 59% dos alunos atribuíram notas +1 ou +2 tendo assim um nível moderado de concordância, apesar disso, 42% dos alunos concordaram fortemente com o item, atribuindo nota +2. O item da dimensão imersão que recebeu alto nível de concordância foi o que se referia a afirmação de que não perceberam o tempo passar enquanto jogavam, com 92% dos alunos atribuíram notas +1 ou +2 para este item.

A porcentagem de alunos que concordaram que se sentiram mais no ambiente do jogo do que no mundo real foi de 50%, este item recebeu igual porcentagem para as notas +1, +2, 0 e -1. Isso indica que o jogo contém aspectos capazes de fazer com que os alunos atinjam o estado de imersão enquanto jogam, mas, para 50% dos alunos o jogo não é

Figura 13 – Avaliação da subcomponente experiência do usuário - Turma 1



Fonte: Autora.

suficiente para que se sintam mais no ambiente do jogo do que no mundo real. Tendo em vista a estética do jogo, design e jogabilidade, este resultado já era esperado. Os elementos que proporcionam a imersão precisam ser revistos e melhorados no jogo, uma possibilidade seria aumentar o tempo de jogo e desenvolver nas duas primeiras fases um cronometro. Para [Kiili et al. \(2014\)](#) a experiência de fluxo é favorecida em jogos que incluem tempo-intensidade, porém, este tempo deve ser suficiente para que o jogador possa processar reflexivamente o *feedback* que o jogo fornece, sendo assim a intensidade do tempo no jogo leva a uma concentração muito alta.

Dimensão interação social: Esta dimensão obteve o mais baixo nível de concordância da subcomponente experiência do usuário, recebeu a menor quantidade de nota +2 na soma dos seus itens e a maior quantidade de notas 0 na soma dos seus itens quando comparadas às outras dimensões desta subcomponente.

O jogo TPSC não possibilita a interação social dentro do seu ambiente, ele é jogado individual e a interação que existe é entre o aluno e o computador, considerando estes aspectos esta dimensão não seria contemplada com notas altas de concordância com os itens. Porém, para participar do jogo não é exigido que o jogador não interaja com seus colegas dentro da sala de aula ou com seus familiares. Esta dimensão, causa uma aparente incerteza nos participantes, fato claramente demonstrado com o alto índice de notas zero recebida nos itens desta dimensão.

Com relação a afirmação “pude interagir com outras pessoas durante o jogo” 41% dos alunos atribuíram notas +1 ou +2, sendo assim, este item teve um baixo nível de concordância. Um número maior de alunos (50%) discordaram da afirmação atribuíram notas -1 ou -2, tendo um nível moderado de discordância da afirmação. Este item foi o que mais recebeu notas -1 ou -2 desta subcomponente.

O item relacionado à diversão junto com outras pessoas obteve um baixo nível de concordância, apenas 25% dos alunos concordaram com a afirmação, além disso, 50% dos alunos atribuíram notas 0. Este foi o item que apresentou o nível de concordância mais baixo desta dimensão.

Na afirmação relacionada à existência de momentos de cooperação entre as pessoas que participaram do jogo, 50% dos alunos atribuíram notas +1 ou +2, um nível moderado de concordância. Mesmo assim, 42% dos alunos atribuíram nota 0 para este item.

Para a afirmação que se referia a existência de momentos de competição entre as pessoas que participaram do jogo, 67% dos alunos atribuíram nota +1 ou +2, um nível moderado de concordância e 25% atribuíram nota 0.

Observa-se que as afirmações desta dimensão tiveram porcentagem referentes a notas 0 consideráveis, isso se deve ao fato de que as afirmações não foram claras quanto ao contexto em que elas são realizadas, por conta disso os alunos poderiam ter dificuldades

em respondê-las. Para todos os itens admite-se dois contextos, a interação dentro do ambiente do jogo ou interação dentro da sala de aula. Neste caso estas afirmações destes itens deveriam ser adaptadas.

Como o jogo foi desenvolvido para ser um jogo individual, os itens referentes a cooperar, competir, interagir e divertir com outras pessoas dentro do ambiente do jogo não ocorrem. Por meio do jogo pode-se ter estas interações na sala de aula, seja através de ajudas (*Help*) entre os alunos ou com o professor, seja na parte do desafio e vontade de ser melhor do que o colega, capturar o maior número de elementos químicos e finalizar o jogo com menor tempo.

Dimensão desafio: Esta dimensão teve um nível moderado de concordância. A afirmação de que o jogo é adequadamente desafiador recebeu notas +1 ou +2 de 50% dos alunos, os valores obtidos neste mesmo item para as notas -1 ou -2 são iguais aos valores obtidos no item que avalia a afirmação “me diverti junto com outras pessoas” na dimensão interação social com 25% dos alunos discordando da afirmação, estes dois itens possuem individualmente a segunda maior porcentagem de discordância desta subcomponente. O outro item avaliado nesta dimensão, apresenta resultados muito melhores, 92% dos alunos concordam que o jogo evolui num ritmo adequado, atingindo alto nível de concordância com a afirmação.

Dimensão divertimento: Esta dimensão foi a mais bem avaliada desta subcomponente, recebendo em todos os seus itens notas +1 ou +2 atribuídas por mais de 90% dos alunos, ou seja, atingindo um alto nível de concordância com as afirmações dos itens. A afirmação “me diverti com o jogo” obteve notas +1 ou +2 atribuídas por 100% dos alunos, sendo que 33% concordaram fortemente. Os itens que se referiam aos desapontamentos com o fim do jogo e a recomendação do jogo para outros colegas receberam porcentagem e notas iguais, sendo assim, 91% dos alunos concordam com as afirmações dos dois itens, sendo que 33% concordaram fortemente. Os resultados para a afirmação “gostariam de utilizar o jogo novamente”, 92% dos alunos atribuíram notas +1 ou +2 concordando com a afirmação.

Dimensão competência: A afirmação referente a capacidade de atingir os objetivos do jogo por meio das habilidades obteve uma concordância moderada, 67% atribuíram notas +1 ou +2. O item referente aos sentimentos positivos de eficiência no jogo recebeu notas +1 ou +2 de 91% dos alunos. Estes resultados mostram que a maioria dos alunos consideraram que o jogo possibilita o desenvolvimento de competências.

Dimensão controle: Os dois itens desta dimensão apresentaram um alto nível de concordância. A afirmação referente a capacidade de resposta do jogo obteve um resultado muito bom, 75% dos alunos atribuíram notas +1 ou +2, sendo que 25% concordaram fortemente. O item referente a facilidade em usar a interface e controles do jogo também foram bem avaliados, 84% dos alunos atribuíram notas +1 ou +2, sendo que 42% concor-

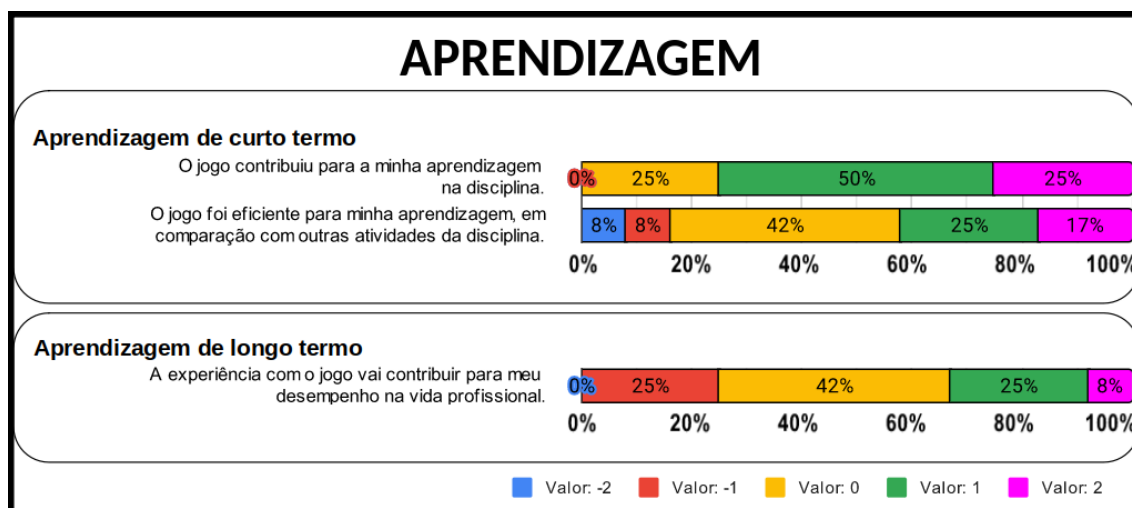
daram fortemente.

A dimensão controle foi a segunda mais bem avaliada na subcomponente experiência do usuário, ficando atrás apenas da dimensão divertimento e na frente da dimensão competência. As dimensões interação social e imersão foram as que receberam maior discordância das afirmações sendo assim, foram as mais indicadas neste subcomponente à futuras melhorias.

4.1.3 Subcomponente aprendizagem - Turma 1

Na percepção dos alunos, o jogo TPSC contribuiu para a aprendizagem da disciplina. Os comentários específicos sobre as dimensões da subescala aprendizagem e os resultados são apresentados na Figura 14.

Figura 14 – Avaliação da subcomponente aprendizagem - Turma 1



Fonte: Autora.

A seguir são apresentados os resultados das dimensões da subcomponente de aprendizagem:

Dimensão aprendizagem de curto termo: O item referente à percepção de que o jogo contribuiu para a aprendizagem na disciplina foi bem avaliado com alto nível de concordância, 75% dos alunos atribuíram notas +1 ou +2 para este item.

O segundo item desta dimensão, onde a afirmação referia-se à eficiência do jogo para a aprendizagem comparada a outras atividades da disciplina, obteve um baixo nível de concordância, 42% dos alunos concordaram com a afirmação e atribuíram notas +1 ou +2. Este item teve uma porcentagem de nota 0 considerável (42%). Percebeu-se que esta afirmação deveria ser adaptada, buscando avaliar a aprendizagem do jogo com relação ao ensino da origem dos elementos químicos sem se referir a disciplina que ele estava sendo aplicado.

Sendo assim, o provável motivo para o baixo nível de concordância é atribuído ao fato de que o jogo não tinha relação direta com a disciplina a qual ele foi aplicado. Como eram alunos ingressantes no Ensino Superior já tiveram contato com conteúdo da Tabela Periódica e isso foi considerado.

Dimensão aprendizagem de longo termo: Esta dimensão avalia se a experiência com o jogo contribui para o desempenho do participante na vida profissional, houve um baixo nível de concordância neste item com 33% de alunos atribuindo notas +1 ou +2. No entanto 42% dos alunos não concordam e nem discordam da afirmação e 25% dos alunos atribuíram nota -1. Este foi o item com menor concordância desta subcomponente aprendizagem, talvez porque os alunos não consideram os temas abordados no jogo como relevantes para a sua vida profissional.

Com base nos resultados desta subcomponente, considera-se que os aspectos que contribuem para um bom desempenho no jogo precisam ser melhorados a fim de que os alunos percebam a sua relevância para seus aprendizados.

Embora a aplicação do jogo não tenha ocorrido com o público-alvo sugerido pelo jogo, ou seja alunos de EM , consideramos que as contribuições desta turma valiosas para as possíveis mudanças no jogo, uma vez que os participantes contribuíram com apontamentos sobre características gerais voltadas para um jogo didático. As sugestões de melhorias serão selecionadas levando em conta o público-alvo do jogo.

4.1.4 Análise das subcomponentes da Turma 1

O gráfico da média das notas obtidas nos itens para cada subcomponente é apresentado na Figura 15 e os dados utilizados no gráfico são vistos na Tabela 2. O gráfico contribui para a identificação das porcentagens das notas. Observa-se que a subcomponente motivação teve as melhores porcentagens ao somar as notas +1 e +2 apresentou 74,24% de concordância dos alunos, porém a subcomponente experiência do usuário obteve uma porcentagem de concordância muito próxima, com 71,57%.

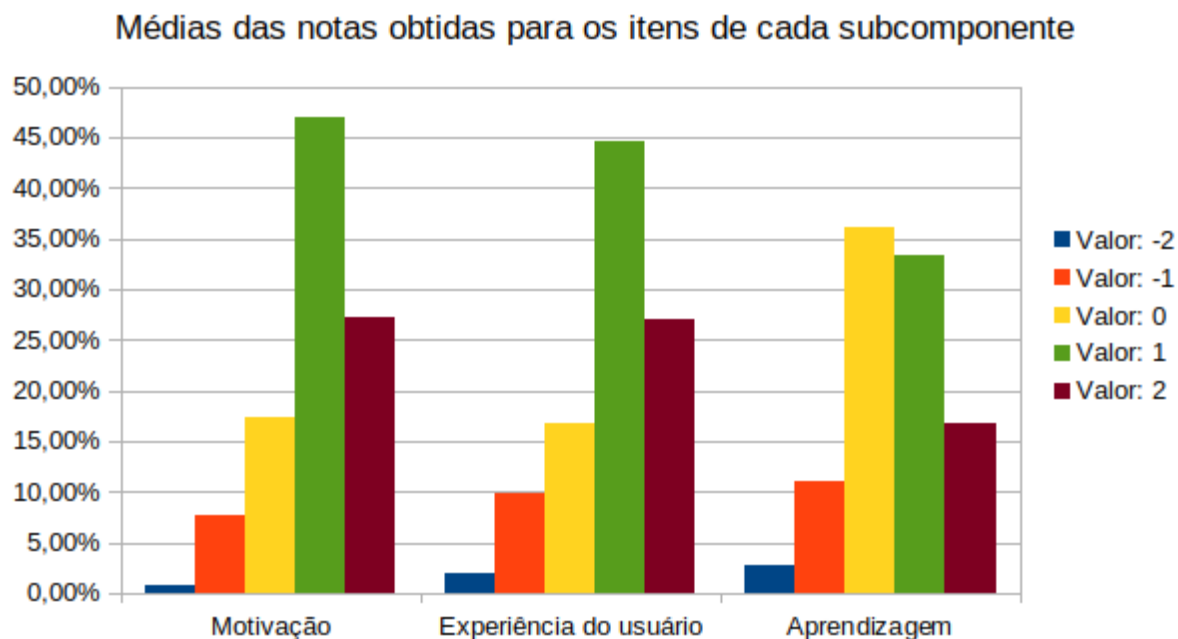
Tabela 2 – Médias das notas atribuída pelos alunos em cada subcomponente - Turma 1

Subcom- ponente	Média de nota -2	Média de nota -1	Média de nota 0	Média de nota +1	Média de nota +2
Motivação.	0,76%	7,58%	17,42%	46,97%	27,27%
Experiência do usuário.	1,96%	9,80%	16,67%	44,61%	26,96%
Aprendizagem	2,78%	11,11%	36,11%	33,33%	16,67%

Fonte: Autora.

Uma síntese da avaliação deste jogo pela turma 1, utilizando o questionário proposto por Savi (2011a) é apresentada no Quadro 4.1.

Figura 15 – Média das notas atribuída as subcomponentes pela Turma 1



Fonte: Autora.

A fim de facilitar a comparação entre as dimensões e entre as subcomponentes, a Tabela 3, apresenta as médias dos itens de cada dimensão em cada subcomponente.

Após realizar o cálculo da média das notas (+1 ou +2), +2, 0, (-1 ou -2) obtidas em cada dimensão, foi possível identificar:

As dimensões que receberam o maior nível de concordância dentro das subcomponentes, foram elas: Dimensão confiança com 80,3% de concordância na subcomponente motivação, dimensão divertimento com 93,5% de concordância na subcomponente experiência do usuário e a dimensão aprendizagem de curto termo com 58,5% de concordância na subcomponente aprendizagem.

As dimensões que receberam o maior nível de discordância dentro das subcomponentes, foram: Dimensão atenção e relevância com 11,0% de discordância na subcomponente motivação, dimensão interação social 22,7% de discordância na subcomponente experiência do usuário e dimensão aprendizagem de longo termo com 25,0% de discordância na subcomponente aprendizagem.

A linha de média logo abaixo de cada subcomponente, permite encontrar a subcomponente que recebeu o melhor nível de concordância dos alunos. Considerou-se a subcomponente com maior média de concordância e menor média de discordância e que não apresentasse uma média em porcentagem de notas zero maior 20% seria a subcomponente com melhor índice de concordância.

Assim, a subcomponente motivação, segundo os alunos, foi a melhor desenvol-

Quadro 4.1 – Síntese da reação dos alunos da Turma 1 ao jogo TPSC

Motivação	<p>A subcomponente motivação de forma geral foi bem desenvolvida no jogo, visto que o jogo foi considerado fácil de entender e de ser utilizado como material de estudo, possui conteúdos interessantes que chamam a atenção e que estão conectados a outros conhecimentos já adquiridos pelos alunos.</p> <p>Observou-se uma discordância com relação a afirmação sobre o <i>design</i> do jogo ser atraente, provavelmente pela expectativa de qualidade gráfica não alcançada pelo jogo TPSC e que são comuns a grande maioria dos jogos digitais de entretenimento. Além disso, a discordância também foi observada no item que se refere a relevância do conteúdo do jogo, talvez pelo fato de estarem na graduação, aprender sobre a Tabela Periódica não seja algo considerado relevante para esta turma de graduação em física.</p>
Experiência do usuário	<p>A experiência dos alunos com o jogo foi boa considerando a porcentagem de alunos que atribuíram notas +1 ou +2 para a maioria dos itens. As dimensões: divertimento, controle, competência e desafio foram as que tiveram em média maiores níveis de concordância nos itens que compõem cada dimensão.</p> <p>Sendo assim, o jogo foi considerado divertido por 100% dos alunos e também apresenta um nível de concordância alto (92%) com relação a aspectos como ritmo adequado para a evolução do jogo, perda de noção do tempo enquanto se joga, vontade de utilizar novamente o jogo.</p> <p>As dimensões interação social e imersão obtiveram níveis de concordância baixo e moderado respectivamente. Considerando estas dimensões, os itens referentes a “me sentir mais no mundo do jogo do que no mundo real” e “o jogo promove momentos de cooperação entre as pessoas que participam”, obtiveram concordância de 50% dos alunos. O item que recebeu menor porcentagem de concordância foi o que se referia a afirmação “me diverti junto com outras pessoas”. Estes resultados eram esperados, visto que o jogo foi desenvolvido para ser jogado individualmente. Porém, isso não impede que os alunos tenham uma interação no momento em que estão jogando.</p>
Aprendizagem	<p>Há percepção de que o jogo contribui para a aprendizagem da disciplina obteve alto nível de concordância (75%), porém, quando comparado a eficiência do jogo para a aprendizagem a outras atividades da disciplina, obteve-se um baixo nível de concordância (42%).</p> <p>Possivelmente este resultado está ligado ao fato de que o jogo não tinha relação direta com a disciplina. A dimensão aprendizagem de longo termo recebeu um baixo nível de concordância (33%). Com base nestes resultados observa-se que o jogo contribui mais para a aprendizagem de curto termo do que na aprendizagem de longo termo.</p>

Fonte: Autora.

vida pelo jogo com 73% de concordância e apenas 8% de discordância, além disso, foi a subcomponente com a menor porcentagem de notas zero.

A subcomponente aprendizagem apresentou a maior média de notas zero entre as subcomponentes, com 37% dos alunos não discordando e nem concordando com as afirmações. Também apresentou uma porcentagem de nota zero relevante com 42% para a dimensão aprendizagem de longo termo, este valor está muito próximo da metade dos números de alunos participantes da pesquisa nesta turma. Estes valores permitem concluir, com base na opinião dos alunos, que o jogo precisa melhorar os aspectos relacionados a

Tabela 3 – Dados sobre as dimensões e subcomponentes - Turma 1

Subcomponente	Média dos itens com nota (+1 ou +2) na dimensão.	Média dos itens com nota +2 na dimensão.	Média dos itens com nota 0 na dimensão.	Média dos itens com nota (-1 ou -2) na dimensão.
Motivação				
Atenção	75,00%	27,67%	13,67%	11,00%
Relevância	75,00%	27,67%	14,00%	11,00%
Confiança	80,33%	36,00%	16,67%	2,67%
Satisfação	62,50%	12,50%	29,50%	8,00%
Média	73,21%	25,96%	18,46%	8,17%
Experiência do usuário				
Imersão	67,00%	30,67%	16,67%	16,33%
Interação social	45,75%	14,50%	31,25%	22,75%
Desafio	71,00%	33,50%	12,50%	16,50%
Divertimento	93,50%	31,00%	6,00%	0,00%
Competência	79,00%	25,00%	16,50%	4,00%
Controle	79,50%	33,50%	12,50%	8,50%
Média	72,63%	28,03%	15,90%	11,35%
Aprendizagem				
Aprendizagem de curto termo	58,50%	21,00%	33,50%	8,00%
Aprendizagem de longo termo	33,00%	8,00%	42,00%	25,00%
Média	45,75%	14,50%	37,75%	16,50%

Obs: Valores em negrito representam a maior média entre as dimensões.

Fonte: Autora.

aprendizagem de curto termo e que também deve ser aplicado a turmas de EM, visto que este é o foco do jogo, assim a afirmação “a experiência com o jogo contribui para o meu desempenho na vida profissional” terá mais significado para os alunos.

Na turma 1 a comparação entre os itens de uma mesma dimensão é apresentada nos seguintes quadros: Tabela 4, Tabela 5, Tabela 6 e Tabela 7. As porcentagens de notas +2, 0 e -2 permitem conhecer o quanto os alunos concordam ou discordam fortemente das afirmações destes itens, além disso a porcentagem de notas zero permite identificar quais itens causaram algum tipo de incompreensão nos alunos ao relacionar a afirmação com o jogo e que por isso optaram por não discordar e nem concordar com a afirmação destes itens.

Na Tabela 4 referente aos dados sobre os itens motivação obtidos da avaliação da turma 1 ao jogo TPSC, destacam-se alguns pontos importantes. Os itens com melhores resultados considerando os parâmetros adotados foram:

Item da dimensão atenção: As variações de forma, conteúdo ou de atividades aju-

Tabela 4 – Itens da subcomponente motivação - Turma 1

Itens	Porcentual de nota +2 no item por dimensão.	Porcentual de nota 0 no item por dimensão.	Porcentual de nota -2 no item por dimensão.
Dimensão Atenção			
O <i>design</i> do jogo é atraente.	8,0%	25,0%	0,0%
Houve algo interessante no início do jogo que capturou minha atenção.	25,0%	8,0%	0,0%
As variações de forma, conteúdo ou de atividades ajudaram a me manter atento ao jogo.	50,0%	8,0%	0,0%
Dimensão Relevância			
O conteúdo do jogo é relevante para os meus interesses.	25,0%	17,0%	0,0%
O funcionamento deste jogo está adequado ao meu jeito de aprender.	25,0%	25,0%	0,0%
O conteúdo do jogo está conectado com outros conhecimentos que eu já possuía.	33,0%	0,0%	8,0%
Dimensão Confiança			
Foi fácil entender o jogo. o jogo.	75,0%	8,0%	0,0%
Foi fácil jogar o jogo e começar a utilizá-lo como material de estudo.	25,0%	17,0%	0,0%
Ao passar pelas etapas do jogo senti confiança de que estava aprendendo.	8,0%	25,0%	0,0%
Dimensão Satisfação			
Estou satisfeito porque sei que terei oportunidades de utilizar na prática coisas que aprendi com o jogo.	17,0%	17,0%	0,0%
É por causa do meu esforço pessoal que consigo avançar no jogo.	8,0%	42,0%	0,0%

Obs: Valores em negrito representam a maior porcentagem obtidas na dimensão.

Fonte: Autora.

daram a me manter atento ao jogo, apresentando 50,0% de notas +2, 8,0% de notas 0 e 0,0% de notas -2. Item da dimensão relevância: O conteúdo do jogo está conectado com outros conhecimentos que eu já possuía com 33,0% de notas +2, 0,0% de notas 0 e 8,0 de notas -2. Item da dimensão confiança: Foi fácil entender o jogo com 75,0% de notas +2, 8,0% de notas 0 e 0,0% de notas -2.

As porcentagens de notas referentes a “discordo fortemente da afirmação” nos itens praticamente não foram atribuídas pelos alunos, com exceção do item “O conteúdo do jogo está conectado com outros conhecimentos que eu já possuía”, que recebeu 8,0%. Muito provavelmente os temas que são apresentados no jogo não foram vistos pelo(a) aluno(a) ou este(a) não conseguiu estabelecer uma relação entre os temas e os conhecimentos que ele(a) já possuía.

Chama a atenção a dimensão satisfação, todos os seus itens receberam porcentagens de notas 0 igual ou maior que a porcentagem de notas +2. Apesar de não ter recebido porcentagens de notas -2 esta dimensão foi a que causou mais indecisão nos alunos, talvez porque os itens se referiam possibilidade de utilizar posteriormente na prática os aprendizados do jogo fosse algo difícil de afirmar, além de que, os alunos não souberam dizer se o jogo proporcionou algum esforço pessoal para avançar no jogo. Estas afirmações já discutidas anteriormente, estão relacionadas a futuras mudanças no jogo para melhorar estes aspectos apontados pelos alunos.

Ainda neste quadro, observa-se que outros itens receberam porcentagens altas de indecisão dos alunos, foi o caso dos seguintes itens: “O *design* do jogo é atraente”, com 8,0% de notas +2, 25,0% de notas 0 e 0,0% de notas -2. “O conteúdo do jogo é relevante para os meus interesses”, com 25,0% de notas +2, 17,0% de notas 0 e 0,0% de notas -2. “O funcionamento deste jogo está adequado ao meu jeito de aprender”, com 25,0% de notas +2, 25,0% de notas 0 e 0,0% de notas -2. “Foi fácil jogar o jogo e começar a utilizá-lo como material de estudo”, com 25,0% de notas +2, 17,0% de notas 0 e 0,0% de notas -2.

Estes resultados refletem não somente nas mudanças que deveram ser realizadas no jogo, mas também a necessidade de aplicação do jogo na turma foco do jogo e pequenos ajuste no questionário para que faça mais sentido para os alunos.

Os dados sobre os itens da subcomponente experiência do usuário, obtidos da avaliação da turma 1 ao jogo TPSC, são apresentados nas Tabelas 5 e 6 .

Alguns pontos importantes nas Tabelas 5 e 6 são apresentados a seguir. Os itens com melhores resultados considerando os parâmetros adotados foram:

Item da dimensão Imersão: Eu não percebi o tempo passar enquanto jogava, quando vi o jogo acabou, apresentando 25,0% de notas +2, 0,0% de notas 0 e 0,0% de notas -2.

Item da dimensão Desafio: O jogo evolui num ritmo adequado e não fica monótono

Tabela 5 – Itens da subcomponente experiência do usuário - Turma 1

Itens	Porcentual de nota +2 no item por dimensão.	Porcentual de nota 0 no item por dimensão.	Porcentual de nota -2 no item por dimensão.
Dimensão Imersão			
Temporariamente esqueci as minhas preocupações do dia a dia, fiquei totalmente concentrado no jogo.	42,0%	25,0%	8,0%
Eu não percebi o tempo passar enquanto jogava, quando vi o jogo acabou.	25,0%	0,0%	0,0%
Me senti mais no ambiente do jogo do que no mundo real, esquecendo do que estava ao meu redor.	25,0%	25,0%	0,0%
Dimensão Interação social			
Pude interagir com outras pessoas durante o jogo.	8,0%	8,0%	8,0%
Me diverti junto com outras pessoas.	17,0%	50,0%	8,0%
O jogo promove momentos de cooperação entre as pessoas que participam.	8,0%	42,0%	0,0%
O jogo promove momentos de competição entre as pessoas que participam.	25,0%	25,0%	0,0%
Dimensão Desafio			
Este jogo é adequadamente desafiador para mim, as tarefas não são muito fáceis nem muito difíceis.	25,0%	25,0%	8,0%
O jogo evolui num ritmo adequado e não fica monótono – oferece novos obstáculos, situações ou variações de atividades.	42,0%	0,0%	0,0%

Obs: Valores em negrito representam a maior porcentagem obtidas na dimensão.

Fonte: Autora.

oferece novos obstáculos, situações ou variações de atividades com 42,0% de notas +2, 0,0% de notas 0 e 0,0% de notas -2.

Item da dimensão Competência: Tive sentimentos positivos de eficiência no desenrolar do jogo, com 33,0% de notas +2, 8,0% de notas 0 e 0,0% de notas -2.

Tabela 6 – Continuação dos itens da subcomponente experiência do usuário - Turma 1

Itens	Porcentual de nota +2 no item por dimensão.	Porcentual de nota 0 no item por dimensão.	Porcentual de nota -2 no item por dimensão.
Dimensão Divertimento			
Me diverti com o jogo.	33,0%	0,0%	0,0%
Quando interrompido, fiquei desapontado que o jogo tinha acabado.	33,0%	8,0%	0,0%
Eu recomendaria este jogo para meus colegas.	33,0%	8,0%	0,0%
Gostaria de utilizar este jogo novamente.	25,0%	8,0%	0,0%
Dimensão Competência			
Consegui atingir os objetivos do jogo por meio das minhas habilidades.	17,0%	25,0%	0,0%
Tive sentimentos positivos de eficiência no desenrolar do jogo.	33,0%	8,0%	0,0%
Dimensão Controle			
Os controles para realizar realizar ações no jogo responderam bem.	25,0%	8,0%	0,0%
É fácil aprender a interface e controles do jogo.	42,0%	17,0%	0,0%

Obs: Valores em negrito representam a maior porcentagem obtidas na dimensão.
Fonte: Autora.

A dimensão Divertimento e a dimensão Controle tiveram resultados ótimos. Todos os itens das duas dimensões estavam dentro dos parâmetros adotados para esta análise. Sendo assim, foram as melhores dimensões na subcomponente experiência do usuário, indicando que os aspectos do jogo relacionado a estas dimensões foram bem desenvolvidos no jogo.

Dos dezessete itens que compõe a subcomponente experiência do usuário, apenas quatro itens receberam notas -2 com 8,0% em todos os casos. Os itens foram: “Temporariamente esqueci as minhas preocupações do dia a dia, fiquei totalmente concentrado no jogo”, “Pude interagir com outras pessoas durante o jogo”, “Me diverti junto com outras pessoas”, “Este jogo é adequadamente desafiador para mim, as tarefas não são muito fáceis nem muito difíceis” Estes pontos serão melhorados no jogo.

A dimensão interação social se destacou por ter recebido em todos os seus itens uma porcentagem de notas 0 igual ou maior que a porcentagem de notas +2. Esta dimensão foi a que causou mais indecisão nos alunos, os valores obtidos nestes itens têm relação com o contexto em que o jogo foi aplicado e com o fato de que o jogo foi desenvolvido para ser jogado individualmente.

Outros itens desta subcomponente receberam porcentagens altas de indecisão dos alunos, estes resultados refletem a necessidade de melhorias destes itens no jogo e pequenos ajuste no questionário.

Os dados dos itens da subcomponente aprendizagem obtidos da avaliação da Turma 1 ao jogo TPSC, são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 – Itens da subcomponente aprendizagem - Turma 1

Itens	Porcentual de nota +2 no item por dimensão.	Porcentual de nota 0 no item por dimensão.	Porcentual de nota -2 no item por dimensão.
Dimensão Aprendizagem de curto termo			
O jogo contribuiu para a minha aprendizagem na disciplina.	25,0%	25,0%	0,0%
O jogo foi eficiente para minha aprendizagem, em comparação com outras atividades da disciplina.	17,0%	42,0%	8,0%
Dimensão Aprendizagem de longo termo			
A experiência com o jogo vai contribuir para meu desempenho na vida profissional.	8,0%	42,0%	0,0%

Obs: Valores em negrito representam a maior porcentagem obtidas na dimensão.

Fonte: Autora.

Esta subcomponente não apresentou bons resultados ao se considerar os parâmetros adotados nesta análise.

Todos os itens das dimensões receberam porcentagens de notas 0 igual ou maior que a porcentagem de notas +2. Esta foi a subcomponente que causou mais indecisão nos alunos, talvez porque os itens se referiam ao contexto em que o jogo foi aplicado, e a forma como as afirmações foram feitas podem não ter sido favoráveis para a avaliação do jogo.

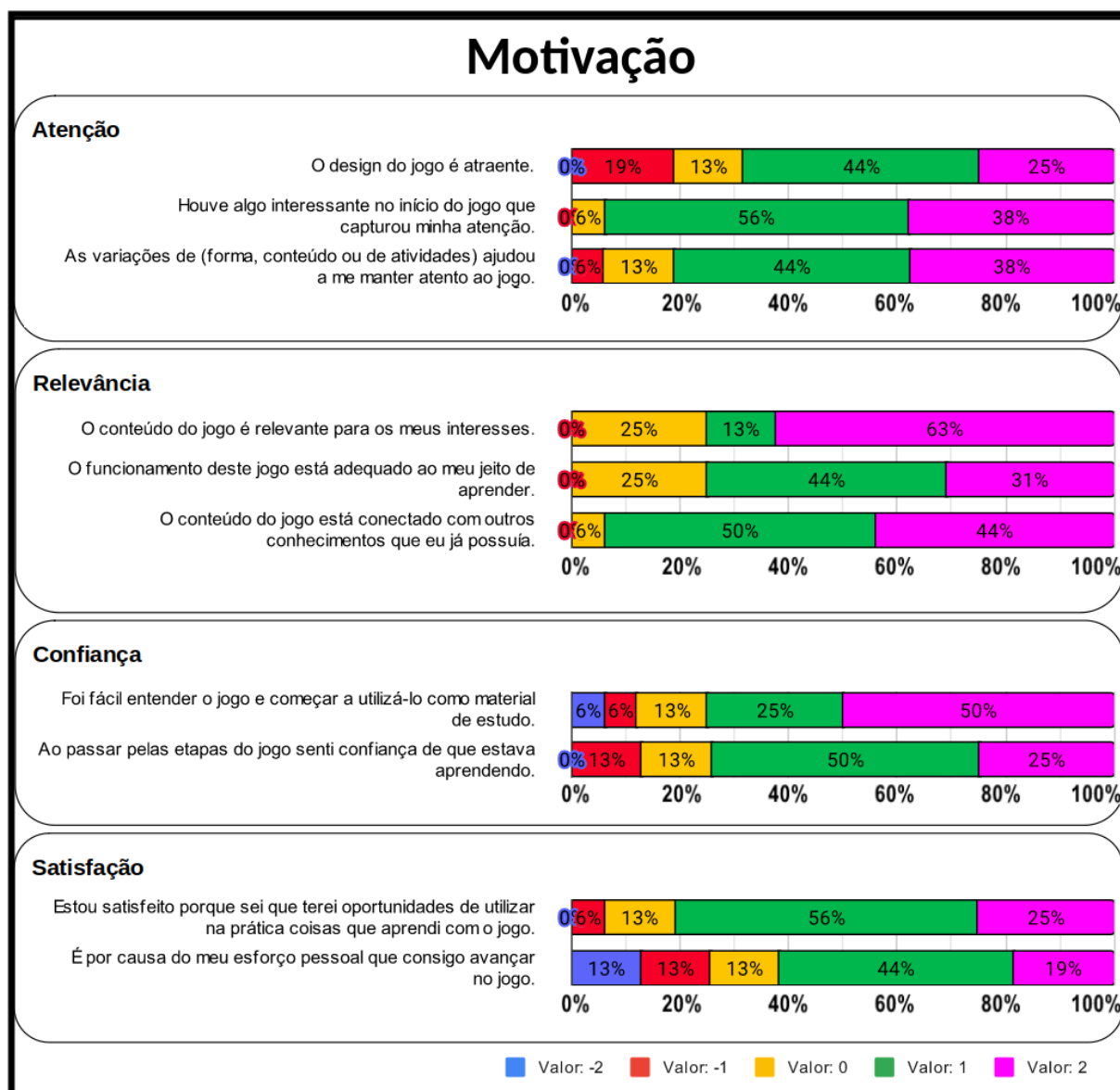
4.2 Turma 2

4.2.1 Subcomponente motivação - Turma 2

Os resultados da avaliação do jogo TPSC realizados pela turma 2 são apresentados a seguir, divididos nas três subescalas (motivação, experiência do usuário e aprendizagem). Dezesesseis alunos responderam ao questionário.

Observa-se que, de forma geral a subcomponente motivação obteve em média altos níveis de concordância dos alunos. Isso indica que o jogo proporcionou aos alunos um efeito positivo na motivação. Todos os itens receberam notas +1 ou +2 atribuídas por pelo menos 63% dos alunos. O gráfico de frequências dos itens que compõem a subcomponente motivação pode ser visto na Figura 16.

Figura 16 – Avaliação da subcomponente motivação - Turma 2



Fonte: Autora.

As dimensões da subcomponente motivação e a descrição dos resultados obtidos são apresentadas e discutidas a seguir:

Dimensão atenção: Dois itens desta dimensão receberam alto nível de concordância e um item obteve nível moderado de concordância. O item correspondente a afirmação que avalia se houve algo interessante no início do jogo, 94% dos alunos atribuíram notas +1 ou +2. Além disso, 82% dos alunos atribuíram notas +1 ou +2 para o item que avalia se as variações no jogo ajudam a manter os alunos atentos. Com relação ao *design* do jogo, 69% dos alunos atribuíram notas +1 ou +2. Esta dimensão recebeu a maior média de porcentagem dos itens com notas +1 e +2, sendo ela a que mais apresentou concordância dos alunos com as afirmativas dos itens.

Dimensão relevância: Todos os itens desta dimensão atingiram um alto nível de concordância e esta foi a segunda dimensão mais bem avaliada entre as dimensões na subcomponente motivação. O item com maior concordância referia-se ao conteúdo do jogo estar conectado a outros conhecimentos já adquiridos pelo aluno, 94% dos alunos concordaram com a afirmação e atribuíram notas +1 ou +2, obtendo assim um alto nível de concordância. O jogo foi considerado relevante para 76% dos alunos, sendo que 63% concordaram fortemente com a afirmação, fazendo deste item o que recebeu maior porcentagem de nota +2 da subcomponente motivação. O funcionamento do jogo foi adequado ao jeito de aprenderem de 75% dos alunos.

Dimensão confiança: Os dois itens desta dimensão atingiram um alto nível de concordância. Também obteve a segunda maior porcentagem de “concordo fortemente com a afirmação”, no item que se refere a afirmação de que o jogo é fácil de entender e que pretendem utilizá-lo como material de estudo. Neste item 25% dos alunos deram notas +1 e 50% atribuíram nota +2, totalizando uma porcentagem de 75% de concordância dos alunos com a afirmação.

No item referente a sentir confiança de que estavam aprendendo ao passar pelas etapas do jogo, 75% dos alunos concordaram com a afirmação.

Dimensão satisfação: Nesta dimensão a afirmação relacionada a oportunidades de utilizar na prática o que aprenderam com o jogo, 81% dos alunos concordaram com este item, o que representa um alto nível de concordância. No item relacionado ao esforço pessoal para avançar no jogo, teve um nível moderado de concordância, 63% dos alunos atribuíram notas +1 ou +2, além disso, 26% dos alunos atribuíram nota -1 ou -2 porém, este foi o item que recebeu a maior porcentagem de discordância nesta subcomponente.

Provavelmente esta porcentagem está associada ao fato de que o jogo apesar de exigir um esforço para avançar nas fases, este não foi considerado alto.

4.2.2 Subcomponente experiência do usuário - Turma 2

Considerando os resultados obtidos nas dimensões desta subcomponente (Figura 17) o jogo proporcionou uma experiência relativamente positiva aos alunos, com destaque para as dimensões divertimento, competência e controle que apresentaram um alto nível de concordância dos alunos com relação as porcentagens das notas +1 e +2 atribuída as afirmações presentes em cada item destas dimensões.

A seguir são apresentados os comentários específicos sobre os resultados das dimensões da subcomponente experiência do usuário:

Dimensão imersão: Dois itens desta dimensão tiveram um nível moderado de concordância. Na afirmação referente a temporariamente esquecer das preocupações e ficar concentrado no jogo, 69% dos alunos atribuíram notas +1 ou +2.

No item referente a afirmação de que não perceberam o tempo passar enquanto jogavam, 57% dos alunos atribuíram notas +1 ou +2. A porcentagem de alunos que concordaram que se sentiram mais no ambiente do jogo do que no mundo real foi baixa com 26% dos alunos atribuíram notas +1 ou +2, apresentando assim um baixo nível de concordância, este item recebeu uma das porcentagens mais altas de notas 0. De forma geral, a dimensão imersão apresentou a segunda menor média em porcentagem de concordância dos itens que a compõem.

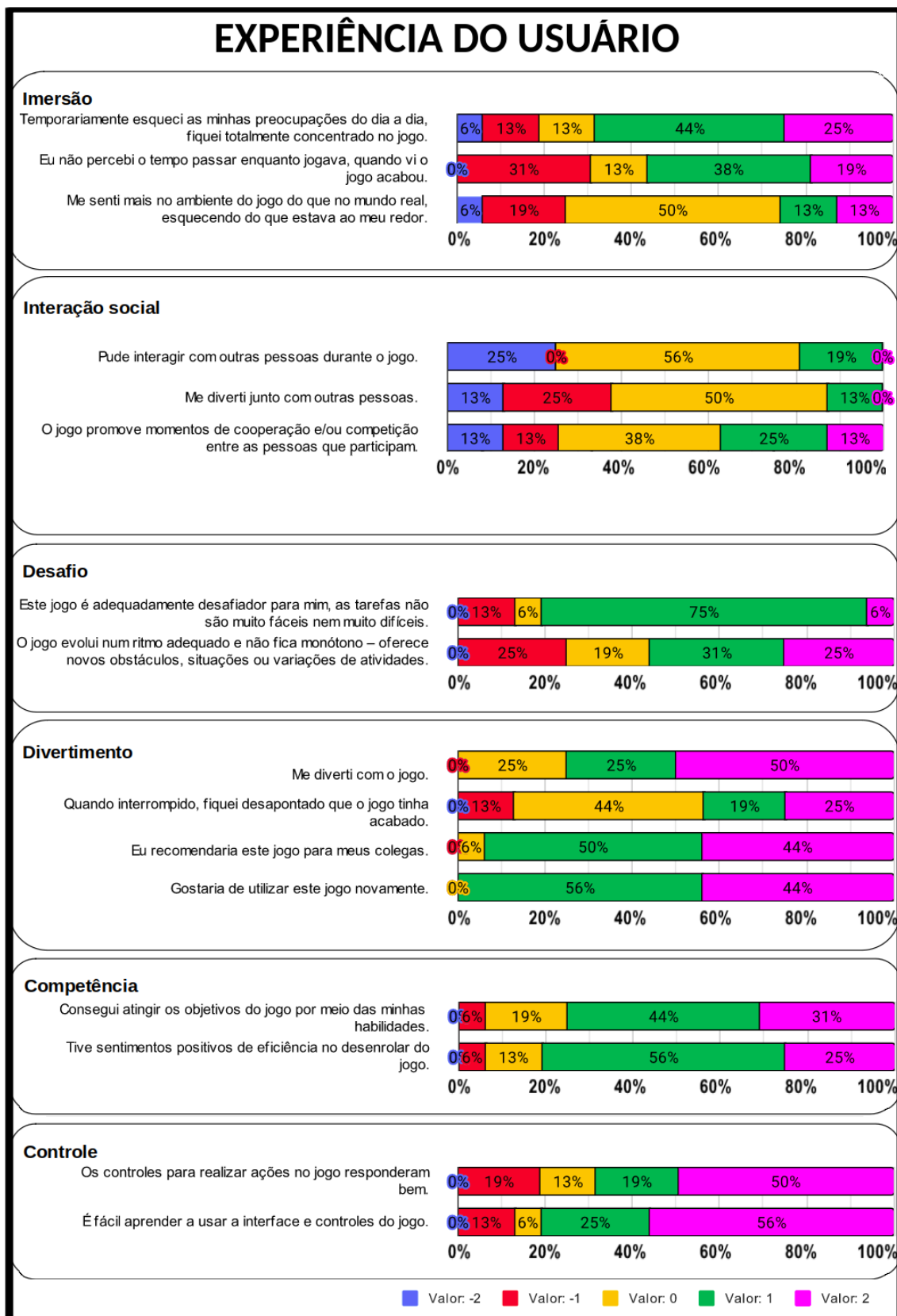
Dimensão interação social: Esta dimensão obteve o mais baixo nível de concordância da subcomponente experiência do usuário, recebeu a menor quantidade de nota +2 e 0 na soma dos seus itens comparadas às outras dimensões desta subcomponente. Resultado esse muito semelhante a turma FIS0004.

Com relação a afirmação “pude interagir com outras pessoas durante o jogo” 19% dos alunos atribuíram notas +1, sendo assim, este item teve um baixo nível de concordância. Um número maior de alunos (25%) discordaram fortemente da afirmação, atribuíram notas -1 e 56% dos alunos atribuíram notas 0, sendo o item que recebeu maiores porcentagens de notas -1 e 0 deste subcomponente.

O item relacionado à diversão junto com outras pessoas obteve um baixo nível de concordância, apenas 13% dos alunos concordaram com a afirmação, além disso, 50% dos alunos atribuíram notas 0. Este foi o item que apresentou um nível de discordância das afirmações mais alto da subcomponente experiência do usuário com 38% dos alunos discordando da afirmação.

Na afirmação relacionada à existência de momentos de cooperação entre as pessoas que participaram do jogo, 38% dos alunos atribuíram notas +1 ou +2, considerado um baixo nível de concordância. Outros 38% dos alunos atribuíram nota 0 e por fim, um número um pouco menor de alunos 26% atribuíram notas -1 ou -2. Este resultado, pode ser atribuído ao contexto dos alunos, visto que eram alunos de EAD e as afirmações dos

Figura 17 – Avaliação da subcomponente experiência do usuário - Turma 2



Fonte: Autora.

itens não foram claras, podendo ter causado dupla interpretação.

Observa-se que as afirmações desta dimensão tiveram porcentagem referentes a notas 0 e valores de discordância consideráveis, isso se deve ao fato de que as afirmações não foram claras quanto ao contexto em que elas são realizadas, e por conta disso os alunos poderiam ter dificuldades em respondê-las. Para todos os itens admite-se dois contextos, a interação dentro do ambiente do jogo ou interação dentro da sala de aula.

Dimensão desafio: Esta dimensão teve um nível moderado de concordância. A afirmação de que o jogo é adequadamente desafiador recebeu notas +1 ou +2 de 81% dos alunos. Com relação à afirmação de que o jogo evolui num ritmo adequado, 56% dos alunos atribuíram notas +1 ou +2 para este item.

Dimensão divertimento: Esta dimensão foi a que mais apresentou concordância dos alunos com relação às afirmações feitas pelos itens, tendo um valor médio das porcentagens dos itens com notas +1 ou +2 de 78,2%, ficando a frente apenas da dimensão competência. Além disso, obteve a segunda maior média dos itens com notas +2 atribuídas pelos alunos. A afirmação “me diverti com o jogo” obteve notas +1 ou +2 atribuídas por 75% dos alunos, sendo que 50% concordaram fortemente, este item teve um alto nível de concordância. Os itens que se referiam aos desapontamentos com o fim do jogo teve a menor porcentagem de concordância desta dimensão, com 44% dos alunos atribuindo notas +1 ou +2, sendo considerado um baixo nível de concordância. A afirmação referente a recomendação do jogo para outros colegas recebeu notas +1 ou +2 atribuídas por 94% dos alunos, sendo que 44% concordaram fortemente. A porcentagem de alunos que concordaram com a afirmação “gostariam de utilizar o jogo novamente” foi de 100% dos alunos que atribuíram notas +1 ou +2 para este item. Estes dois últimos itens obtiveram um alto nível de concordância dos alunos.

Dimensão competência: As afirmações referentes a capacidade de atingir os objetivos do jogo por meio das habilidades e a que se refere aos sentimentos positivos de eficiência no jogo obtiveram um alto nível de concordância, com 75% e 81% dos alunos atribuindo notas +1 ou +2 para as respectivas afirmações. Esta dimensão apresentou o segundo maior valor médio das porcentagens dos itens com notas +1 ou +2 com relação às afirmações feitas pelos itens.

Dimensão controle: A afirmação referente a capacidade de resposta do jogo obteve notas +1 e +2 atribuída por 69% dos alunos, sendo que 50% dos alunos concordaram fortemente. O item referente a facilidade em usar a interface e controles do jogo também foram bem avaliados, 81% dos alunos atribuíram notas +1 ou +2, sendo que 56% dos alunos concordaram fortemente. Este item foi o que obteve a maior porcentagem de notas +2 entre todos os itens da subcomponente experiência do usuário. Esta dimensão também recebeu a maior média em porcentagem de todos os itens que receberam notas +2 nesta subcomponente.

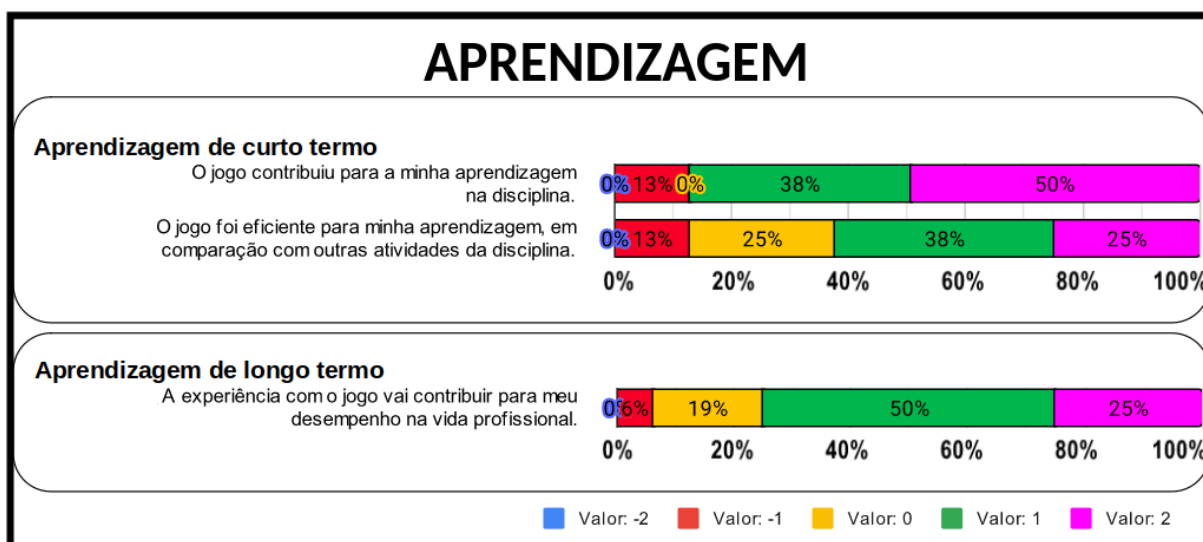
As dimensões: divertimento, competência e controle alcançaram um nível alto de

concordância das afirmações, a dimensão desafio apresentou um nível moderado de concordância. Novamente as dimensões interação social e imersão foram as que receberam maior discordância dos alunos referente às afirmações, sendo assim, foram as mais indicadas neste subcomponente a futuras melhorias.

4.2.3 Subcomponente aprendizagem - Turma 2

Para os alunos, o jogo TPSC contribuiu para a aprendizagem da disciplina em igual proporção. Tanto para a aprendizagem de curto termo quanto para a aprendizagem de longo termo, resultados obtidos da comparação das médias em porcentagem dos itens de cada dimensão que receberam notas +1 e +2. Os comentários específicos sobre as dimensões da subescala aprendizagem e os resultados são apresentados na Figura 18.

Figura 18 – Avaliação da subcomponente aprendizagem - Turma 2



Fonte: Autora.

A seguir são apresentados os comentários específicos sobre os resultados das dimensões da subcomponente aprendizagem turma da 2:

Dimensão aprendizagem de curto termo: O item referente à percepção de que o jogo contribuiu para a aprendizagem na disciplina recebeu alto nível de concordância, 88% dos alunos atribuíram notas +1 ou +2 para este item, além disso, este foi o item desta dimensão que recebeu a maior porcentagem de notas +2. O segundo item desta dimensão, onde a afirmação referia-se à eficiência do jogo para a aprendizagem comparada a outras atividades da disciplina, obteve um nível moderado de concordância, 63% dos alunos concordaram com a afirmação e atribuíram notas +1 ou +2.

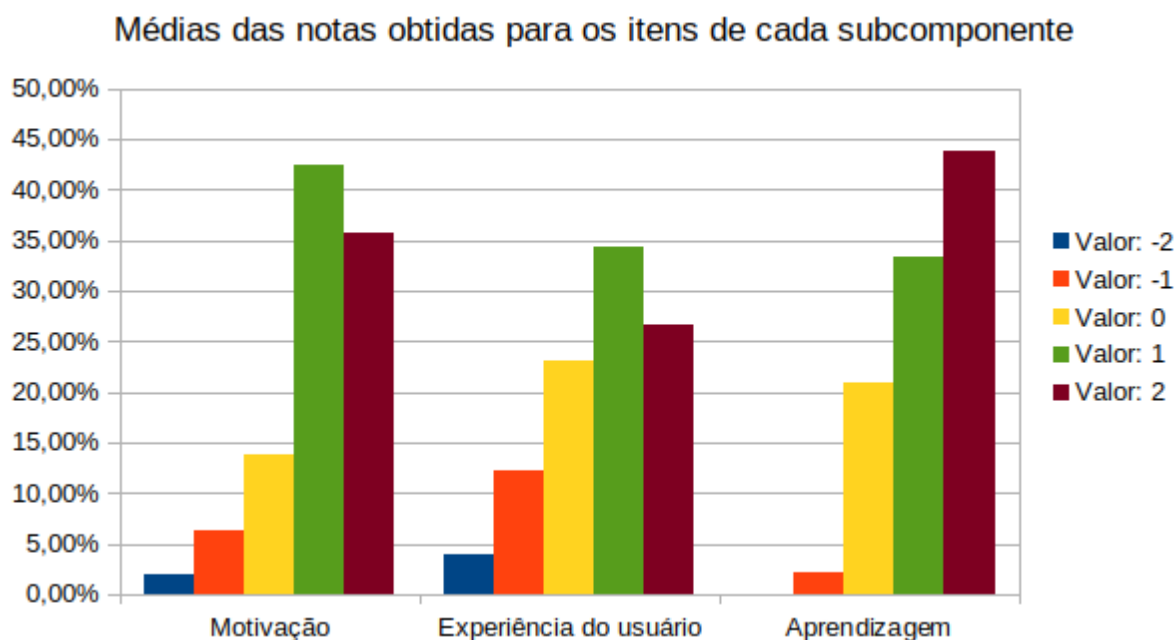
Dimensão aprendizagem de longo termo: Esta dimensão avalia se a experiência com o jogo contribuiu para o desempenho do participante na vida profissional, houve um alto nível de concordância neste item com 75% de alunos atribuindo notas +1 ou +2.

Com base nos resultados obtidos, considera-se que o contexto dos alunos de graduação prestes a se tornarem professores, contribuiu para a concordância desta afirmação.

4.2.4 Análise das subcomponentes da Turma 2

Na Turma 2 o gráfico da média das notas obtidas nos itens para cada subcomponente é apresentado na Figura 19 e os dados utilizados no gráfico são vistos na Tabela 8. O gráfico contribui para a identificação das porcentagens das notas. Observa-se que a subcomponente motivação teve as melhores porcentagens ao somar as notas +1 e +2 apresentou 78,13%, a subcomponente aprendizagem obteve porcentagens semelhantes, com soma das notas +1 e +2 dada por 77,08%.

Figura 19 – Média das notas atribuída as subcomponentes pela Turma 2



Fonte: Autora.

Tabela 8 – Médias das notas atribuída pelos alunos em cada subcomponente - Turma 2

Subcom- ponente	Média de nota -2	Média de nota -1	Média de nota 0	Média de nota +1	Média de nota +2
Motivação	1,88%	6,25%	13,75%	42,50%	35,63 %
Experiência do usuário	3,91%	12,11%	23,05%	34,38%	26,56%
Aprendizagem	0,00%	2,08%	20,83%	33,33%	43,75 %

Fonte: Autora.

Uma síntese da avaliação deste jogo realizada pela Turma 2, utilizando o questionário proposto por Savi (2011a) é apresentada no Quadro 4.2.

A comparação entre as dimensões e entre as subcomponentes, a Tabela 9, apresenta as médias dos itens de cada dimensão em cada subcomponente.

Quadro 4.2 – Síntese da reação dos alunos da Turma 2 ao jogo TPSC

Motivação	<p>O jogo teve efeito positivo na motivação dos alunos, de forma geral esta subcomponente foi bem avaliada pelos alunos. O jogo conseguiu chamar a atenção dos alunos, possui conteúdos interessantes, foi considerado fácil de entender e de ser utilizado como material de estudo, causou sentimento de satisfação nos alunos.</p> <p>Observou-se uma maior discordância com relação às afirmações sobre o esforço pessoal para avançar no jogo e com relação ao <i>design</i> do jogo ser atraente, provavelmente pela expectativa de qualidade gráfica alta não alcançada pelo jogo TPSC e pelo tipo de desafios do jogo que pode ter sido considerado pequeno perante as habilidades dos alunos.</p>
Experiência do usuário	<p>A experiência dos alunos com o jogo foi consideravelmente boa, três dimensões (divertimento, competência e controle) foram bem avaliadas apresentando um alto nível de concordância dos alunos que atribuíram notas +1 ou +2 e três dimensões (interação social, imersão e desafio) apresentaram um nível de concordância moderado ou baixo respectivamente.</p> <p>Sendo assim, o jogo foi considerado importante, 100% dos alunos gostariam de utilizá-lo novamente. Ele causou um sentimento positivo de eficiência no desenrolar do jogo para 81% dos alunos e foi considerado fácil de utilizar sua interface.</p> <p>As dimensões interação social recebeu os menores índices de concordância desta subcomponente, provavelmente devido ao contexto que o jogo foi aplicado. A afirmação “me sentir mais no mundo do jogo do que no mundo real” obteve o menor nível de concordância da sua dimensão assim como a afirmação de que “o jogo evolui num ritmo adequado”. Estes resultados apontam para os principais itens a serem melhorados no jogo com relação a este subcomponente.</p>
Aprendizagem	<p>Há percepção de que o jogo contribui para a aprendizagem da disciplina obteve alto nível de concordância (88%), porém, quando comparado a eficiência do jogo para a aprendizagem a outras atividades da disciplina, obteve-se um baixo nível de concordância (63%). A dimensão aprendizagem de longo termo recebeu um baixo nível de concordância (33%).</p> <p>Possivelmente este resultado está ligado ao fato de que o jogo foi apresentado aos alunos como um recurso a ser utilizado por eles nas aulas quando estes fossem professores, porém o sentimento de que existem outras formas de aprender mais eficiente do que através do jogo foi perceptível.</p> <p>Com base nos resultados observa-se que o jogo contribui em igual proporção para a aprendizagem de curto termo e de longo termo.</p>

Fonte: Autora.

Foram realizados os cálculos das médias das notas (+1 ou +2), +2, 0, (-1 ou -2) obtidas em cada dimensão, após isso foi possível identificar que:

As dimensões que receberam o maior nível de concordância dentro das subcomponentes, foram elas: Dimensão atenção e relevância com 81,7% de concordância na subcomponente motivação, dimensão divertimento com 78,3% de concordância na subcomponente experiência do usuário e a dimensão aprendizagem de curto e longo termo com 75,5% de concordância na subcomponente aprendizagem.

As dimensões que receberam o maior nível de discordância dentro das subcompo-

Tabela 9 – Dados sobre as dimensões e subcomponentes - Turma 2

Subcomponente	Média dos itens com nota (+1 ou +2) na dimensão.	Média dos itens com nota +2 na dimensão.	Média dos itens com nota 0 na dimensão.	Média dos itens com nota (-1 ou -2) na dimensão.
Motivação				
Atenção	81,7 %	33,7 %	10,7 %	8,3 %
Relevância	81,7 %	46,0 %	18,7 %	0,0 %
Confiança	75,0 %	37,5 %	13,0 %	12,5 %
Satisfação	72,0 %	22,0 %	13,0 %	16,0 %
Média	77,58%	34,8%	13,8%	9,2%
Experiência do usuário				
Imersão	50,7 %	19,0 %	25,3 %	25,0 %
Interação social	23,3 %	4,3 %	48,0 %	29,7 %
Desafio	68,5 %	15,5 %	12,5 %	19,0 %
Divertimento	78,3 %	40,8 %	18,8 %	3,3 %
Competência	78,0 %	28,0 %	16,0 %	6,0 %
Controle	75,0 %	53,0 %	9,5 %	16,0 %
Média	62,29%	26,8%	21,7%	16,5%
Aprendizagem				
Aprendizagem de curto termo	75,5 %	37,5 %	12,5 %	13,0 %
Aprendizagem de longo termo	75,0 %	25,0 %	19,0 %	6,0 %
Média	75,25%	31,3%	15,8%	9,5%

Obs: Valores em negrito representam a maior média entre as dimensões.

Fonte: Autora.

mentes, foram: Dimensão satisfação 16,0% de discordância na subcomponente motivação, dimensão interação social 29,7% de discordância na subcomponente experiência do usuário e dimensão aprendizagem de curto termo com 13,0% de discordância na subcomponente aprendizagem.

Logo abaixo de cada subcomponente a linha de média permite encontrar a subcomponente que recebeu o melhor nível de concordância dos alunos. Para tanto considerou-se a subcomponente com maior média de concordância, menor média de discordância, e que não apresentasse uma média em porcentagem de notas zero maior 20% seria a subcomponente com melhor índice de concordância.

Assim, a subcomponente aprendizagem, segundo a opinião dos alunos, foi a melhor desenvolvida pelo jogo com 75,2% de concordância e apenas 9,5% de discordância e a média dos itens com nota zero também foram as menores entre as subcomponentes com 15,8%.

A subcomponente experiência do usuário apresentou a maior média de notas zero entre as subcomponentes, com 21,7% dos alunos não discordando e nem concordando das afirmações. Também apresentou o maior nível de discordância entre as subcomponentes com 16,5%. A dimensão interação social foi a maior responsável por estes índices, visto que a média das porcentagens dos itens desta dimensão foram de 48,0% dos alunos atribuindo

notas zero e 29,7% atribuindo notas (-1 ou -2).

Na turma 2 a comparação entre os itens de uma mesma dimensão é apresentada nas seguintes tabelas: Tabela 10, Tabela 11, Tabela 12 e Tabela 13. As porcentagens de notas +2, 0 e -2 permitem conhecer o quanto os alunos concordam ou discordam fortemente das afirmações destes itens, além disso a porcentagem de notas zero permite identificar quais itens causaram algum tipo de incompreensão nos alunos ao relacionar a afirmação dos itens com o jogo.

A Tabela 10 referente aos dados sobre os itens motivação obtidos da avaliação da turma 2, destacam-se alguns pontos importantes.

Os itens com melhores resultados considerando os parâmetros adotados foram: Item da dimensão atenção: Houve algo interessante no início do jogo que capturou minha atenção, apresentando 38,0% de notas +2, 6,0% de notas 0 e 0,0% de notas -2. Às variações de forma, conteúdo ou de atividades ajudaram a me manter atento ao jogo, apresentando 38,0% de notas +2, 13,0% de notas 0 e 0,0% de notas -2.

Os itens da dimensão relevância: O conteúdo do jogo é relevante para os meus interesses, com 63,0% de notas +2, 25,0% de notas 0 e 0,0% de notas -2. E o conteúdo do jogo está conectado com outros conhecimentos que eu já possuía com 44,0% de notas +2, 6,0% de notas 0 e 0,0% de notas -2.

Item da dimensão confiança: Foi fácil entender o jogo com 50,0% de notas +2, 13,0% de notas 0 e 6,0% de notas -2.

As porcentagens de notas referentes a “discordo fortemente da afirmação” foram atribuídas apenas a dois itens. O item “foi fácil entender o jogo e começar a utilizá-lo como material de estudo”, com 6,0% e o item “é por causa do meu esforço pessoal que consigo avançar no jogo”, com 13%.

Observou-se que outros itens receberam porcentagens relevantes de indecisão dos alunos que atribuíram nota 0, foram os seguintes itens: “O *design* do jogo é atraente”, com 25,0% de notas +2, 13,0% de notas 0 e 0,0% de notas -2.

“O funcionamento deste jogo está adequado ao meu jeito de aprender”, com 31,0% de notas +2, 25,0% de notas 0 e 0,0% de notas -2.

“Ao passar pelas etapas do jogo senti confiança de que estava aprendendo”, com 25,0% de notas +2, 13,0% de notas 0 e 0,0% de notas -2.

Os dois itens da dimensão satisfação não tiveram bons resultados ao considerar os parâmetros utilizados para esta análise. Apesar de terem notas um pouco melhores em comparação a turma 1, esta dimensão continua sendo a que recebeu níveis baixos de concordo fortemente.

Estes dados apontam para os itens que devem ser melhorados no jogo e já mostram

Tabela 10 – Itens da subcomponente motivação - Turma 2

Itens	Porcentual de nota +2 no item por dimensão.	Porcentual de nota 0 no item por dimensão.	Porcentual de nota -2 no item por dimensão.
Dimensão Atenção			
O <i>design</i> do jogo é atraente.	25,0 %	13,0 %	0,0 %
Houve algo interessante no início do jogo que capturou minha atenção.	38,0 %	6,0 %	0,0 %
As variações de forma, conteúdo ou de atividades ajudaram a me manter atento ao jogo.	38,0 %	13,0 %	0,0 %
Dimensão Relevância			
O conteúdo do jogo é relevante para os meus interesses.	63,0 %	25,0 %	0,0 %
O funcionamento deste jogo está adequado ao meu jeito de aprender.	31,0 %	25,0 %	0,0 %
O conteúdo do jogo está conectado com outros conhecimentos que eu já possuía.	44,0 %	6,0 %	0,0 %
Dimensão Confiança			
Foi fácil entender o jogo. e começar a utilizá-lo como material de estudo.	50,0 %	13,0 %	6,0 %
Ao passar pelas etapas do jogo senti confiança de que estava aprendendo.	25,0 %	13,0 %	0,0 %
Dimensão Satisfação			
Estou satisfeito porque sei que terei oportunidades de utilizar na prática coisas que aprendi com o jogo.	25,0 %	13,0 %	0,0 %
É por causa do meu esforço pessoal que consigo avançar no jogo.	19,0 %	13,0 %	13,0 %

Obs: Valores em negrito representam a maior porcentagem obtidas na dimensão.

Fonte: Autora.

que existem um consenso entre a turma 1 e 2 a respeito das dimensões.

Os dados sobre os itens da subcomponente experiência do usuário, obtidos da avaliação da turma 2, são apresentados na Tabela 11.

Tabela 11 – Itens da subcomponente experiência do usuário - Turma 2

Itens	Porcentual de nota +2 no item por dimensão.	Porcentual de nota 0 no item por dimensão.	Porcentual de nota -2 no item por dimensão.
Dimensão Imersão			
Temporariamente esqueci as minhas preocupações do dia a dia, fiquei totalmente concentrado no jogo.	25,0 %	13,0 %	6,0 %
Eu não percebi o tempo passar enquanto jogava, quando vi o jogo acabou.	19,0 %	13,0 %	0,0 %
Me senti mais no ambiente do jogo do que no mundo real, esquecendo do que estava ao meu redor.	13,0 %	50,0 %	6,0 %
Dimensão Interação social			
Pude interagir com outras pessoas durante o jogo.	0,0 %	56,0 %	25,0 %
Me diverti junto com outras pessoas.	0,0 %	50,0 %	13,0 %
O jogo promove momentos de cooperação e/ou competição entre as pessoas que participam.	13,0 %	38,0 %	13,0 %
Dimensão Desafio			
Este jogo é adequadamente desafiador para mim, as tarefas não são muito fáceis nem muito difíceis.	6,0 %	6,0 %	0,0 %
O jogo evolui num ritmo adequado e não fica monótono – oferece novos obstáculos, situações ou variações de atividades.	25,0 %	19,0 %	0,0 %

Obs: Valores em negrito representam a maior porcentagem obtidas na dimensão.
Fonte: Autora.

Na Tabela 11 e na Tabela 12 foram destacados alguns pontos com o objetivo de indicar mais especificamente quais os pontos fortes e fracos no jogo, com base nos itens. Os itens com melhores resultados considerando os parâmetros adotados foram:

Três itens da dimensão divertimento, referentes as afirmações “Me diverti com o jogo”, “Eu recomendaria este jogo para meus colegas” e “Gostaria de utilizar este jogo novamente”. Foram itens que receberam porcentagens de notas +2 igual ou maior que 44% dos alunos e ninguém discordou fortemente dessas afirmações.

Os itens da dimensão controle, referentes às seguintes afirmações: “Os controles para realizar ações no jogo responderam bem” e “É fácil aprender a usar a interface e controles do jogo”, receberam porcentagens de notas +2 igual ou maior que 50% dos alunos e nenhuma porcentagem de “discordo fortemente” das afirmações. A maior porcentagem de notas 0 obtidas nos itens destas duas dimensões foi de 25%, o que indica que a maioria dos alunos estavam certos que as características indicadas nas afirmações foram proporcionadas pelo jogo.

Dos dezesseis itens que compõe a subcomponente experiência do usuário, apenas cinco itens receberam notas -2. Destaca-se o item “Pude interagir com outras pessoas durante o jogo” que recebeu 25,0% de notas -2 e a porcentagem de indecisão mais alta entre os itens desta dimensão com 56% de notas 0.

Em seguida o item “Me diverti junto com outras pessoas” e “Me senti mais no ambiente do jogo do que no mundo real, esquecendo do que estava ao meu redor”, receberam nota -2 com valores de 13,0% e 6% respectivamente. Um outro fato que chama a atenção nestes dois últimos itens tiveram uma porcentagem de indecisão bem alta com 50% de notas 0.

O item “O jogo promove momentos de cooperação e/ou competição entre as pessoas que participam” também apresentou um elevado nível de indecisão com 38% de notas 0 e 13% de notas -2. O item “Temporariamente esqueci as minhas preocupações do dia a dia, fiquei totalmente concentrado no jogo” recebeu 13% de nota 0 e 6% de nota -2.

Dos cinco itens que receberam notas -2 na subcomponente experiência do usuário, três deles estão diretamente relacionados a proposta do jogo que é um jogo individual, onde a interação ocorre apenas entre o jogador e o computador. Como estes três itens não estão ajustados ao tipo jogo TPSC a porcentagem de notas 0 foi alta. Os dois itens restante estão relacionados a imersão ou fluxo que o aluno experimenta ao jogar, este é um dos pontos relevantes quando se trata de jogos digitais no ensino. Espera-se que jogo como recurso didático seja interessante e proporcione o estado de *Flow* para os alunos, fazendo com que eles fiquem focados no jogo e aprendam.

O processo *Flow* é um estado mental no qual o individuo se encontra imerso e focado em uma atividade, ele não percebe o passar do tempo ao realizar esta atividade. Não é um processo automático e imediato, no caso dos jogos é necessário que o jogador se ambienta com o jogo, aprenda os comandos e conheça os possíveis retornos das ações realizadas (PAIVA; TORI, 2017).

Tabela 12 – Continuação dos itens da subcomponente experiência do usuário - Turma 2

Itens	Porcentual de nota +2 no item por dimensão.	Porcentual de nota 0 no item por dimensão.	Porcentual de nota -2 no item por dimensão.
Dimensão Divertimento			
Me diverti com o jogo.	50,0 %	25,0 %	0,0 %
Quando interrompido, fiquei desapontado que o jogo tinha acabado.	25,0 %	44,0 %	0,0 %
Eu recomendaria este jogo para meus colegas.	44,0 %	6,0 %	0,0 %
Gostaria de utilizar este jogo novamente.	44,0 %	0,0 %	0,0 %
Dimensão Competência			
Consegui atingir os objetivos do jogo por meio das minhas habilidades.	31,0 %	19,0 %	0,0 %
Tive sentimentos positivos de eficiência no desenrolar do jogo.	25,0 %	13,0 %	0,0 %
Dimensão Controle			
Os controles para realizar realizar ações no jogo responderam bem.	50,0 %	13,0 %	0,0 %
É fácil aprender a interface e controles do jogo.	56,0 %	6,0 %	0,0 %

Obs: Valores em negrito representam a maior porcentagem obtidas na dimensão.
Fonte: Autora.

Segundo [Melo et al. \(2021\)](#):

Durante a experiência de Flow, o indivíduo se encontra tão focado e concentrado na tarefa que esquece todas as coisas desagradáveis e a sensação é a de que o tempo decorreu e nem foi percebido. ([MELO et al., 2021](#), p.11)

O nível de estudo da Turma 2, sugere que sejam alunos mais experientes, fato que exigem mais de um jogo para que a imersão ocorra. A forma como os adultos aprendem difere da forma como as crianças e adolescentes aprendem, para [Pacheco, Costa et al. \(2023\)](#):

Algumas premissas devem ser levadas em consideração em relação ao aprendizado dos alunos adultos, como por exemplo, eles precisam sa-

ber por quê estão aprendendo algo, precisam também estar no comando do seu próprio aprendizado; suas atividades devem levar em conta as suas experiências anteriores, precisam aplicar uma habilidade ou conhecimento no mundo real, além de que os adultos também são focados em tarefas e aprendem melhor em atividades de aprendizagem para alcançar os resultados que desejam. (PACHECO; COSTA et al., 2023, p.11)

Ainda na subcomponente experiência do usuário, alguns itens se destacaram por terem recebido uma porcentagem de notas 0 maiores que a porcentagem de notas +2, foram eles: “Me senti mais no ambiente do jogo do que no mundo real, esquecendo do que estava ao meu redor”; “Pude interagir com outras pessoas durante o jogo”; “Me diverti junto com outras pessoas”; “O jogo promove momentos de cooperação e/ou competição entre as pessoas que participam”; “Quando interrompido, fiquei desapontado que o jogo tinha acabado”. Destes itens apenas o último não apareceu como destaque na classificação de itens que receberam nota -2. Para este item, analisando os dados por completo, percebe-se que a porcentagem de alunos que ficaram indecisos foi de 44% e que 13% dos alunos discordaram da afirmação, considerando estas porcentagens, conclui-se que a uma parte dos alunos se sentiram desapontados com o término do jogo e que uma outra não soube responder.

Considerando o contexto dos alunos desta turma, o contexto EaD, três destas afirmações não faziam sentido aos alunos, as outras duas refletem a necessidade de melhorias destes itens no jogo.

Os dados dos itens da subcomponente aprendizagem obtidos da avaliação da turma 2, são apresentados na Tabela 13

Esta subcomponente não apresentou bons resultados ao se considerar os parâmetros adotados nesta análise.

Apenas um item da dimensão aprendizagem de curto termo teve um ótimo resultado, o item foi: “O jogo contribuiu para a minha aprendizagem na disciplina” com 50,0% de notas +2, 0,0% de notas 0 e 0,0% de notas -2. O outro item desta dimensão recebeu uma porcentagem de nota 0 e +2 dada por 25%.

A dimensão aprendizagem de longo termo, apesar de ter obtido uma porcentagem de notas 0 um pouco menor que a porcentagem de nota +2, não teve um bom resultado. Sendo assim, segundo as observações dos alunos, novamente esta subcomponente não apresentou bons resultados, como o esperado, visto que esta disciplina não tinha relação com os objetivos do jogo.

Tabela 13 – Itens da subcomponente aprendizagem - Turma 2

Itens	Porcentual de nota +2 no item por dimensão.	Porcentual de nota 0 no item por dimensão.	Porcentual de nota -2 no item por dimensão.
Dimensão Aprendizagem de curto termo			
O jogo contribuiu para a minha aprendizagem na disciplina.	50,0 %	0,0%	0,0%
O jogo foi eficiente para minha aprendizagem, em comparação com outras atividades da disciplina.	25,0 %	25,0 %	0,0 %
Dimensão Aprendizagem de longo termo			
A experiência com o jogo vai contribuir para meu desempenho na vida profissional.	25,0 %	19,0 %	0,0 %

Obs: Valores em negrito representam a maior porcentagem obtidas na dimensão.

Fonte: Autora.

4.3 Turma 3

Os resultados da avaliação do jogo TPSC pela turma 3 são apresentados a seguir, participaram da pesquisa 4 alunos. Os resultados das três subcomponentes (motivação, experiência do usuário e aprendizagem) são apresentados.

4.3.1 Subcomponente motivação - Turma 3

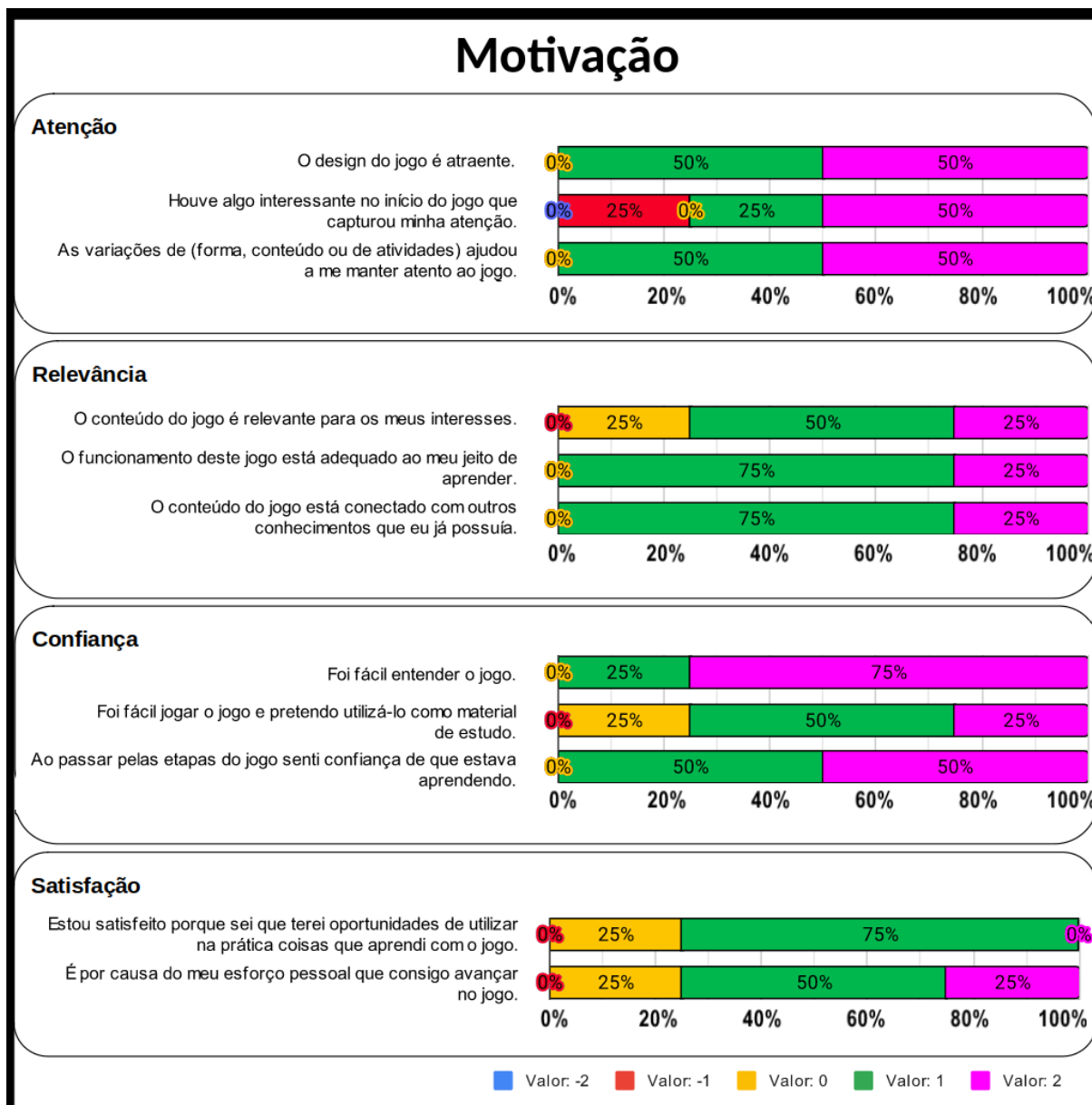
Observa-se que de forma geral as dimensões da subcomponente motivação obtiveram níveis altos de concordância. Verificou-se que na maioria dos itens, o índice de concordância dos alunos com as afirmações foi maior que 70% e que a porcentagem de discordância das afirmações foi muito pequena, aparecendo apenas em um item com 25%. O gráfico de frequências dos itens que compõem a subcomponente motivação pode ser visto na Figura 20.

A seguir são apresentados comentários específicos sobre as dimensões da subcomponente motivação:

Dimensão atenção: Todos os itens desta dimensão receberam um alto nível de concordância. O *design* do jogo obteve um nível alto de concordância com 100% dos alunos atribuíram notas +1 ou +2 assim como o item que avalia se a variação no jogo ajudou a manter os alunos atentos.

A afirmação que se refere a existência de algo interessante no início do jogo recebeu

Figura 20 – Avaliação da subcomponente motivação - Turma 3



Fonte: Autora.

notas +1 ou +2 de 75% dos alunos. Nesta dimensão os resultados obtidos são satisfatórios visto que todos os itens atingiram um alto nível de concordância. Os dados indicam que no início do jogo será necessário fazer algumas alterações para que a atenção dos alunos seja concentrada no jogo.

Dimensão relevância: Os itens desta dimensão receberam altos níveis de concordância dos alunos com as afirmações, foram tão bons quanto na dimensão anterior. Esta dimensão não recebeu notas de discordância das afirmações, porém, a porcentagem de notas +2 atribuídas a cada item foi menor. Os itens referentes ao funcionamento do jogo e ao conteúdo do jogo receberam igual porcentagem de concordância, correspondendo a 100% de notas +1 e +2 atribuídas. O item referente ao conteúdo ser relevante aos inte-

resses dos alunos, recebeu uma porcentagem menor de concordância, com 75% de notas +1 e +2 atribuídas e 25% dos alunos atribuíram nota 0 para este item.

Dimensão confiança: Os itens desta dimensão atingiram altos níveis de concordância dos alunos com as afirmações, com destaque para o item que se refere ao jogo ser fácil de entender 75% de notas +2 atribuídas pelos alunos. No mesmo item 100% dos alunos deram notas +1 ou +2, indicando fortemente que o jogo possui mecânica, dinâmica e enredo que proporciona aos alunos uma facilidade para jogar. A percepção de aprendizado enquanto se joga, referente ao item ao passar pelas etapas do jogo senti confiança de que estavam aprendendo, também recebeu 100% de concordância dos alunos, mas neste caso a porcentagem de notas +2 foi atribuída por 50% dos alunos. O último item desta dimensão se referia a facilidade de jogar e a pretensão de utilizar o jogo como material de estudos, neste item 25% dos alunos se mostraram indecisos e 75% dos alunos atribuíram notas +1 ou +2. Considerando as porcentagens de notas positivas obtidas, percebe-se que a facilidade do jogo e sua utilidade como material de estudo é percebida pelos alunos, isso indica que o jogo tem seu potencial como recurso educacional.

Dimensão satisfação. Na afirmação relacionada a oportunidades de utilizar na prática o que aprenderam com o jogo, 75% dos alunos concordaram com este item, o que representa um alto nível de concordância assim como o item relacionado ao esforço pessoal para avançar no jogo. Neste último item a porcentagem de notas +2 atribuídas pelos alunos foi de 25% enquanto no primeiro item não houve notas +2 atribuídas. De forma geral, apesar dos 25% dos alunos indecisos nos dois itens, a dimensão satisfação, segundo a opinião dos alunos, atingiu seu objetivo dentro do jogo.

As dimensões atenção, relevância e satisfação tiveram dois dos seus itens considerados pelos alunos como bem desenvolvidos no jogo. Os indicativos desta afirmação leva em conta as porcentagens que indicam concordância com os itens e o fato de que eles não receberam notas de discordância ou de indecisão. Isso indica que segundo esta turma alguns aspectos como o *design*, as variações do jogo, o funcionamento, o conteúdo, a facilidade de entender o jogo e percepção do aprendizado alcançaram seus objetivos enquanto aspecto de um jogo.

A avaliação dos participantes é muito importante para que novas medidas sejam tomadas para a melhoria do jogo, porém, também é necessário considerar outros pontos de vista, relacionados a opinião de desenvolvedores de jogos, dos professores. Como o foco desta pesquisa volta-se para a opinião dos alunos, é neste ponto que esta pesquisa trará suas contribuições para o jogo TPSC.

4.3.2 Experiência do usuário - Turma 3

Considerando os resultados obtidos nas dimensões desta subcomponente, o jogo proporcionou uma boa experiência aos alunos, visto que a maioria das afirmações deste subcomponente receberam alto nível de concordância, tendo 62% dos itens com 100% de concordância (ver Figura 21).

De maneira geral, a dimensão experiência do usuário foi a que recebeu melhor índice de concordância das afirmações. Sendo a única dimensão que recebeu apenas -1 e 0 em dois diferentes itens, ou seja, não obteve concordância por parte dos alunos. Isso ocorreu apenas com esta turma.

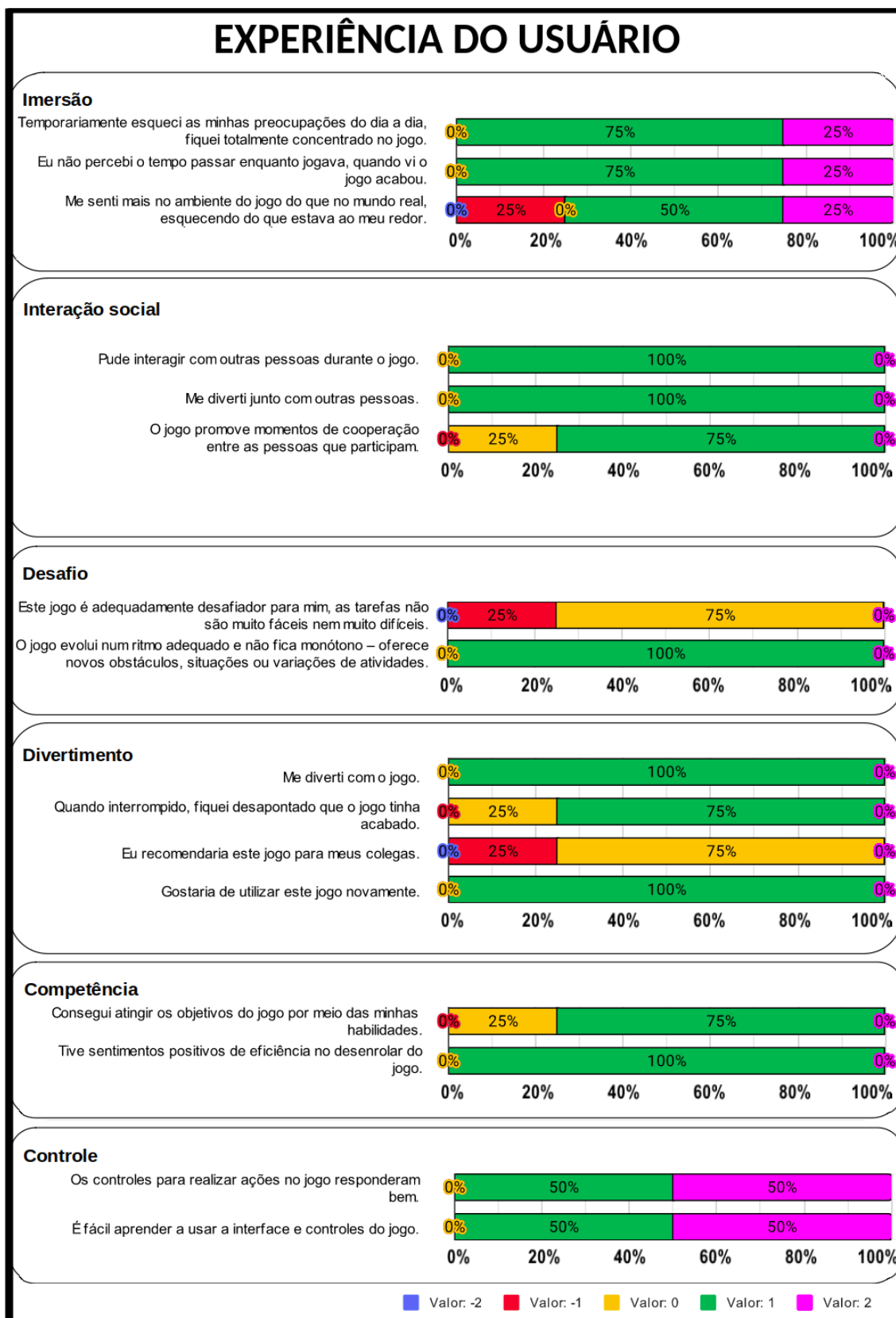
A seguir são apresentados os resultados das dimensões da subcomponente experiência do usuário:

Dimensão imersão: Esta dimensão apresentou a segunda maior média dos itens considerando a soma das notas +1 e +2 atribuída pelos alunos, com 91,6%. Esta porcentagem foi observada também nas dimensões interação social e divertimento. Na afirmação referente a temporariamente esquecer das preocupações e não ver o tempo passar enquanto jogava, receberam notas +1 e +2 de 100% dos alunos. Sendo assim, atingiram um alto nível de concordância. A porcentagem de alunos que concordaram que se sentiram mais no ambiente do jogo do que no mundo real foi de 75%, este item também recebeu uma das maiores porcentagem (25%) de discordância dos alunos que atribuíram nota -1. Novamente este item foi o que apresentou menor concordância. Aumentar o tempo de jogo pode ser uma das formas de melhorar esta imersão no jogo.

Dimensão interação social: Com relação a afirmação “pude interagir com outras pessoas durante o jogo” 100% dos alunos atribuíram notas +1 ou +2, a mesma porcentagem de concordância foi atribuída para o item relacionado à diversão junto com outras pessoas. Na afirmação relacionada à existência de momentos de cooperação entre as pessoas que participaram do jogo, 75% dos alunos atribuíram notas +1 ou +2, um alto nível de concordância. Este item apesar de apresentar discordância de nenhum aluno, recebeu 25% de nota 0. Apesar do alto nível de concordância dos alunos, considera-se que eles responderam com base no contexto de sala de aula, onde puderam estar a todo momento conversando durante o jogo. Isso porque o jogo foi desenvolvido para ser jogado individualmente.

Dimensão desafio: Esta dimensão teve uma das maiores porcentagem de notas 0 e -1. Sendo considerada a dimensão com pior nível de concordância desta subcomponente com uma média em porcentagem dos itens com notas +1 e +2 de 50%. A afirmação de que o jogo é adequadamente desafiador com relação às tarefas, foi o item que recebeu apenas discordância (25%) e nota 0. O outro item avaliado nesta dimensão, 100% dos alunos concordam que o jogo evolui num ritmo adequado, atingindo alto nível de concordância

Figura 21 – Avaliação da subcomponente experiência do usuário - Turma 3



Fonte: Autora.

com a afirmação.

Dimensão divertimento: Dois itens desta dimensão receberam concordância total dos alunos, foram as afirmações que se referiam a “me diverti com o jogo” e “gostaria de utilizar o jogo novamente”. A afirmação referente ao desapontamento com o fim do jogo, obteve um alto nível de concordância com 75% dos alunos atribuindo notas +1. O item relacionado a recomendação do jogo para outros colegas, apresentou apenas discordância, com 25% dos alunos atribuindo notas -1 e 75% dos alunos atribuindo notas 0. Apesar desta dimensão ter obtido uma das maiores médias dos itens com nota +1 ou +2, este último item apresentou uma porcentagem considerável de nota 0.

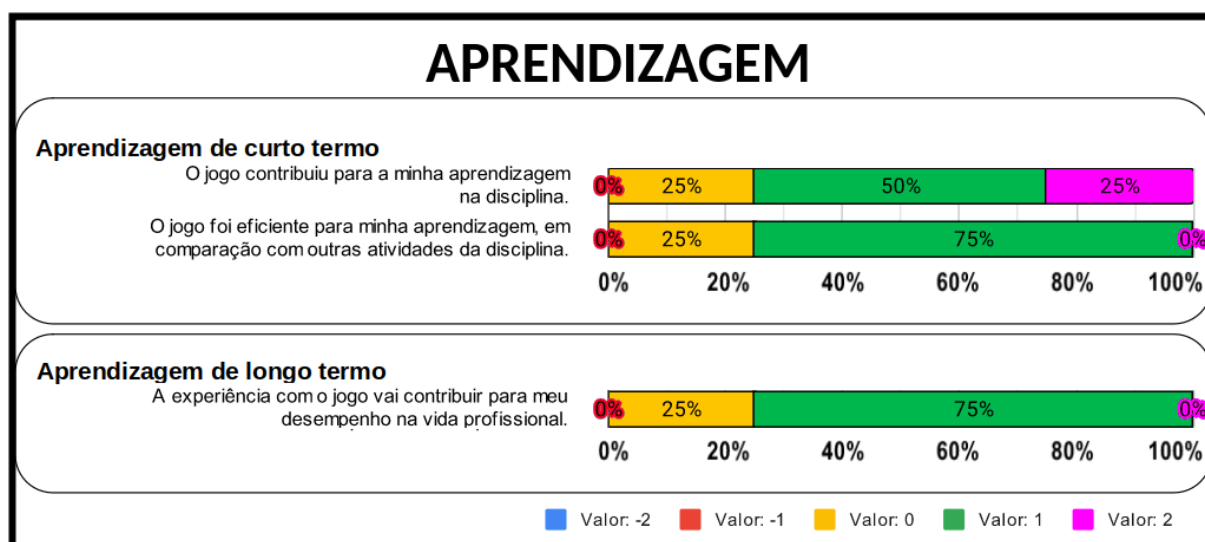
Dimensão competência: Os dois itens desta dimensão receberam altos níveis de concordância, porém não apresentaram respostas de “concordo fortemente”. O item referente a capacidade de atingir os objetivos do jogo por meio das habilidades que possuíam, obteve uma concordância de 75% dos alunos e o item referente aos sentimentos positivos de eficiência no jogo recebeu total concordância dos alunos.

Dimensão controle: Esta dimensão foi a que recebeu as maiores porcentagens de concordância dos alunos nesta subcomponente. Os dois itens receberam igual porcentagem de concordância dos alunos. As afirmações referentes a capacidade de resposta do jogo e a facilidade em usar a interface e controles do jogo, 50% dos alunos atribuindo notas +1 e 50% concordaram fortemente.

4.3.3 Subcomponente aprendizagem - Turma 3

De modo geral, observa-se que o jogo TPSC teve um efeito positivo com relação a aprendizagem, em todos os itens houve um alto nível de concordância com as afirmações (Figura 22). Analisando o gráfico de frequência, percebe-se que todos os itens receberam nota +1 ou +2 de 75% dos alunos.

Figura 22 – Avaliação da subcomponente aprendizagem - Turma 3



Fonte: Autora.

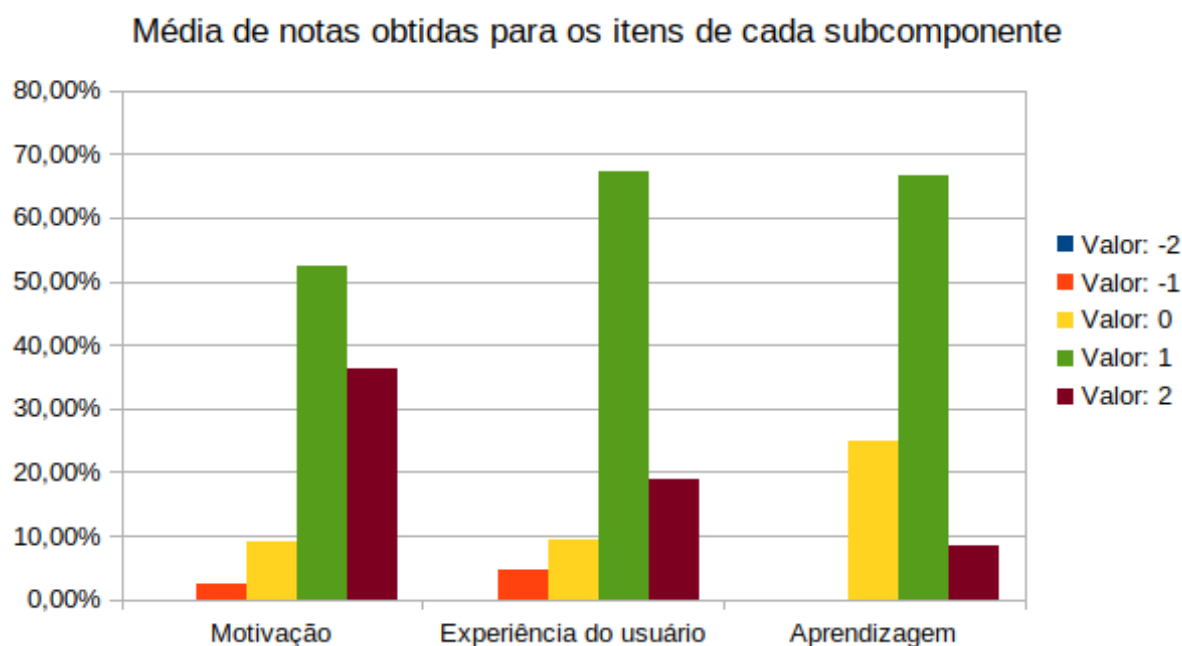
Dimensão aprendizagem de curto termo: O item referente à percepção de que o jogo contribui para a aprendizagem na disciplina recebeu notas +1 ou +2 de 75% dos alunos, sendo que 25% dos alunos concordam fortemente. O segundo item desta dimensão se referia à eficiência do jogo para a aprendizagem comparada a outras atividades da disciplina, este item também recebeu uma porcentagem de concordância de 75% dos alunos, porém, foram apenas de notas +1.

Dimensão aprendizagem de longo termo: Na afirmação “a experiência com o jogo contribui para o desempenho do participante na vida profissional”, houve um alto nível de concordância, com 75% de notas +1. Os resultados indicam que o jogo contribui para a aprendizagem da disciplina e para o desempenho na vida profissional.

4.3.4 Análise das subcomponentes da Turma 3

Na Turma 3 o gráfico da média das notas obtidas nos itens para cada subcomponente é apresentado na Figura 23 e os dados utilizados no gráfico são vistos na Tabela 14. O gráfico contribui para a identificação das porcentagens das notas obtidas nas subcomponentes. Observa-se que a subcomponente motivação teve as melhores porcentagens ao somar as notas +1 e +2, apresentou 88,63%. Novamente a subcomponente experiência do usuário obteve porcentagem na soma das notas +1 e +2 bem próximas da subcomponente motivação, com 85,94%.

Figura 23 – Média das notas atribuída as subcomponentes pela Turma 3



Fonte: Autora.

Uma síntese da avaliação deste jogo pela turma 3, com base no questionário proposto por Savi (2011a) é apresentada no Quadro 4.3.

Tabela 14 – Médias das notas atribuída pelos alunos em cada subcomponente - Turma 3

Subcom- ponente	Média de nota -2	Média de nota -1	Média de nota 0	Média de nota +1	Média de nota +2
Motivação	0,00%	2,27%	9,09%	52,27%	36,36%
Experiência do usuário	0,00%	4,69%	9,38%	67,19%	18,75%
Aprendizagem	0,00%	0,00%	25,00%	66,67%	8,33 %

Fonte: Autora.

Quadro 4.3 – Síntese da reação dos alunos da Turma 3 ao jogo TPSC

Motivação	<p>Considerando o fato de que todas as dimensões desta subcomponente obtiveram apenas altos níveis de concordância, o jogo possibilitou aos alunos motivação. Em síntese o jogo capturou a atenção dos alunos, apresentou conteúdos conectados a outros conhecimentos já adquiridos pelos alunos, causou o sentimento de confiança e satisfação com relação ao aprendizado e a possibilidade de aplicar este aprendizado em outras oportunidades.</p> <p>Observou-se uma discordância com relação a afirmação sobre o <i>design</i> do jogo ser atraente e com relação ao item que se referia ao esforço pessoal para avançar no jogo, estes aspectos precisam ser melhorados no jogo, visto que a expectativa de qualidade gráfica para um jogo digital foi considerada essencial para 19% dos alunos e o sentimento de satisfação ao avançar no jogo não foram alcançados por 26% dos alunos.</p>
Experiência do usuário	<p>A experiência dos alunos com o jogo foi positiva, esta subcomponente foi a que obteve maior porcentagem de concordância na maioria dos seus itens. As dimensões: controle, interação social, imersão e divertimento foram as que tiveram em média maiores níveis de concordância nos itens que compõem cada dimensão. O jogo foi considerado divertido por 100% dos alunos e recebeu total concordância para os itens relacionados a perda de noção do tempo enquanto se joga, esquecimento das preocupações do dia a dia, interação e divertimento com outras pessoas, ritmo adequado para a evolução do jogo, interesse em utilizar o jogo novamente, sentimentos positivos de eficiência ao jogar, boa resposta às ações realizadas no jogo e facilidade em aprender a utilizar a interface e o controle. Houve discordância nos itens relacionados a recomendação do jogo a outros colegas e com relação ao jogo ser adequadamente desafiador para os alunos que participaram da pesquisa. Estes resultados de discordância podem ter sido gerados pela experiência que estes os alunos têm com outros jogos ou por interpretarem a afirmação com um olhar de futuros professores.</p>
Aprendizagem	<p>Considerando a percepção destes alunos, o jogo contribui para a aprendizagem da disciplina e tem efeito positivo na aprendizagem de curto e longo termo.</p> <p>Apesar de apresentar níveis altos de concordância, esperava-se que a porcentagem de notas +2 fosse maior principalmente ao item que se referia a experiência com o jogo contribuir para o desempenho profissional.</p>

Fonte: Autora.

A comparação entre as dimensões e entre as subcomponentes foram realizadas com base na Tabela 15, que apresenta as médias dos itens de cada dimensão em cada subcomponente.

Foi possível identificar através dos cálculos das médias das notas (+1 ou +2), +2,

0, (-1 ou -2) obtidas em cada dimensão. As dimensões e subcomponente que melhor foram desenvolvidas no jogo.

Tabela 15 – Dados sobre as dimensões e subcomponentes - Turma 3

Subcomponente	Média dos itens com nota (+1 ou +2) na dimensão.	Média dos itens com nota +2 na dimensão.	Média dos itens com nota 0 na dimensão.	Média dos itens com nota (-1 ou -2) na dimensão.
Motivação				
Atenção	91,7%	50,0%	0,0%	8,3%
Relevância	91,7%	25,0%	8,3%	0,0%
Confiança	91,7%	50,0%	8,3%	0,0%
Satisfação	75,0%	12,5%	25,0%	0,0%
Média	87,50%	34,4%	10,42%	2,08%
Experiência do usuário				
Imersão	91,7%	25,0%	0,0%	8,3 %
Interação social	91,7%	0,0%	8,3%	0,0 %
Desafio	50,0%	0,0%	37,5%	12,5% %
Divertimento	87,5%	31,3%	6,3%	6,3 %
Competência	87,5%	0,0%	12,5%	0,0 %
Controle	100,0%	50,0%	0,0%	0,0%
Média	84,72%	17,7%	10,76%	4,51%
Aprendizagem				
Aprendizagem de curto termo	75,0%	12,5%	25,0%	0,0%
Aprendizagem de longo termo	75,0%	0,0%	25,0%	0,0%
Média	75,00%	6,3%	25,00%	0,00%

Obs: Valores em negrito representam a maior média entre as dimensões.

Fonte: Autora.

De acordo com a percepção dos alunos as dimensões que receberam o maior nível de concordância dentro das subcomponentes, foram elas: Dimensão atenção, relevância e confiança com 91,7% de concordância na subcomponente motivação. A dimensão controle recebeu total concordância dos alunos na subcomponente experiência do usuário e as dimensões de aprendizagem de curto e longo termo obtiveram os mesmos resultados com 75,0% de concordância na subcomponente aprendizagem.

As dimensões que receberam o maior nível de discordância dentro das subcomponentes, foram: Dimensão atenção com 8,3% de discordância na subcomponente motivação, a dimensão desafio recebeu 12,5% de discordância na subcomponente experiência do usuário e na dimensão aprendizagem não houve discordância por parte dos alunos.

As médias para cada subcomponente apresenta os valores que permitem encontrar a subcomponente com maior nível de concordância dos alunos (ver Quadro 15). Para tanto, recordando que optou-se por considerar a subcomponente com maior média de

concordância, média de discordância com valor baixo, e que não apresentasse uma média em porcentagem de notas zero maior 20%, seguindo estes critérios esta seria a subcomponente com melhor índice de concordância entre os alunos. Nesta turma, a subcomponente motivação, segundo à opinião dos alunos, foi a melhor desenvolvida pelo jogo, recebendo 87,5% de concordância e apenas 2,0% de discordância e com apenas 10,42% dos alunos atribuindo nota zero.

A subcomponente experiência do usuário apresentou o maior nível de discordância entre as subcomponentes com 4,5%. A dimensão desafio foi a maior responsável por estes índice, visto que a porcentagem discordância do item foi de 12,5%.

A subcomponente motivação obteve as maiores porcentagens de concordância dos alunos, as menores porcentagens de discordância e também a menor porcentagem de alunos que atribuíram nota zero, quando comparada com as outras turmas.

As outras duas subcomponentes (experiência do usuário e aprendizagem) também apresentaram as melhores porcentagens para os parâmetros utilizados nesta análise entre as três turmas, com apenas uma exceção. A subcomponente experiência do usuário nesta turma recebeu 75,0% de concordância dos alunos comparada a 75,25% atribuído pela turma 2, apesar desta pequena diferença, ao comparar os outros parâmetros, a subcomponentes experiência do usuário da turma 3 foi considerada a que teve melhor concordância com as afirmações por parte dos alunos.

Na turma 3 a comparação entre os itens de uma mesma dimensão é apresentada nas seguintes tabelas: Tabela 16, Tabela 17, Tabela 18 e Tabela 19. As porcentagens de notas +2, 0 e -2 permitem conhecer o quanto os alunos concordam ou discordam fortemente das afirmações destes itens, além disso a porcentagem de notas zero permite identificar quais itens causaram algum tipo de incompreensão nos alunos ao relacionar a afirmação dos itens com o jogo.

Na Tabela 16 referente aos dados sobre os itens motivação obtidos da avaliação da turma 3, destacam-se alguns pontos importantes. Os itens com melhores resultados considerando os parâmetros adotados foram:

Todos os itens da dimensão atenção receberam ótimas avaliações, com 50% dos alunos concordando fortemente com as afirmações. Além disso não houve discordância e nem indecisão por parte dos alunos com relação a estes itens.

Dois itens da dimensão relevância: O funcionamento deste jogo está adequado ao meu jeito de aprender; E o conteúdo do jogo está conectado com outros conhecimentos que eu já possuía. Ambos receberam 25,0% de notas +2, 0,0% de notas 0 e 0,0% de notas -2.

Dois itens da dimensão confiança: Foi fácil entender o jogo, com 75,0% de notas +2, 0,0% de notas 0 e 0,0% de notas -2. E ao passar pelas etapas do jogo senti confiança

Tabela 16 – Itens da subcomponente motivação - Turma 3

Itens	Porcentual de nota +2 no item por dimensão.	Porcentual de nota 0 no item por dimensão.	Porcentual de nota -2 no item por dimensão.
Dimensão Atenção			
O <i>design</i> do jogo é atraente.	50,0%	0,0%	0,0%
Houve algo interessante no início do jogo que capturou minha atenção.	50,0%	0,0%	0,0%
As variações de forma, conteúdo ou de atividades ajudaram a me manter atento ao jogo.	50,0%	0,0%	0,0%
Dimensão Relevância			
O conteúdo do jogo é relevante para os meus interesses.	25,0%	25,0%	0,0%
O funcionamento deste jogo está adequado ao meu jeito de aprender.	25,0%	0,0%	0,0%
O conteúdo do jogo está conectado com outros conhecimentos que eu já possuía.	25,0%	0,0%	0,0%
Dimensão Confiança			
Foi fácil entender o jogo.	75,0%	0,0%	0,0%
Foi fácil jogar o jogo e começar a utilizá-lo como material de estudo.	25,0%	25,0%	0,0%
Ao passar pelas etapas do jogo senti confiança de que estava aprendendo.	50,0%	0,0%	0,0%
Dimensão Satisfação			
Estou satisfeito porque sei que terei oportunidades de utilizar na prática coisas que aprendi com o jogo.	0,0%	25,0%	0,0%
É por causa do meu esforço pessoal que consigo avançar no jogo.	25,0%	25,0%	0,0%

Obs: Valores em negrito representam a maior porcentagem obtidas na dimensão.

Fonte: Autora.

de que estava aprendendo, com 50,0% de notas +2, 0,0% de notas 0 e 0,0% de notas -2.

Nesta turma não houve porcentagens de notas referentes a “discordo fortemente da afirmação” em nenhuma das subcomponentes. Porém, alguns itens receberam porcentagens relevantes de indecisão dos alunos. Os itens foram:

“O conteúdo do jogo é relevante para os meus interesses”; “Foi fácil jogar o jogo e pretendo utilizá-lo como material de estudo”; “É por causa do meu esforço pessoal que consigo avançar no jogo”; Todos com 25,0% de notas +2, 25,0% de notas 0 e 0,0% de notas -2. Em destaque o item “Estou satisfeito porque sei que terei oportunidades de utilizar na prática coisas que aprendi com o jogo” foi o que recebeu maior porcentagem de nota 0 em comparação a nota +2. Isso indica que os alunos não têm certeza se terão a oportunidade de aplicar os conhecimentos adquiridos no jogo em um outro contexto, resultado esperado, visto que o jogo foi aplicado em disciplinas que não tem nenhuma relação com os conteúdos e objetivo do jogo. Novamente a dimensão satisfação foi a que obteve o pior nível de concordância atribuída pelos alunos.

Os dados sobre os itens da subcomponente experiência do usuário, obtidos da avaliação da turma 3, são apresentados na Tabela 17.

Na Tabela 17 e na Tabela 18 foram destacados alguns pontos. Chama a atenção o fato de que a subcomponente experiência do usuário não recebeu nenhuma porcentagem de nota -2 e alguns itens também não receberam nenhuma das notas utilizadas como parâmetro nesta parte da análise. Os respectivos itens foram: “Pude interagir com outras pessoas durante o jogo”; “Me diverti junto com outras pessoas”; “O jogo evolui num ritmo adequado e não fica monótono oferece novos obstáculos, situações ou variações de atividades”; “Tive sentimentos positivos de eficiência no desenrolar do jogo”;

Todos os itens da dimensão Imersão e três itens da dimensão divertimento sendo eles: “Me diverti com o jogo”; “Eu recomendaria este jogo para meus colegas”; “Gostaria de utilizar este jogo novamente” receberam 25,0% de notas +2, 0,0% de notas 0 e 0,0% de notas -2. Em destaque, os dois itens da dimensão controle receberam 50,0% de notas +2, 0,0% de notas 0 e 0,0% de notas -2. Ainda neste contexto de melhores resultados obtidos, o item “Quando interrompido, fiquei desapontado que o jogo tinha acabado”, recebeu 50,0% de notas +2, 25,0% de notas 0 e 0,0% de notas -2.

Os itens que obtiveram porcentagens de nota 0 maiores que de nota +2 nesta subcomponente foram três: “O jogo promove momentos de cooperação entre as pessoas que participam”; “Este jogo é adequadamente desafiador para mim, as tarefas não são muito fáceis nem muito difíceis”; “Consegui atingir os objetivos do jogo por meio das minhas habilidades” todos com 0,0% de notas +2, 25,0% de notas 0 e 0,0% de notas -2.

Os dados dos itens da subcomponente aprendizagem obtidos da avaliação da Turma 3, são apresentados na Tabela 19.

Tabela 17 – Itens da subcomponente experiência do usuário - Turma 3

Itens	Porcentual de nota +2 no item por dimensão.	Porcentual de nota 0 no item por dimensão.	Porcentual de nota -2 no item por dimensão.
Dimensão Imersão			
Temporariamente esqueci as minhas preocupações do dia a dia, fiquei totalmente concentrado no jogo.	25,0%	0,0%	0,0%
Eu não percebi o tempo passar enquanto jogava, quando vi o jogo acabou.	25,0%	0,0%	0,0%
Me senti mais no ambiente do jogo do que no mundo real, esquecendo do que estava ao meu redor.	25,0%	0,0%	0,0%
Dimensão Interação social			
Pude interagir com outras pessoas durante o jogo.	0,0%	0,0%	0,0%
Me diverti junto com outras pessoas.	0,0%	0,0%	0,0%
O jogo promove momentos de cooperação entre as pessoas que participam.	0,0%	25,0%	0,0%
Dimensão Desafio			
Este jogo é adequadamente desafiador para mim, as tarefas não são muito fáceis nem muito difíceis.	0,0%	75,0%	0,0%
O jogo evolui num ritmo adequado e não fica monótono – oferece novos obstáculos, situações ou variações de atividades.	0,0%	0,0%	0,0%

Obs: Valores em negrito representam a maior porcentagem obtidas na dimensão.

Fonte: Autora.

Novamente esta subcomponente não apresentou bons resultados ao se considerar os parâmetros adotados nesta análise.

Apenas um item da dimensão aprendizagem de curto termo teve um bom resultado, o item foi: “O jogo contribuiu para a minha aprendizagem na disciplina” com 25,0% de notas +2, 25,0% de notas 0 e 0,0% de notas -2. O outro item desta dimensão recebeu uma porcentagem de notas 0 maior que a porcentagem de notas +2 com 0,0% de notas +2, 25,0% de notas 0 e 0,0% de notas -2. A mesma situação aconteceu para o item “A

Tabela 18 – Continuação dos itens da subcomponente experiência do usuário - Turma 3

Itens	Porcentual de nota +2 no item por dimensão.	Porcentual de nota 0 no item por dimensão.	Porcentual de nota -2 no item por dimensão.
Dimensão Divertimento			
Me diverti com o jogo.	25,0%	0,0%	0,0%
Quando interrompido, fiquei desapontado que o jogo tinha acabado.	50,0%	25,0%	0,0%
Eu recomendaria este jogo para meus colegas.	25,0%	0,0%	0,0%
Gostaria de utilizar este jogo novamente.	25,0%	0,0%	0,0%
Dimensão Competência			
Consegui atingir os objetivos do jogo por meio das minhas habilidades.	0,0%	25,0%	0,0%
Tive sentimentos positivos de eficiência no desenrolar do jogo.	0,0%	0,0%	0,0%
Dimensão Controle			
Os controles para realizar realizar ações no jogo responderam bem.	50,0%	0,0%	0,0%
É fácil aprender a interface e controles do jogo.	50,0%	0,0%	0,0%

Obs: Valores em negrito representam a maior porcentagem obtidas na dimensão.
Fonte: Autora.

experiência com o jogo vai contribuir para meu desempenho na vida profissional”.

Isso indica mais uma vez que o jogo precisa melhorar os aspectos voltados para a aprendizagem. Para uma análise mais abrangente, foi necessária a realização de um estudo estatístico considerando as três turmas. Dessa forma na próxima seção será realizada essa abordagem para assim obter um resultado mais robusto sobre a avaliação da qualidade do jogo TPSC com relação à opinião dos participantes.

Tabela 19 – Itens da subcomponente aprendizagem - Turma 3

Itens	Porcentual de nota +2 no item por dimensão.	Porcentual de nota 0 no item por dimensão.	Porcentual de nota -2 no item por dimensão.
Dimensão Aprendizagem de curto termo			
O jogo contribuiu para a minha aprendizagem na disciplina.	25,0%	25,0%	0,0%
O jogo foi eficiente para minha aprendizagem, em comparação com outras atividades da disciplina.	0,0%	25,0%	0,0%
Dimensão Aprendizagem de longo termo			
A experiência com o jogo vai contribuir para meu desempenho na vida profissional.	0,0%	25,0%	0,0%

Obs: Valores em negrito representam a maior porcentagem obtidas na dimensão.

Fonte: Autora.

4.4 Análise das respostas obtidas nas turmas FIS004, FIS031 e FIS013.

Após a análise dos principais dados das avaliações feitas pelas três turmas, foi necessário encontrar uma média ponderada para cada item dos questionários, visto que o número de alunos participantes da pesquisa em cada turma foi diferente. Esta ação teve como objetivo encontrar os resultados que permitissem concluir se as características citadas nos itens foram desenvolvidas adequadamente no jogo. Assim como concluir se as subcomponentes motivação, experiência do usuário e aprendizagem foram de forma geral contempladas pelo jogo de forma satisfatória.

Os dados coletados e organizados nas Tabelas: 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18 e 19 contribuem para identificação dos itens que segundo a opinião dos alunos em cada turma, apontam para a necessidade de melhorias no jogo, para ajustes dos questionários, aplicação na turma foco do jogo e também apontam para os aspectos bem desenvolvidos no jogo.

Sendo assim, utilizando as Equações 3.1 e 3.2, foi possível fazer um estudo geral das médias ponderadas para todas as dimensões, sendo apresentadas nas Tabelas 20, 21, 22 e 23.

Os resultados obtidos das médias ponderadas dos itens revelam que o jogo apresentou bons resultados a respeito da motivação, experiência do usuário e aprendizagem.

Tabela 20 – Média ponderada das porcentagens na subcomponente motivação nas 3 turmas

Subcomponente Motivação	Porcentagens com notas (+1 ou +2)	Porcentagens com notas 0	Porcentagens com notas (-1 ou -2)
Dimensão Atenção			
O <i>design</i> do jogo é atraente.	65,8%	15,9%	18,9%
Houve algo interessante no início do jogo que capturou minha atenção.	87,5%	6,0%	6,1%
As variações de forma, conteúdo ou de atividades ajudaram a me manter atento ao jogo.	88,0%	9,5%	3,0%
Dimensão Relevância			
O conteúdo do jogo é relevante para os meus interesses.	72,5%	22,0%	6,4%
O funcionamento deste jogo está adequado ao meu jeito de aprender.	75,1%	21,9%	3,0%
O conteúdo do jogo está conectado com outros conhecimentos que eu já possuía.	93,6%	3,0%	3,0%
Dimensão Confiança			
Foi fácil entender o jogo.	94,0%	6,0%	0,0%
Foi fácil jogar o jogo e começar a utilizá-lo como material de estudo.	78,0%	16,0%	6,0%
Ao passar pelas etapas do jogo senti confiança de que estava aprendendo.	74,8%	15,9%	9,5%
Dimensão Satisfação			
Estou satisfeito porque sei que terei oportunidades de utilizar na prática coisas que aprendi com o jogo.	78,0%	16,0%	6,0%
É por causa do meu esforço pessoal que consigo avançar no jogo.	59,6%	25,4%	16,0%
Média dos itens	78,75%	14,32%	7,08%

Obs: Valores em negrito representam a maior porcentagem obtidas na dimensão.

Fonte: Autora.

Tabela 21 – Média ponderada das porcentagens na subcomponente experiência do usuário nas 3 turmas

Subcomponente experiência do usuário	Porcentagens com notas (+1 ou +2)	Porcentagens com notas 0	Porcentagens com notas (-1 ou -2)
Dimensão Imersão			
Temporariamente esqueci as minhas preocupações do dia a dia, fiquei totalmente concentrado no jogo.	69,1%	15,9%	15,5%
Eu não percebi o tempo passar enquanto jogava, quando vi o jogo acabou.	75,5%	6,5%	18,5%
Me senti mais no ambiente do jogo do que no mundo real, esquecendo do que estava ao meu redor.	41,1%	34,4%	25,0%
Dimensão Interação social			
Pude interagir com outras pessoas durante o jogo.	37,4%	31,0%	31,3%
Me diverti junto com outras pessoas.	28,4%	43,8%	28,4%
O jogo promove momentos de cooperação entre as pessoas que participam.	47,1%	37,9%	16,0%
O jogo promove momentos de competição entre as pessoas que participam.	67,0%	25,0%	8,0%
Dimensão Desafio			
Este jogo é adequadamente desafiador para mim, as tarefas não são muito fáceis nem muito difíceis.	59,3%	21,8%	19,0%
O jogo evolui num ritmo adequado e não fica monótono – oferece novos obstáculos, situações ou variações de atividades.	75,0%	9,5%	15,5%

Obs: Valores em negrito representam a maior porcentagem obtidas na dimensão.

Fonte: Autora.

A subcomponente motivação foi a que obteve melhores resultados, atingindo um alto nível de concordância. Os resultados das médias das porcentagens obtidas nos itens para as notas (+1 ou +2), 0 e (-1 ou -2), foram de 78,7%, 14,32% e 7,0%, respectivamente. Ou seja, a maioria dos alunos concordaram com as afirmações presentes nos itens, uma

Tabela 22 – Continuação da média ponderada das porcentagens na subcomponente experiência do usuário nas 3 turmas

Subcomponente experiência do usuário	Porcentagens com notas (+1 ou +2)	Porcentagens com notas 0	Porcentagens com notas (-1 ou -2)
Dimensão Divertimento			
Me diverti com o jogo.	87,5%	12,5%	0,0%
Quando interrompido, fiquei desapontado que o jogo tinha acabado.	62,4%	28,1%	9,6%
Eu recomendaria este jogo para meus colegas.	93,6%	6,0%	0,0%
Gostaria de utilizar este jogo novamente.	97,0%	3,0%	0,0%
Dimensão Competência			
Consegui atingir os objetivos do jogo por meio das minhas habilidades.	72,0%	22,0%	6,0%
Tive sentimentos positivos de eficiência no desenrolar do jogo.	87,1%	9,5%	3,0%
Dimensão Controle			
Os controles para realizar realizar ações no jogo responderam bem.	75,1%	9,5%	15,9%
É fácil aprender a interface e controles do jogo.	84,5%	9,4%	6,5%
Média dos itens	68,18%	19,16%	12,83%

Obs: Valores em negrito representam a maior porcentagem obtidas na dimensão.

Fonte: Autora.

pequena parcela dos alunos ficou indecisa com relação as afirmações e apenas 7,0% dos alunos discordaram das afirmações. Dos itens desta subcomponente, os que receberam maiores porcentagens de concordância por parte dos alunos foram: “O conteúdo do jogo está conectado com outros conhecimentos que eu já possuía”, com 93,6% e “Foi fácil entender o jogo” com 94,0%. Mostrando que o jogo além de ser fácil de entender apresenta conteúdos presentes na vida escolar dos alunos. As menores porcentagens de concordância foram apresentadas nos seguintes itens: “O *design* do jogo é atraente”, com 65,8% e “É por causa do meu esforço pessoal que consigo avançar no jogo”, com 59,6%. Além disso estes também foram os itens que receberam maior porcentagem de discordância. Estes dados revelam que o *design* do jogo não alcançou as expectativas dos alunos, por ser um jogo digital. Segundo os alunos o jogo não exigiu muito esforço pessoal para se avançar

Tabela 23 – Média ponderada da subcomponente aprendizagem nas 3 turmas

Subcomponente aprendizagem	Porcentagens com notas (+1 ou +2)	Porcentagens com notas 0	Porcentagens com notas (-1 ou -2)
O jogo contribuiu para a minha aprendizagem na disciplina.	81,5%	12,5%	6,5%
O jogo foi eficiente para minha aprendizagem, em comparação com outras atividades da disciplina.	56,6%	31,4%	12,5%
Dimensão Aprendizagem de longo termo			
A experiência com o jogo vai contribuir para meu desempenho na vida profissional.	59,3%	28,4%	12,4%
Média dos itens	65,8%	18,1%	10,5%

Obs: Valores em negrito representam a maior porcentagem obtidas na dimensão.

Fonte: Autora.

nas fases, estes pontos devem ser melhorados.

O item que gerou menor indecisão nos alunos nesta subcomponente foi “O conteúdo do jogo está conectado com outros conhecimentos que eu já possuía”, com 3,0%. Já o item com maior porcentagem de indecisão dos alunos foi: “É por causa do meu esforço pessoal que consigo avançar no jogo”. Coincidentemente, este item foi um dos que recebeu menor porcentagem de concordância.

Os itens com menores porcentagem de discordância foram: “Foi fácil entender o jogo” com nenhuma porcentagem e “O conteúdo do jogo está conectado com outros conhecimentos que eu já possuía” com 3,0%.

As subcomponentes experiência do usuário obteve bons resultados, atingindo um nível moderado de concordância. Os resultados das médias das porcentagens obtidas nos itens para as notas (+1 ou +2), 0 e (-1 ou -2), foram de 68,18%, 19,16% e 12,83%, respectivamente. Ou seja, boa parte dos alunos concordaram com as afirmações presentes nos itens, uma pequena parcela dos alunos ficou indecisa ou discordou das afirmações.

Dos dezessete itens que compõe a subcomponentes experiência do usuário (ver Tabelas 21 e 22), quatro se encontram com um baixo nível de concordância, quatro apresentam um nível moderado de concordância e nove itens atingiram um alto nível de concordância, visto que a porcentagem destes itens foi igual ou maior que 70% de concordância dos alunos.

Dos itens desta subcomponente, os que receberam maiores porcentagens de concordância foram: “Gostaria de utilizar este jogo novamente”, com 97,0% e “Eu recomendaria

este jogo para meus colegas” com 93,6%. Estes resultados indicam que o jogo proporcionou uma boa experiência aos alunos que pretendem utilizá-lo novamente.

Dois itens da dimensão interação social chamaram a atenção pois apresentaram as menores porcentagens de concordância. O item “Me diverti junto com outras pessoas”, apresentou apenas 28,4% de concordância e “Pude interagir com outras pessoas durante o jogo”, apresentou apenas 37,4% de concordância dos alunos. Ambos os itens receberam as maiores porcentagens de discordância desta subcomponente com 28,4% e 31,3%, respectivamente. Além disso, a porcentagem de alunos que ficaram indecisos a respeito das afirmações deste item foram altas, sendo de 43,8% e 31,0%.

Estes resultados apontam para a necessidade de adequação dos itens, sendo mais específico a respeito de qual contexto as afirmações estão sendo feitas. No mais, o jogo também é jogado individualmente e por conta disso várias afirmações deste questionário poderiam causar indecisões nos alunos ou aumentar as porcentagens de discordância nos itens.

O item que gerou menor indecisão nos alunos nesta subcomponente foi “Gostaria de utilizar este jogo novamente”, com 3,0%. Já o item com maior porcentagem de indecisão dos alunos foi: “Me diverti junto com outras pessoas” este item foi um dos que recebeu menor porcentagem de concordância, a indecisão dos alunos referente ao contexto da afirmação e o fato de o jogo ser um jogo individual explica o valor alto da porcentagem de notas 0 atribuídas por 43,8% dos alunos.

Desconsiderando os três itens que não tiveram discordância, os itens com menores porcentagem de discordância foram: “Tive sentimentos positivos de eficiência no desenrolar do jogo” com 3,0% e “Consegui atingir os objetivos do jogo por meio das minhas habilidades” com 6,0%. Apesar de serem porcentagens baixas, precisam receber atenção estes aspectos no jogo.

A subcomponente aprendizagem obteve os resultados mais baixo entre as subcomponentes. Os resultados das médias das porcentagens obtidas nos itens para as notas (+1 ou +2), 0 e (-1 ou -2), foram de 65,8%, 18,1% e 10,5%, respectivamente. Observa-se que a maioria dos alunos concordaram com as afirmações presentes nos itens, uma parcela dos alunos ficou indecisa e apenas 10,5% dos alunos discordaram das afirmações desta subcomponente.

Dos itens desta subcomponente, apenas um recebeu porcentagens de concordância maior, o item “O jogo contribuiu para a minha aprendizagem na disciplina”, com 81,5% dos alunos concordando com a afirmação. Este item também foi o que recebeu as menores porcentagens de indecisão e discordância, com 12,5% e 6,5%, respectivamente.

Os outros dois itens tiveram um nível moderado de concordância e apresentaram porcentagens das notas muito parecidas, o item “O jogo foi eficiente para minha aprendi-

zagem, em comparação com outras atividades da disciplina” com 56,6% de concordância, 31,4% de nota 0 e 12,5% de discordância, sendo este o item da subcomponente aprendizagem com maior porcentagem de indecisão dos alunos. E o item “A experiência com o jogo vai contribuir para meu desempenho na vida profissional” com 59,3% de concordância, 28,4% de nota 0 e 12,4% de discordância.

A subcomponente aprendizagem apresentou também valores altos para a nota 0, isso pode ter ocorrido por que os alunos ainda não estão acostumados com a utilização de jogos no ensino, ou porque o jogo não apresentou muitos aspectos capazes de evidenciar e avaliar a aprendizagem durante o jogo.

Estes resultados reforçam a ideia de que os alunos não estão acostumados com a utilização dos jogos para ensino e a necessidade de mudanças no jogo com a intenção de melhorar os aspectos voltados para a aprendizagem.

O jogo foi avaliado com relação a motivação, experiência do usuário e aprendizagem, levando em conta a opinião dos participantes da pesquisa, seguindo o modelo proposto por [Savi \(2011a\)](#), esta avaliação forneceu dados relevantes para melhorias futuras no jogo, apontando os pontos fortes e fracos do jogo TPSC.

Os resultados obtidos da média ponderada indicam que a motivação obteve o maior número de porcentagens de concordância por parte dos alunos com relação as afirmações presentes nos itens. Proporcionar motivação aos alunos é um dos motivos mais citados quando se produz ou utiliza jogos no ensino, como visto no trabalho de [Pacheco, Costa et al. \(2023\)](#).

A subcomponente motivação foi composta pelas dimensões: Atenção, Relevância, Confiança e Satisfação. De modo geral observa-se que o jogo teve um efeito positivo na motivação dos alunos, os resultados são refletidos nas porcentagens de notas positivas atribuídas a maioria dos itens.

Com base nos resultados, segundo a opinião dos participantes, o jogo foi considerado fácil de entender, com conteúdos relevantes e também apresentou na sua estrutura variação de atividades que ajudou a manter a atenção e proporcionou um sentimento de satisfação com relação ao aprendizado obtido durante o jogo que poderá ser aplicado em outras oportunidades.

Das dimensões, a que mais indica uma necessidade de melhorias no jogo é a dimensão satisfação. O jogo precisa melhorar os aspectos ligados aos desafios, para que os jogadores se sintam mais motivados a querer vencer no jogo e percebam o desenvolvimento das suas habilidades e aprendizados para passar as fases do jogo. O item que recebeu as maiores porcentagens de discordância nesta subcomponente foi o referente ao “design”. Assim como em outros trabalhos, por exemplo em [Silva, Calazans e Silva \(2016\)](#) este é um dos aspectos mais apontados pelos jogadores/alunos, como ponto de melhoria. Segundo

Paiva e Tori (2017)

O maior desafio na produção de jogos educacionais se refere à dificuldade de conciliar um jogo graficamente atraente, dinâmico, que mantenha a espontaneidade do aluno com o design instrucional, pois os propósitos pedagógicos podem conflitar com a jogabilidade e a narrativa do jogo. Outro desafio que se apresenta é o padrão de qualidade ditado pelos jogos comerciais, produzidos com orçamentos generosos. (PAIVA; TORI, 2017, p. 1052)

Ainda neste contexto, considerando a parte de investimentos na produção de jogos digitais educacionais Savi e Ulbricht (2008) afirma que:

A criação de jogos educacionais mais sofisticados também é afetada pelos custos envolvidos no desenvolvimento, pois esse é um tipo de software complexo que normalmente demanda o emprego de várias áreas da computação, como banco de dados, redes de computadores, computação gráfica e estrutura de dados. Requer também a participação de artistas gráficos e músicos para a criação dos cenários, personagens, objetos e efeitos sonoros, e de especialistas nos conteúdos educacionais que o jogo pretende passar. Portanto, torna-se difícil desenvolver jogos educacionais com qualidade técnica, artística e pedagógica sem o envolvimento de uma equipe multidisciplinar para o projeto, que resulta em custos significativos para recursos humanos. (SAVI; ULBRICHT, 2008, p. 8)

A subcomponente Experiência do usuário foi composta pelas dimensões: Imersão, Interação social, Desafio, Divertimento, competência e controle. A dimensão divertimento foi a que obteve maiores níveis de concordância das afirmações, seguidas por competência e controle. Desta forma, os itens com maiores porcentagens de notas positivas, indicando concordância foram: “Gostaria de utilizar o jogo novamente”, “Tive sentimento positivos de eficiência no desenrolar do jogo” e “É fácil aprender a usar a interface foram os relacionados”.

A dimensão com menor porcentagem de notas positivas, foi a dimensão interação social. Como as afirmação não foram ajustadas ao tipo de jogo, estes resultados negativos eram esperados. Compreende-se que os momentos interação não são ocorrem dentro do jogo, o qual não admite *multiplayer*, mas sim por causa do ambiente em que estão. Este item apesar de ter recebido pouca concordância por parte dos alunos, ele não se aplica ao jogo TPSC.

Considerando os aspectos do jogo e os resultado obtidos na média ponderadas das três turmas, conclui-se que os itens relacionados aos aspectos do jogo que precisam ser melhorados foram principalmente os relacionados a imersão, desafio e controle.

A subcomponente aprendizagem foi composta pelas dimensões: Aprendizagem de curto termo e Aprendizagem de longo termo. De modo geral, considerando os itens desta dimensão, o jogo contribuiu para a aprendizagem dos alunos.

A melhor dimensão nesta subcomponente, segundo a opinião dos alunos, foi a Aprendizagem de curto termo. Os itens que afirmam que o jogo contribuiu para a aprendizagem na disciplina foi o que recebeu maior porcentagem de notas positivas, já o segundo item desta dimensão obteve o maior porcentagem de discordância da afirmação. Estes resultados indicam que os alunos concordam que o jogo contribui para o aprendizado, porém, não apresentam a mesma certeza de que o jogo é mais eficiente para o aprendizado comparado a outros tipos de atividades. Para Pacheco, Costa et al. (2023), as formas de aprendizagem lúdica, como nos jogos, nem sempre são consideradas as melhores, principalmente quando o público em questão são adultos, isto porque os adultos são mais focados em tarefas e aprendem melhor com atividades que objetivam alcançar um resultado esperado.

Entre as três subcomponentes, a aprendizagem foi a que obteve a menor porcentagem de concordância, mesmo assim, obteve um nível moderado de concordância da afirmações, com 65,8% na média ponderada entre as turmas. O item que avalia a contribuição do jogo para o desempenho profissional, foi o que obteve a menor porcentagem de concordância nesta subcomponente.

A subcomponente aprendizagem apresenta itens que apesar de receberem porcentagens de concordância, são itens que no contexto desta pesquisa não se aplicam. Uma vez que o jogo não compôs a disciplina, não era o objetivo das disciplinas. Os itens investigados nesta subcomponente seriam adequados e pertinente se tivessem sido aplicados nas turmas que fossem o público alvo, que tivessem relação com a química ou astronomia.

Desvinculando um pouco deste contexto em que a pesquisa foi aplicada, o item que investiga se o jogo foi eficiente para a aprendizagem na disciplina, parece não ser algo possível de ser respondido logo após o contato com o jogo, visto que o aluno ainda está fazendo aquela disciplina, esta afirmação envolve um grau de subjetividade nas respostas.

Uma possibilidade seria fazer uma pequena alteração no item e averiguá-lo apenas ao fim do conteúdo. O item poderia ser reescrito desta forma: “O jogo contribuiu para a aprendizagem do conteúdo da disciplina.” Com isso, os participantes da pesquisa teriam como responder se a partir do jogo, muitas coisas foram esclarecidas sobre o conteúdo, se houve melhoras no entendimento do conteúdo, assim teriam condições de responder a esta afirmação com melhor qualidade.

Observou-se também que alguns itens da dimensão interação social, que estão relacionados a interação e diversão juntamente com outras pessoas e com o tipo de jogo, foram os que receberam maiores porcentagens de notas 0 e de notas (-1 ou -2), isso está diretamente relacionado ao fato de as afirmações não serem adequadas ao contexto em que o jogo foi aplicado e ao tipo de jogo, que é jogado individualmente. Sendo assim, mesmo sendo pontos que serão melhorados no jogo futuramente, estes dados não refletem bem a avaliação desta dimensão no jogo, visto que os alunos apresentaram altas porcentagens

de indecisão.

Conclui-se que a aplicação do questionário proposto por Savi (2011a) ajudou a identificar os principais pontos que o jogo precisa ser melhorado e os pontos que já foram bem desenvolvidos segundo a opinião dos participantes.

Os resultados obtidos das perguntas abertas aplicadas com a intenção de complementar o questionário que utilizou o modelo proposto por Savi (2011a), serão discutidos na próxima seção.

4.5 Resultados das perguntas abertas com base na Taxonomia de Bloom.

As perguntas abertas agrupadas nesta seção são complementares ao questionário de múltipla escolha que se refere a Taxonomia de Bloom. Estas perguntas foram respondidas pelas turmas de Ensino Superior, no questionário de perguntas abertas aplicado após o contato dos alunos com o jogo.

Os resultados obtidos nos questionários que admitiam respostas dissertativas, foram analisados através de uma análise qualitativa e quantitativa realizadas nos agrupamentos de perguntas. Na Tabela 24 são apresentados os agrupamentos de acordo com os três primeiros níveis da Taxonomia de Bloom, sendo assim, na segunda coluna são apresentadas as perguntas que foram selecionadas e agrupadas e na terceira coluna os números das questões correspondentes em cada questionário aplicado a cada turma. A aplicação destas perguntas teve como objetivo complementar a avaliação da qualidade do jogo TPSC, substituindo as perguntas customizadas indicadas no modelo de (SAVI, 2011a), no qual eram avaliadas apenas quantitativamente. As perguntas foram agrupadas com a intenção de avaliar se após o jogo os alunos são capazes de compreender, lembrar e aplicar o que foi aprendido.

As respostas obtidas nas perguntas foram classificadas em: resposta positiva (onde o aluno respondeu de forma coerente com o contexto da pergunta, trazendo alguma informação relacionado a pergunta), resposta negativa (onde o aluno respondeu de forma coerente com o contexto da pergunta, porém, não demonstrou conhecimento a partir da interação com o jogo) e resposta do tipo outras (onde o aluno respondeu de forma incoerente com o contexto da pergunta). Esta classificação foi necessária porque muitas perguntas eram complexas e admitiam diferentes respostas. Não foi a intenção da pesquisa obter respostas perfeitamente corretas, mas sim averiguar se após a interação com o jogo os alunos apresentavam novos conhecimentos sobre os temas abordados.

Os resultados obtidos nestas perguntas, agrupadas com a intenção de avaliar a aprendizagem dos alunos e o número de respostas de cada tipo de classificação podem ser

Tabela 24 – Perguntas abertas agrupadas com base na Taxonomia de Bloom e número correspondente no questionário aplicado a cada turma

Taxonomia de Bloom	Perguntas selecionadas	FIS004	FIS031	FIS013
Compreensão	Compreender: O sol é uma estrela. O jogo apresentou outros tipos de estrelas, porque estas estrelas são importantes quando falamos de elementos químicos?	6	6	7
	Compreender: O jogo te ajudou a compreender de onde surgiu os elementos químicos? Por que?	9	9	10
Conhecimento	Lembrar: Você lembra quais são as reações apresentadas no jogo responsáveis pela formação dos elementos químicos?	7	7	8
	Lembrar: A primeira reação apresentada no jogo (cadeia pp) formou quais elementos químicos?	8	8	9
	Aplicar: Como você utilizaria o jogo em suas aulas? Início, meio ou fim do conteúdo lecionado?	17	16	18

Fonte: Autora.

vistos na Tabela 25.

A categoria “Conhecimento” da taxonomia de Bloom, consiste basicamente em lembrar das informações e conteúdos previamente abordados, considerando o jogo aplicado, esperava-se que os alunos lembrassem de algumas informações importantes do jogo. Para verificar se o jogo proporcionou aos alunos aspectos relevantes para o seu aprendizado, possibilitando que eles lembrassem das principais informações, aplicou-se as perguntas 1 e 2 da Tabela 25.

No total 33 alunos responderam ao questionário, os resultados são apresentados em porcentagem, e indicam o quanto os alunos conseguiram lembrar das informações relacionadas as perguntas 1 e 2 respectivamente.

Na primeira pergunta, os resultados para respostas positivas e negativas receberam as mesmas porcentagens (48,5%) e 3% de respostas do tipo outras.

Dos resultados positivos, houve respostas completas citando todas as reações apresentadas no jogo e respostas como:

“Ciclo próton-próton, triplo-alfa, CNO e queima de carbono”. (LT2)

“Fusão nuclear.” (AT1)

“Fusão e Fissão.” (LT1)

“Próton-Próton, Triplo-Alfa.” (IT2)

Tabela 25 – Resultados obtidos sobre a aprendizagem nas três turmas, perguntas abertas complementares ao modelo de (SAVI, 2011a)

Perguntas	Turma	Resposta negativas	Resposta positivas	Outras
Categoria: Conhecimento				
1- Você lembra quais são as reações apresentadas no jogo responsáveis pela formação dos elementos químicos?	FIS004	7	6	0
	FIS031	7	8	1
	FIS013	2	2	0
	Total	48,5%	48,5%	3%
2- A primeira reação apresentada no jogo (cadeia pp) formou quais elementos químicos?	FIS004	3	10	0
	FIS031	2	13	1
	FIS013	1	2	1
	Total	18%	76%	6%
Categoria: Compreensão				
3- O sol é uma estrela. O jogo apresentou outros tipos de estrelas, porque estas estrelas são importantes quando falamos de elementos químicos?	FIS004	1	12	0
	FIS031	0	14	2
	FIS013	0	4	0
	Total	3%	91%	6%
4- O jogo te ajudou a compreender de onde surgiu os elementos químicos? Por que?	FIS004	1	12	0
	FIS031	3	13	0
	FIS013	0	4	0
	Total	12%	88%	0%
Categoria: Aplicação				
5- Como você utilizaria o jogo em suas aulas? Início, meio ou fim do conteúdo lecionado?	FIS004	0	13	0
	FIS031	0	16	0
	FIS013	0	4	0
	Total	0%	100%	0%

Fonte: Autora.

“São reações de fusão nuclear envolvendo prótons, elétrons e átomos de diferentes elementos químicos.” (OT2)

“Alterações nos átomos nas colisões para a estabilidade química. Fissão e Fusão nuclear também.” (DT3)

Os resultados obtidos são animadores, quase a metade dos alunos lembraram de uma ou mais reações apresentadas no jogo. Vale ressaltar aqui que a palavra “reação”, mencionada no questionário, possui um significado mais abrangente, sendo admitido tanto as reações entre os elementos para formar um terceiro quanto a menção dos ciclos e processo físicos apresentados no jogo. Não era necessário citar quais eram as reações, e mesmo assim alguns deles citaram, facilitando a conclusão de que o jogo possibilitou o aprendizado com relação a categoria conhecimento.

Das respostas negativas, treze alunos disseram não lembrar, respondendo “não” e três apresentaram respostas como:

“Não, apenas joguei, não anotei nada para fixar o estudo.” (ET1)

“Em uma única jogadinha não consegui lembrar de todas os elementos e reações nucleares envolvidas na sua criação.” (IT1)

“Não me recordo pois estava fascinado pelo jogo.” (DT1)

A segunda pergunta questiona se os alunos lembraram dos elementos químicos formados na cadeia pp. Os resultados obtidos nesta pergunta foram de 76% de respostas positivas, 18% de respostas negativas e 6% de respostas do tipo outras. Nas respostas positivas, alguns alunos citaram todos os elementos apresentados no jogo para esta reação, alguns alunos citaram um ou mais elementos da reação pp. Algumas das respostas foram:

“Hidrogênio, Hélio, Berílio, Boro e Lítio.” (AT2), (OT2)

“Hidrogênio, Hélio.” (ET2), (FT2), (IT2), (ET2), (JT1), (CT3)

“Hidrogênio deu origem ao Hélio que por sua vez deu origem ao Berílio.” (IT1)

Os resultados obtidos para esta pergunta reforçam que o jogo apresentou aspectos que contribuíram para que os alunos lembrassem do conteúdo apresentado no jogo.

Os 18% de respostas negativas, referentes a não lembrar quais elementos foram formados nesta reação, algumas respostas foram:

“Não lembro.” (AT1), (DT2), (MT1)

“Não me recordo.” (DT1)

“Não lembro. Foquei apenas em jogar.” (BT3)

“Somente consegui iniciar o jogo.” (NT2)

Isso ilustra uma das principais dificuldade de se produzir um jogo didático, deve haver um equilíbrio entre diversão e aprendizado. Nestas ultimas respostas, fica claro que para alguns alunos o que predominou foi somente a diversão.

A categoria “Compreensão” da taxonomia de Bloom, refere-se à habilidade de compreender e dar significado ao conteúdo aprendido, demonstrando de forma escrita oral, etc. Ao aplicar o jogo com os alunos espera-se que eles compreendessem de certa forma, os conteúdos apresentados no jogo e fossem capazes de sintetizar e organizar as informações, obtendo desta experiência algo que ficasse como aprendizado. As perguntas 3 e 4 da Tabela 25, tiveram como objetivo verificar se o jogo foi capaz de fornecer aos alunos conteúdos compreensíveis e significativos, para que os alunos fossem capazes de compreendê-lo.

Na terceira pergunta, os resultados obtidos foram bons, visto que as porcentagens para respostas positivas, negativas e do tipo outras foram de 91%, 3% e 6% respectivamente. Esta pergunta investigou se os alunos sabiam por que as diferentes estrelas são importantes quando se fala de elementos químicos. Apenas uma resposta “Não sei” foi obtida, das respostas positivas a maioria foram justificadas e alguns exemplos de respostas foram:

“Sim. O sol é uma estrela. elas são importantes pois elas possuem elementos químicos distintos.” (HT1)

“Pois, é a partir delas que outros elementos são formados.” (BT1)

“Acho que é devido a sua composição, que possui grande quantidade desses elementos e as reações que acontecem nelas.” (AT2)

“Porque elas liberam uma quantidade de energia muito grande, o que ajuda na criação dos elementos.” (CT3)

A quarta pergunta também obteve resultados bons, foram obtidas 88% respostas positivas e 12% para negativas, não houve respostas do tipo outras. Para os resultados positivos, apenas três respostas não foram justificadas. Alguns exemplos de respostas positivas obtidas foram:

“Sim. Com o passar das fases apareceram explicações na tela de como eram formados os elementos químicos.” (BT3)

“Eu já tinha uma breve compressão, mas do jeito que foi apresentado consegui mudar minhas concepções para melhor.” (DT3)

“Sim. Conforme vamos jogando, vamos percebendo de maneira “visível” o surgimento dos elementos químicos.” (ET2)

“Sim. Conforme foram surgindo e capturados, um quadro explicativo auxilia a compreender.” (HT2)

“Acredito que sim pela representatividade das imagens e pelos movimentos. Através das leituras teóricas, nem sempre conseguimos ter imaginação necessária para compreender os processos.” (JT2)

“Sim, pois esclareceu de forma clara a formação de outros elementos a partir dos preexistentes.” (HT1)

“Sim, pois mostrou de forma lúdica a formação dos elementos químicos.” (BT1)

“Sim, porque tinha alguns elementos que eu não sabia de onde surgiram.” (MT1)

“Eu já conhecia esse processo, porém o jogo, sem dúvidas, apresenta isso de uma maneira muito interessante.” (JT1)

Ao analisar as resposta da terceira pergunta isoladamente não foi possível distinguir se a compreensão dos alunos sobre os temas abordados no jogo ocorreram unicamente pelo contato dos alunos com o jogo. Esta pergunta foi pensada com a intenção de comparar os resultados obtidos nela com uma outra pergunta do questionário aplicado antes do jogo que pode ser vista no questionário sobre “o que os alunos já sabiam sobre os temas abordados no jogo” da Tabela 29, pergunta 2. É possível fazer uma correlação entre elas, visto que o objetivo de ambas era investigar se os alunos conheciam a origem dos elementos químicos.

Os resultado obtido no primeiro questionário para as três turmas de Ensino Superior na pergunta “De onde surgiram os elementos químicos?” foram de 78,1% de respostas positivas e 21,9% de negativas, revelando que nem todos os alunos compreendiam a origem dos elementos químicos da Tabela Periódica (ver Tabela 29). Após o contato com o jogo, ao serem questionados sobre “O sol é uma estrela. O jogo apresentou outros tipos de estrelas, porque estas estrelas são importantes quando se fala de elementos químicos?” observa-se uma melhora dos resultados tendo 91% de respostas positivas e 3% de negativas (Tabela 25). Sendo assim, o jogo contribuiu para que houvesse uma compreensão maior sobre este tema.

A hipótese de que os alunos já tinham uma compreensão prévia sobre os temas abordados no jogo devido a sua formação, ganhou força quando as respostas da quarta pergunta foram analisadas, fica claro que o jogo não foi o único responsável pela compreensão que os alunos tinham sobre os temas, mas foi um recurso didático que possibilitou uma compreensão mais clara sobre os temas abordados no jogo.

As porcentagens e respostas descritivas obtidas nestas duas perguntas, permite concluir que os alunos de Ensino Superior após utilizar o jogo, foram capazes de compreender um pouco mais sobre como surgiram os elementos químicos.

A categoria “Aplicação” da taxonomia de Bloom, está relacionada a habilidade de usar as informações, métodos e conteúdos aprendidos em novos contextos. Para descobrir se o jogo possibilitou aos alunos uma aprendizagem que eles poderiam posteriormente aplicá-las em outros contextos, na pergunta 5 da Tabela 25, questionou-se como eles poderiam utilizar o jogo nas suas aulas. Apesar da pergunta não ter sido direta com relação a categoria aplicação, foi esta a intenção de aplica-la.

Nestas perguntas os resultados obtidos foram de 100% de respostas positivas. As formas como os alunos sugeriram aplicar o jogo, demonstrando assim que aprenderam algo com o jogo, algumas das respostas obtidas foram:

“Eu usaria, por exemplo, em aulas sobre ciclo evolutivo das estrelas, que

ministrei na disciplina de Ciências no 9º ano do EF, após apresentar os ciclos evolutivos o jogo seria uma boa forma de ilustrar a síntese dos elementos.” (OT2)

“Utilizaria como ferramenta para despertar a curiosidade dos alunos sobre um determinado assunto. Primeiro eu apresentaria um texto sobre astronomia básica, segundo associaria à química com a física (astronomia) e por fim, explicaria essa relação sobre as estrelas e início da vida com a apresentação dos elementos químicos. Seria introduzido em uma aula experimental para fechar o assunto astronomia e a criação do Universo. Com o objetivo de exemplificar o Big Bag, a criação do Universo, as estrelas.” (IT2)

“Eu colocaria no meio do conteúdo e estenderia a aplicação desse jogo até o final do mesmo. Acho que os alunos precisariam de algumas aulas para se adaptarem aos comandos do jogo e adquirirem familiaridade com ele. Muito provavelmente esse jogo os faria entender e aprender química básica com mais facilidade.” (CT2)

“Utilizaria no meio, após uma contextualização do conteúdo a ser abordado. Ele seria inserido como uma aula prática em que os alunos tomariam nota de suas observações e resultados do jogo para posteriormente discutirem sobre as informações. O objetivo seria tornar a leitura e compreensão da Tabela Periódica.” (AT2)

Os resultados obtidos mostram que os alunos aprenderam com o jogo e que também saberiam aplicá-lo em contextos diferentes, com propósitos diferentes. As respostas fornecidas não indicam claramente como o conteúdo do jogo poderia ser trabalhado em outros contextos, mas sim como utiliza-lo em sala de aula.

Estas respostas complementam o questionário de múltipla escolha aplicado nas turmas de graduação e revelam que o jogo obteve resultados satisfatórios com relação a aprendizagem. A maioria das perguntas respondidas obteve uma porcentagem de respostas positivas acima de 70% e de respostas negativas abaixo de 20%, com exceção da primeira pergunta onde as porcentagens de respostas positivas e negativas foram iguais (48,5%), ver Tabela 25. Os resultados mostram que os alunos tiveram uma maior dificuldade em lembrar das reações apresentadas no jogo. Este resultado pode estar associado ao fato de estes conteúdos não terem sido vistos pela maiorias dos estudantes. Ainda nesse contexto uma alternativa para a obtenção de melhores resultados seria chamar mais a atenção dos alunos para este ponto, isso porque as reações aparecem no jogo em forma de mensagens, o que não atrai muito a atenção do jogador.

4.6 Resultados das perguntas abertas questionários aplicados antes e após o jogo

Buscou-se com esta análise identificar se o jogo proporcionou a todos os alunos (Grupo 1 e Grupo 2), aspectos que pudessem contribuir para uma mudança na compreensão dos temas abordados no jogo. Além disso, buscou-se conhecer a opinião dos alunos sobre o jogo com relação ao divertimento e regras, e por fim buscou-se avaliar a aplicabilidade do jogo.

Para tanto, as perguntas do primeiro e segundo questionário foram agrupadas de acordo com objetivos semelhantes. Os agrupamentos tiveram os seguintes objetivos:

- 1- Identificar o que os alunos já sabiam sobre os temas abordados no jogo;
- 2- Identificar de forma geral se o jogo promoveu mudanças nas respostas dos alunos pós jogo;
- 3- Conhecer a opinião dos alunos sobre o jogo (proporciona divertimento e possui regras claras);
- 4- Avaliar a aplicabilidade e usabilidade do jogo;

Nas Tabelas 26 e 27 são apresentadas as perguntas que foram agrupadas de acordo com os objetivos semelhantes e os números das questões correspondentes no questionário de cada turma.

A Tabela 28 apresenta os resultados gerais das respostas obtidas em cada pergunta no EF e no EM .

Todos os alunos participantes responderam as perguntas que possuíam o objetivo do item 1 no primeiro questionário e voltaram a respondê-las no segundo questionário, porém, neste último o objetivo considerado foi do item 2. Isso foi feito com a intenção de comparar se o jogo proporcionou mudanças no que os alunos sabiam sobre os temas.

O item 4, foi composto por duas perguntas. A pergunta referente a estrutura da escola para a aplicação do jogo só foi aplicada a turma de FIS031, visto que a maioria dos alunos já estavam cursando o 7º período do curso, passaram pelo estágio e alguns já eram professores. Até este momento foram apresentados os resultados obtidos das turmas de ensino Superior.

Os resultados obtidos nas turmas foram organizados em quadros que apresentam o número de alunos que responderam as questões coerentemente com as perguntas ou não e o número de alunos que responderam com respostas do tipo de outras. Os resultados mais importantes são apresentados no texto assim como algumas das respostas fornecidas

Tabela 26 – Perguntas abertas agrupadas, respondidas pelo (Grupo 1)

Objetivos	Perguntas selecionadas e novas numerações	EF	EM
O que os alunos sabiam antes	(1)- As estrelas são todas iguais? Por que?	1	1
químicos do jogo sobre os temas?	(2)- De onde surgiram os elementos da Tabela Periódica?	2	2
	(3)- Você sabe por que os elementos químicos ocupam aquela posição na Tabela Periódica? Justifique sua resposta.	4	4
O que os alunos sabiam antes	(1)- As estrelas são todas iguais? Por que?	1	1
químicos do jogo sobre os temas?	(2)- De onde surgiram os elementos da Tabela Periódica?	2	2
	(3)- Você sabe por que os elementos químicos ocupam aquela posição na Tabela Periódica? Justifique sua resposta.	4	4
	(4)- Você reconheceu alguns dos elementos químicos da Tabela Periódica no jogo? O que você aprendeu de novo com o jogo?	3	3
Aspectos do jogo	(1)- O jogo foi divertido? Explique sua resposta?	10	10
	(2)- As regras estavam claras, foram suficientes para entender o funcionamento do jogo? Por que?	11	11

Fonte: Autora.

pelos alunos. Às respostas fornecidas pelos alunos antes e após o contato com o jogo são separadas por barra, a fim de facilitar a comparação.

A seguir são apresentados e discutidos os resultados obtidos individualmente nas turmas de EF e EM, que compõe o Grupo 1.

4.6.1 Turma do sexto ano do Ensino Fundamental

Nas Tabelas 29 e 30 são apresentados os resultados gerais das respostas obtidas em cada pergunta por turma de Ensino Superior. A Tabela 31 apresenta os resultados obtidos das perguntas que tinham o interesse de identificar o que os alunos sabiam sobre os temas antes e depois do jogo.

Tabela 27 – Perguntas abertas agrupadas e respondidas pelo (Grupo 2)

Objetivos	Perguntas selecionadas e novas numerações	EF	EM	EM
O que os alunos sabiam antes	(1)- As estrelas são todas iguais? Por que?	3	2	2
químicos do jogo sobre os temas?	(2)- De onde surgiram os elementos da Tabela Periódica?	9	3	3
	(3)- Você sabe por que os elementos químicos ocupam aquela posição na Tabela Periódica? Justifique sua resposta.	11	5	5
O que os alunos sabiam antes	(1)- As estrelas são todas iguais? Por que?	2	2	3
químicos do jogo sobre os temas?	(2)- De onde surgiram os elementos da Tabela Periódica?	3	3	4
	(3)- Você sabe por que os elementos químicos ocupam aquela posição na Tabela Periódica? Justifique sua resposta.	4	4	5
	(4)- Você reconheceu alguns dos elementos químicos da Tabela Periódica no jogo? O que você aprendeu de novo com o jogo?	5	5	6
Aspectos do jogo	(1)- O jogo foi divertido? Explique sua resposta?	10	10	11
	(2)- As regras estavam claras, foram suficientes para entender o funcionamento do jogo? Por que?	11	11	12
Aplicabilidade e usabilidade.	(3)- A escola onde você atua ou onde faz estágio possui estrutura para a aplicação deste jogo? Explique?	Não aplicada	17	Não aplicada
	(4)- Caso você não queira aplicar o jogo, explique o motivo, para que possamos melhorar o jogo.	21	20	20

Fonte: Autora.

4.6.1.1 O que os alunos de EF sabiam antes e depois do jogo sobre os temas

A primeira pergunta do questionário 1 perguntou se as estrelas eram iguais. A maioria das respostas foram positivas com indicações de características que poderiam ser utilizadas para diferenciá-las, tais como: tamanho, cores, massa, brilho, formas. Alguns exemplos de respostas são:

“Não, as estrelas têm diversos tamanhos, pequena, maiores, médio.” (BEF)

“Não, pois tem diversas estrelas diferentes de cores diferentes.” (AEF)

Tabela 28 – Resultados obtidos nas perguntas abertas (Grupo 1)

Perguntas	Turma	Resposta negativas	Resposta positivas	Outras
O que os alunos já sabiam sobre os temas abordados no jogo.				
1- As estrelas são todas iguais? Por que?	EF	1	11	0
	EM	0	8	0
	Total	5,0%	95,0%	0,0%
2- De onde surgiram os elementos químicos da Tabela Periódica?	EF	12	0	0
	EM	6	2	0
	Total	90,0%	10,0%	0,0%
3- Você sabe por que os elementos químicos ocupam aquela posição na Tabela Periódica? Justifique sua resposta.	EF	12	0	0
	EM	5	2	1
	Total	85,0%	10,0%	5,0%
De forma geral o jogo promoveu mudanças nas respostas dos alunos;				
1- As estrelas são todas iguais? Por que?	EF	0	12	0
	EM	0	8	0
	Total	0,0%	100,0%	0,0%
2- De onde surgiram os elementos químicos da Tabela Periódica?	EF	9	3	0
	EM	4	4	0
	Total	65,0%	35,0%	0,0%
3- Você sabe por que os elementos químicos ocupam aquela posição na Tabela Periódica? Justifique sua resposta.	EF	12	0	0
	EM	2	4	2
	Total	70%	20,0%	10,0%
4- Você reconheceu alguns dos elementos químicos da Tabela Periódica no jogo? O que você aprendeu de novo com o jogo?	EF	1	11	0
	EM	1	6	1
	Total	10,0%	85,0%	5,0%
Aspectos do jogo.				
1- O jogo foi divertido? Explique sua resposta?	EF	0	12	0
	EM	0	6	2
	Total	0,0%	90,0%	10,0%
2- As regras estavam claras, foram suficientes para entender o funcionamento do jogo? Por que?	EF	7	5	0
	EM	0	6	2
	Total	35,0%	55,0%	10,0%

Fonte: Autora.

“Não. Eu não acho porque todas as estrelas possuem massa diferentes.”
(DEF)

“Eu acho que não, porque cada uma tem seu tamanho, sua cor e seu brilho.” (EEF)

Uma resposta foi considerada incoerente:

Tabela 29 – Resultados obtidos nas perguntas abertas no (Grupo 2)

O que os alunos já sabiam sobre os temas abordados no jogo.				
Perguntas	Turma	Resposta negativas	Resposta positivas	Outras
1- As estrelas são todas iguais? Por que?	FIS004	0	12	0
	FIS031	0	16	0
	FIS013	0	4	0
	Total	0,0%	100,0%	0,0%
2- De onde surgiram os elementos químicos da Tabela Periódica?	FIS004	4	8	0
	FIS031	3	13	0
	FIS013	0	4	0
	Total	21,9%	78,1%	0,0%
3- Você sabe por que os elementos químicos ocupam aquela posição na Tabela Periódica? Justifique sua resposta.	FIS004	4	7	1
	FIS031	2	13	1
	FIS013	1	3	0
	Total	21,9%	71,9%	6,2%
De forma geral o jogo promoveu mudanças nas respostas dos alunos;				
1- As estrelas são todas iguais? Por que?	FIS004	0	12	0
	FIS031	0	16	0
	FIS013	0	4	0
	Total	0,0%	100,0%	0,0%
2- Onde surgem os elementos químicos da Tabela Periódica?	FIS004	1	11	0
	FIS031	1	15	0
	FIS013	0	4	0
	Total	6,2%	93,8%	0,0%
3- Você sabe porque os elementos químicos ocupam aquela posição na Tabela Periódica? Justifique sua resposta.	FIS004	1	9	2
	FIS031	0	16	0
	FIS013	1	3	0
	Total	6,2%	87,6%	6,2%
4- Você reconheceu alguns dos elementos químicos da Tabela Periódica no jogo? O que você aprendeu de novo com o jogo?	FIS004	0	12	0
	FIS031	0	16	0
	FIS013	0	4	0
	Total	0,0%	100,0%	0,0%

Fonte: Autora.

“Sim eu acho que todas as estrelas são iguais.” (MEF)

Após o jogo, as respostas obtidas foram muito parecidas, porém, apresentaram novas palavras para a distinção das estrelas. Como no caso das seguintes respostas:

“Não, pois cada uma tem seu tamanho e massa / Não, pois cada uma tem seu tamanho e massa e composição.” (CEF)

“Não. Eu não acho porque todas as estrelas possuem massa diferentes / Não porque a estrelas possuem largura e Massa diferente.” (DEF)

Tabela 30 – Resultados das perguntas abertas, aplicabilidade e aspectos do jogo (Grupo 2)

Aspectos do jogo.				
Perguntas	Turma	Resposta negativas	Resposta positivas	Outras
1- O jogo foi divertido? Explique sua resposta?	FIS004	0	12	0
	FIS031	1	15	0
	FIS013	0	4	0
	Total	3,1%	96,9%	0,0%
2- As regras estavam claras, foram suficientes para entender o funcionamento do jogo? Por que?	FIS004	1	10	1
	FIS031	0	16	0
	FIS013	0	4	0
	Total	3,1%	93,8%	3,1%
Aplicabilidade				
3 - Caso você não queira aplicar o jogo, explique o motivo, para que possamos melhorar o jogo.	FIS004	0	6	6
	FIS031	0	12	4
	FIS013	0	4	0
	Total	0,0%	68,8%	31,2%
4 - A escola onde você atua ou onde fez estágio possui estrutura para a aplicação deste jogo? Explique?	FIS004	-	-	-
	FIS031	9	4	3
	FIS013	-	-	-
	Total	56,2%	25,0%	18,8%

Fonte: Autora.

Tabela 31 – Resultados das perguntas abertas (EF).

Turma	Perguntas	Tipo de resposta	Questionário 1. O que sabiam antes do jogo	Questionário 2. O que sabiam após o jogo
EF	1 -	Negativas	1	0
		Positivas	11	12
		Outras	0	0
	2 -	Negativas	12	9
		Positivas	0	3
		Outras	0	0
	3 -	Negativas	12	12
		Positivas	0	0
		Outras	0	0
	4 -	Negativas	-	1
		Positivas	-	11
		Outras	-	0

Obs: Comparação dos dados que representam o que os alunos sabiam sobre os temas antes e após o jogo.

Fonte: Autora.

“Não, cada estrela tem seu tamanho, sua massa / Não, cada estrela tem sua composição e massa.” (HEF)

Estas pequenas mudanças dão indícios de que para alguns alunos o jogo pode ter influen-

ciado na sua compreensão sobre a composição química das estrelas.

Apesar de todos os 12 alunos terem fornecido respostas coerentes com a pergunta, no segundo questionário dois alunos não justificaram a resposta.

A segunda pergunta do primeiro questionário se referia à origem dos elementos químicos. Os alunos não souberam responder à pergunta, mas, alguns (4) arriscaram responder que a origem dos elementos químicos estava relacionada a laboratório e teoria da conspiração. Como por exemplo nas respostas:

“Da teoria da conspiração.” (CEF), (HEF), (IEF)

“No laboratório, é uma teoria da conspiração.” (BEF)

Após a utilização do jogo, as respostas fornecidas foram também na sua maioria “não sei” (8) e uma resposta se manteve:

“No laboratório, é uma teoria da conspiração.” (BEF)

Houve quatro tentativas de respostas mais consistentes com a pergunta, com três delas coerentes. As respostas dos mesmos alunos são apresentadas a seguir, a fim de comparar as melhoras:

“Da teoria da conspiração / De uma estrela que explodiu.” (CEF), (HEF)

“Da teoria da conspiração / É uma estrela que explodiu.” (IEF)

“Não / Tabela Periódica.” (HEF)

A terceira pergunta se referia ao motivo pelo qual os elementos químicos ocupam aquela posição na Tabela Periódica. No primeiro questionário ninguém soube responder a pergunta, visto que onze alunos responderam “Não” e apenas uma das respostas fornecidas foram:

“Não, mas acho que é devido a sua composição.” (HEF)

Esta mesma pergunta recebeu no segundo questionário duas respostas com justificativas:

“Sim por causa da sua radioatividade que adquirem.” (DEF)

“Acho que é devido a sua composição.” (HEF)

O restante dos alunos mantiveram as mesma respostas fornecida no questionário anterior. Não se esperava que eles fossem responder corretamente, mas, esperava-se um

número mais expressivo de tentativa de respostas nesta pergunta. Por ser uma turma de EF estes resultados já eram esperados. Se a intensão é fazer com que os alunos compreendam porque os elementos químicos ocupam aquela posição na Tabela Periódica, será necessário fazer modificações no jogo que permitam esta conclusão com mais facilidade.

Na quarta pergunta, os alunos foram questionados se aprenderam ou lembraram algo com o jogo. As respostas para esta pergunta apresentaram bons resultados quando se considera que eles conseguiram perceber que a dinâmica do jogo era voltada para a formação de um novo elemento. Como pode ser visto nas respostas:

“Sim, os elementos eles vão se juntando para formar os elementos, outros novos.” (BEF)

“Sim, um elemento se junta no outro e forma o terceiro e assim vão criando mais elemento.” (EEF)

“Sim. Eu identifiquei o gás oxigênio, o gás carbônico e eu aprendi que os elementos podem se misturar formando outros elementos.” (GEF)

Também houve respostas relacionadas ao reconhecimento de alguns elementos químicos como por exemplo:

“Sim. Oxigênio.” (AEF)

“Sim, nêutron eu não conhecia, com um elemento forma um novo.” (DEF)

Apenas uma resposta foi negativa.

“Não sei.” (LEF)

4.6.1.2 Aspectos do jogo segundo a turma de EF

Os resultados da avaliação do jogo com relação a dois aspectos (divertimento e regras), são apresentados na Tabela 32.

Tabela 32 – Resultados das perguntas abertas EF (Aspectos do jogo)

Turma	Perguntas	Tipo de resposta	Respostas
EM	1- O jogo foi divertido? Explique sua resposta?	Negativas	0
		Positivas	12
		Outras	0
	2- As regras estavam claras, foram suficientes para entender o funcionamento do jogo? Por que?	Negativas	7
		Positivas	5
		Outras	0

Fonte: Autora.

Para avaliar se o jogo foi divertido e se possuía regras claras, duas perguntas foram consideradas no segundo questionário. A primeira pergunta se referia ao divertimento, as respostas obtidas foram positivas, todos os alunos concordavam que o jogo foi divertido. Algumas das respostas foram:

“Muito, amei, legal, ele me divertiu e eu aprendi sobre os elementos.” (BEF)

“Sim, porque estava interativo e fácil de compreender.” (CEF)

“Sim, porque eu gosto de aprender sobre isso e foi bem legal.” (EEF)

A segunda pergunta se referia às regras. Nesta pergunta a maioria dos alunos não concordaram que as regras estavam claras (7), alguns por não ter lido e outros por não ter compreendido, como nos exemplos:

“Não, eu li mas não entendi as regras do jogo.” (EEF)

“Não, precisei jogar para entender.” (HEF)

“Não li.” (MEF)

Cinco respostas foram positivas, justificadas com resposta do tipo:

“Sim, porque li.” (JEF)

“Sim, estavam claras.” (DEF)

Um jogo precisa ter regras claras para facilitar a compreensão das ações ou atividades a serem realizadas ao jogar. Estas regras precisam ser compreensíveis e quando inseridas no jogo o (texto) precisam ser de formas simples e rápidas. Para esta turma, o fato de não ter lido as regras, pode ter impedido que eles tivessem uma boa experiência com o jogo.

Os resultados obtidos nesta turma apresentam indícios de que o jogo precisa passar por alterações para ser utilizado com este público. Observou-se que não foram significativas as informações fornecidas aos alunos no jogo, ou seja, as informações não possibilitaram aos alunos a compreensão sobre a origem dos elementos químicos e nem da sua organização na Tabela Periódica como se esperava. Porém possibilitou aos alunos algumas compreensões sobre a formação dos elementos químicos.

O jogo foi utilizado com esta turma com a intenção de proporcionar os alunos um aprofundamento dos seus conhecimentos sobre astronomia e para motivá-los a querer aprender mais. Portanto, não havia a intenção de avaliar o aprendizado dos alunos por

parte da professora durante o jogo, e sim nas próximas aulas. Considerando os objetivos da pesquisa e a forma como foi aplicada, não houve muito espaço para que a professora pudesse desempenhar seu papel como mediadora do aprendizado durante a aplicação da pesquisa e isso pode ter influenciado nos resultados obtidos. Segundo [Melo et al. \(2021\)](#) o papel ativo do professor é fundamental para a integração dos jogos digitais no ensino, para promover o aprofundamento no processo de ensino e aprendizagem.

4.6.2 Turma de Ensino Médio

Algumas perguntas foram aplicadas na turma de EM com a intenção de identificar os que os alunos sabiam sobre os temas antes e após o jogo. Na Tabela 33 apresenta os resultados obtidos.

Tabela 33 – Resultados obtidos nas perguntas abertas (Ensino Médio)

Turma	Perguntas	Tipo de resposta	Questionário 1. O que sabiam antes do jogo	Questionário 2. O que sabiam após o jogo
EM	1 -	Negativas	0	0
		Positivas	8	8
		Outras	0	0
	2 -	Negativas	6	4
		Positivas	2	4
		Outras	0	0
	3 -	Negativas	5	2
		Positivas	2	4
		Outras	1	2
	4 -	Negativas	-	1
		Positivas	-	6
		Outras	-	1

Fonte: Autora.

4.6.2.1 O que os alunos de EM sabiam antes e depois do jogo sobre os temas

O jogo foi aplicado na turma de 1º ano do EM, que até aquele momento não tinham visto os conteúdos relacionados à Tabela Periódica. Considerando este fato, esperava-se que o jogo pudesse proporcionar aos alunos algum aprendizado relacionado aos temas abordados no jogo, e com isso identificar se o jogo poderia ser utilizado como recurso didático na introdução do conteúdo sobre a Tabela Periódica. Outro ponto importante desta aplicação estava relacionado ao fato de que eles eram o público-alvo do jogo, e que, portanto, poderiam contribuir para a avaliação da qualidade do jogo.

Para avaliar o que os alunos sabiam antes do jogo aplicou-se três perguntas no primeiro questionário que se repetiram no segundo questionário.

Na primeira pergunta do questionário 1, constatou-se que a turma possuía um conhecimento sobre as estrelas, apresentando como resposta uma ou mais características que permitiam diferenciar as estrelas, tais como: tamanho, massa, formas diferentes, temperatura, composições diferentes, diferentes elementos e densidade, como nas respostas:

“Não, pois tem tamanho, massa, temperatura e composições diferentes.” (AEM)

“Não, pois a quantidade, temperatura e densidade mudam.” (CEM)

“Não, porque são compostos por diferentes elementos.” (BEM)

“Não, porque elas têm formas diferentes, e não são do mesmo tamanho.” (DEM)

A utilização das palavras composição e elementos no primeiro questionário não era esperada, apareceram em duas respostas e em uma, respectivamente. Esperava-se que os alunos utilizassem características mais comuns com tamanho, forma, que foram as mais utilizadas aparecendo seis vezes e quatro vezes respectivamente.

No segundo questionário (após o contato com o jogo), esta mesma pergunta recebeu praticamente as mesmas respostas. Uma das respostas apresentou mudanças:

“Não, pois elas têm tamanhos e composições diferentes / Não, pois tem complementos e substâncias diferentes.” (GEM)

Apesar de ter fornecido uma resposta diferente esta não foi significativa. De forma geral, nesta turma, o jogo não proporcionou mudanças na compreensão dos alunos sobre as estrelas.

Na segunda pergunta do primeiro questionário, que se referiam ao surgimento dos elementos químicos. Obteve-se respostas relacionadas às mais variadas hipóteses, sendo “de experimentos” as mais mencionadas (três respostas). Alguns dos exemplos de respostas foram:

“Da natureza.” (BEM)

“Dos asteroides.” (CEM)

“De experimentos químicos ao longo dos anos.” (DEM)

“Eu realmente não sei. Da química?” (GEM)

“Das substâncias químicas.” (HEM)

“Alguns surgiram do Big Bang, já outros surgiram da mistura e experimento entre outros elementos.” (AEM)

Após o jogo, esta mesma pergunta recebeu respostas um pouco diferente, quatro alunos responderam coerentemente a pergunta, três mantiveram as mesmas respostas do primeiro questionário. Uma das respostas fornecidas no primeiro questionário mudou, mas, continuou incoerente com a pergunta.

Considerando estes resultados pode-se dizer que o jogo foi pouco eficiente nesta turma, quando se considera a intenção de fornecer aspectos relevantes para o aprendizado dos alunos sobre a origem dos elementos químicos.

A terceira pergunta do primeiro questionário, foi “Você sabe porque os elementos químicos ocupam aquela posição na Tabela Periódica?”. Das respostas fornecidas cinco foram “Não”, uma foi considerada do tipo outra e duas estavam coerentes com a pergunta. Alguns exemplos de respostas coerentes foram:

“Um pouco sei que elas são divididas por diferentes categorias (como metais e gases).” (AEM)

“Pela sua massa, número atômico.” (BEM)

No segundo questionário esta mesma pergunta obteve resultados melhores, com quatro respostas coerentes, duas mantiveram o “Não” e duas foram consideradas outras. As respostas que apresentaram mudanças e foram consideradas no segundo questionário como coerentes são:

“Não sei. / Sim, pelo número atômico e a massa.” (FEM)

“Não. / Não, acho que é por causa dos números que cada elemento tem.” (GEM)

O jogo forneceu algumas informações sobre os elementos químicos, mas, para esta turma de forma geral, parece não ter sido suficiente para que os alunos associassem a posição dos elementos químicos na Tabela Periódica.

A quarta pergunta do segundo questionário se referia ao aprendizado que o jogo proporcionou aos alunos, algumas das respostas positivas são vistas a seguir:

“Sim, aprendi que alguns elementos podem surgir de outras explosões além do Big Bang.” (AEM)

“Sim, que os elementos quando se colidem formam outros.” (BEM)

“Se lançar os prótons surgem novos elementos.” (CEM)

“Sim, se a gente lançar os prótons eles se unem, e transformam em novos elementos.” (DEM)

“Sim, aprendi novos elementos químicos e curiosidades.” (HEM)

Dos oito alunos, seis responderam positivamente a esta pergunta. Apenas uma resposta foi negativa e uma foi do tipo outras:

“Não aprendi nada de novo.” (FEM)

“Não, aprendi mais sobre.” (EEM)

Com base neste resultados, considera-se que os alunos aprenderam algo com o jogo, visto que passaram a notar a importância da colisão para a formação dos elementos químicos e compreenderam o propósito do jogo que era a formação dos elementos.

4.6.2.2 Aspectos do jogo segundo a turma de EM

Os resultados obtidos no EM com relação a dois aspectos (divertimento e regras) do jogo, são apresentados na Tabela 34.

Tabela 34 – Resultados das perguntas abertas EM (Aspectos do jogo)

Turma	Perguntas	Tipo de resposta	Respostas
EM	1- O jogo foi divertido? Explique sua resposta?	Negativas	0
		Positivas	6
		Outras	2
	2- As regras estavam claras, foram suficientes para entender o funcionamento do jogo? Por que?	Negativas	0
		Positivas	6
		Outras	2

Fonte: Autora.

A primeira pergunta se referia ao divertimento proporcionado pelo jogo, seis respostas fornecidas foram positivas, sendo que, em uma delas o jogo foi considerado pouco divertido. Os alunos apresentaram justificativas relacionadas a mecânica e ao aprendizado, como podem ser vistas nas respostas. Apenas duas respostas foram consideradas do tipo outras:

“Sim, com o jogo pude aprender mais sobre os elementos químicos de uma forma divertida.” (HEM)

“Sim por questão de ser um jogo educativo eu achei legal não é parado e chato.” (FEM)

“Sim porque tinha elementos que eu não conhecia.” (CEM)

“Um pouco, a *gameplay* é bem simples e rápida.” (AEM)

“Sim, foi bem prático e dinâmico.” (BEM)

A segunda pergunta referente aos aspectos do jogo, estava relacionada com as regras. Seis respostas obtidas foram positivas, duas foram consideradas do tipo outras. Das respostas positivas, as justificativas estavam ligadas a simplicidade e facilidade de entender as regras. Alguns exemplos de respostas foram:

“Sim, pois não tem um sistema complexo de controles.” (AEM)

“Sim, estavam bem explicadas.” (DEM)

“Sim pois eram simples de entender.” (EEM)

“Sim as regras explicavam bem o jogo.” (FEM)

“Sim estavam bem explicadas todas as informações.” (HEM)

Com relação aos resultados obtidos nas turmas de EF e EM, constatou que os alunos sabiam como diferenciar as estrelas, apresentando como resposta uma ou mais características que permitiam diferenciar as estrelas, tais como: tamanho, massa, temperatura, composições diferentes, densidade, entre outros. Foram citadas características suficientes para a distinção das estrelas antes mesmo da utilização do jogo nas duas turmas.

Após a aplicação do jogo na turma de EF, as respostas dos questionários, antes e após o jogo, foram muito parecidas, mas algumas pequenas mudanças foram observadas nas respostas. Na turma de EM esta situação se repetiu, no primeiro questionário as palavras “composição” e “elementos” apareceram, algo que não era esperado para o contexto desta turma. Considerando os resultados obtidos nas duas turmas, as respostas alteraram de 95% para 100% de respostas coerente após o jogo. De forma geral, nestas turmas, o jogo não proporcionou mudanças significativa na compreensão dos alunos sobre as estrelas.

Com relação à pergunta “a origem dos elementos químicos”, todos os alunos do EF não souberam responder a pergunta, mas, alguns apresentaram hipóteses, as principais delas estavam relacionadas a origem dos elementos químicos se dar por experimentos e pela teoria da conspiração. Após a utilização do jogo, a maioria dos alunos ainda não conseguiram responder à pergunta, mas as tentativas de respostas foram mais coerentes, atribuindo a explosão das estrelas a origem dos elementos químicos. Na turma de EM, também houve muitas hipóteses, sendo “de experimentos” as mais mencionadas. Somente duas respostas fornecidas foram coerentes com a pergunta no primeiro questionário. Após o contato com o jogo, os resultados foram melhores, quatro respostas foram consideradas coerentes.

Considerando estes resultados sobre a origem dos elementos químicos nas duas turmas, pode-se dizer que o jogo proporcionou um ganho no aprendizado dos alunos, representado por um aumento de 25% de respostas coerentes após o jogo.

Os elementos químicos ocupam posições específicas na Tabela Periódica e o principal motivo está relacionada ao número atômico que cada um possui. Na pergunta relacionada a este fato, os alunos do EF não souberam responder a pergunta mesmo após o jogo. Na turma de EF, apenas duas respostas estavam coerentes no primeiro questionário, passando para quatro no segundo questionário, um aumento de 25% de respostas coerentes após a aplicação do jogo.

Ao serem questionados sobre o que aprenderam com o jogo, a grande maioria dos alunos do EF conseguiram perceber que a dinâmica do jogo era voltada para a formação de um novo elemento e em alguns casos reconheceram alguns dos elementos químicos apresentados no jogo. No EM, os alunos responderam positivamente, apontando a importância da colisão para a formação dos elementos químicos. Considerando estes resultados, nas duas turmas os alunos obtiveram um novo aprendizado com o jogo.

Avaliar se o jogo é divertido e se possui regras claras é algo importante, visto que são aspectos inerentes aos jogos. Os alunos do EF e EM em sua maioria, quando questionados sobre a capacidade do jogo promover divertimento responderam de forma positiva. Com relação às regras, a turma de EF não considerou que elas estavam claras, porém, alguns não relataram não ter lido. Já para a maioria dos alunos do EM, as regras estavam claras.

Considerando os resultados obtidos, o divertimento foi contemplado no jogo segundo a opinião destes alunos. E as regras precisam ser melhor esclarecidas para os alunos de EF.

A seguir são apresentados os resultados obtidos nas turmas de Ensino Superior, (Grupo 2).

4.6.3 Turma da disciplina FIS004

A Tabela 35 apresenta os resultados obtidos, são comparados os resultados das perguntas que tinham os objetivos: identificar o que os alunos já sabiam sobre os temas abordados no jogo (questionário 1) e identificar de forma geral se o jogo promoveu mudanças nas respostas dos alunos (questionário 2)

4.6.3.1 O que os alunos de FIS004 sabiam antes e depois do jogo sobre os temas

Na primeira pergunta do questionário 1, constatou-se que a turma possuía de forma geral um conhecimento sobre as estrelas apresentando para esta pergunta características

Tabela 35 – Resultados obtidos nas perguntas abertas (FIS004)

Turma	Perguntas	Tipo de resposta	Questionário 1. O que sabiam antes do jogo	Questionário 2. O que sabiam após o jogo
FIS004	1 -	Negativas	0	0
		Positivas	12	12
		Outras	0	0
	2 -	Negativas	4	1
		Positivas	8	11
		Outras	0	0
	3 -	Negativas	4	1
		Positivas	7	9
		Outras	1	2
	4 -	Negativas	Não se aplica	0
		Positivas	Não se aplica	12
		Outras	Não se aplica	0

Fonte: Autora.

que diferenciavam as estrelas, tais como: tamanho, densidade, temperatura, material que a constitui, magnitude, composições, classificação espectral diferente, magnitudes, composições químicas, gravidade, radiação, novas, velhas, quentes e frias. As características relacionadas a composição das estrelas apareceram como respostas duas vezes “material”, uma vez como “composição” e “composição química”.

Das características atribuídas as estrelas, as que aparecem no jogo são: tamanho, temperatura, composições químicas, após o jogo era esperado que os alunos passassem a citá-las com mais frequência.

Na segunda vez que esta pergunta apareceu, no questionário após o jogo, outras características foram citadas para distinguir as estrelas, tais como: formações diferentes, elementos diferentes, elementos químicos, fusão nuclear, brilho, composição diferente, composição química, cores, distanciamento da terra, componentes químicos. Todos responderam de forma coerente a pergunta.

Chama a atenção que as palavras elemento e fusão nuclear aparecem como resposta e a palavra químico/a também aparece como complemento da palavra composição com mais frequência que anteriormente. Indícios de que o jogo causou alterações nas respostas dos alunos.

Na segunda pergunta do primeiro questionário, apenas quatro alunos responderam “não sei” no primeiro questionário. Após o contato com o jogo, três destes alunos apresentaram uma resposta coerente com o que foi visto no jogo. Estas respostas obtidas no primeiro e segundo questionário estão separadas por barra:

“Não sei / através do Big Bang.” (MT1)

“Não sei / Parte surgiram das estrelas, porém, há também elementos produzidos pelo ser humano.” (JT1)

“Não sei / Por meio da Fusão.” (LT1)

O quarto participante, respondeu “Não sei / natureza”, porém não fica claro se esta resposta pode ser considerada uma contribuição do jogo.

Identificou-se nas respostas do segundo questionário a utilização das palavras fissão e colisões que não apareceram anteriormente, como por exemplo nas respostas:

“De fissões nucleares em estrelas.” (CT1)

“Surgiram através de colisões entre si dando origem a novas elementos.” (DT1)

Além disso, houve uma maior frequência da utilização da palavra fusão nas respostas. O restante dos alunos desta turma apresentou respostas coerentes com a pergunta nos dois questionários.

Comparando a terceira pergunta nos dois questionários, que se refere ao motivo pelo qual os elementos químicos ocupam aquela posição na Tabela Periódica, observou-se que as respostas apresentavam alterações no segundo questionário.

Enquanto que no primeiro questionário, quatro alunos não souberam responder esta pergunta e um aluno apresentou resposta do tipo outra, no segundo questionário apenas um não soube responder e dois forneceram respostas do tipo outras. Mesmo assim, os resultados foram considerados bons, visto que o número de alunos que respondeu de forma coerente a pergunta no segundo questionário aumentou de sete para nove.

Alguns exemplos de melhorias nas respostas são:

“Não sei / pois são organizados em famílias.” (GT1)

“Sei pouca coisa, não me lembro a forma de que ela é organizada. / A Tabela Periódica ela parece estar organizada de cima para baixo onde os que estão no topo foram os primeiros a surgir.” (IT1)

Neste caso, o jogo parece não contribuir muito para o aprendizado dos alunos.

A quarta pergunta foi aplicada apenas no segundo questionário, porque estava diretamente relacionada à interação com o jogo. Considerando o aprendizado que o jogo proporcionou aos alunos, muitos pontos foram citados, tais como: Aprenderam de onde surgiram os elementos químicos, onde são utilizados, sua posição na Tabela Periódica, a necessidade de interação entre os elementos para formar um terceiro, reconhecer e lembrar os nomes dos elementos químicos. Alguns exemplos de respostas fornecidas nesta pergunta foram:

“Sim, reconheci os nomes dos que já havia estudado, com o jogo relembrei os elementos químicos.” (ET1)

“Sim. Aprendi de forma prática e sucinta a o emprego dos elementos químicos.” (HT1)

“Aprendi que o impacto de elementos diferentes formam outros.” (BT1)

“Sim, aprendi um pouco sobre a composição deles.” (FT1)

“Sim conheci. Aprendi como são formados e através de qual substância se deriva outro elemento.” (DT1)

“Sim, aprendi um pouco sobre a produção de elementos químicos.” (JT1)

Todos concordaram que o jogo proporcionou algum tipo de aprendizado.

4.6.3.2 Aplicabilidade e aspectos do jogo segundo a turma FIS004

Os resultados da avaliação do jogo com relação a aplicabilidade e seus dois aspectos (divertimento e regras), são apresentados na Tabela 36

Tabela 36 – Resultados das perguntas abertas (FIS004), (divertimento, regras, aplicabilidade)

Turma	Perguntas	Tipo de resposta	Respostas
FIS004	1- O jogo foi divertido? Explique su resposta?	Negativas	0
		Positivas	12
		Outras	0
	2- As regras estavam claras, foram suficientes para entender o funcionamento do jogo? Por que?	Negativas	1
		Positivas	10
		Outras	1
	3- Caso você não queira aplicar o jogo, explique o motivo, para que possamos melhorar o jogo	Negativas	0
		Positivas	5
		Outras	6
	4- A escola onde você atua ou onde faz estágio possui estrutura para a aplicação deste jogo? Explique?	Negativas	Não se aplica
		Positivas	Não se aplica
		Outras	Não se aplica

Fonte: Autora.

A primeira pergunta se referia a um aspecto do jogo, a capacidade de proporcionar divertimento. Nesta pergunta todos os alunos disseram que o jogo foi divertido, apresentando respostas como:

“Sim, ele é bem intuitivo e simples para aprender a jogar, ai quando pega o jeito fica mais legal.” (ET1)

“Sim, é um jogo que prende a atenção nos comandos lembrando até mesmos aqueles jogos da Nintendo como o Super Mário.” (DT1)

“Sim, por mais que tenha uma mecânica simples o jogo se prova muito divertido na hora de jogar, é muito legal quando você consegue formar novos elementos a partir de outros e aquele elemento aparece na tela.” (JT1)

Outras respostas positivas também citaram a coordenação motora como motivo:

“Sim, descobri que não tenho coordenação motora.” (NT1)

“Sim, ele é intuitivo e simples para aprender a jogar, ai quando pega o jeito fica mais legal.” (ET1)

“Não muito pois não tenho paciência e tive dificuldade de direcionamento da nave.” (MT1)

Uma das respostas sugeriu a melhoria do jogo com a inserção de um *boss*.

“Sim, a música a interação dinâmica esta muito bom, mas falta como um objetivo do jogo, está nítida a parte educacional, mas como diversão falta um *boss* ou algo que te esforce a desviar e evoluir.” (CT1)

A sugestão deste participante se diferencia dos demais por estar voltada para aspectos da *gamificação* que neste caso seria a inserção de desafios para que o jogo seja mais desafiador.

De forma geral o jogo foi considerado divertido pelos alunos desta turma, que apresentaram diversos motivos para caracterizar o que causou o divertimento no jogo.

A segunda pergunta se referia a outro aspecto do jogo, as regras. Os alunos foram questionados se as regras do jogo estavam claras, como respostas obteve-se dez respostas positivas indicando que as regras estavam claras, como por exemplo nas respostas:

“Sim, achei de fácil compreensão.” (HT1)

“Sim, além do próprio jogo ser intuitivo.” (IT1)

“Sim foram bastante claras e específicas na hora das informações.” (MT1)

Uma resposta foi considerada do tipo outra, por não indicar se as regras estavam claras ou não, mas declarar ter encontrado dificuldades para relembrar um comando.

“Poderia ter uma opção de ver os comandos durante o jogo pois havia esquecido como lançar, mas foi bem intuitivo.” (ET1)

Apenas uma das respostas foi negativa, justificada pela necessidade de explicar que a nave também captura elementos:

“Não, faltou explicar que você deve coletar os elementos com a nave.”
(BT1)

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que o jogo, de forma geral, apresenta regras claras, visto que a maioria dos participantes compreenderam como jogar e declararam isso nas suas respostas.

A terceira pergunta estava relacionada com a aplicabilidade do jogo pelos participantes da pesquisa, caso eles não aparentassem interesse em aplicar o jogo, qual seria motivo. Nesta pergunta obteve-se seis respostas positivas, como por exemplo:

“Eu aplicaria para o aluno jogar.” (LT1)

“Eu aplicaria.” (IT1)

“Não vejo motivos para que não seja aplicado, aos desenvolvedores seria interessante criar uma portabilidade do jogo para Android e IOS, uma vez que muitas escolas de EM não possuem computadores, mas muito de seus alunos possuem seus próprios celulares.” (DT1)

Nesta pergunta o número de respostas consideradas outras foi alto (6), visto que não foi possível identificar se o participante aplicaria ou não o jogo. Algumas das respostas indicavam apenas melhorias para o jogo. Como por exemplo nas respostas:

“Acredito apenas que deveria ser mais para pessoas com problemas de vista.” (NT1)

“Deixar o jogo um pouco mais difícil a fim de desafiar os alunos.” (AT1)

“Podem acrescentar camada de valência modelo atômico em forma molecular mais detalhada.” (GT1)

Estas respostas apontam para possíveis melhorias no jogo que podem contribuir para a sua utilização no ensino.

4.6.4 Turma da disciplina FIS031

A tabela 37 apresenta os resultados obtidos em todas as perguntas que tinham como intenção identificar os que os alunos sabiam sobre os temas antes e após o jogo.

Tabela 37 – Resultados obtidos nas perguntas abertas (FIS031)

Turma	Perguntas	Tipo de resposta	Questionário 1. O que sabiam antes do jogo	Questionário 2. O que sabiam após o jogo
FIS031	1 -	Negativas	0	0
		Positivas	16	16
		Outras	0	0
	2 -	Negativas	3	1
		Positivas	13	15
		Outras	0	0
	3 -	Negativas	2	0
		Positivas	13	16
		Outras	1	0
	4 -	Negativas	Não se aplica	0
		Positivas	Não se aplica	16
		Outras	Não se aplica	0

Fonte: Autora.

4.6.4.1 O que os alunos de FIS031 sabiam antes e depois do jogo sobre os temas

Ao comparar a primeira pergunta do questionário 1 e 2, constatou-se que a turma possuía um conhecimento sobre as estrelas, apresentando nos dois questionários respostas coerentes com as perguntas. As características citadas como pontos de distinção entre as estrelas foram: composição, massas, tamanho, temperatura, brilhos de intensidades, localização, tempos de existência, cor, composição química, intensidade de sua luz, formada por compostos diferentes, gravidade, pressão de radiação, volume.

Nestas respostas a palavra “composição” apareceu cinco vezes, “composição química” e “composto diferente” uma vez. Esperava-se que após a interação com o jogo estas palavras e outras como “elemento químico” aparecessem com mais frequência nas respostas dos alunos.

No segundo questionário, outras características foram citadas para distinguir as estrelas, tais como: composições diferentes, possui elementos em quantidades diferentes, formações moleculares distintas, classificação espectral, magnitude, elementos químicos diferentes.

Assim como na turma anterior, a palavra elemento foi utilizada nas respostas, neste caso apareceu três vezes, quase sempre em conjunto com a palavra químico como nos exemplos:

“Não. Pois apresentam elementos químicos diferentes.” (HT2)

“Não. Porque cada uma possui elementos em quantidades diferentes. Acho que isso interfere na coloração e no tempo de vida delas também.”

(CT2)

A palavra composição foi utilizada em conjunto com a palavra químico/a também, porém foi citada três vezes, alguns exemplos de respostas obtidas foram:

“Não. Cada uma tem uma composição química diferente.” (IT2)

“Não, porque elas possuem composições diferentes, tamanhos que diferem também.” (AT2)

Além destes resultados uma resposta não foi justificada no primeiro questionário, mas no segundo, o mesmo aluno apresentou uma justificativa coerente com o jogo.

“Não / Não. Porque cada uma possui elementos em quantidades diferentes. Acho que isso interfere na coloração e no tempo de vida delas também.” (CT2)

Esta mesma situação aconteceu em outra resposta, porém, deixou de justificar no segundo questionário.

“Não. Elas diferem em sua composição, tamanho e temperatura. / Não.” (KT2)

Com base nestes resultados, considera-se que o jogo influenciou nas respostas fornecidas pelos alunos no segundo questionário, mesmo estes já tendo um conhecimento sobre as estrelas.

As respostas fornecidas no primeiro questionário para esta pergunta foram bem diversificadas e estavam relacionadas com o surgimento dos elementos químicos no: espaço, interior de uma estrela, da natureza, do Big Bang, elementos da terra, de laboratórios, do Universo, da combinação dos primeiros elementos químicos, por meio de reações de fusão nuclear, exploração terrestre. As respostas mais atribuídas a origem dos elementos químicos neste primeiro questionário foi “do Big Bang” por sete vezes. Em três respostas a origem dos elementos químicos foi atribuída as estrelas, como por exemplo:

“Os elementos químicos são formados no interior das estrelas, por meio de reações de fusão nuclear que ocorrem durante seu ciclo de vida.” (OT2)

A mesma pergunta foi respondida no segundo questionário, na maioria dos casos as mesmas respostas foram apresentadas, porém algumas foram novas, tais como: de partículas subatômicas, de interação entre partículas elementares, de combinação de elementos químicos, de reações de fusão nuclear, de colisões entre prótons e entre eles mesmos. Como podem ser vistos nas respostas:

“Através da formação das partículas subatômicas que se uniram através de reações dando origem a átomos simples como Hidrogênio e o Hélio.” (ET2)

“Da interação entre partículas elementares.” (KT2)

“Da combinação de variados elementos químicos.” (LT2)

“No interior das estrelas através de reações de fusão nuclear.” (OT2)

“Surgem no Universo através das colisões entre prótons e entre eles mesmos.” (JT2)

Ao analisar e comparar esta pergunta, constatou-se que três alunos responderam de forma incoerente com a pergunta no primeiro questionário. Após o contato como o jogo, estes mesmos alunos mudaram suas respostas:

“Cientificamente não sei responder, acredito que são elementos da terra. / Através do Big Bang.” (GT2)

“Da exploração terrestre. / Da natureza, criados por Deus, Criador do Universo.” (PT2)

“Não temos uma teoria unívoca a respeito do surgimento de tudo, mas os elementos químicos estão em toda a parte, no Universo. / Surgiram no Universo através das colisões entre prótons e entre eles mesmos.” (JT2)

Observou-se no segundo questionário uma redução de respostas “Do Big Bang” e um aumento de respostas “das estrelas”. De forma geral, os resultados nesta pergunta indicam que o jogo provocou mudanças na compreensão dos alunos a respeito da origem dos elementos químicos.

O motivo pelo qual os elementos químicos ocupam aquela posição na Tabela Periódica, questionado na terceira pergunta, recebeu diferentes respostas que estavam relacionadas a massa, número atômico, classificação química, níveis de energia e camada de valência do átomo. Alguns exemplos destas respostas são:

“Sim. A organização da Tabela Periódica é baseada nas semelhanças dos seus componentes e na ordem crescentes de suas massas atômicas.” (KT2)

“Existem motivos que definem o posicionamento dos elementos na tabela. Um deles é o número atômico do elemento químico.” (HT2)

“Devido sua classificação química, como gases nobres.” (GT2)

“Sim, atualmente sabemos que o período ocupado por um elemento indica a quantidade de níveis de energia ocupados por elétrons em suas eletrosferas, o grupo ou família reúne elementos com propriedades semelhantes, sendo associado ao número de elétrons na camada de valência do átomo.” (OT2)

Entre estas respostas dois alunos disseram não saber o motivo, posteriormente a utilização do jogo, estes mesmos alunos mudaram suas respostas:

“Tenho pouco conhecimento sobre isso. / A organização é dada de acordo com algumas propriedades dos elementos, como o número atômico.” (AT2)

“Não. / Sim, os elementos são classificados e agrupados.” (IT2)

Houve também uma resposta do tipo outras, que após o jogo mudou:

“Talvez. / Por causa do número atômico.” (LT2)

O aumento de respostas coerentes fornecidas no segundo questionário para esta terceira pergunta, indica que o jogo proporcionou aos alunos aspectos que os permitiram responder esta pergunta.

Na quarta pergunta, todos os alunos responderam que aprenderam algo novo com o jogo e suas respostas estavam relacionadas com os elementos químicos, onde são encontrados, como são formados e onde surgiram. Também estavam relacionadas a reações de fusão e formação do Universo. Os resultados mostram que o jogo forneceu subsídios para que os alunos pudessem aprender algo ao utilizá-lo. Alguns exemplos de respostas para esta pergunta são:

“Sim. Apesar de conhecer os elementos químicos eu não sabia onde eram encontrados e como eles se formavam, após o jogo consegui aprender um pouco sobre.” (AT2)

“Aprendi que alguns elementos não são fusões de dois átomos completos, mas de uma partícula, próton com um átomo.” (BT2)

“Eu conheço vários elementos da tabela. O que eu aprendi, e gostei muito, foi o processo de formação dos elementos. A simulação de como eles são formados, as colisões atômicas e o surgimento de novos elementos.” (CT2)

“Sim. A combinação de elementos químicos formam outros.” (IT2)

“Reconheci todos. As sequências das reações de fusão apresentadas eu nunca tinha visto antes.” (OT2)

“Reconheci os elementos iniciais da Tabela Periódica e aprendi que a formação do Universo foi um processo de colisões entre partículas.” (JT2)

4.6.4.2 Aplicabilidade e aspectos do jogo segundo a turma de FIS031

Os resultados da avaliação do jogo com relação a aplicabilidade e seus dois aspectos (divertimento e regras), são apresentados na Tabela 38

A primeira pergunta, referente ao divertimento proporcionado pelo jogo, obteve bons resultados, dos 16 participantes, um participante considerou que este aspecto no jogo é intermediário. Apesar das respostas positivas, três alunos consideraram que o jogo precisa ser melhorado nesse aspecto, como visto nas respostas:

“Sim, apesar de ter pontos que poderiam ser melhorados assim como em qualquer jogo, ele é divertido.” (AT2)

“Sim no início, pouco depois não mais.” (HT2)

“Infelizmente devido à falta de tempo joguei duas vezes, após um tempo sim pode ser considerado divertido.” (GT2)

As respostas positivas apresentaram diferentes justificativas. As relacionadas a mecânica do jogo.

“Sim. A gente consegue visualizar o surgimento dos elementos químicos de maneira bastante didática.” (IT2)

“Sim, os comandos, o design e a forma de locomoção da nave espacial bem como do astronauta são curiosos e cativantes.” (LT2)

As relacionadas ao aprendizado proporcionado no jogo.

“Muito. É mais fácil de compreender, ou memorizar, quais elementos são responsáveis pela formação dos outros elementos seguintes. Também ajuda a entender o que acontece no processo de fusão dos elementos. Porque os elementos perdem apenas elétrons e não prótons. Jogarei até dominar bem a nave para tentar completar a tabela no menor tempo possível. rsrs.” (CT2)

“Sim, depois que percebi que devíamos capturar e provocar as colisões e que esse era o processo de formação dos elementos se tornou muito interessante.” (JT2)

A relacionada a vontade de vencer no jogo.

“Sim bastante divertido pois queria os elementos químicos cada vez mais rápido.” (BT2)

A segunda pergunta se referia as regras do jogo, nesta turma, as respostas admitiam valores de 1 a 5. Dos 16 participantes, 7 alunos atribuíram nota 5, 5 alunos atribuíram nota 4 e 4 alunos atribuíram nota 3. Sendo assim, considerou-se que o jogo possuía regras claras que facilitavam o entendimento do jogo.

Tabela 38 – Resultados obtidos nas perguntas abertas (FIS031), (divertimento, regras, aplicabilidade)

Turma	Perguntas	Tipo de resposta	Respostas
FIS031	1- O jogo foi divertido? Explique sua resposta?	Negativas	1
		Positivas	15
		Outras	0
	2- As regras estavam claras, foram suficientes para entender o funcionamento do jogo? Por que?	Negativas	0
		Positivas	16
		Outras	0
	3- Caso você não queira aplicar o jogo, explique o motivo, para que possamos melhorar o jogo	Negativas	0
		Positivas	12
		Outras	4
	4- A escola onde você atua ou onde faz estágio possui estrutura para a aplicação deste jogo? Explique?	Negativas	9
		Positivas	4
		Outras	3

Fonte: Autora.

Os resultados obtidos nas próximas perguntas revelam algumas das dificuldades de se trabalhar com jogos digitais no ensino. Além da falta de estrutura nas escolas, existem outros desafios a serem superados, como os citados por [Melo et al. \(2021\)](#) quando se refere aos desafios da aprendizagem baseada em jogos digitais. O autor elenca os seguintes pontos: Os jogos educacionais apresentam poucos princípios pedagógicos; Os jogos digitais desenvolvidos por pesquisadores academicos, em sua maioria, são pouco divertidos e não prendem a atenção do aluno; O desconhecimento do professor sobre as metodologias pedagógicas, a falta de informações sobre os jogos digitais, a falta de formação específica e a dificuldade em desenvolver jogos educacionais adequados ao conteúdo específico percebido na resposta de (GT2) e a forma errada que os professores utilizam os jogos digitais.

A terceira pergunta, relacionada a possibilidade dos participantes não aplicar o jogo, questionou-se o motivo, a fim de coletar informações para a melhoria do jogo. As respostas foram positivas para 12 dos alunos com resposta do tipo:

“Aplicaria sim, porém acrescentaria efeitos sonoros nas reações entre as partículas, efeitos visuais mais detalhados com mudanças de cenário, após os átomos se chocarem com os elementos ou os elementos se chocarem com outros elementos, colocaria uma mensagem interagindo com o jogador, entre outros.” (AT2)

“Após entender melhor os conceitos aplicados e seus objetivos eu aplicaria sim.” (GT2)

“Quero aplicar o jogo.” (KT2)

Algumas respostas (4) foram consideradas do tipo outras, pois traziam apenas indicações de melhorias para o jogo ou não expressavam claramente a intenção de aplicar ou não o jogo. Como nas respostas:

“O jogo pra mim, já está excelente!” (ET2)

“Para auxiliar no desenvolvimento de habilidades de interpretação.” (NT2)

Na quarta pergunta, aplicada apenas nesta turma, os alunos foram questionados se a escola onde atuaram ou fizeram estágio possuía estrutura para a aplicação do jogo. As respostas na sua maioria foram negativas, com nove alunos afirmando que não há estrutura na escola que possibilite a utilização do jogo, o motivo principal é a falta de salas de informática, mas também foram relatados o pouco acesso dos alunos aos computadores e a falta de investimentos nas salas de informática. Como indicam as respostas:

“Não. Na escola não há computadores disponíveis para tal finalidade.” (CT2)

“Não, o laboratório está desativado.” (IT2)

“Acredito que não pois os alunos tinham pouco acesso a computadores. Nas faculdades que leciono não ministro disciplina de Química e neste semestre também não estou lecionando Física.” (DT2)

“Não porque falta investimentos, acesso e melhorias na estrutura.” (AT2)

Antes de aplicar um jogo digital educativo, vários fatores devem ser levados em conta pelo professor, entre eles a estrutura física da escola. Como aponta [Paiva e Tori \(2017\)](#)

Uma das constatações desse estudo é que para o uso de métodos de aprendizagem baseados em jogos, deve-se pensar antecipadamente no conteúdo a ser aplicado e/ou adaptado e em elementos que favoreçam ou prejudiquem o seu uso (como infraestrutura física, apoio pedagógico da instituição, entre outros) (PAIVA; TORI, 2017, p. 1055)

Tais apontamentos estão diretamente relacionado com as dificuldades relatadas nas repostas de alguns alunos desta turma.

As respostas que indicavam a possibilidade de aplicar o jogo foram quatro, indicavam que as escolas possuíam sala de informática. Destas, uma das respostas indicou o número insuficiente de computadores comparado ao número de alunos. Como apresenta as respostas:

“Existe estrutura sim, temos um laboratório de informática capaz de executar o jogo e um quadro com a Tabela Periódica na sala de aula.” (IT2)

“Sim, porém não possui computadores suficientes para uma turma com 40 alunos.” (CT2)

Nesta turma apenas três alunos não souberam responder, por três motivos diferentes, porque ainda não haviam passado pelo estágio, porque não lecionava e porque realizou o estágio de forma remota.

Os jogos digitais educacionais muitas vezes não atingem as expectativas de professores e alunos como aponta Savi e Ulbricht (2008). O autor elenca os seguintes pontos a respeito dos jogos digitais educacionais: simplicidade comparado aos jogos comerciais; tarefas repetitivas e pobres, muitas vezes não possibilitam uma compreensão progressiva dos conteúdos; limitada diversidade de atividades dentro do jogo; conteúdo e estilo de jogo normalmente desenvolvidos para alunos do sexo masculino; dificuldades técnicas com a instalação; em alguns casos apresentam uma linguagem incompatível com a faixa etária dos alunos; a relevância para currículo, a precisão de conteúdos e compatibilidade da duração dos jogos com o horário de aula disponível; o receio dos professores em utilizar os jogos, por falta de habilidades tecnológicas; dificuldade em saber avaliar o progresso da aprendizagem dos alunos; dificuldades de encontrar jogos que possibilitem o acompanhamento do progresso da turma; o desenvolvimento de jogos educacionais mais sofisticados. Alguns deste pontos são percebidos nas resposta de (AT2) e (HT2), na pergunta referente ao divertimento.

4.6.5 Turma da disciplina FIS013

A Tabela 39 apresenta os resultados das perguntas que tinham como intenção identificar os que os alunos sabiam sobre os temas antes e após o jogo.

Tabela 39 – Resultados obtidos nas perguntas abertas (FIS013)

Turma	Perguntas	Tipo de resposta	Questionário 1. O que sabiam antes do jogo	Questionário 2. O que sabiam após o jogo
FIS013	1 -	Negativas	0	0
		Positivas	4	4
		Outras	0	0
	2 -	Negativas	0	0
		Positivas	4	4
		Outras	0	0
	3 -	Negativas	1	1
		Positivas	3	3
		Outras	0	0
	4 -	Negativas	Não se aplica	0
		Positivas	Não se aplica	4
		Outras	Não se aplica	0

Fonte: Autora.

4.6.5.1 O que os alunos de FIS013 sabiam antes e depois do jogo sobre os temas

A primeira pergunta, que se referia as estrelas serem todas iguais, todos os alunos desta turma responderam coerentemente nos dois questionários. As características citadas como pontos de distinção das estrelas no primeiro questionário foram: tamanho, brilho, diferentes compostos, quantidade de energia, composição. No segundo questionário novas as características foram citadas além das anteriores: elementos diferentes, componentes, substância.

Nesta turma, aparentemente o jogo não influenciou muito nas respostas dos alunos, visto que a palavra elemento apareceu uma única vez e as respostas obtidos após o contato com jogo não foram muito diferentes das fornecidas no primeiro questionário. Como por exemplo:

“Não, acredito que tenham tamanhos diferentes o que fazem não serem iguais. / Não. Possuem elementos diferentes em cada estrela.” (AT3)

“Não, pois cada estrela possui uma composição química diferente, tipos de energia diferente e tamanhos diferentes. / Não, pois elas possuem composições químicas diferentes, tamanhos e energias diferentes.” (DT3)

A segunda pergunta estava relacionada ao surgimento dos elementos químicos, obteve-se um maior número de resposta como sendo da natureza, porém, também foram citados do Big Bang e elementos químicos produzidos sinteticamente. Como mostram as respostas:

“Alguns surgiram a partir da natureza, sendo simplista e o restante sinteticamente por acelerador de partículas.” (DT3)

“Surgiram a partir do Big Bang e da formação dos corpos celestes.” (CT3)

Após o contato do jogo, as respostas de dois alunos para esta mesma pergunta mudaram:

Da natureza. / Reações entre moléculas existentes.” (AT3)

“Da natureza. / Nas explosões de estrelas.” (BT3)

Não é possível concluir se o jogo foi o responsável pelas mudanças apresentadas nas respostas, visto que eram esperados outros tipos de respostas mais relacionadas ao jogo.

Na terceira pergunta os alunos foram questionados sobre o motivo pelo qual um elemento químico ocupa aquela posição na Tabela Periódica. Dos quatro alunos participantes um disse não saber, o restante justificou a resposta com indicações referentes a: massa, número atômico, níveis de energia. Como visto nas respostas:

“Por tamanho de massa.” (AT3)

“Eles ocupam aquela posição por conta do seu número atômico.” (CT3)

“Devido aos níveis de energia, creio eu.” (DT3)

A mesma pergunta foi respondida no segundo questionário sem grandes mudanças. O que leva a crer que o jogo não causou impacto nos alunos com relação a este aspecto. Isso revela que este aspecto no jogo precisa ser melhorado para que possa atingir seus objetivos, este é uma das limitações do jogo. Além disso, revela que mesmo sendo alunos do Ensino Superior alguns alunos ainda tem dificuldades para compreender a distribuição dos elementos químicos na Tabela Periódica.

Todos os alunos responderam na quarta pergunta que reconheceram ou aprenderam algo novo com o jogo. As respostas estavam relacionadas a: formação dos elementos químicos, importância da colisão para a formação de outro átomo, explosões de estrelas. Como pode ser visto nas respostas:

“Sim, aprendi a formação de elementos que não conhecia.” (BT3)

“Eu reconheci, diversos elementos representativos. Aprendi a formação dos elementos químicos.” (CT3)

“Reconheci todos os elementos. Eu aprendi que cada átomo precisa da colisão de outro átomo para formar um novo átomo.” (DT3)

“Sim, explosão de estrelas formavam substâncias.” (AT3)

De forma geral nesta turma apesar dos alunos terem relatado ter aprendido algo com o jogo, isso não foi tão evidente nas respostas fornecidas por eles. Em todas as perguntas analisadas não houve grandes mudanças entre as respostas do primeiro e segundo questionário. Este aspecto aponta para outra limitação do jogo, que está relacionada a aprendizagem, mesmo que o jogo proporcione muitos aprendizados, ele ainda precisa incluir na sua estrutura aspectos que favoreçam os aprendizados esperados.

4.6.5.2 Aplicabilidade e aspectos do jogo segundo a turma de FIS013

Os resultados da avaliação do jogo com relação a aplicabilidade e seus dois aspectos (divertimento e regras), são apresentados na Tabela 40

A primeira pergunta na Tabela 40 questiona se o jogo foi divertido, nesta turma todos os alunos responderam que sim, e, portanto, foram consideradas respostas positivas. Os motivos para considerarem o jogo divertido foram a jogabilidade simples, os objetivos claros além de ser interativo e estratégico. Como apresentado nas respostas:

Tabela 40 – Resultados obtidos nas perguntas abertas (FIS013), (divertimento, regras, aplicabilidade)

Turma	Perguntas	Tipo de resposta	Respostas
FIS013	1- O jogo foi divertido? Explique sua resposta?	Negativas	0
		Positivas	4
		Outras	0
	2- As regras estavam claras, foram suficientes para entender o funcionamento do jogo? Por que?	Negativas	0
		Positivas	4
		Outras	0
	3- Caso você não queira aplicar o jogo, explique o motivo, para que possamos melhorar o jogo	Negativas	0
		Positivas	4
		Outras	0
	4- A escola onde você atua ou onde faz estágio possui estrutura para a aplicação deste jogo? Explique?	Negativas	Não se aplica
		Positivas	Não se aplica
		Outras	Não se aplica

Fonte: Autora.

“Sim, o jogo apresenta uma jogabilidade simples com objetivos claros e isso faz com que seja divertido.” (BT3)

“Sim, pois é bastante estratégico e nos prende, nos retirando dos problemas da vida real.” (DT3)

“Sim, achei interativo.” (AT3)

A segunda pergunta se referia as regras do jogo serem claras. Todo os alunos consideram as regras claras e fáceis de entender, como nas respostas:

“Sim. Regras claras e jogabilidade fácil.” (BT3)

“Sim, forma claras e fáceis de entender.” (CT3)

“Sim, estavam. Muitos jogos não possuem as regras tão claras.” (DT3)

A terceira pergunta estava relacionada com a possibilidade de utilizar o jogo nas escolas. A pergunta foi: “Caso você não queira aplicar o jogo, explique o motivo, para que possamos melhorar o jogo”. As respostas obtidas foram todas positivas. Também houve uma indicação de melhorias para o jogo, como exemplo:

“Eu quero sim que o esse jogo seja aplicado e melhorado na parte de poder capturar mais elementos e dar uma explicação boa pra que serve cada um, qual sua temperatura e seu estado físico.” (DT3)

Após as análises dos resultados foi possível verificar as contribuições que o jogo proporcionou as turmas de Ensino Superior. Na Turma 1, constatou-se que turma possuía de forma geral um conhecimento sobre as estrelas, portanto, no segundo questionário houve apenas algumas mudanças nas respostas, as quais indicam que o jogo pode ter influenciado a suas compreensões sobre as estrelas. A utilização das palavras elemento, fusão nuclear e da palavra químico/a como complemento da palavra composição, são exemplos da influência do jogo.

A mesma situação ocorreu com a Turma 2, que apresentaram respostas coerentes com a pergunta nos dois questionários, além disso, apresentaram no segundo questionário a utilização da palavra elemento associado, na maioria das vezes, à palavra químico.

Na Turma 3, todos os alunos responderam coerentemente a pergunta, apresentando nas respostas algumas características que distinguem uma estrela da outra. No segundo questionário foram citadas novas características para esta distinção.

Com base nestes resultados, considera-se que o jogo influenciou as respostas fornecidas pelos alunos no segundo questionário. Fato representado pela utilização ou maior frequência de palavras correlacionadas com o jogo no segundo questionário, como elemento, químico, fusão, fissão.

Os alunos da Turma 1, foram questionados sobre a origem dos elementos químicos. No primeiro questionário quatro alunos não souberam responder, após o contato como o jogo, três destes alunos apresentaram uma resposta coerente com o que foi visto no jogo. Foram observadas no segundo questionário respostas contendo as palavras fissão e colisões e uma maior frequência da utilização da palavra fusão nas respostas.

Na Turma 2, as respostas fornecidas no primeiro questionário foram diversas, tais como: no espaço, interior de uma estrela, da natureza, do Big Bang, de laboratórios, fusão nuclear, exploração terrestre entre outras. Sendo a mais citada “do Big Bang” por sete vezes e nas estrelas três vezes. No segundo questionário a maioria das respostas se mantiveram, porém, surgiram novas respostas como que faziam mansão a interação entre partículas elementares, a combinação de elementos químicos, as reações de fusão nuclear entre outras. Observou-se no segundo questionário uma redução de respostas relacionando a origem dos elementos químicos ao Big Bang e um aumento de respostas ligando a origem dos elementos as estrelas, um aumento de 12,0% de respostas coerentes com a pergunta.

Na Turma 3 observou-se um maior número de resposta atribuindo a origem dos elementos químicos a natureza, porém foram citados Big Bang e elementos químicos produzidos sinteticamente. Após o contato do jogo, houve mudanças nas respostas, mas estas não foram significativas. Nesta turma não foi possível concluir se o jogo foi o responsável pelas mudanças apresentadas nas respostas, visto que eram esperados outros tipos de respostas mais relacionadas ao jogo. Considerando que os alunos, na sua maioria, já

sabiam de onde surgiram os elementos químicos, os resultados obtidos são bons, visto que observou-se em duas turmas um aumento de resposta coerente após o jogo.

O motivo pelo qual os elementos químicos ocupam aquela posição na Tabela Periódica foi a terceira pergunta do questionário, observou-se um aumento de respostas coerentes após o jogo, de oito para dez na Turma 1. Na Turma 2, a situação foi parecida, no primeiro questionário treze alunos responderam coerentemente e no segundo questionário todos responderam de forma coerente. Na Turma 3 não houve mudanças nas respostas do primeiro para o segundo questionário. Com isso, considera-se que o jogo foi eficiente para as duas primeiras turmas, indicando que o jogo proporcionou aos alunos aspectos que permitiram responder corretamente à pergunta.

Na pergunta relacionada ao aprendizado obtido pelos alunos com o jogo, aplicada no segundo questionário, foi consenso entre as turmas que o jogo proporcionou algum tipo de aprendizado. Às respostas obtidas foram variadas, entre elas foram citadas: aprender de onde surgiram os elementos químicos, onde são utilizados, sua posição na Tabela Periódica, a necessidade de interação entre os elementos para formar um terceiro, reconhecer e lembrar os nomes dos elementos químicos, conhecer onde são encontrados, aprender sobre as reações de fusão e formação do Universo, formação dos elementos químicos, explosões de estrelas.

Considerando todos os resultados obtidos, conclui-se que o jogo tem potencial para ser utilizado como recurso didático, pois apresenta muitas possibilidades de aprendizado, uma vez que aborda temas da química e da astronomia.

Com relação aos dois aspectos investigados nas questões dissertativas foram o divertimento e as regras. Os resultados obtidos indicam que para a maioria dos alunos do Grupo 1 e do Grupo 2, consideram que o jogo proporcionou divertimento e que possui regras claras. Foram citadas pelos alunos algumas características que tornam o jogo divertido, tais como, desenvolvimento da coordenação motora, mecânica do jogo, forma de aprendizado, vontade de vencer no jogo, jogabilidade simples, jogo com objetivos claros, interativo e estratégico. Também foi sugerido a inserção de um *boss* para aumentar o desafio no jogo.

As regras do jogo estavam claras e fáceis de entender. A maioria dos alunos responderam positivamente a esta pergunta. Na Turma 2, a maior parte das notas atribuídas foram o valor máximo indicando que as regras foram claras no jogo.

Os motivos pelos quais o jogo não poderia ser aplicado pelos participantes (licenciados de Física e Química). Obteve-se na Turma 1 metade das respostas positivas e a outra metade considerada do tipo outras, visto que não foi possível identificar se os participantes aplicariam ou não o jogo. Na Turma 2, a maioria das respostas foram positivas (12 respostas) e quatro do tipo outras, na Turma 3 todas foram positivas. Nesta pergunta al-

gumas respostas receberam destaque, pois além de indicarem a possibilidade de aplicação do jogo, sugeriram melhoria como criar uma portabilidade do jogo para Android e IOS, uma vez que muitas escolas de EM muitas vezes não possuem computadores, mas vários alunos possuem seus próprios celulares. Acrescentar efeitos sonoros nas reações entre as partículas, efeitos visuais mais detalhados com mudanças de cenário, ou após os átomos se chocarem uns com os outros, mensagens de interação com o jogador.

Com estas respostas conclui-se que os participantes na sua maioria consideram que o jogo tem potencial para ser utilizado no ensino. Adaptar o jogo para Android e IOS pode ser uma das formas de atingir um público maior, porém, pode ser algo que dificulte a visualização do jogo. Ampliar a tela do jogo para facilitar a sua visualização parece algo mais plausível.

Com a intenção de identificar a possibilidade de aplicação do jogo nos contextos em que os participantes faziam estágio ou eram professores(as), e com isso entender um pouco da realidade das escolas, aplicou-se a quarta pergunta apenas na Turma 2, visto que já estavam mais avançados no curso.

As respostas na sua maioria foram negativas, indicando que não há estrutura na escola que suporte este tipo de atividade. Em alguns casos foram indicados o pouco acesso dos alunos aos computadores, a falta de investimentos nas salas de informática e o número insuficiente de computadores comparado ao tamanho da turma.

5 Considerações finais

Esta pesquisa teve como objetivo avaliar o jogo “A tabela periódica segundo a cosmoquímica” com base nas percepções dos alunos. Para isso foram aplicados dois tipos de questionários, um de múltipla escolha e outro de questões dissertativas em turmas de alunos em diferentes níveis de ensino.

O questionário de múltipla escolha utilizado nesta pesquisa seguiu o modelo proposto por Savi (2011a), que tem foco nos jogos educacionais e foi desenvolvido como base em outros modelos que avaliam diferentes aspectos de um jogo. O modelo é dividido em três subcomponentes e cada uma delas apresenta diferentes itens que correspondem a afirmações relacionadas a algum aspecto do jogo.

Este questionário foi aplicado em turmas do Ensino Superior com o objetivo de avaliar a qualidade do jogo TPSC com relação aos aspectos motivação, experiência do usuário e aprendizagem.

Os resultados obtidos nas três turmas mostram que a subcomponente motivação foi a que recebeu maiores porcentagens de concordância com os itens, as médias das porcentagens de concordância atingiu 78,7%, 14,32% e 7,0% nas notas (+1 ou +2), 0 e (-1 ou -2), respectivamente.

Os itens com maiores porcentagens de concordância estavam relacionados ao conteúdo do jogo, que fazia parte de outros conhecimentos adquiridos pelos alunos e a facilidade de entender o jogo. Às menores porcentagens de concordância estavam relacionadas ao design do jogo e ao grau de esforço pessoal necessário para avançar no jogo, sendo estes os itens que receberam maior porcentagem de discordância. A indecisão dos alunos, ou seja, as notas 0 atribuídas nos itens, estavam relacionadas principalmente ao esforço pessoal para avançar no jogo.

A segunda subcomponente, experiência do usuário, avalia a interação do indivíduo com o produto em todos os sentidos e percepções resultantes da interação com o produto. Os resultados das médias das porcentagens obtidas nas três turmas foram de 68,18%, 19,16% e 12,83% para as notas (+1 ou +2), 0 e (-1 ou -2), respectivamente. Os itens com maiores porcentagens de concordância nesta subcomponente se referiam à possibilidade de utilizar o jogo novamente, assim como indicá-lo para outros colegas. Às menores porcentagens de concordância apareceram nos itens relacionados à interação social, o que já era esperado devido ao fato do jogo ser individual. Consequentemente os itens relacionados a divertimento e interação em conjunto com outras pessoas receberam as maiores porcentagens de discordância. A porcentagem de alunos indecisos nesta subcomponente também foi alta.

A terceira subcomponente, aprendizagem, foi avaliada de duas formas: A primeira forma de avaliar a aprendizagem foi através do questionário de múltipla escolha, os resultados das médias das porcentagens obtidas nas três turmas foram de 65,8%, 18,1% e 10,5% para as notas (+1 ou +2), 0 e (-1 ou -2) respectivamente. O item referente à contribuição do jogo para o aprendizado da disciplina recebeu a maior porcentagem de concordância nesta subcomponente, porém, esta afirmação da forma como está escrita não se aplica ao contexto em que a pesquisa ocorreu, visto que as disciplinas não tinham relação com o jogo. A maior porcentagem de discordância nesta subcomponente estava relacionada ao grau de eficiência do jogo como recurso para o ensino em comparação com outras atividades da disciplina.

A segunda forma de avaliar a aprendizagem foi por meio de um questionário de perguntas dissertativas, relacionadas aos itens customizados do modelo de Savi (2011a), que tem como base os três primeiros níveis da taxonomia de Bloom: conhecimento, compreensão e aplicação. Os resultados obtidos neste questionário foram considerados muito bons. Na categoria conhecimento, a metade dos participantes lembravam das reações apresentadas no jogo e mais de 70% lembravam dos elementos formados na cadeia pp. Na categoria compreensão mais de 80% dos participantes compreenderam a importância das estrelas para a formação dos elementos químicos e apresentaram nas suas respostas argumentos de que o jogo ajudou a compreender a origem dos elementos químicos de forma mais clara. Com relação à categoria aplicação, todos os alunos afirmaram que utilizariam o jogo em suas aulas e apresentaram justificativas de como aplicariam o jogo em um contexto diferente. Mesmo que esta pergunta não tenha sido elaborada de forma correta, era este o objetivo, descobrir se o aprendizado adquirido com o jogo poderia ser aplicado em outros contextos.

A partir dos resultados obtidos nestes dois questionários, afirma-se que o jogo contribuiu com a motivação, experiência do usuário e aprendizagem. Além disso os dados obtidos revelam os pontos fortes e fracos do jogo. Os pontos fortes já foram apresentados anteriormente com as altas porcentagens de concordância atribuídas pelos participantes aos itens e pela respostas obtidas nas categorias dos três primeiros níveis da taxonomia de Bloom. Os pontos fracos também foram apresentados anteriormente pela discordância dos itens e são mencionados novamente no intuito de destacar quais os principais aspectos do jogo que precisam ser melhorados segundo a percepção dos participantes.

Admitindo um valor de 10% como o máximo aceitável para a porcentagem de discordância em um item na tabela de média ponderada, conclui-se que o jogo precisa passar por melhorias na subcomponente experiência do usuário, pois nove itens foram considerados pontos fracos e precisam ser melhorados. Nas subcomponentes aprendizagem e motivação, dois itens precisarão ser modificados no jogo.

O *design* e o grau de dificuldade apresentado pelo jogo são pontos a serem melho-

rados segundo a opinião dos participantes. A falta de interação dos participantes dentro do jogo, tais como cooperação ou competição, devido ao tipo de jogo, fizeram com que a subcomponente experiência do usuário recebesse porcentagens altas de discordância em alguns itens e também de indecisão.

Estes resultados apontam para uma limitação do jogo, mas também para um ajuste nos itens caso este modelo seja aplicado a jogos como o TPSC. Nesta pesquisa, optou-se por não descartar estes itens da dimensão interação social no momento da aplicação para averiguar se os alunos responderam com seriedade o questionário. Porém, o ideal seria considerar que estes itens não se aplicam.

O fato de ter aplicado a pesquisa em disciplinas que não estavam relacionadas com os temas abordados no jogo, apontou para mais uma limitação, desta vez relacionada à subcomponente aprendizagem. Como os itens investigados envolvem o aprendizado na disciplina, estes itens também não se aplicam no contexto da pesquisa. Além disso, responder aos itens desta subcomponente é algo que envolve um grau de subjetividade. Por conta disso, é muito importante que o questionário referente aos itens customizados seja aplicado.

Para avaliar o jogo como possível recurso didático no ensino de conceitos sobre a origem dos elementos químicos, foi necessário aplicar outras perguntas dissertativas, que foram respondidas por turmas de Ensino Fundamental, Ensino Médio e Ensino Superior. Às perguntas tinham como objetivo identificar o que os alunos sabiam sobre os temas abordados no jogo antes e após o contato como o jogo e conhecer a opinião dos alunos sobre o divertimento e as regras do jogo.

Na turma de EF, conclui-se que o jogo não contribuiu para um aprendizado significativo dos alunos, eles não compreenderam de onde surgiram os elementos químicos e nem o motivo da sua organização na Tabela Periódica. Porém, houve alguns aprendizados que envolviam a formação dos elementos químicos. Para esta turma as regras não estavam claras, mas o jogo foi considerado divertido.

Na turma de EM, os resultados esperados para esta turma não foram alcançados. O jogo foi pouco eficiente quando se considera a intenção de promover o aprendizado sobre a origem dos elementos químicos. Apesar do jogo apresentar algumas informações sobre os elementos químicos, estas parecem não ter sido suficientes para que os alunos associem a posição dos elementos químicos na Tabela Periódica. Os resultados indicam que houve algum aprendizado a partir do jogo, pois os participantes notaram a importância da colisão na formação dos elementos químicos e compreenderam o propósito do jogo. Para esta turma o jogo foi considerado divertido e apresentou regras claras. Nas turmas de Ensino Superior, os resultados obtidos foram os melhores encontrados na pesquisa, porém deve-se considerar que a sua formação também contribuiu para estes resultados. Os participantes já tinham um conhecimento prévio de como distinguir as estrelas e, portanto, após o

contato com o jogo, foram observadas pequenas mudanças nas respostas. A maioria dos alunos sabiam de onde surgiram os elementos químicos, porém, após o jogo observou-se um aumento de respostas coerentes no segundo questionário. Com relação ao motivo pelo qual os elementos químicos ocupam aquela posição na Tabela Periódica, observou-se um aumento de respostas coerentes nas turmas 1 e 2 após o contato com o jogo. Todas as turmas apresentaram respostas que permitiram dizer que o jogo proporcionou aos alunos novos aprendizados. Nas três turmas o jogo foi considerado divertido e com regras claras pela maioria dos alunos.

Para identificar as dificuldades e limitações envolvidas na utilização do jogo foram aplicadas outras perguntas. Os motivos pelos quais o jogo não poderia ser aplicado, segundo os participantes, estavam relacionados de forma geral à melhoria do jogo, como ampliar a tela para facilitar a visualização, acrescentar mais desafios para que o jogo seja um pouco mais difícil. Uma resposta se referia à necessidade de uma melhor formação com relação aos temas abordados no jogo para posteriormente aplicar o jogo. Também foram apontados a falta de estrutura das escolas e de investimentos nas salas de informática quando existem.

Algumas das dificuldades citadas pelos participantes também foram enfrentadas na aplicação desta pesquisa. Apesar de ter uma sala de informática na escola, foi necessário emprestar computadores e levar o jogo já instalado para que a turma de EM pudesse participar da pesquisa, pois na escola era proibido instalar programas que não fossem liberados pela secretaria de educação. Outra dificuldade encontrada foi a aplicação dos questionários, como já descrito anteriormente.

Após aplicar o jogo em diferentes níveis de ensino, constatou-se que o jogo TPSC é um recurso didático interessante, que contribuiu para o ensino de química e fundamentos de astronomia. As análises dos resultados indicam que o jogo pode ser aplicado em turmas do Ensino Superior, embora tenha sido desenvolvido para ser utilizado no Ensino Médio. O jogo pode apresentar maior potencial se for aplicado a turmas que estejam cursando o Ensino Superior e em disciplinas que abordem a química ou a astronomia. O jogo é capaz de motivar e proporcionar aos alunos uma boa experiência enquanto jogam, além de possibilitar alguns aprendizados sobre a origem dos elementos químicos da Tabela Periódica.

Durante a análise dos resultados obtidos nesta pesquisa foram observadas algumas indicações de melhorias para o jogo e a necessidade de aplicá-lo no contexto apropriado. Sendo assim, as metas futuras estão relacionadas a:

- Realizar as melhorias do jogo como o: *design*, os aspectos voltados para a aprendizagem para que fique mais completo e atenda as expectativas dos alunos e dos professores.

- Produzir um plano de aula com fundamentação pedagógica apropriada para a utilização do jogo.
- Aplicar o jogo em turmas que sejam o público alvo, que estejam no ensino superior e cursando disciplinas ligadas à química ou astronomia.
- Acrescentar um *quiz* no jogo, onde o aluno possa responder algumas perguntas rápidas e tenha um *feedback* sobre a sua aprendizagem.
- Acrescentar um questionário final que possa ser utilizado como meio de avaliação pelo professor. Deste modo a avaliação ocorreria dentro do jogo e o professor teria acesso às respostas fornecidas pelos alunos.
- Ampliar tanto o tamanho da tela, quanto a forma de apresentação dos elementos químicos, facilitando a sua visualização.
- Melhorar: o *design* do jogo com imagens mais definidas, a mecânica do jogo possibilitando mais ações ao jogador e acrescentar desafios nas fases, tornando o jogo mais difícil.

Referências

- ALVES, L. R. G.; MINHO, M. R. d. S.; DINIZ, M. V. C. Gamificação: diálogos com a educação (e-book). *São Paulo: Editora Pimenta Café*, 2014. 15
- BACICH, L.; MORAN, J. *Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática*. Porto Alegre: Penso Editora, 2018. 19, 20
- BIRCHALL, J.; GATZIDIS, C. The periodic table of elements via an xna-powered serious game. *Transactions on Edutainment IX*, Springer, p. 1–28, 2013. 26
- BLOOM, B. S. et al. Taxonomy of educational objectives: Handbook i. *Cognitive domain*. New York: David McKay, 1956. 33, 59
- BRASIL, M. d. E. Base nacional comum curricular – ensino médio. *MEC*, Brasília, DF, 2017. 18, 61
- CAMPOS, L. M. L. et al. A produção de jogos didáticos para o ensino de ciências e biologia: uma proposta para favorecer a aprendizagem. *Caderno dos núcleos de Ensino*, São Paulo, v. 47, p. 47–60, 2003. 16
- CLAPSON, M. L.; GILBERT, B. C. T.; MUSGROVE, A. Race to the reactor and other chemistry games: Game-based and experiential learning experiences in materials and polymer chemistry. *Journal of Chemical Education*, v. 97, n. 12, p. 4391–4399, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c01135>>. 23
- CLEOPHAS, M. das G. et al. Jogo de realidade alternativa (arg) como estratégia avaliativa no ensino de química. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 25, n. 2, p. 198–220, 2020. 25
- COLL, C.; MONEREO, C. *Psicologia da Educação Virtual: Aprender e ensinar com as tecnologias da informação e da comunicação*. [S.l.]: Artmed Editora, 2010. 18
- COUTINHO, I. de J.; ALVES, L. R. G. Avaliação de jogos digitais educativos: considerações e conclusões de um levantamento bibliográfico. *RENOTE*, v. 14, n. 2, 2016. 28, 29, 30, 31
- CUNHA, M. B. da. Jogos no ensino de química: considerações teóricas para sua utilização em sala de aula. *Química Nova na Escola, São Paulo, [s. L.]*, v. 34, n. 2, p. 92–98, 2012. 16, 22
- DANTAS, M. C. d. S. M. et al. Histórias cruzadas de mulheres nas ciências: descobertas e obstáculos em busca de novos elementos químicos da tabela periódica. Universidade Federal da Bahia, 2022. 39
- DETERDING, S. et al. *De elementos de design de jogos à jogabilidade: definindo "gamificação"*. 2011. 9–15 p. 15
- DEVELLIS, R. F.; THORPE, C. T. *Scale development: Theory and applications*. [S.l.]: Sage publications, 2021. 36

- DEWEY, J. *Democracia e educação*. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1959. 20
- DIONIZIO, T. P. O uso de tecnologias da informação e comunicação como ferramenta educacional aliada ao ensino de química. *eaD em Foco: Revista Científica em educação a distância*, v. 9, n. 1, p. 1–15, 2019. 19
- EID, M. F. E. Nucleosynthesis in relation to cosmology. *Physica Scripta*, IOP Publishing, v. 93, n. 4, p. 044001, mar 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1088/1402-4896/aaac69>>. 40
- ESTEBAN, C. et al. *Cosmochemistry*. Cambridge University Press, 2004. Disponível em: <<https://doi.org/10.1017/cbo9780511536212>>. 40, 41, 43
- FERNANDES, M. A. M. A abordagem da tabela periódica na formação inicial de professores de química. Universidade Estadual Paulista (Unesp), 2011. 39
- FERRARINI, R.; SAHEB, D.; TORRES, P. L. Metodologias ativas e tecnologias digitais:: aproximações e distinções. *Revista Educação em Questão*, v. 57, n. 52, 2019. 19
- FERRAZ, A. P. d. C. M.; BELHOT, R. V. Taxonomia de bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. *Gestão & produção*, SciELO Brasil, v. 17, p. 421–431, 2010. 7, 33, 34, 70, 71, 209
- FERREIRA, L.; CORREA, K.; DUTRA, J. Análise das estratégias de ensino utilizadas para o ensino da tabela periódica. *Química Nova na Escola*, v. 38, n. 4, p. 349–359, 2016. 16, 38
- FLUCK, E. New notations in the periodic table. *Pure and Applied Chemistry*, De Gruyter, v. 60, n. 3, p. 431–436, 1988. 39
- GAMEZ, E. C. *On the core elements of the experience of playing video games*. Tese (Doutorado) — UCL (University College London), 2009. 33, 59
- GARCEZ, E. S. d. C. et al. O lúdico em ensino de química: um estudo do estado da arte. Universidade Federal de Goiás, 2014. 21
- GIL, A. C. et al. *Como elaborar projetos de pesquisa*. [S.l.]: Atlas São Paulo, 2002. v. 4. 53
- GODOI, T. A. F.; OLIVEIRA, H. P. M.; CODOGNOTO, L. Tabela periódica: um super trunfo para alunos do ensino fundamental e médio. *Química Nova na Escola*, v. 32, n. 1, p. 22–25, feb 2010. 16, 22
- IMPEY, C.; WENGER, M. (Ed.). *Astronomy Education, Volume 2*. IOP Publishing, 2020. (2514-3433). ISBN 978-0-7503-1719-1. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1088/2514-3433/abb3dd>>. 41
- JOB, G.; HERRMANN, F. Chemical potential—a quantity in search of recognition. *European Journal of Physics*, IOP Publishing, v. 27, n. 2, p. 353–371, feb 2006. Disponível em: <<https://doi.org/10.1088/0143-0807/27/2/018>>. 38
- JOHNSON, J. A. Populating the periodic table: Nucleosynthesis of the elements. *Science*, American Association for the Advancement of Science (AAAS), v. 363, n. 6426, p. 474–478, jan. 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1126/science.aau9540>>. 43

- JOHNSTONE, A. H. Teaching of chemistry-logical or psychological? *Chemistry Education Research and Practice*, Royal Society of Chemistry, v. 1, n. 1, p. 9–15, 2000. 62
- KAVAK, N.; YAMAK, H.; TOĞRU, H. Organosliding game: Organic compounds maker. *Journal of Chemical Education*, v. 98, n. 8, p. 2596–2602, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00097>>. 18
- KELLER, J. *Motivational design for learning and performance: the ARCS model approach*: Springer Science & Business Media. 2009. 33
- KELLER, J. M. Development and use of the arcs model of instructional design. *Journal of instructional development*, Springer, v. 10, n. 3, p. 2, 1987. 32, 59
- KIILI, K. et al. Flow framework for analyzing the quality of educational games. *Entertainment computing*, Elsevier, v. 5, n. 4, p. 367–377, 2014. 44, 77
- KIRKPATRICK, D. L. Kirkpatrick's learning and training evaluation theory. 1996. 32, 58
- KOLATA, J. J. *Elementary Cosmology (Second Edition)*. IOP Publishing, 2020. (2514-3433). ISBN 978-0-7503-3615-4. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1088/2514-3433/abbd4b>>. 42
- KORTEMAYER, G. et al. Using a computer game to teach circuit concepts. *European Journal of Physics*, IOP Publishing, v. 40, n. 5, p. 055703, ago. 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1088/1361-6404/ab2a1d>>. 18
- LEBLANC, F. *An Introduction to Stellar Astrophysics*. Wiley, 2011. ISBN 9781119964971. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=jAe4P3GIZRoC>>. 38
- LEITE, B. O ano internacional da tabela periódica e o ensino de química: das cartas ao digital. *Química Nova*, Sociedade Brasileira de Química (SBQ), p. 702–710, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170359>>. 16, 39
- LEITE, B. S. Aprendizagem tangencial no processo de ensino e aprendizagem de conceitos científicos: um estudo de caso. *Renote*, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, v. 14, n. 2, jan. 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.22456/1679-1916.70678>>. 19
- LEITE, B. S. O ano internacional da tabela periódica e o ensino de química: das cartas ao digital. *Química Nova*, SciELO Brasil, v. 42, p. 702–710, 2019. 38
- LIMA, E. C. et al. Uso de jogos lúdicos como auxílio para o ensino de química. *Revista Eletrônica Educação em Foco*, v. 3, p. 1–15, 2011. 21
- LIMA, G. M. d.; BARBOSA, L. C.; FILGUEIRAS, C. A. Origens e consequências da tabela periódica, a mais concisa enciclopédia criada pelo ser humano. *Química Nova*, SciELO Brasil, v. 42, p. 1125–1145, 2020. 39
- LIMONGI, M.; STRANIERO, O.; CHIEFFI, A. Massive stars in the range 13–25 m_{\odot} : Evolution and nucleosynthesis. II. the solar metallicity models. *The Astrophysical Journal Supplement Series*, American Astronomical Society, v. 129, n. 2, p. 625–664, aug 2000. Disponível em: <<https://doi.org/10.1086/313424>>. 40

- LIU, N. et al. Common occurrence of explosive hydrogen burning in type II supernovae. *The Astrophysical Journal*, American Astronomical Society, v. 855, n. 2, p. 144, mar 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.3847/1538-4357/aaab4e>>. 38
- LORENSEN, G. A.; PEREIRA, G. A.; MARIANO, N. M. O uso do jogo no processo de ensino e aprendizagem da tabela periódica: avaliação de uma intervenção do estágio de regência em química. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 8, p. e47985324–e47985324, 2020. 16
- LOVATO, F. L.; MICHELOTTI, A.; LORETO, E. L. da S. Metodologias ativas de aprendizagem: uma breve revisão. *Acta Scientiae*, v. 20, n. 2, 2018. 15
- LU, X.; ANARIBA, F. Fostering innovation through an active learning activity inspired by the baghdad battery. *Journal of Chemical Education*, v. 91, n. 11, p. 1929–1933, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1021/ed400869c>>. 18
- LUCCHESI, F.; RIBEIRO, B. *Conceituação de jogos Digitais*. 2009. Disponível em: <<https://www.dca.fee.unicamp.br/~martino/disciplinas/ia369/trabalhos/t1g3>>. Acesso em 01 maio 2023. 23
- MARCHAK, D.; SHVARTS-SEREBRO, I.; BLONDER, R. Teaching chemistry by a creative approach: Adapting a teachers' course for active remote learning. *Journal of Chemical Education*, v. 98, n. 9, p. 2809–2819, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c01341>>. 18
- MARTINS, C.; GIRAFFA, L. M. M. Gamificação nas práticas pedagógicas em tempos de cibercultura: proposta de elementos de jogos digitais em atividades gamificadas. *Anais do Seminário de Jogos Eletrônicos, Educação e Comunicação*, p. 11–19, jun 2015. 49, 51, 52
- MATTEUCCI, F. *Chemical Evolution of Galaxies*. Springer Berlin Heidelberg, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/978-3-642-22491-1>>. 41, 42
- MCSWEEN J. H. Y.; HUSS, G. R. Cosmochemistry. *Cambridge University Press*, p. 565, jun 2010. 38
- MELO, V. B. de et al. Percepção e desafios na avaliação de jogos digitais educacionais. In: SBC. *Anais Estendidos do XX Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital*. [S.l.], 2021. p. 713–716. 102, 143, 159
- MONEREO, C.; POZO, J. I. O aluno em ambientes virtuais condições, perfil e competências. *Psicologia da Educação Virtual: Aprender e ensinar com as tecnologias da informação e da comunicação*. Porto Alegre: Artmed, p. 97–114, 2010. 21
- MOODY, D. L.; SINDRE, G. Evaluating the effectiveness of learning interventions: an information systems case study. 2003. 34, 59
- MULIYATI, D.; PERMANA, H.; AMALIYAH, A. N. Designing an android-based educational game for high school physics. In: *The 4TH International conference on mathematics and science education (ICoMSE) 2020: Innovative Research in Science and Mathematics Education in The Disruptive Era*. AIP Publishing, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1063/5.0037467>>. 22
- OLIVEIRA, F. E. d. Jogos eletrônicos como metodologia alternativa no ensino de citologia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2014. 42

- OTT, U. et al. Isotopes of barium as a chronometer for supernova dust formation. *The Astrophysical Journal*, American Astronomical Society, v. 885, n. 2, p. 128, nov 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.3847/1538-4357/ab41f3>>. 38
- PACHECO, A.; COSTA, H. R. et al. Jogos digitais e aprendizagem em química: Uma análise a partir da revisão sistemática da literatura. *SciELO Preprints*, 2023. 24, 25, 27, 28, 102, 103, 124, 126
- PAIVA, C. A.; TORI, R. Jogos digitais no ensino: processos cognitivos, benefícios e desafios. *XVI Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital*, p. 1–4, 2017. 20, 101, 125, 160
- PAULA, B. H. d.; VALENTE, J. A. Jogos digitais e educação: uma possibilidade de mudança da abordagem pedagógica no ensino formal. *Revista iberoamericana de educación*, 2016. 20, 38
- PETRI, G. Avaliação de softwares educacionais com ênfase em jogos: Um panorama da literatura. *Revista Tecnologias Educacionais em Rede (ReTER)*, p. e2–01, 2020. 30
- POELS, K.; KORT, Y. D.; IJSSELSTEIJN, W. "it is always a lot of fun!"exploring dimensions of digital game experience using focus group methodology. In: *Proceedings of the 2007 conference on Future Play*. [S.l.: s.n.], 2007. p. 83–89. 33, 59
- RAMOS, D. K. Jogos eletrônicos desejo e juízo moral. *Universidade Federal de Santa Catarina*, v. 14, n. 1, p. 97–112, jan 2012. 19
- RIBEIRO, R. J. et al. Teorias de aprendizagem em jogos digitais educacionais: um panorama brasileiro. *Renote*, v. 13, n. 1, 2015. 31
- RICHTER, A. P. H.; CERUTTI, E. A base nacional comum curricular e as tecnologias digitais de informação e comunicação: Ampliando o olhar sobre as (con) divergências. *Dialogia*, n. 41, 2022. 16, 18
- RODRÍGUEZ, M. et al. Motivational active learning: An integrated approach to teaching and learning process control. *Education for Chemical Engineers*, v. 24, p. 7–12, 2018. ISSN 1749-7728. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S174977281830054X>>. 18
- ROSS, L. N. Causal explanation and the periodic table. *Synthese*, Springer Science and Business Media LLC, v. 198, n. 1, p. 79–103, out. 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s11229-018-01982-0>>. 38
- SALEN, K.; ZIMMERMAN, E. *Regras do jogo: fundamentos do design de jogos (vol. 1)*. [S.l.]: Editora Blucher, 2012. v. 1. 28
- SANTOS, L. C. d.; MARQUEZ, S. C. O “ano internacional da tabela periódica” como temática para uma sequência didática de química para alunos do ensino médio. *Revista Experiências em Ensino de Ciências*, Instituto Federal Goiano, 2020. 15
- SARAIVA, M. d. F. O. *Astronomia & Astrofísica*. [S.l.]: Editora Livraria da Física, 2004. 43

- SAVI, R. Avaliação de jogos voltados para a disseminação do conhecimento. Florianópolis, SC, 2011. 8, 9, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 53, 56, 58, 59, 66, 67, 68, 70, 72, 80, 95, 110, 124, 127, 129, 168, 169
- SAVI, R. Um modelo de avaliação de jogos educacionais na engenharia de software. Florianópolis, SC, 2011. 32, 33, 34, 36, 59
- SAVI, R.; ULBRICHT, V. R. Jogos digitais educacionais: benefícios e desafios. *Renote*, v. 6, n. 1, 2008. 21, 23, 125, 161
- SBQ. *Tabela Periódica*. 2022. Disponível em: <<http://boletim.sbq.org.br/noticias/2022/n3678.php>>. Acesso em 02 maio 2023. 40
- SCHELL, J. Os jogos consiste em elementos. *A arte de game design: o livro original - Rio de Janeiro: Elsevier*, p. 44–46, 2011. 44, 45
- SHINNERS, P. et al. Pygame-python game development. *Retrieved from*, v. 785, 2011. 45
- SILVA, S. S.; CALAZANS, A. T. S.; SILVA, B. M. da. Construção e avaliação de um jogo educacional digital de modelagem de dados para o ambiente universitário. In: SBC. *Anais do XXIV Workshop sobre Educação em Computação*. [S.l.], 2016. p. 2036–2045. 124
- SIQUEIRA, B.; MORENO, F. G. O jogo geoguessr como metodologia ativa e interdisciplinar: uma proposta de integração entre geografia e matemática. *Terrae Didactica*, v. 17, p. e021051–e021051, 2021. 22
- SIQUEIRA, C. C. Desenvolvimento de um jogo para o ensino da origem dos elementos químicos da Tabela Periódica. Universidade Federal de Itajubá - Minas gerais, p. 56, 2020. 16
- SOARES, M. H. F. B. Jogos e atividades lúdicas no ensino de química: uma discussão teórica necessária para novos avanços. *Revista debates em Ensino de Química*, v. 2, n. 2, p. 5–13, 2016. 21
- SOARES, M. H. F. B.; GARCEZ, E. S. da C. Um estudo do estado da arte sobre a utilização do lúdico em ensino de química. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, Revista Brasileira de Pesquisa em Educacao em Ciencia, p. 183–214, abr. 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2017171183>>. 21
- STEFENON, D. L. Entre paisagens e distâncias: o jogo geoguessr e seu potencial para a construção do pensamento conceitual nas aulas de geografia. *Giramundo: Revista de Geografia do Colégio Pedro II*, v. 3, n. 6, p. 30–40, 2018. 23
- STEIGMAN, G. Primordial nucleosynthesis in the precision cosmology era. *Annual Review of Nuclear and Particle Science*, Annual Reviews, v. 57, n. 1, p. 463–491, nov. 2007. Disponível em: <<https://doi.org/10.1146/annurev.nucl.56.080805.140437>>. 40
- SWEETSER, P.; WYETH, P. Gameflow: a model for evaluating player enjoyment in games. *Computers in Entertainment (CIE)*, ACM New York, NY, USA, v. 3, n. 3, p. 3–3, 2005. 33, 59
- TAKATALO, J. et al. Presence, involvement, and flow in digital games. *Evaluating user experience in games: Concepts and methods*, Springer, p. 23–46, 2010. 33, 59

TRASSI, R. C. M. et al. Tabela periódica interativa: “um estímulo à compreensão”. *Acta Scientiarum. Technology*, v. 23, p. 1335–1339, 2001. 15, 38

TRAVER, V. J. et al. Educational videogame to learn the periodic table: Design rationale and lessons learned. *Journal of Chemical Education*, American Chemical Society (ACS), v. 98, n. 7, p. 2298–2306, jun. 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00109>>. 26, 38, 56

TRIMBLE, V. Astronomy meets the periodic table, or, how much is there of what, and why? In: *Perspectives on the History of Chemistry*. Springer International Publishing, 2021. p. 387–407. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-67910-1_15>. 38

VALENTE, J. A. A sala de aula invertida e a possibilidade do ensino personalizado: uma experiência com a graduação em midialogia. *Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática*. Porto Alegre: Penso, p. 26–44, 2018. 20

VIOLA, V. E. Formation of the chemical elements and the evolution of our universe. *Journal of Chemical Education*, v. 67, n. 9, p. 723, 1990. Disponível em: <<https://doi.org/10.1021/ed067p723>>. 41, 42

WAGNER, K.; HOFFMANN, K. H. Chemical reactions in endoreversible thermodynamics. *European Journal of Physics*, IOP Publishing, v. 37, n. 1, p. 015101, oct 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1088/0143-0807/37/1/015101>>. 38

ZEILIK, M.; GREGORY, S. *Introductory Astronomy & Astrophysics*. Saunders College Pub., 1998. (Saunders golden sunburst series). ISBN 9780030062285. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=iH7vAAAAMAAJ>>. 42

ZHANG, Z. et al. Chemakers: Playing a collaborative board game to understand organic chemistry. *Journal of Chemical Education*, v. 98, n. 2, p. 530–534, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c01116>>. 22

Apêndices

APÊNDICE A – Questionário aplicado à turma de Ensino Médio (Turma Piloto)

Questionário 1: Aplicado antes do contato com o jogo TPSC

- 1- As estrelas são todas iguais? Por que?
- 2- Onde surgiram os elementos químicos da Tabela Periódica?
- 3- Você conhece a Tabela Periódica?
- 4- Você sabe porque os elementos químicos ocupam aquela posição na Tabela Periódica?
- 5- O sol é uma estrela?
- 6- Você gosta de jogos digitais? Com que frequência você joga?

Questionário 2: Aplicado após o contato com o jogo TPSC

- 1- As estrelas são todas iguais? Por que?
- 2- Onde surgiram os elementos químicos da Tabela Periódica?
- 3- Você reconheceu alguns dos elementos químicos da Tabela Periódica no jogo? O que você aprendeu de novo com o jogo?
- 4- Você sabe porque os elementos químicos ocupam aquela posição na Tabela Periódica?
- 5- O sol é uma estrela. O jogo apresentou outros tipos de estrelas, porque estas estrelas são importantes quando falamos de elementos químicos?
- 6- Você lembra quais são as reações apresentadas no jogo responsáveis pela formação dos elementos químicos?
- 7- A primeira reação apresentada no jogo (cadeia pp) formou quais elementos químicos?
- 8- É possível criar os elementos químicos da Tabela Periódica em condições ambientes aqui na terra? Relacione a temperatura média na terra com a temperatura média para formar os elementos químicos apresentados no jogo.
- 9- O jogo te ajudou a compreender de onde surgiu os elementos químicos? Por que?
- 10- O jogo foi divertido? Explique sua resposta?
- 11- As regras estavam claras, foram suficientes para entender o funcionamento do jogo? Por que?
- 12- Você indicaria para seus colegas o jogo? Por que?
- 13- O jogo poderia ser utilizado nas aulas como forma de motivar a aprendizagem da Tabela Periódica? Explique?

APÊNDICE B – Questionário aplicado à turma de Ensino Fundamental

Questionário 1: Aplicado antes do contato com o jogo TPSC

- 1- As estrelas são todas iguais? Por que?
- 2- Onde surgiram os elementos químicos da Tabela Periódica?
- 3- Você conhece a Tabela Periódica?
- 4- Você sabe porque os elementos químicos ocupam aquela posição na Tabela Periódica?
- 5- O sol é uma estrela?
- 6- Você gosta de jogos digitais? Com que frequência você joga?
- 7- Você gosta de aulas mais dinâmicas, diferenciadas?

Questionário 2: Aplicado após o contato como o jogo TPSC

- 1- As estrelas são todas iguais? Por que?
- 2- Onde surgiram os elementos químicos da Tabela Periódica?
- 3- Você reconheceu alguns dos elementos químicos da Tabela Periódica no jogo? O que você aprendeu de novo com o jogo?
- 4- Você sabe porque os elementos químicos ocupam aquela posição na Tabela Periódica?
- 5- O sol é uma estrela. O jogo apresentou outros tipos de estrelas, porque estas estrelas são importantes quando falamos de elementos químicos?
- 6- Você lembra quais são as reações apresentadas no jogo responsáveis pela formação dos elementos químicos?
- 7- A primeira reação apresentada no jogo (cadeia pp) formou quais elementos químicos?
- 8- É possível criar os elementos químicos da Tabela Periódica em condições ambientes aqui na terra? Relacione a temperatura média na terra com a temperatura média para formar os elemento químicos apresentados no jogo.
- 9- O jogo te ajudou a compreender de onde surgiu os elementos químicos? Por que?
- 10- O jogo foi divertido? Explique sua resposta?
- 11- As regras estavam claras, foram suficientes para entender o funcionamento do jogo? Por que?
- 12- Você indicaria para seus colegas o jogo? Por que?
- 13- O jogo poderia ser utilizado nas aulas como forma de motivar a aprendizagem da Tabela Periódica? Explique?

APÊNDICE C – Questionário aplicado à turma da disciplina FIS031

Questionário 1: Aplicado antes do contato com o jogo TPSC

- 1- Qual a sua idade.
- 2- As estrelas são todas iguais? Por que?
- 3- De onde surgiram os elementos químicos?
- 4- Você conhece a Tabela Periódica?
- 5- Você sabe porque os elementos químicos ocupam aquela posição na tabela periódica?
- 6- O sol é uma estrela?
- 7- Você gosta de jogos digitais? Com que frequência você joga?
- 8- Você gosta de aulas mais dinâmicas, diferenciadas? Por que?

Questionário 2: Aplicado após o contato como o jogo TPSC

- 1- Qual período da graduação você está atualmente?
- 2- As estrelas são todas iguais? Por que?
- 3- Onde surgem os elementos químicos?
- 4- Você reconheceu alguns dos elementos químicos da Tabela Periódica no jogo? O que você aprendeu de novo com o jogo?
- 5- Você sabe porque os elementos químicos ocupam aquela posição na tabela periódica?
- 6- O sol é uma estrela. O jogo apresentou outros tipos de estrelas, porque estas estrelas são importantes quando falamos de elementos químicos?
- 7- Você lembra quais são as reações apresentadas no jogo responsáveis pela formação dos elementos químicos?
- 8- A primeira reação apresentada no jogo (cadeia pp) formou quais elementos químicos?
- 9- O jogo te ajudou a compreender de onde surgiu os elementos químicos? Por que?
- 10- O jogo foi divertido? Explique sua resposta?
- 11- As regras estavam claras, foram suficientes para entender o funcionamento do jogo? Por que?
- 12- Você indicaria para seus colegas o jogo? Por que?
- 13- O jogo poderia ser utilizado nas aulas como forma de motivar a aprendizagem da Tabela Periódica? Explique?
- 14- O jogo poderia ser utilizado nas aulas como forma de motivar a aprendizagem nos cursos de graduação? Explique sua resposta?
- 15- Você considera importante que os professores, antes de utilizar este jogo em sala de aula, conheçam a teoria utilizada como base para o jogo e compreendam seus potenciais

para o ensino?

16- Como você utilizaria o jogo em suas aulas? Início, meio ou fim do conteúdo lecionado? De que forma ele seria inserido nas suas aulas? Com qual objetivo?

17- A escola onde você atua ou onde faz estágio possui estrutura para a aplicação deste jogo? Explique?

18- Você já abordou o tema astronomia em suas aulas? De que forma? Em qual período?

19- Você já viu algum material que faça esta associação entre a origem dos elementos químicos e a Tabela Periódica no ensino? Cite quais você já viu.

20- Caso você não queira aplicar o jogo, explique o motivo, para que possamos melhorar o jogo.

21- Diga como foi a sua experiência com esta atividade (questionários e jogo), diga se você utilizaria ou não o jogo nas suas aulas, explique o motivo da sua resposta, para que o jogo possa ser melhorado.

APÊNDICE D – Questionário aplicado à turma da disciplina FIS004

Questionário 1: Aplicado antes do contato com o jogo TPSC

- 1- Qual a sua idade.
- 2- O Sol é uma estrela? Explique.
- 3- As estrelas são todas iguais? Por que?
- 4- Você sabe quais reações ocorrem no interior do Sol? Descreva.
- 5- Você sabe qual é a temperatura da superfície do Sol? Justifique.
- 6- Você sabe qual é a temperatura no interior do Sol? Justifique sua resposta.
- 7- De 1 a 10 qual é o seu interesse em relação a cosmologia? Por que?
- 8- De 1 a 10 qual é o seu interesse em relação a astronomia? Por que?
- 9- De onde surgiram os elementos químicos da Tabela Periódica?
- 10- Você conhece e compreende a Tabela Periódica? Explique o que você sabe.
- 11- Você sabe por que os elementos químicos ocupam aquela posição na Tabela Periódica? Justifique sua resposta.
- 12- De 1 a 10 qual é o seu interesse em relação a química? Por que?
- 13- Você gosta de jogos digitais? Com que frequência você joga?
- 14- Você já jogou algum jogo didático ou educativo?
- 15- Você conhece a diferença entre: jogo didático, jogo educativo e jogo comercial? Explique?
- 16- Você gosta de aulas mais dinâmicas, diferenciadas? Por que?

Questionário 2: Aplicado após o contato com o jogo TPSC

- 1- Qual período da graduação você está atualmente?
- 2- As estrelas são todas iguais? Por que?
- 3- Onde surgem os elementos químicos da Tabela Periódica?
- 4- Você reconheceu alguns dos elementos químicos da Tabela Periódica no jogo? O que você aprendeu de novo com o jogo?
- 5- Você sabe porque os elementos químicos ocupam aquela posição na Tabela Periódica?
- 6- O sol é uma estrela. O jogo apresentou outros tipos de estrelas, porque estas estrelas são importantes quando falamos de elementos químicos?
- 7- Você lembra quais são as reações apresentadas no jogo responsáveis pela formação dos elementos químicos?

- 8- A primeira reação apresentada no jogo (cadeia pp) formou quais elementos químicos?
- 9- O jogo te ajudou a compreender de onde surgiu os elementos químicos? Por que?
- 10- O jogo foi divertido? Explique sua resposta?
- 11- As regras estavam claras, foram suficientes para entender o funcionamento do jogo? Por que?
- 12- Você indicaria para seus colegas o jogo? Por que?
- 13- O jogo poderia ser utilizado nas aulas como forma de motivar a aprendizagem da Tabela Periódica no Ensino Fundamental? Explique?
- 14- O jogo poderia ser utilizado nas aulas como forma de motivar a aprendizagem da Tabela Periódica no Ensino Médio? Explique?
- 15- O jogo poderia ser utilizado nas aulas como forma de motivar a aprendizagem nos cursos de graduação? Explique sua resposta?
- 16- Você considera importante que os professores, antes de utilizar este jogo em sala de aula, conheçam a teoria utilizada como base para o jogo e compreendam seus potenciais para o ensino?
- 17- Como você utilizaria o jogo em suas aulas? Início, meio ou fim do conteúdo lecionado? De que forma ele seria inserido nas suas aulas? Com qual objetivo?
- 18- Você já abordou o tema astronomia em suas aulas? De que forma? Em qual período?
- 19- Você já viu algum material que faça esta associação entre a origem dos elementos químicos e a Tabela Periódica no ensino? Cite quais você já viu.
- 20- Caso você não queira aplicar o jogo, explique o motivo, para que possamos melhorar o jogo.

APÊNDICE E – Questionário 3 aplicado à turma da disciplina FIS004 (adaptado)

Questionário 3: Aplicado após o contato com o jogo TPSC. Seguiu-se o modelo proposto por Savi(2011), porém, alterou-se os itens 7 e 16, cada um destes itens foram dividido em duas afirmações (8 e 17) para melhor se avaliar o jogo. Abaixo estão os itens que foram modificados no questionário.

7- Foi fácil entender o jogo.

- Discordo fortemente da afirmação.
- Discordo da afirmação.
- Não discordo e nem concordo com a afirmação.
- Concordo com a afirmação.
- Concordo fortemente da afirmação.

8- Foi fácil jogar o jogo e pretendo utilizá-lo como material de estudo.

- Discordo fortemente da afirmação.
- Discordo da afirmação.
- Não discordo e nem concordo com a afirmação.
- Concordo com a afirmação.
- Concordo fortemente da afirmação.

16- O jogo promove momentos de cooperação entre as pessoas que participam.

- Discordo fortemente da afirmação.
- Discordo da afirmação.
- Não discordo e nem concordo com a afirmação.
- Concordo com a afirmação.
- Concordo fortemente da afirmação.

17- O jogo promove momentos de competição entre as pessoas que par-

ticipam.

- Discordo fortemente da afirmação.
- Discordo da afirmação.
- Não discordo e nem concordo com a afirmação.
- Concordo com a afirmação.
- Concordo fortemente da afirmação.

APÊNDICE F – Questionário aplicado à turma da disciplina FIS013

Questionário 1: Aplicado antes do contato com o jogo TPSC

- 1- Qual a sua idade.
- 2- As estrelas são todas iguais? Por que?
- 3- De onde surgiram os elementos químicos?
- 4- Você conhece a Tabela Periódica?
- 5- Você sabe porque os elementos químicos ocupam aquela posição na tabela periódica?
- 6- O sol é uma estrela?
- 7- Você gosta de jogos digitais? Com que frequência você joga?
- 8- Você gosta de aulas mais dinâmicas, diferenciadas? Por que?

Questionário 2: Aplicado após o contato como o jogo TPSC

- 1- Qual período da graduação você está atualmente?
- 2- Você iniciou seu contato com a Tabela Periódica pela primeira vez através de:
 - () Livros didáticos.
 - () Conteúdo relacionados a História da construção da Tabela Periódica apresentada como produto do conhecimento histórico.
 - () Através da própria Tabela Periódica apresentada como produto do conhecimento científico.
 - () Através da própria Tabela Periódica utilizado como material pra decorar.
 - () Através da própria Tabela Periódica utilizado como material de consulta para a realização de exercícios.
 - () Através de filmes de divulgação científica.
 - () Outros.
- 3- As estrelas são todas iguais? Por que?
- 4- Onde surgem os elementos químicos?
- 5- Você reconheceu alguns dos elementos químicos da Tabela Periódica no jogo? O que você aprendeu de novo com o jogo?
- 6- Você sabe porque os elementos químicos ocupam aquela posição na tabela periódica?
- 7- O sol é uma estrela. O jogo apresentou outros tipos de estrelas, porque estas estrelas são importantes quando falamos de elementos químicos?
- 8- Você lembra quais são as reações apresentadas no jogo responsáveis pela formação dos elementos químicos?
- 9- A primeira reação nuclear apresentada no jogo (cadeia pp) formou quais elementos

químicos?

10- O jogo te ajudou a compreender de onde surgiu os elementos químicos? Por que?

11- O jogo foi divertido? Explique sua resposta?

12- As regras estavam claras, foram suficientes para entender o funcionamento do jogo?
Por que?

13- Você indicaria para seus colegas o jogo? Por que?

14- O jogo poderia ser utilizado nas aulas como forma de motivar a aprendizagem da Tabela Periódica no Ensino Fundamental? Explique?

15- O jogo poderia ser utilizado nas aulas como forma de motivar a aprendizagem da Tabela Periódica no Ensino Médio? Explique?

16- O jogo poderia ser utilizado nas aulas como forma de motivar a aprendizagem nos cursos de graduação? Explique sua resposta?

17- Você considera importante que os professores, antes de utilizar este jogo em sala de aula, conheçam a teoria utilizada como base para o jogo e compreendam seus potenciais para o ensino?

18- Como você utilizaria o jogo em suas aulas? Início, meio ou fim do conteúdo lecionado? De que forma ele seria inserido nas suas aulas? Com qual objetivo?

19- Você já viu algum material que faça esta associação entre a origem dos elementos químicos e a Tabela Periódica no ensino? Cite quais você já viu.

20- Caso você não queira aplicar o jogo, explique o motivo, para que possamos melhorar o jogo.

APÊNDICE G – Questionário 3 aplicado à turma da disciplina FIS013 (adaptado)

Questionário 3: Aplicado após o contato com o jogo TPSC. Seguiu-se o modelo proposto por Savi(2011), porém, alterou-se os itens 7 e 16. O item 7 foi dividido em duas afirmações. O item 16 foi simplificado, mantendo apenas a palavra cooperação. Abaixo estão os itens que foram modificados no questionário.

7- Foi fácil entender o jogo.

- Discordo fortemente da afirmação.
- Discordo da afirmação.
- Não discordo e nem concordo com a afirmação.
- Concordo com a afirmação.
- Concordo fortemente da afirmação.

8- Foi fácil jogar o jogo e pretendo utilizá-lo como material de estudo.

- Discordo fortemente da afirmação.
- Discordo da afirmação.
- Não discordo e nem concordo com a afirmação.
- Concordo com a afirmação.
- Concordo fortemente da afirmação.

16- O jogo promove momentos de cooperação entre as pessoas que participam.

- Discordo fortemente da afirmação.
- Discordo da afirmação.
- Não discordo e nem concordo com a afirmação.
- Concordo com a afirmação.
- Concordo fortemente da afirmação.

Anexos

ANEXO A – Perguntas elaboradas pelos alunos do 6^o ano, enviadas para o especialista

Questões

- 01- Por que o último eclipse lunar na sexta-feira dia 19/11/21 foi considerado o mais longo em 580 anos?
- 02- Você acredita na existência de extraterrestre?
- 03- É possível que possa ter mais planetas no Sistema Solar além do que já sabemos?
- 04- O que aconteceria se a Terra chegasse perto de um buraco negro?
- 05- Com o Universo tão perfeito em tudo, inclusive em sua gravidade, você acredita que existe um criador para tudo isso?
- 06- Que livro você indica para os iniciantes na astronomia?
- 07- Como nascem e morrem as estrelas?
- 08- Com os lançamentos de vários satélites no espaço, você acha que isso podem causar algum dano na Terra?
- 09- Já se tem uma data prevista para o próximo eclipse total do Sol?
- 10- Se o Sol explodisse agora, quanto tempo levaria para o impacto chegar até a Terra?
- 11- As estrelas se movem?
- 12- A Lua se movimenta? (Ao olharmos para a Lua e andamos ao mesmo tempo, parece que ela está nos seguindo).
- 13- Por que o Sol impede as outras estrelas de aparecerem?
- 14- Por que durante o dia conseguimos ver a Lua e durante a noite não conseguimos ver o Sol?
- 15- Qual é a aparência da Lua se pudemos estar nela?
- 16- Por que Saturno possui anéis e do que eles são feitos?
- 17- Existe alguma coisa além do espaço?
- 18- Como podemos tirar fotos da Lua?
- 19- Qual o evento astronômico mais difícil de ser visto?
- 20- Qual o melhor horário para observar o céu?
- 21- Os foguetes podem se perder no Universo?
- 22- Quando duas estrelas se chocam o que pode acontecer?

ANEXO B – Questionário 3 aplicado à turma da disciplina FIS031

Questionário 3: Aplicado após o contato com o jogo TPSC seguindo o modelo proposto por Savi(2011)

1- O design do jogo é atraente.

- Discordo fortemente da afirmação.
- Discordo da afirmação.
- Não discordo e nem concordo com a afirmação.
- Concordo com a afirmação.
- Concordo fortemente da afirmação.

2- Houve algo interessante no início do jogo que capturou minha atenção.

- Discordo fortemente da afirmação.
- Discordo da afirmação.
- Não discordo e nem concordo com a afirmação.
- Concordo com a afirmação.
- Concordo fortemente da afirmação.

3- A variação (forma, conteúdo ou de atividades) ajudou a me manter atento ao jogo.

- Discordo fortemente da afirmação.
- Discordo da afirmação.
- Não discordo e nem concordo com a afirmação.
- Concordo com a afirmação.
- Concordo fortemente da afirmação.

4- O conteúdo do jogo é relevante para os meus interesses.

- Discordo fortemente da afirmação.
- Discordo da afirmação.

- Não discordo e nem concordo com a afirmação.
- Concordo com a afirmação.
- Concordo fortemente da afirmação.

5- O funcionamento deste jogo está adequado ao meu jeito de aprender.

- Discordo fortemente da afirmação.
- Discordo da afirmação.
- Não discordo e nem concordo com a afirmação.
- Concordo com a afirmação.
- Concordo fortemente da afirmação.

6- O conteúdo do jogo está conectado com outros conhecimentos que eu já possuía.

- Discordo fortemente da afirmação.
- Discordo da afirmação.
- Não discordo e nem concordo com a afirmação.
- Concordo com a afirmação.
- Concordo fortemente da afirmação.

7- Foi fácil entender o jogo e começar a utilizá-lo como material de estudo.

- Discordo fortemente da afirmação.
- Discordo da afirmação.
- Não discordo e nem concordo com a afirmação.
- Concordo com a afirmação.
- Concordo fortemente da afirmação.

8- Ao passar pelas etapas do jogo senti confiança de que estava aprendendo.

- Discordo fortemente da afirmação.
- Discordo da afirmação.
- Não discordo e nem concordo com a afirmação.
- Concordo com a afirmação.
- Concordo fortemente da afirmação.

9- Estou satisfeito porque sei que terei oportunidades de utilizar na prática coisas que aprendi com o jogo.

- Discordo fortemente da afirmação.
- Discordo da afirmação.
- Não discordo e nem concordo com a afirmação.
- Concordo com a afirmação.
- Concordo fortemente da afirmação.

10- É por causa do meu esforço pessoal que consegui avançar no jogo.

- Discordo fortemente da afirmação.
- Discordo da afirmação.
- Não discordo e nem concordo com a afirmação.
- Concordo com a afirmação.
- Concordo fortemente da afirmação.

11- Temporariamente esqueci as minhas preocupações do dia-a-dia, fiquei totalmente concentrado no jogo.

- Discordo fortemente da afirmação.
- Discordo da afirmação.
- Não discordo e nem concordo com a afirmação.
- Concordo com a afirmação.
- Concordo fortemente da afirmação.

12- Eu não percebi o tempo passar enquanto jogava, quando vi o jogo acabou.

- Discordo fortemente da afirmação.
- Discordo da afirmação.
- Não discordo e nem concordo com a afirmação.
- Concordo com a afirmação.
- Concordo fortemente da afirmação.

13- Me senti mais no ambiente do jogo do que no mundo real, esquecendo do que estava ao meu redor.

- Discordo fortemente da afirmação.
- Discordo da afirmação.
- Não discordo e nem concordo com a afirmação.
- Concordo com a afirmação.
- Concordo fortemente da afirmação.

14- Pude interagir com outras pessoas durante o jogo.

- Discordo fortemente da afirmação.
- Discordo da afirmação.
- Não discordo e nem concordo com a afirmação.
- Concordo com a afirmação.
- Concordo fortemente da afirmação.

15- Me diverti junto com outras pessoas.

- Discordo fortemente da afirmação.
- Discordo da afirmação.
- Não discordo e nem concordo com a afirmação.
- Concordo com a afirmação.
- Concordo fortemente da afirmação.

16- O jogo promove momentos de cooperação e/ou competição entre as pessoas que participam.

- Discordo fortemente da afirmação.
- Discordo da afirmação.
- Não discordo e nem concordo com a afirmação.
- Concordo com a afirmação.
- Concordo fortemente da afirmação.

17- Este jogo é adequadamente desafiador para mim, as tarefas não são muito fáceis nem muito difíceis.

- Discordo fortemente da afirmação.

- Discordo da afirmação.
- Não discordo e nem concordo com a afirmação.
- Concordo com a afirmação.
- Concordo fortemente da afirmação.

18- O jogo evolui num ritmo adequado e não fica monótono – oferece novos obstáculos, situações ou variações de atividades.

- Discordo fortemente da afirmação.
- Discordo da afirmação.
- Não discordo e nem concordo com a afirmação.
- Concordo com a afirmação.
- Concordo fortemente da afirmação.

19- Me diverti com o jogo.

- Discordo fortemente da afirmação.
- Discordo da afirmação.
- Não discordo e nem concordo com a afirmação.
- Concordo com a afirmação.
- Concordo fortemente da afirmação.

20- Quando interrompido, fiquei desapontado que o jogo tinha acabado.

- Discordo fortemente da afirmação.
- Discordo da afirmação.
- Não discordo e nem concordo com a afirmação.
- Concordo com a afirmação.
- Concordo fortemente da afirmação.

21- Eu recomendaria este jogo para meus colegas.

- Discordo fortemente da afirmação.
- Discordo da afirmação.
- Não discordo e nem concordo com a afirmação.
- Concordo com a afirmação.

Concordo fortemente da afirmação.

22- Gostaria de utilizar este jogo novamente.

Discordo fortemente da afirmação.

Discordo da afirmação.

Não discordo e nem concordo com a afirmação.

Concordo com a afirmação.

Concordo fortemente da afirmação.

23- Consegui atingir os objetivos do jogo por meio das minhas habilidades.

Discordo fortemente da afirmação.

Discordo da afirmação.

Não discordo e nem concordo com a afirmação.

Concordo com a afirmação.

Concordo fortemente da afirmação.

24- Tive sentimentos positivos de eficiência no desenrolar do jogo.

Discordo fortemente da afirmação.

Discordo da afirmação.

Não discordo e nem concordo com a afirmação.

Concordo com a afirmação.

Concordo fortemente da afirmação.

25- O jogo contribuiu para a minha aprendizagem na disciplina.

Discordo fortemente da afirmação.

Discordo da afirmação.

Não discordo e nem concordo com a afirmação.

Concordo com a afirmação.

Concordo fortemente da afirmação.

26- O jogo foi eficiente para minha aprendizagem, em comparação com outras atividades da disciplina.

Discordo fortemente da afirmação.

- Discordo da afirmação.
- Não discordo e nem concordo com a afirmação.
- Concordo com a afirmação.
- Concordo fortemente da afirmação.

27- A experiência com o jogo vai contribuir para meu desempenho na vida profissional.

- Discordo fortemente da afirmação.
- Discordo da afirmação.
- Não discordo e nem concordo com a afirmação.
- Concordo com a afirmação.
- Concordo fortemente da afirmação.

28- Os controles para realizar ações no jogo responderam bem.

- Discordo fortemente da afirmação.
- Discordo da afirmação.
- Não discordo e nem concordo com a afirmação.
- Concordo com a afirmação.
- Concordo fortemente da afirmação.

29- É fácil aprender a usar a interface e controles do jogo.

- Discordo fortemente da afirmação.
- Discordo da afirmação.
- Não discordo e nem concordo com a afirmação.
- Concordo com a afirmação.
- Concordo fortemente da afirmação.

ANEXO C – Perguntas possivelmente relacionadas aos textos do PET para o 6^o e textos do PET.

Tema: Astronomia

Questões

- 07- Como nascem e morrem as estrelas?
- 09- Já se tem uma data prevista para o próximo eclipse total do Sol?
- 10- Se o Sol explodisse agora, quanto tempo levaria para o impacto chegar até a Terra?
- 11- As estrelas se movem?
- 13- Por que o Sol impede as outras estrelas de aparecerem?
- 14- Por que durante o dia conseguimos ver a Lua e durante a noite não conseguimos ver o Sol?
- 22- Quando duas estrelas se chocam o que pode acontecer?

Tema: Lua e suas fases

Questões

- 01- Por que o último eclipse lunar na sexta-feira dia 19/11/21 foi considerado o mais longo em 580 anos?
- 12- A Lua se movimenta? (Ao olharmos para a Lua e andamos ao mesmo tempo, parece que ela está nos seguindo).
- 14- Por que durante o dia conseguimos ver a Lua e durante a noite não conseguimos ver o Sol?
- 15- Qual é a aparência da Lua se pudemos estar nela?
- 18- Como podemos tirar fotos da Lua?

SEMANA 3	
UNIDADE(S) TEMÁTICA(S):	Terra e universo.
OBJETOS(S) DE CONHECIMENTO:	Planeta terra.
HABILIDADE(S):	(EF05CI11) Associar o movimento diário do Sol e das demais estrelas no céu ao movimento de rotação da Terra.
CONTEÚDOS RELACIONADOS:	<ul style="list-style-type: none"> • Observar a posição das estrelas no céu em diferentes horários, explicando o movimento relativo desses astros no céu. • Relacionar o movimento de rotação da Terra com o movimento relativo das estrelas no céu, inclusive o Sol. • Explicar as diferentes posições em que o Sol é observado diariamente com base na rotação da Terra.
INTERDISCIPLINARIDADE:	Geografia.

TEMA: ASTRONOMIA

Caro(a) estudante, nessa semana você vai relacionar o movimento de rotação da Terra com o movimento relativo das estrelas no céu, inclusive o Sol. Explicar as diferentes posições em que o Sol é observado diariamente com base na rotação da Terra.

RECAPITULANDO

A **astronomia** é uma ciência que estuda os corpos e os fenômenos celestes. Desde a antiguidade, o céu provoca encanto e curiosidade! As antigas civilizações tratavam astros como divindades e já nomeavam as estrelas. Há milhares de anos antes de Cristo, os povos sumérios, babilônios, egípcios e maias já estudavam os movimentos das estrelas e dos astros, utilizando os conhecimentos para escolher épocas de plantar e de colher.

Mapas celestes foram elaborados para facilitar a localização de corpos celestes. Os navegadores utilizavam o céu para se localizarem durante as viagens marítimas, tendo constelações, como a Cruzeiro do Sul (fig 7), como referência. Os calendários foram elaborados baseados nos movimentos do sol, da Terra e da lua. Com a invenção do telescópio por Galileu Galilei no século XVII, houve uma grande melhora na visualização dos astros, revolucionando a astronomia.





Figura 7. Constelação cruzeiro do sul.
Disponível em: <<https://br.pinterest.com/pin/376261743852014482/>> Acesso em 20 jan. 2021

38



EDUCAÇÃO **MINAS GERAIS** GOVERNO DIFERENTE. ESTADO EFICIENTE.

Figura 24 – Plano de Ensino Tutorado referente ao 6º ano, conteúdo de Ciências para a semana 3, ano 2021. Fonte: https://estudeemcasa.educacao.mg.gov.br/REANP-2021/ens-fund-anos-finais-2021_

As **estrelas** formam-se pela condensação de gases que se aglutinam por forças de atração da gravidade. O Sol é a estrela que nos fornece energia, luz e vida! Essa energia é produzida através de reações que ocorrem no seu núcleo (fusão de uma partícula chamada Hidrogênio). O sol se encontra a aproximadamente 150 milhões de km do planeta Terra, a nossa casa, único planeta do sistema solar com condições perfeitas para a vida!

Planeta Terra e seus movimentos : A Terra realiza movimentos no espaço: a rotação e a translação. A rotação é o movimento em que a Terra gira em torno de seu próprio eixo no sentido anti-horário, sendo responsável pelo fenômeno do dia e noite (Fig. 8); O eixo da terra é inclinado e, por isso, regiões diferentes do globo são iluminadas de maneiras distintas à inclinação do eixo de rotação da Terra. A translação é o movimento em que a Terra gira ao redor do sol. O tempo necessário para completar uma volta ao redor do Sol é de 365 dias, 5 horas e cerca de 48 minutos (Fig. 9).

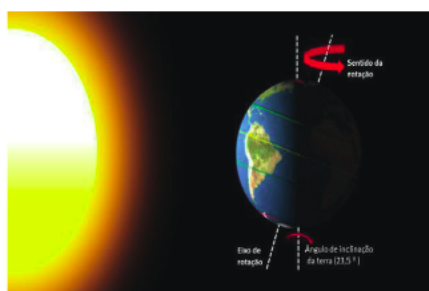


Figura 8. Rotação da Terra. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/movimento-de-rotacao/>> Acesso em 20 jan.2021



Figura 9. Translação da Terra. Disponível em: <<https://escolakids.uol.com.br/geografia/movimento-de-translacao.htm>> Acesso em 21 jan. 2021

As diferentes posições do planeta Terra no espaço e sua inclinação definem as quatro estações do ano: verão, outono, inverno e primavera.

Movimentos do sol

Em seu movimento de rotação, nosso planeta gira em torno dele mesmo, fazendo o Sol nascer a leste e se pôr a oeste de onde estamos.

Como reflexo da translação da Terra em torno do Sol, a posição do Sol entre as estrelas muda ao longo do ano. A trajetória anual do Sol entre as estrelas se chama **eclíptica**. Como consequência, os pontos do horizonte do lugar em que o Sol nasce e se põe variam ao longo do ano, assim como a sua máxima elevação acima do horizonte durante o dia (Fig. 10).



Figura 10. variação do pôr do sol. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/fis02001/aulas/aula_movsol.htm#>: Acesso em 21 jan 2021

SEMANA 4

UNIDADE(S) TEMÁTICA(S): Terra e Universo.
OBJETO(S) DE CONHECIMENTO: Fases da lua.
HABILIDADE(S): (EF05CI12) Concluir sobre a periodicidade das fases da Lua, com base na observação e no registro das formas aparentes da Lua no céu.
CONTEÚDOS RELACIONADOS: <ul style="list-style-type: none"> Identificar as fases da Lua. Formas aparentes da Lua no céu. Fases da Lua e calendário.
INTERDISCIPLINARIDADE: Geografia.

TEMA: LUA E SUAS FASES

Caro (a) estudante, nessa semana você vai concluir sobre a periodicidade das fases da Lua, com base na observação e no registro das formas aparentes da Lua no céu.

RECAPITULANDO

A lua é o satélite natural da Terra e não possui brilho próprio. Ela possui 60% da massa da Terra e acredita-se que tenha sido originada pela formação de detritos de um impacto entre nosso planeta e outro corpo celeste. Nosso satélite realiza movimentos de rotação ao redor de seu eixo, revolução ao redor da Terra e translação ao redor do sol.

As **fases da Lua** representam as partes iluminadas que vemos no céu ao longo de um ciclo, em virtude da variação da sua posição em relação ao nosso planeta e ao Sol. A Lua apresenta **quatro fases: nova, crescente, cheia e minguante (Fig. 12)**. Esse ciclo completo dura em torno de 29 dias, 12 horas e 44 minutos.





Figura 12. Estações do ano. Disponível em: <<https://www.todoestudo.com.br/geografia/as-fases-da-lua>> Acesso em 21 jan. 2021

42



MINAS GERAIS GOVERNO DIFERENTE. ESTADO EFICIENTE.

Figura 26 – Plano de Ensino Tutorado referente ao 6º ano, conteúdo de Ciências para a semana 4, ano 2021. Fonte: https://estudeemcasa.educacao.mg.gov.br/REANP-2021/ens-fund-anos-finais-2021_

Lua nova
fase em que ela encontra-se entre o Sol e a Terra, não recebendo a luz do sol. Como a face visível fica de costas para o sol e de frente para nós, fica bastante difícil vê-la.

Quarto crescente
fase em que começa a receber a luz solar e, portanto, aparece uma pequena fração formando um semicírculo voltado para o leste. Chama-se quarto crescente porque a lua está começando a aparecer, e somente um quarto da Lua está iluminado.

Lua cheia
fase onde o lado visível para a Terra encontra-se totalmente iluminado pelo Sol. Nesse caso, a Terra está entre o Sol e a Lua, mas com uma inclinação que permite que receba iluminação, diferente do que ocorre quando há eclipse lunar.

Quarto minguante
fase em que a parte iluminada começa a diminuir, ou minguar, de onde surgiu seu nome. Novamente, apenas um quarto da lua está iluminado em semicírculo.

A lua não tem luz própria, dessa forma só a vemos por meio da luz solar que é refletida. Quando a lua vai progredindo em sua órbita com relação à Terra, sua face acaba por receber a iluminação solar e aparecer para nós.

Texto adaptado e disponível em: <<https://www.todoestudo.com.br/geografia/as-fases-da-lua>> Acesso em: 21 jan. 2021

PARA SABER MAIS:

Assista à aula: A lua e o calendário agrícola mineiro no programa SE LIGA NA EDUCAÇÃO. Profa. Marisa Araújo. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1KP_1LbRmlsB1WWBY1A7f4QbDC-QsKxW8z/view?usp=sharing> Acesso em: 21 jan. 2021.

ATIVIDADES

1. Observe a imagem das fases da lua.

Figura 13. Fases da lua. Disponível em: <[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fases_da_l%C3%BAa_\(gl\).png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fases_da_l%C3%BAa_(gl).png)> Acesso em: 18 jan. 2021.

43

MINAS GERAIS
GOVERNO DIFERENTE. ESTADO EFICIENTE.

Figura 27 – Plano de Ensino Tutorado referente ao 6º ano, conteúdo de Ciências para a semana 4, ano 2021. Fonte: https://estudeemcasa.educacao.mg.gov.br/REANP-2021/ens-fund-anos-finais-2021_

ANEXO D – Aula da semana 4 turma FIS031.

Atividade avaliativa 4

Prezados alunos (as), Nesta semana o artigo indicado para leitura é: Gamificação nas práticas pedagógicas em tempos de cibercultura: proposta de elementos de jogos digitais em atividades gamificadas.

Disponível em: <https://www.revistas.uneb.br/index.php/sjec/article/view/1236>

Este artigo não segue o estilo de um dossiê, mas vai ao encontro de fatores que permeiam o contexto escolar, ainda mais no que diz respeito ao uso de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) e das Tecnologias Digitais (TD). A sua leitura nesta atividade tem o propósito de aproximar os futuros docentes do contexto escolar, abordando algumas dificuldades vivenciadas neste meio e trazendo mais uma opções de estratégias para o ensino.

Atividades que vocês irão realizar nesta semana:

- Ler o artigo indicado pelo professor.
- Realizar a busca de mais um artigo relacionado ao tema dossiê (Sugestão de site para busca: Google Acadêmico)
- Para cada um dos artigos escreva um resumo conforme as orientações da primeira semana.
- Obs: Caso o artigo indicado ou o escolhido por você não tenha especificado como tópico a metodologia utilizada pelos autores, você deve chegar a uma conclusão a partir da leitura sobre qual metodologia poderia ter sido utilizada pelos autores e com isso descrevê-la no tópico metodologia do seu resumo.
- Poste os resumos na “Atividade Avaliativa 4”.
- Participar da "Fórum avaliativo 4", respondendo os questionários na sequência pedida e jogando um jogo quando for solicitado.
- Caso tenha dúvidas sobre as atividades da Semana 4, insira sua pergunta no tópico “Fórum de Dúvidas.”

Esta atividade deve ser postada até o dia 03 de Maio de 2022. Bom trabalho!

Fórum avaliativo 4

Olá pessoal, agora que vocês já leram o artigo: Gamificação nas práticas pedagógicas em tempos de cibercultura: proposta de elementos de jogos digitais em atividades gamificadas. Que propõe um modelo para o desenvolvimento de elementos de jogos digitais em atividades gamificadas, com a intenção de apoiar a constituição de práticas pedagógicas inovadoras. As Tecnologias Educacionais fazerem parte da formação dos alunos no Ensino Superior, neste caso propõe-se neste artigo a gamificação, que é entendida como a inclusão de elementos de jogos digitais (mecânicas e dinâmicas) em atividades que necessariamente não resultam em um jogo.

Nesta perspectiva, que tal participar de mais uma estratégia para o ensino, desta vez através de um jogo digital?

Para isso você deverá responder aos questionários acessando os links disponibilizados e jogar um jogo: “A tabela periódica segundo a cosmoquímica”

Obs: Siga a sequência das tarefas e as orientações, isso será muito importante para que você tenha uma boa experiência nesta atividade. Você não terá nenhum prejuízo relacionado a nota deste Fórum avaliativo 4, por conta das respostas dadas nos questionários. Sua participação contribuirá para futuras atualizações e melhorias do jogo.

Tarefas:

1º Tarefa: Responder o Questionário 1: <https://forms.gle/YdCiyM2BsY1oaKcK6>, sem fazer nenhuma consulta a qualquer material, pense que você é um aluno participando desta aula e só pode conversar com seus colegas/familiares. Suas respostas não serão avaliadas, apenas precisamos saber o que você já sabe sobre o tema que o jogo aborda.

2º Tarefa: Acesse o jogo Para ter acesso ao jogo:

- O sistema operacional do computador deve ser Windows;
- Utilize uma conta do Google para ter acesso ao site do jogo. (contas institucionais muitas vezes não liberam o acesso ao site).
- Qualquer dúvida, deixe a pergunta no “Fórum de Dúvidas” da semana 4.
- Este é o link do site: <https://sites.google.com/site/credianafaria>. Dúvidas para baixar o jogo, utilize o link: https://www.youtube.com/watch?v=Dm_MciaV6JA, que é um tutorial.

- Repare que neste site tem o jogo: “A tabela periódica segundo a cosmoquímica” em Português e Inglês. E um outro jogo voltado para o público infantil: Jogo scrat games.
- Baixe o jogo e jogue quantas vezes quiser, é um jogo didático digital, por isso ele possui características e objetivos diferentes dos jogos comerciais.

Primeiro, jogue como se fosse um aluno querendo aprender algo novo com o jogo. Segundo, jogue com olhar crítico, como se você tivesse que decidir se utilizaria o jogo na sua aula, analise os pontos bons e ruins do jogo e pense no que você faria de diferente para melhorar o jogo, principalmente com relação ao desenvolvimento de aprendizado dos alunos através do jogo.

3º Tarefa: Responda o Questionário 2:

Utilize o link: <https://forms.gle/WyCMaFxvt6Xp9mfy7>, Não consulte nenhuma material para responder o questionário (só pode conversar com seus colegas/familiares) pense que você é um aluno participando desta aula e que a partir do momento que conheceu o jogo e aprendeu com ele, você terá que responder o questionário. Suas respostas não serão avaliadas no sentido de atribuir ou descontar nota por erro ou acerto nos questionários com relação a disciplina, apenas precisamos saber como foi a sua experiência com o jogo e se o jogo atingiu o objetivo esperado.

4º Tarefa: Responda o Questionário 3:

Utilize o link: <https://forms.gle/4zgVgran3WyoBW6TA>. Não consulte nenhuma material para responder o questionário (só pode conversar com seus colegas/familiares) este questionário foi adaptado do modelo proposto por Savi (2011) que utiliza os três primeiros níveis da taxonomia de Bloom original, como ferramenta para avaliar um jogo. Suas respostas não serão avaliadas no sentido de atribuir ou descontar nota por erro ou acerto nos questionários com relação a disciplina, apenas precisamos avaliar o jogo como um recurso didático a ser utilizada em aula.

5º Tarefa: Faça uma postagem no fórum dizendo como foi a sua experiência com esta atividade (questionários e jogo), diga se você utilizaria ou não o jogo nas suas aulas, explique o motivo da sua resposta, para que o jogo possa ser melhorado.

Figura 28 – Estruturação da Taxonomia de Bloom de (FERRAZ; BELHOT, 2010)

Quadro 1. Estruturação da Taxonomia de Bloom no domínio cognitivo.

Categoria	Descrição
1. Conhecimento	<p>Definição: Habilidade de lembrar informações e conteúdos previamente abordados como fatos, datas, palavras, teorias, métodos, classificações, lugares, regras, critérios, procedimentos etc. A habilidade pode envolver lembrar uma significativa quantidade de informação ou fatos específicos. O objetivo principal desta categoria nível é trazer à consciência esses conhecimentos.</p> <p>Subcategorias: 1.1 Conhecimento específico: Conhecimento de terminologia; Conhecimento de tendências e sequências; 1.2 Conhecimento de formas e significados relacionados às especificidades do conteúdo: Conhecimento de convenção; Conhecimento de tendência e sequência; Conhecimento de classificação e categoria; Conhecimento de critério; Conhecimento de metodologia; e 1.3 Conhecimento universal e abstração relacionado a um determinado campo de conhecimento: Conhecimento de princípios e generalizações; Conhecimento de teorias e estruturas.</p> <p>Verbos: enumerar, definir, descrever, identificar, denominar, listar, nomear, combinar, realçar, apontar, relembrar, recordar, relacionar, reproduzir, solucionar, declarar, distinguir, rotular, memorizar, ordenar e reconhecer.</p>
2. Compreensão	<p>Definição: Habilidade de compreender e dar significado ao conteúdo. Essa habilidade pode ser demonstrada por meio da tradução do conteúdo compreendido para uma nova forma (oral, escrita, diagramas etc.) ou contexto. Nessa categoria, encontra-se a capacidade de entender a informação ou fato, de captar seu significado e de utilizá-la em contextos diferentes.</p> <p>Subcategorias: 2.1 Translação; 2.2 Interpretação e 2.3 Extrapolação.</p> <p>Verbos: alterar, construir, converter, decodificar, defender, definir, descrever, distinguir, discriminar, estimar, explicar, generalizar, dar exemplos, ilustrar, inferir, reformular, prever, reescrever, resolver, resumir, classificar, discutir, identificar, interpretar, reconhecer, redefinir, selecionar, situar e traduzir.</p>
3. Aplicação	<p>Definição: Habilidade de usar informações, métodos e conteúdos aprendidos em novas situações concretas. Isso pode incluir aplicações de regras, métodos, modelos, conceitos, princípios, leis e teorias.</p> <p>Verbos: aplicar, alterar, programar, demonstrar, desenvolver, descobrir, dramatizar, empregar, ilustrar, interpretar, manipular, modificar, operacionalizar, organizar, prever, preparar, produzir, relatar, resolver, transferir, usar, construir, esboçar, escolher, escrever, operar e praticar.</p>
4. Análise	<p>Definição: Habilidade de subdividir o conteúdo em partes menores com a finalidade de entender a estrutura final. Essa habilidade pode incluir a identificação das partes, análise de relacionamento entre as partes e reconhecimento dos princípios organizacionais envolvidos. Identificar partes e suas inter-relações. Nesse ponto é necessário não apenas ter compreendido o conteúdo, mas também a estrutura do objeto de estudo.</p> <p>Subcategorias: Análise de elementos; Análise de relacionamentos; e Análise de princípios organizacionais.</p>
4. Análise	<p>Verbos: analisar, reduzir, classificar, comparar, contrastar, determinar, deduzir, diagramar, distinguir, diferenciar, identificar, ilustrar, apontar, inferir, relacionar, selecionar, separar, subdividir, calcular, discriminar, examinar, experimentar, testar, esquematizar e questionar.</p>
5. Síntese	<p>Definição: Habilidade de agregar e juntar partes com a finalidade de criar um novo todo. Essa habilidade envolve a produção de uma comunicação única (tema ou discurso), um plano de operações (propostas de pesquisas) ou um conjunto de relações abstratas (esquema para classificar informações). Combinar partes não organizadas para formar um “todo”.</p> <p>Subcategorias: 5.1 Produção de uma comunicação original; 5.2 Produção de um plano ou propostas de um conjunto de operações; e 5.3 Derivação de um conjunto de relacionamentos abstratos.</p> <p>Verbos: categorizar, combinar, compilar, compor, conceber, construir, criar, desenhar, elaborar, estabelecer, explicar, formular, generalizar, inventar, modificar, organizar, originar, planejar, propor, reorganizar, relacionar, revisar, reescrever, resumir, sistematizar, escrever, desenvolver, estruturar, montar e projetar.</p>
6. Avaliação	<p>Definição: Habilidade de julgar o valor do material (proposta, pesquisa, projeto) para um propósito específico. O julgamento é baseado em critérios bem definidos que podem ser externos (relevância) ou internos (organização) e podem ser fornecidos ou conjuntamente identificados. Julgar o valor do conhecimento.</p> <p>Subcategorias: 6.1 Avaliação em termos de evidências internas; e 6.2 Julgamento em termos de critérios externos.</p> <p>Verbos: Avaliar, averiguar, escolher, comparar, concluir, contrastar, criticar, decidir, defender, discriminar, explicar, interpretar, justificar, relatar, resolver, resumir, apoiar, validar, escrever um <i>review</i> sobre, detectar, estimar, julgar e selecionar.</p>

Adaptada de Ferraz e Belhot (2010).