



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
Centro Acadêmico do Agreste
Núcleo de Formação Docente
Curso de Química - Licenciatura



**DESENVOLVIMENTO DE UM JOGO DIDÁTICO E ANÁLISE DE SUAS
CONTRIBUIÇÕES NO PROCESSO ENSINO E APRENDIZAGEM DO CONTEÚDO DE
TERMODINÂMICA DE SOLUÇÕES NO ENSINO SUPERIOR**

Maria Kelly Pereira da Silva

CARUARU
2017

Maria Kelly Pereira da Silva

**DESENVOLVIMENTO DE UM JOGO DIDÁTICO E ANÁLISE DE SUAS
CONTRIBUIÇÕES NO PROCESSO ENSINO E APRENDIZAGEM DO CONTEÚDO DE
TERMODINÂMICA DE SOLUÇÕES NO ENSINO SUPERIOR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Colegiado de Licenciatura em Química do Centro
Acadêmico do Agreste da Universidade Federal de
Pernambuco como requisito parcial para a obtenção do
título de Licenciado em Química.

Orientadora: Gilmara Gonzaga Pedrosa

**CARUARU
2017**

Catálogo na fonte:

Bibliotecária – Paula Silva – CRB/4-1223

S586d

Silva, Maria Kelly Pereira da.

Desenvolvimento de um jogo didático e análise de duas contribuições no processo ensino e aprendizagem do conteúdo de termodinâmica de soluções no ensino superior. / Maria Kelly Pereira da Silva. – 2017.

72f.; il.: 30 cm.

Orientadora: Gilmara Gonzaga Pedrosa.

Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Licenciatura em Química, 2017.

Inclui Referências.

1. Jogos educativos (Caruaru-PE). 2. Termodinâmica. 3. Ensino (Caruaru-PE). 4. Aprendizagem. I. Pedrosa, Gilmara Gonzaga (Orientadora). II. Título.

371.12 CDD (23. ed.)

UFPE (CAA 2017-185)

MARIA KELLY PEREIRA DA SILVA

“Desenvolvimento de um jogo didático e análise de suas contribuições no processo ensino e aprendizagem do conteúdo de termodinâmica de soluções no Ensino Superior”

Monografia Submetida ao Corpo Docente do Curso de Química – Licenciatura do Centro Acadêmico do Agreste da Universidade Federal de Pernambuco e aprovada em 24 de julho de 2017.

Banca Examinadora:

Profa. Dra. Gilmara Gonzaga Pedrosa (CAA – UFPE)
(Orientadora)

Prof. Me. João Roberto Ratis Tenório da Silva (CAA – UFPE)
(Examinador 1)

Prof. Dr. Ricardo Lima Guimarães (CAA – UFPE)
(Examinador 2)

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha família, pelo apoio durante minha trajetória acadêmica, caso contrário tudo teria sido mais difícil. Em especial a minha mãe, Maria José, que sempre me ajudou e me incentivou nos momentos difíceis. Ao meu esposo, José Ivo, por toda paciência e apoio dado. A meu filho, Ivo Filho, por quem luto todos os meus dias, para lhe garantir um futuro melhor. Aos meus irmãos, Kelvyn, Karoliny e Istherfany, por sempre estarem comigo e por ajudarem a cuidar do meu filho, juntamente com minha mãe, nos momentos em que mais precisei. E ao meu querido avô, João Pereira, que é como um pai para mim e sempre torceu pela minha felicidade.

“Rendei graças ao Senhor porque ele é bom, e a sua misericórdia dura para sempre.”

Salmos 107:1

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por tudo. Agradeço a Deus, pois sei que ele sempre esteve comigo, e nos momentos em que pensei em desistir, o Espírito Santo de Deus vinha a me consolar e dar forças para que eu pudesse seguir em frente.

Agradeço a toda minha família, em especial a minha mãe, Maria José por me ajudar de todas as formas possíveis. Agradeço ao meu esposo, José Ivo, pelo apoio dado durante toda a minha trajetória acadêmica.

As minhas irmãs Karoliny e Istherfany, e em especial ao meu irmão Kelvyn que por muitas vezes arriscou sua vida viajando 10 Km de moto, para ir me buscar às 00:00 horas na praça da cidade de Jurema, por não haver transporte para voltar para o distrito onde resido. Agradeço a eles também pelo apoio e por ajudarem a cuidar do meu filho, Ivo Filho, juntamente com a minha mãe.

Agradeço também em especial a minha orientadora, Gilmara Pedrosa, por toda paciência e ensinamentos dedicados a me ajudar na construção deste trabalho, por todo carinho e principalmente por toda dedicação e disponibilidade.

Agradeço a todos os professores que me acompanharam durante a graduação, em especial ao professor Ricardo Guimarães e as professoras Ana Paula Souza e Flávia Vasconcelos que também contribuíram para a construção deste trabalho.

A todos os meus amigos da graduação que estiveram comigo durante todos esses anos e os que de uma forma ou de outra também me ajudaram durante o processo de formação. Tenho enorme carinho por todos, e peço a Jesus os abençoe cada vez mais.

RESUMO

O uso de jogos como ferramenta auxiliar no Ensino de Química vem se tornando algo bastante comum, e muitos professores utilizam essa ferramenta como uma forma de tornar o processo de ensino e aprendizagem mais dinâmico, proporcionando aos alunos novos meios de construir seus conhecimentos. Porém geralmente por ser considerado complexo, o uso de jogos contendo conteúdos que envolvem cálculos, como os que são trabalhados na Físico-Química, não é comum, principalmente no Ensino Superior. Dessa forma, após ter sido observado um baixo rendimento na avaliação referente ao conteúdo de Termodinâmica de Soluções do componente curricular Físico-Química II, do Curso de Química-Licenciatura do CAA-UFPE nos semestres 2012.2 a 2015.2, elaborou-se o jogo didático QuiMisturas. O jogo foi aplicado na turma do semestre de 2016.2, e por meio de observações e questionário analisou-se de forma qualitativa, suas possíveis contribuições para o processo de ensino e aprendizagem. Após a aplicação do jogo observou-se uma melhora na média das notas da turma, quando comparada com as turmas dos semestres anteriores. O jogo também foi aplicado na turma 2017.1, na qual o resultado foi ainda melhor comparado ao da turma 2016.2. Portanto, o uso do jogo didático no ensino de Físico-Química mostrou ser uma ferramenta que contribuiu para a aprendizagem, refletindo no aumento das médias das notas das duas turmas nas quais o jogo foi aplicado.

Palavras-chaves: Jogo didático. Termodinâmica de soluções. Ensino e aprendizagem.

ABSTRAT

The use of games as an auxiliary tool in Teaching Chemistry has become quite common, and many teachers use this tool as a way to make the teaching and learning process more dynamic, giving students new ways to build their knowledge. However, generally because it is considered complex, the use of games containing content that involves calculations, such as those that are worked in Physical-Chemistry, is not common, especially in Higher Education. Thus, after observing a low performance in the exam referring to the content of Thermodynamics of Solutions of the discipline of Physical-Chemistry II of the Chemistry Course of CAA-UFPE in the semesters 2012.2 to 2015.2, the QuiMisturas didactic game was elaborated. The game was applied in the class of the semester of 2016.2, and through observations and questionnaire, its possible contributions to the teaching and learning process were analyzed qualitatively. After the application of the game, an improvement in the notes averages of the class was observed, when compared with the classes of the previous semesters. The game was also applied in the 2017.1 class, in which the result was even better compared to the class 2016.2. Therefore, the use of the didactic game in the teaching of Physical-Chemistry showed to be a tool that contributed to the learning, reflected in the increase of the notes averages of the two classes in which the game was applied.

Keywords: Didactic game, Thermodynamics of solutions, Teaching and learning

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 – Diagrama de fase pressão de vapor – composição.....	35
Figura 3.2 – Diagrama temperatura – composição de uma solução ideal	35
Figura 5.1 - Média das notas referente as três avaliações da disciplina Físico-Química II das turmas 2012.2 a 2015.2	39
Figura 5.2 - Média das notas referente as três avaliações da disciplina Físico-Química II das turmas 2012.2 a 2016.1	40
Figura 5.3 - Prioridade dada pelos alunos ao estudarem os conteúdos para a realização das avaliações.	43
Figura 5.4 – Imagem do tabuleiro do Jogo QuiMisturas.....	45
Figura 5.5 – Imagens dos cinco conjuntos de cartas que compõe o jogo.....	45
Figura 5.6 – Imagens do conjunto de cartas usadas na fase inicial do jogo	46
Figura 5.7 – Imagens das cartas referentes a cada um dos quatro tópicos do conteúdo.....	46
Figura 5.8 – Imagens dos alunos durante a aplicação do jogo	50
Figura 5.9 – Imagens da socialização das respostas para o grande grupo.....	50
Figura 5.10 - Média das notas referente às três avaliações das turmas 2012.2 a 2016.2 e a média da primeira e segunda avaliação da turma 2017.1 da disciplina Físico-Química II.....	52
Figura 5.11 - Respostas dos alunos para a afirmação: O conteúdo do jogo é relevante para meus interesses.	54
Figura 5.12 - Respostas dos alunos para a afirmação: O jogo foi mais difícil de entender do que eu gostaria.	55
Figura 5.13 - Respostas dos alunos para a afirmação: Completar os exercícios do jogo me deu um sentimento de realização	56
Figura 5.14 - Respostas dos alunos para a afirmação: Eu não percebi o tempo passar enquanto jogava.	57
Figura 5.15 - Respostas dos alunos para a afirmação: Esforcei-me para ter bons resultados no jogo. .	58
Figura 5.16 - Respostas dos alunos para a afirmação: Houve momentos em que eu queria desistir do jogo.....	59
Figura 5.17 - Respostas dos alunos para a afirmação: A colaboração no jogo ajuda a aprendizagem..	60
Figura 5.18 - Respostas dos alunos para a afirmação: Depois do jogo consegui perceber qual parte do conteúdo preciso estudar mais para melhorar meu aprendizado	61
Figura 5.19 - Respostas dos alunos para a afirmação: Senti que estava tendo progresso durante o desenrolar do jogo	62
Figura 5.20 - Respostas dos alunos para a afirmação: Depois do jogo consigo compreender melhor os conteúdos apresentados no jogo.	63

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. O uso de jogos no aprimoramento de atitudes dos alunos.....	23
Quadro 2. Tópicos tratados no conteúdo de termodinâmica de soluções.....	37

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS.....	14
2.1	Objetivo Geral.....	14
2.2	Objetivos Específicos.....	14
3	REVISÃO DE LITERATURA	15
3.1	A Química e as dificuldades encontradas na aprendizagem de seus conceitos	15
3.2	Ensino e aprendizagem da Química em Nível Superior	17
3.3	Jogo: definição e uso de jogos no processo de ensino e aprendizagem na formação de professores.....	18
3.4	Termodinâmica de soluções.....	24
3.4.1	Descrição termodinâmica das misturas	24
3.4.2	Propriedades coligativas.....	29
3.4.3	Atividades.....	31
3.4.4	Diagrama de fases	33
4	METODOLOGIA	36
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
5.1	Resultados da análise do questionário direcionado aos discentes que cursaram a disciplina de Físico-química II	40
5.2	Jogo QuiMisturas: Descrição do jogo didático desenvolvido.....	44
5.3	Descrição da aplicação do jogo.....	48
5.4	Resultados da análise do questionário aplicado aos discentes que participaram do jogo na disciplina de Físico-Química II	51
6	CONCLUSÃO	64
	REFERÊNCIAS	65
	APÊNDICES	68
	APÊNDICE A – Questionário Investigativo I	68
	APÊNDICE B – Questionário Investigativo II	70

1 INTRODUÇÃO

As causas das dificuldades na aprendizagem dos conceitos químicos, bem como de conceitos relacionados a outras disciplinas, podem estar relacionadas a fatores como o contexto social em que o aluno está inserido e a carência de conhecimentos básicos da disciplina. Conhecimentos esses que deveriam ter sido assimilados durante a trajetória escolar do aluno, e essa carência de conhecimentos acaba se arrastando até o Ensino Superior. Muitos professores de Química, tanto do Ensino Médio como também do Ensino Superior, acreditam que a maioria dos alunos apresenta dificuldades na disciplina, pois eles têm pouco conhecimento dos conceitos de química, mesmo depois de terem estudado a disciplina desde o Ensino Fundamental (SANTOS *et al* 2014). Isso fica claro para os professores, pois são poucos alunos que conseguem associar e explicar problemas que exijam algum conhecimento da referida disciplina, por mais simples que sejam.

Outro fator ligado diretamente à dificuldade na aprendizagem deve-se a não compreensão do aluno em relação ao significado do que está sendo ensinado. Muitas vezes, o aluno mesmo não compreendendo o que está sendo ensinado, não procura o professor para o esclarecimento de dúvidas e também nenhum outro meio, pois o que está sendo ensinado, e/ou como está sendo ensinado, não desperta o interesse do aluno. Neste contexto, dá a entender que o professor ensina e o aluno finge que aprende (SOARES, 2004, p. 14).

Dessa forma, é muito importante que os professores busquem sempre novos meios de avaliar a aprendizagem dos alunos, procurando aprimorar e refletir sobre suas formas de ensinar, articulando também seus objetivos de ensino, relacionados aos conteúdos, a uma linguagem mais acessível para o aluno (GATTI, 2003, p. 102).

Assim, na tentativa de aprimorar a forma de ensino, a utilização de jogos no processo de ensino e aprendizagem tem ganhado espaço, pois ele é visto como um estímulo para que o aluno desenvolva novas formas de aprendizagem e também pode ser uma oportunidade para que eles aprendam a trabalhar em grupo (FALKEMBACH, 2013). No entanto, o professor quando utiliza um jogo como um instrumento para auxiliar o processo de ensino e aprendizagem, ele não tem como prever qual será a reação do jogador durante o jogo, pois essa depende da motivação de cada um, como um fator interno, e também depende de estímulos externos, como o comportamento de outros jogadores (KISHIMOTO, 1994 p. 114).

Na última década houve um aumento expressivo do uso de jogos no ensino de química, sendo constatado pelo crescente número de trabalhos apresentados em congressos e

encontros nacionais, bem como artigos publicados em periódicos da área (SOARES, 2016). No entanto, a maioria dos jogos desenvolvidos são aplicados no Ensino Médio, o que mostra que a utilização de jogos no Ensino Superior ainda é limitada, comparada como o Ensino Médio. Com relação aos conteúdos abordados, são pouquíssimos os jogos que tratam de temas relacionados com a Físico-Química, tanto para aplicação no nível do Ensino Médio como do Ensino Superior (Cunha et al 2012). Desta forma, a proposta desse trabalho se enquadra dentro da perspectiva de poder contribuir com o processo de ensino e aprendizagem do conteúdo de Físico-Química no Ensino Superior, por meio do uso de um jogo didático.

O presente trabalho apresentou como principais etapas o desenvolvimento, aplicação e análise de um jogo didático, como instrumento para auxiliar no processo de ensino e aprendizagem do conteúdo de Termodinâmica de Soluções. Este conteúdo é ministrado no componente curricular Físico-Química II no 7º período do curso de Química-Licenciatura do CAA-UFPE. A motivação para o desenvolvimento deste trabalho surgiu a partir da observação da docente que ministra o referido componente curricular. Após ministrar a disciplina, durante sete períodos, que correspondeu aos semestres 2012.2 a 2015.2, a docente verificou que as notas das avaliações referentes ao conteúdo de Termodinâmica de Soluções, 1ª avaliação do semestre, em praticamente todas as turmas, eram sempre menores comparadas às notas das demais avaliações.

O jogo proposto tem a finalidade auxiliar no processo ensino e aprendizagem deste conteúdo, que além da parte relacionada aos cálculos é necessário ter conhecimento conceitual. Como a Físico-Química envolve cálculos, os alunos muitas vezes se dedicam mais aos cálculos deixando a parte conceitual um pouco de lado, o que inviabiliza que o aluno relacione estas duas partes para compreensão do conteúdo, bem como ampliar o conhecimento sobre o significado de cada termo que se aplica o conteúdo de Termodinâmica de Soluções. O jogo desenvolvido pode também ser usado como um instrumento para auxiliar e direcionar os discentes nos estudos, no qual os mesmos possam descobrir o que precisa ser melhorado para aprendizagem do conteúdo.

Sendo assim, este trabalho trata sobre as contribuições que um jogo didático pode desempenhar em relação ao processo ensino e aprendizagem do conteúdo de Termodinâmica de Soluções, ministrado no componente curricular Físico-Química II, do sétimo período do Curso de Química-Licenciatura do CAA-UFPE.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Desenvolver um jogo didático para o processo de ensino e aprendizagem do conteúdo de Termodinâmica de Soluções no Ensino Superior.

2.2 Objetivos Específicos

- Investigar as principais dificuldades na aprendizagem do conteúdo de Termodinâmica de Soluções no Ensino Superior.
- Avaliar as contribuições do jogo no processo de ensino e aprendizagem do conteúdo de Termodinâmica de Soluções no Ensino Superior.
- Verificar se o uso do jogo permite uma autoavaliação dos discentes em relação à aprendizagem do conteúdo.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 A Química e as dificuldades encontradas na aprendizagem de seus conceitos

Ao estudarem a disciplina de Química, uma das grandes dificuldades de aprendizagem que os estudantes do Ensino Médio e Fundamental se deparam encontra-se, especialmente, na linguagem química. Com isto é necessário que os professores expliquem os conceitos químicos utilizando uma linguagem mais acessível para o aluno, facilitando assim sua compreensão, mas tendo o cuidado para não distorcer a teoria científica (SOUZA; JUSTI, 2011, p. 41).

No caso de estudantes de Licenciatura em Química, as dificuldades não são tão distintas, mesmo sendo um curso escolhido pelo aluno por causa da afinidade com a Química. Se o discente não compreende a linguagem química ele possivelmente terá dificuldade na aprendizagem dos conceitos e conseqüentemente na resolução de cálculos químicos. Essa dificuldade encontrada pode ser atribuída a fatores como a não compreensão dos conceitos envolvidos no conteúdo estudado, e também de conceitos fundamentais que os alunos deveriam ter conhecimento. Por exemplo, para que o estudante saiba como a superfície de contato influencia na velocidade da reação é preciso que ele tenha um conhecimento prévio sobre o que seria essa superfície de contato (PIO; JUSTI, 2006 *apud* SANTOS *et al*, 2014).

A passividade dos alunos durante as aulas é outro fator que resulta no baixo índice de aprendizagem, pois apenas prestar atenção na explicação do professor, memorizar os conceitos e responder atividades não significa que houve aprendizagem. É necessário que o aluno saiba relacionar os conteúdos estudados com experiências anteriores, questionar e discutir o que está sendo ensinado e construir seu próprio conhecimento (SANTOS, 2001, p. 75).

Diante disso, uma das grandes dificuldades encontradas pelos professores é a falta de motivação e interesse de alguns alunos, que acaba interferindo na aprendizagem dos conceitos abordados. E essa desmotivação pode estar relacionada com o desenvolvimento da aula que foi planejada pelo professor (MORAES; VARELA, 2007, p. 2).

O professor deve sempre procurar se colocar no lugar dos alunos, pois na sala de aula ele tem a função de facilitar a aprendizagem dos mesmos e não de usar seu grau de instrução para impor seu autoritarismo. É sabido que o interesse não pode ser gerado, e sim despertado, e que só existe motivação quando há interesse. É aí que entra o papel do professor que é

despertar o interesse dos alunos para algo que eles ainda não têm conhecimento (SOARES, 2004, p.13).

Quando ensina determinado conteúdo, o professor conhece a importância do mesmo, que servirá tanto para dar continuação ao que foi ensinado ou relacionar com conceitos que serão estudados posteriormente, como também para explicar os fenômenos ocorridos no nosso cotidiano. Porém, não é suficiente que apenas o professor tenha conhecimento da importância do que está sendo ensinado é preciso que o aluno também consiga compreender essa importância para que ele mesmo possa construir seus conhecimentos (GOMES; MACEDO, 2007).

O currículo do Ensino Médio é regido pela Lei de Diretrizes e Base da Educação Nacional, LDB, (BRASIL, p. 29, 1996) e como descrito no Art.36 da LDB, o currículo do Ensino Médio: “destacará a educação tecnológica básica, a compreensão do significado da ciência, das letras e das artes; o processo histórico de transformação da sociedade e da cultura; a língua portuguesa como instrumento de comunicação, acesso ao conhecimento e exercício da cidadania”. Desta forma, no Ensino Médio, os alunos não têm opção de escolher qual área do conhecimento ou disciplina irão estudar, e mesmo não se identificando com algumas disciplinas, eles precisam estudá-las durante esse processo de formação. Portanto, até o fim desta fase de seus estudos, eles irão se deparar com disciplinas e conceitos que os interessam, apresentando ou não facilidade na aprendizagem, e também o contrário, irão se deparar com disciplinas não interessantes para eles, apresentando muitas vezes dificuldades no aprendizado.

Para incentivar os alunos a estudarem, a instituição escolar utiliza a atribuição de notas que resultará na aprovação ou não dos alunos e posteriormente a passagem de um nível de escolaridade mais baixo para um de maior nível. O problema é que as notas, não necessariamente, revelam a aprendizagem dos alunos em relação ao que foi ensinado (SOARES, 2004, p. 14).

O processo avaliativo no Ensino Superior é semelhante ao do nível básico, referente à atribuição de notas para aprovação, porém é interessante que ao final de um período de ensino e aprendizagem o docente proporcione aos alunos uma autoavaliação, para que eles mesmos possam avaliar suas responsabilidades e analisar se o tempo de estudo dedicado por eles foi condizente com o desempenho obtido (GRISA et al, 2007. p.2).

3.2 Ensino e aprendizagem da Química em Nível Superior

No Ensino Superior os estudantes, de certa forma, têm a opção de escolher a área que eles mais se identificam e se interessam. No entanto, mesmo nessa condição, não significa que os estudantes não irão apresentar dificuldades em aprender os conteúdos relacionados à sua área de interesse. Durante o curso de Química Licenciatura, o Licenciando precisa buscar compreender os conceitos, leis e princípios da Química, bem como suas áreas afins, além de compreender os assuntos relacionados à parte pedagógica para transpor estes conhecimentos para a linguagem do Ensino Médio (BRASIL, 2001). Porém cada estudante possui suas particularidades em relação às dificuldades ou facilidades na aprendizagem de conceitos químicos, ou seja, isso tudo é muito relativo e pode depender também da base de conceitos químicos que os mesmos trouxeram para o Ensino Superior.

O conhecimento prévio dos discentes é muito importante para a construção ou reconstrução do conhecimento, pois as ideias e os conhecimentos que os alunos possuem servem como base para o processo da aprendizagem, mesmo que esse conhecimento não tenha uma relação direta com o que o professor pretende ensinar (WEISZ; SANCHEZ, 2006 p. 93)

Ainda segundo Weisz e Sanchez (2006), uma das formas que os professores utilizam para acompanhar a aprendizagem dos estudantes é através da avaliação, que pode ser escrita ou por meio da observação, de acordo com a participação dos alunos. No entanto, a avaliação não serve somente como uma forma de avaliar o aluno, mas também como uma forma do próprio professor avaliar sua metodologia de ensino, que o conduza para uma melhoria ou modificação de seus métodos, sendo equivalente para todos os níveis de ensino.

O Ensino Superior é uma realidade em que os discentes têm a oportunidade de descobrir e ampliar informações sobre determinada área de interesse. A formação acadêmica tem um papel indispensável como um recurso social e econômico, e esse processo de formação não se limita aos anos de estudo na Universidade, esse processo é contínuo (ZABALZA, 2004, p. 12, 28).

Geralmente, em algumas áreas da Química como a Físico-Química, grande parte dos discentes declara sua desmotivação com o estudo desta disciplina por considerá-la muito complexa (SANTOS, 2002, p. 115). Essa percepção que os discentes têm sobre o componente curricular pode estar relacionada à prática comum em sala de aula, que consiste na transmissão-recepção de conhecimentos que, muitas vezes, deixam lacunas no processo de

aprendizagem (NEVES. 2012). A prática em sala de aula, principalmente relacionada à área de ciências exatas, de certa forma, está diretamente ligada à demonstração.

Em relação aos métodos de ensino, Moran (2011) afirma que:

Muitas formas de ensinar não se justificam mais. Perdemos tempo demais, aprendemos pouco, desmotivamo-nos continuamente. Tanto professores como alunos, têm a clara sensação de que muitas aulas convencionais estão ultrapassadas. (MORAN, 2011, p.11).

Podemos concordar com Moran (2011) em relação ao ensino convencional estar ultrapassado, pois mesmo a sociedade estando evoluindo e passando por constantes avanços tecnológicos não se nota grandes mudanças no modo de ensinar, que muitas vezes se restringe ao método tradicional de ensino. Com isso, vale ressaltar que cada aluno pode ter uma maneira diferente de atingir a aprendizagem sobre aquilo que é proposto pelo professor. Quando se trata do ensino das ciências exatas, por exemplo, pode ser que alguns alunos consigam aprender observando o professor resolver exercícios e ouvindo a explanação do conteúdo, maneira convencional de ensino, porém outros alunos necessitem de outras formas para aprender. Moran (2011, p.23) ainda afirma que “aprendemos mais quando estabelecemos pontes entre reflexão e a ação, entre experiência e a conceituação entre teoria e prática: quando ambas se alimentam mutuamente”. Isso se aplica a Química e suas áreas afins.

Embora não seja comum o uso de novas estratégias de ensino em Nível Superior nas disciplinas que envolvem cálculos, justamente por causa da complexidade dos mesmos, aos poucos ferramentas de ensino, como os jogos didáticos, vem ganhando espaço nas Universidades e os mesmos podem se tornar um excelente instrumento auxiliador na aprendizagem, desde que sejam planejados adequadamente (CUNHA et al 2012).

3.3 Jogo: definição e uso de jogos no processo de ensino e aprendizagem na formação de professores

Não é simples dar uma definição para o jogo, pois ao pronunciar a palavra jogo cada um pode ter uma compreensão diferente sobre ela.

Quando se diz a palavra jogos pode-se estar falando de jogos políticos, de adultos, de crianças, de animais ou de amarelinha, de xadrez, de adivinhas, de contar estórias, de brincar de "mamãe e filhinha", de dominó, de quebra-cabeça, de construir barquinho e uma infinidade de outros. Tais jogos, embora recebam a mesma denominação, têm suas especificidades (KISHIMOTO, 1994 p.105).

Como podemos perceber, a palavra jogo possui diversos conceitos. Uma série de ações realizadas pelas pessoas, sejam estas realizadas com algum material concreto ou não, podem ser consideradas como jogos. Ainda sobre a tentativa de definir o jogo, Kishimoto (1994, p.107) afirma que: “Uma mesma conduta pode ser jogo ou não jogo, em diferentes culturas, dependendo do significado a ela atribuído. Por tais razões fica difícil elaborar uma definição de jogo que englobe a multiplicidade de suas manifestações concretas”.

Pode-se afirmar também que há diversas definições para a palavra jogo até para indivíduos de um mesmo contexto social, pois não existe uma homogeneidade de pensamentos (HUIZINGA, 2000).

Para Cunha (2012), é importante diferenciar e definir dois termos:

- 1- Jogo educativo que envolve ações ativas e dinâmicas, permitindo amplas ações na esfera corporal, cognitiva, afetiva e social do estudante, ações essas orientadas pelo professor, podendo ocorrer em diversos locais.
- 2- Jogo didático que está diretamente relacionado ao ensino de conceitos e/ou conteúdos, organizado com regras e atividades programadas e que mantém um equilíbrio entre a função lúdica e a função educativa do jogo, sendo, em geral, realizado na sala de aula ou no laboratório.

De modo geral, há muito tempo que os jogos fazem parte da nossa vida, e estão presentes em muitos momentos não só na infância. Na aprendizagem os jogos podem ser ferramentas de ensino eficientes, pois por meio deles podemos não somente promover a diversão, mas também adquirir motivação aumentando assim a capacidade de compreensão do que foi ensinado (TAROUCO, 2004).

Para Falkembach, (p.4, 2013), os jogos podem explorar diversos aspectos como:

- A ludicidade nos jogos de exercício, simbólicos e de construção.
- Os jogos que apelam para o raciocínio prático, a discriminação e a associação de ideias favorecem a aquisição de condutas cognitivas.
- Os jogos que exploram a aplicação de regras, a localização, a destreza, a rapidez, a força e a concentração ajudam no desenvolvimento de habilidades funcionais.
- Os jogos que ajudam a desenvolver a confiança, a autonomia e a iniciativa, auxiliam na aquisição de condutas afetivas.

Quando se fala de jogos se imagina que ele proporcione um prazer ao ser jogado, porém existem casos que o desprazer é o elemento que o caracteriza. Isso ocorre, pois, ao praticar um determinado jogo, o jogador pode realizar um esforço que não lhe agrada, com a intenção de se alcançar o objetivo da brincadeira, por exemplo, quando o jogador precisa

pagar uma prenda, por cometer algum erro durante o jogo (VIGOTSKY, 1988 *apud* KISHIMOTO, 1994, p.113).

Durante o jogo, pode ser que mesmo havendo algum esforço que não agrada o jogador o mesmo acaba o realizando, isso ocorre por que no jogo existem regras e estas precisam ser cumpridas, caso contrário o jogador poderá desistir de participar do jogo. Kishimoto (1994) afirma que:

A característica marcante em todos os jogos é existência de regras. Há regras explícitas e regras implícitas, estas regras internas, ocultas que ordenam e conduzem a brincadeira. Finalmente, todo jogo acontece em um tempo e espaço, com uma sequência própria da brincadeira (KISHIMOTO, 1994 p.113).

De acordo com Cunha (2012), o papel do professor é despertar o interesse do aluno, papel esse que acaba se tornando um desafio. O professor é o gerador de situações que estimula e desperta o interesse do estudante para aprendizagem. Nesse caso, o professor pode se utilizar de ferramentas motivadoras como, por exemplo, o jogo didático que pode ser usado como auxílio para a aprendizagem de conhecimentos químicos. O uso de jogos didáticos em sala de aula ajuda não somente os alunos a construir novas formas de pensamento, mas proporciona aos professores uma postura de orientador, buscando novas maneiras de incentivar os alunos para aprendizagem e, portanto, acaba por construir outras formas de avaliação da aprendizagem.

Sendo assim, para Moreira (1999 p.143):

Em relação à aprendizagem, um dos meios mais eficazes de conduzir os alunos para a aprendizagem consiste em colocar o aluno em confronto experiencial direto com problemas práticos de natureza social, ética e filosófica ou pessoal e com problemas de pesquisa.

Nesse caso, o professor pode utilizar-se de questionamentos que proporcionem aos alunos a oportunidade em que os mesmos possam construir seus conhecimentos (SANTOS, 2002, p.126).

No ensino de Química, bem como em outras áreas, a utilização de um jogo didático, após um dado conteúdo ter sido ministrado, também pode proporcionar ao estudante um ambiente onde ele poderia fazer uma autoavaliação de seus conhecimentos em relação a este conteúdo. Ou seja, seria uma maneira de fazer com que o estudante percebesse o quanto ele compreendeu ou não o conteúdo ensinado, de tal forma que busque melhorar nos pontos que se encontram as dificuldades.

Para Moratori (2003):

Um jogo, para ser útil no processo educacional, deve promover situações interessantes e desafiadoras para a resolução de problemas, permitindo aos aprendizes uma autoavaliação quanto aos seus desempenhos, além de fazer com que todos os jogadores participem ativamente de todas as etapas (MORATORI, 2003).

O jogo pode ser também um ótimo aliado para quebrar certa formalidade entre professor e aluno. Nesse caso, o professor pode propor um jogo na sala de aula em que os próprios alunos socializem suas opiniões para tentar alcançar melhorias no jogo com o objetivo de construir uma melhor aprendizagem (SOARES, 2004 p.3).

Diante disso, o jogo passou a ser um instrumento de apoio na formação de professores, que leva os docentes de Química a sair um pouco do ensino tradicional, pois eles criam novas estratégias de ensino, por meio do uso do lúdico, para se chegar à aprendizagem de conhecimentos científicos (CAVALCANTI *et al*, 2012 p. 3).

Soares (2004) afirma que:

Não basta colocar o conhecimento à disposição do aprendiz. Faz-se necessário mostrar a ele sua capacidade de agir e interagir com o mesmo. Portanto, relacionando-se interesse com aprendizagem, jogos e brinquedos podem estar inseridos na aprendizagem e na construção do conhecimento, considerando-se que o jogo seja um caminho e não um produto acabado (SOARES, 2004, p.16).

De acordo com Soares (2004), a manipulação de materiais, que não são utilizados frequentemente na sala de aula, facilita a aprendizagem de conceitos e auxiliam os professores na prática de ensino.

Não é raro o uso de jogos adaptados para o ensino, porém nem todos os conceitos da Química, por exemplo, são trabalhados com auxílio de jogos. Isso se dá, justamente, porque muitos dos conceitos envolvem cálculos, e sua adaptação seria algo mais complexo (CUNHA *et al*, 2012).

Os jogos educativos também podem ser eletrônicos, nesse caso é necessário utilizar computadores ou outros equipamentos eletrônicos adequados, para alcançar um objetivo educacional. Como a tecnologia está relacionada, este tipo de jogo se torna um instrumento atrativo e motivador. Para se alcançar o objetivo desejado é preciso que o jogo seja planejado de maneira adequada e que as estratégias sejam voltadas não só para a diversão, mas também para que os jogadores desenvolvam novas formas de aprendizagem (MORATORI, 2003). Porém, não menos trabalhosos em relação ao seu desenvolvimento e construção, os jogos didáticos na forma de tabuleiro, cartas, dominó e outros, podem também ser elaborados para que os participantes tenham um contato direto com as peças do jogo, podendo promover uma

dinamicidade ao mesmo. Tornar uma aula mais dinâmica, de certa forma, pode significar mais trabalho para o docente, porém a aprendizagem, por parte dos alunos, pode trazer resultados gratificantes para o professor, fazendo com o que mesmo possa refletir e buscar sair da monotonia da sua forma de ensino (FIALHO, 2008).

O Professor como mediador do conhecimento tem o papel importante de orientar os alunos nas atividades e esclarecer os objetivos dos jogos aplicados em sala de aula. O professor também deve ter uma preocupação com a coerência em relação ao nível de dificuldade, as regras e os conceitos que podem ser explorados com a aplicação do jogo didático (CUNHA, p. 97, 2012).

Diante do que foi visto, ficou claro que o professor precisa adequar o jogo ao seu planejamento didático para assim aplicá-lo na aula no momento que for mais favorável para aprendizagem dos alunos. É importante também que o professor teste o jogo antes de aplicar em sala de aula, evitando assim problemas durante sua execução e até mesmo para perceber se é necessário reformular o jogo (CUNHA, p. 95, 2012).

Cunha (2012) destaca ainda que um jogo pode localizar-se no planejamento didático do professor para:

- 1- Apresentar um conteúdo programado;
- 2- Ilustrar aspectos relevantes de conteúdo;
- 3- Avaliar conteúdos já desenvolvidos;
- 4- Revisar e/ou sintetizar pontos ou conceitos importantes do conteúdo;
- 5- Destacar e organizar temas e assuntos relevantes do conteúdo químico;
- 6- Integrar assuntos e temas de forma interdisciplinar;
- 7- Contextualizar conhecimentos.

É preciso também que o professor proporcione um equilíbrio entre a função lúdica e a educativa, pois se a função educativa prevalecer, terá mais ensino e nesse caso os alunos podem acabar se desmotivando para continuar a jogar. Se por outro lado, a função lúdica prevalecer, pode ser que o objetivo de levar os alunos a uma aprendizagem dos conceitos não seja alcançado de forma desejada (SOARES, p. 36, 2004).

Além de proporcionar um equilíbrio entre as funções lúdica e educativa, o professor precisa reconhecer que um jogo didático desenvolvido e aplicado de forma adequada promove uma maior satisfação nos alunos na realização das atividades. Flemming (2004) relata algumas atitudes dos alunos, mostradas no Quadro 1, que podem ser aprimoradas com o uso de jogos evidenciando assim, sua importância no ensino e aprendizagem.

Quadro 1. O uso de jogos no aprimoramento de atitudes dos alunos.

Atitudes	Ponto positivo
Relativas à disciplina	Trabalhar com jogos em sala de aula proporciona ao aluno aprender a respeitar as orientações do aplicador bem como respeitar as decisões dos colegas e também a refletir o modo de agir para que sua atitude não prejudique o seu comportamento.
Relativas ao "interesse" e a "atenção"	O jogo pode despertar o interesse do aluno pelo o estudo, para que, nesse caso, o mesmo não corra o risco de prejudicar a sua equipe ou para não se passar por um aluno que não sabe jogar, levando-o a ter mais atenção para conseguir alcançar o objetivo do jogo.
Relativas a certos complexos	Observa-se que, no decorrer da aplicação do jogo mudanças no comportamento de alguns alunos, ou seja, um aluno que durante as aulas tradicionais se mostrava ser triste e com dificuldade de socialização, quando o mesmo participa do jogo pode se comportar de maneira alegre e comunicativa.
Relativas à solidariedade	Aprender a vencer e a perder também, respeitando sempre o outro.
Honestas e leais	O aluno deve ter consciência que não pode trapacear para alcançar o objetivo do jogo e sim desenvolver atitudes honestas.

Fonte: FLEMMING, 2004.

Em cursos de licenciaturas, o uso de tecnologias e ferramentas variadas e adequadas para motivar o aluno não é algo comum, o professor é formado para valorizar conteúdos e ensinamentos privilegiando a aula expositiva para transmitir esses ensinamentos (MORAN, 2011. p. 133,134).

Atualmente se faz necessário que o licenciando seja preparado, desde o início de sua formação, para lidar com uma sociedade em que despertar o interesse dos alunos se tornou algo muito difícil. O professor que está sendo formado precisa conhecer várias estratégias de ensino que podem ser usadas tanto para motivar o seu futuro aluno, como também responder aos mais diferentes ritmos e formas de aprendizagens (MORAN, 2011. p. 144). Assim,

quando os jogos são inseridos como parte da metodologia das disciplinas de cursos de licenciatura, a utilização desses pode servir como experiência para o próprio licenciando, que está em formação, aplicar futuramente na sua prática docente.

O uso de jogos, como ferramenta diferenciada de ensino, no Ensino Superior, como podem ocorrer também em outros níveis de ensino, focalizam conhecimentos prévios, que são muito importantes para o bom desempenho em atividades acadêmicas, seja qual for a área, podendo se tratar de um *feedback* construtivo. Os jogos podem ser usados em diversos momentos, como por exemplo, sanar dúvidas ou para ativar a memória, de forma lúdica e prazerosa (KESSLER *et al*, 2010).

Quando os jogos desenvolvidos para o Ensino Superior estão dentro de um planejamento adequado, com o objetivo de alcançar uma melhor aprendizagem, podem contribuir para o desenvolvimento de competências necessárias ao acadêmico. Entre as competências desenvolvidas podemos citar tais como: enfrentar desafios, buscar soluções além de estimular a argumentação, a organização das ideias, a crítica, a intuição e a criação de estratégias (KESSLER *et al*, 2010).

Dessa forma, o desenvolvimento e a utilização de jogos didáticos como ferramentas auxiliar podem contribuir para processo de ensino e aprendizagem de conteúdos que envolvem teoria e cálculo, como os que são vistos em Físico-química no conteúdo de Termodinâmica de soluções.

3.4 Termodinâmica de soluções

Neste tópico serão abordados alguns dos principais conceitos envolvidos no conteúdo de termodinâmica de soluções. Toda esta fundamentação teórica está baseada principalmente nos livros: ATKINS, P.; PAULA, J., **Físico-Química**, vol.1, 8ª ed. Editora LTC, 2008 e MCQUARRIE, D. A.; SIMON, J. D., **Physical chemistry: a molecular approach**, Editora University Science Books, 1997.

3.4.1 Descrição termodinâmica das misturas

A química trabalha com misturas, e também com misturas de substâncias que podem reagir entre si. As grandezas termodinâmicas, utilizadas na descrição de sistemas que contém

apenas substâncias simples, podem ser generalizadas para tratar de sistemas constituídos de substâncias que estão misturadas.

Grandezas parciais molares

A termodinâmica de soluções trata de sistemas multicomponentes, porém para simplificar os cálculos, considera-se o tratamento para misturas binárias, ou seja, mistura de dois componentes. No entanto, a maioria dos conceitos que serão apresentados são aplicáveis a sistemas multicomponentes. Considerando uma solução composta por n_1 mol do componente 1 e n_2 mol do componente 2, a energia de Gibbs (G) desta solução é uma função da temperatura (T), da pressão (P) e dos dois números de mol n_1 e n_2 . Logo, a dependência de G nessas variáveis pode ser descrita como $G = (T, p, n_1, n_2)$. (MCQUARRIE; SIMON, 1997.p.963). O diferencial total de G é dada por:

$$dG = \left(\frac{\partial G}{\partial T}\right)_{P, n_1, n_2} dT + \left(\frac{\partial G}{\partial P}\right)_{T, n_1, n_2} dP + \left(\frac{\partial G}{\partial n_1}\right)_{P, T, n_2} dn_1 + \left(\frac{\partial G}{\partial n_2}\right)_{P, T, n_1} dn_2 \quad (1)$$

Se a composição da solução for constante, de modo que $dn_1 = dn_2 = 0$, então a equação 1 fica da seguinte forma:

$$dG = \left(\frac{\partial G}{\partial T}\right)_{p, n_1, n_2} dT + \left(\frac{\partial G}{\partial p}\right)_{T, n_1, n_2} dp \quad (2)$$

na qual,

$$\left(\frac{\partial G}{\partial T}\right)_{p, n_1, n_2} = -S(p, T, n_1, n_2) \quad \text{e} \quad \left(\frac{\partial G}{\partial p}\right)_{T, n_1, n_2} = V(p, T, n_1, n_2)$$

Ficando,

$$dG = -SdT + Vdp \quad (3)$$

As derivadas parciais de G em relação ao número de mols são chamadas de potenciais químicos, ou energia de Gibbs parcial molar. A notação padrão para o potencial químico é μ , assim podemos escrever a equação 1 como:

$$dG = -SdT + Vdp + \mu_1 dn_1 + \mu_2 dn_2 \quad (4)$$

na qual,

$$\mu_j = \mu_j(T, p, n_1, n_2) = \left(\frac{\partial G}{\partial n_j} \right)_{T, p, n_{i \neq j}} = G_j \quad (5)$$

O potencial químico de cada componente na solução desempenha um papel central na determinação das propriedades termodinâmicas da solução. Outras variáveis termodinâmicas extensivas têm valores molares parciais associados, embora apenas a energia de Gibbs parcial molar tenha um símbolo e um nome especiais. Por exemplo, $(\partial S / \partial n_j)_{T, p, n_{i \neq j}}$ é chamada de entropia molar parcial representada por S_j e $(\partial V / \partial n_j)_{T, p, n_{i \neq j}}$ é chamado de volume parcial molar e é representado por V_j . Generalizando, se $Y = Y(T, p, n_1, n_2)$ é alguma propriedade termodinâmica extensiva, então sua quantidade parcial molar associada é representada por Y_j por definição:

$$Y_j = Y_j(T, p, n_1, n_2) = \left(\frac{\partial Y}{\partial n_j} \right)_{T, p, n_{i \neq j}} \quad (6)$$

Fisicamente, a quantidade parcial molar Y_j é uma medida de como Y muda quando n_j é alterado enquanto T , P e outros números de mols são constantes.

As quantidades molares parciais são quantidades termodinâmicas intensivas. Podemos usar a propriedade intensiva das grandezas parciais molares para derivar uma das mais importantes relações para soluções (MCQUARRIE; SIMON, 1997.p.964). Como exemplo, iremos considerar uma solução binária, isto é, uma solução composta por dois líquidos diferentes. A energia de Gibbs de uma solução binária é dada pela equação 4:

$$dG = -SdT + Vdp + \mu_1 dn_1 + \mu_2 dn_2$$

Com T e P constantes tem-se:

$$dG = \mu_1 dn_1 + \mu_2 dn_2 \quad (7)$$

Integrando a equação anterior, temos:

$$G(T, P, n_1, n_2) = \mu_1 n_1 + \mu_2 n_2 \quad (8)$$

Note que $G = \mu n$ para um sistema de um componente, que mostra que μ é a G por mol para um sistema puro. Geralmente, a grandeza parcial molar de alguma quantidade termodinâmica extensiva de uma substância pura é seu valor molar.

A grandeza parcial molar que tem uma interpretação física mais fácil de compreender é o volume parcial molar, para o qual a equação equivalente a equação 8 é:

$$V(T, p, n_1, n_2) = V_1 n_1 + V_2 n_2 \quad (9)$$

O V_j de uma substância J numa mistura é a variação de volume da mistura provocada pela adição de um mol de J a um grande volume da mistura. Assim, se adicionarmos 1 mol de água pura a um grande volume de água pura vai haver um aumento de 18 cm^3 , assim podemos dizer que $18 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1}$ é o volume parcial molar da água pura. Porém se adicionarmos 1 mol de água a um grande volume de etanol o aumento do volume seria apenas 14 cm^3 , e a grandeza $14 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1}$, é o volume parcial molar da água no etanol (ATKINS, 2010 p.123).

Potenciais químicos dos Líquidos

Para discutir as propriedades de equilíbrio das soluções líquidas, precisamos saber como G de um líquido varia com a composição. Para isto, vamos usar do fato de que o μ de uma substância presente como vapor em equilíbrio com o líquido, deve ser igual ao μ da substância na fase líquida (ATKINS, 2010 p.129).

(a) Soluções ideais

As substâncias puras e as grandezas pertinentes a elas serão representadas usando um sobrescrito*, sendo assim o potencial químico de uma substância (A) pura é representado por μ_A^* . Sendo p_A^* a pressão de vapor do componente A puro, considerando como gás perfeito o potencial químico do componente A no vapor é dado por $\mu_A^\theta + RT \ln p_A^*$ (p_A é interpretado como a pressão relativa p_A/p^θ), na qual R é a constante dos gases e T a temperatura em Kelvins. No equilíbrio, os potenciais químicos no líquido e no vapor são iguais, logo a equação que representa o potencial químico de A pode ser escrita como:

$$\mu_A^* = \mu_A^\theta + RT \ln p_A^* \quad (10)$$

Se um soluto estiver presente no líquido, o potencial químico de A no líquido é μ_A e sua pressão de vapor é p_A . A equação que representa o equilíbrio entre o vapor e o soluto é:

$$\mu_A = \mu_A^\theta + RT \ln p_A \quad (11)$$

Para eliminar o potencial químico padrão do gás (μ_A^θ), combinamos as equações 10 e 11, escrevendo a equação 10 como: $\mu^\theta = \mu_A^* - RT \ln p_A$ e substituímos essa expressão na equação 11 e obtemos:

$$\mu_A = \mu_A^* - RT \ln p_A^* + RT \ln p_A = \mu_A^* + RT \ln \frac{p_A}{p_A^*} \quad (12)$$

Para chegar na expressão final do potencial químico dos líquidos, temos que considerar a expressão da lei de Raoult. Por meio da realização de vários experimentos com líquidos semelhantes, o químico francês Francois Raoult descobriu que a fração molar do componente na mistura líquida (x_A) é aproximadamente igual à razão entre a pressão parcial de vapor de cada componente e a pressão de vapor do componente puro (ATKINS, 2010 p.130). Essa descoberta é conhecida como a lei de Raoult:

$$p_A = x_A p_A^* \quad (13)$$

As soluções que obedecem esta lei para todo o intervalo de composição, de um componente A puro até um componente B puro, são denominadas soluções ideais.

A partir das equações 12 e 13 podemos chegar a expressão do potencial químico de um componente em uma solução ideal, como mostra a equação 14:

$$\mu_A = \mu_A^* + RT \ln x_A \quad (14)$$

(b) Soluções diluídas ideais

O químico inglês William Henry, também por meio da realização de experimentos, descobriu que em soluções reais e em concentrações baixas, “embora a pressão de vapor do soluto seja proporcional à fração molar do soluto, a constante de proporcionalidade não é a pressão de vapor da substância pura” (ATKINS, 2010 p.131), desta forma, a lei de Henry é definida como:

$$p_B = x_B K_B \quad (15)$$

Na expressão acima, p_B é pressão de vapor do soluto, x_B é a fração molar do soluto e K_B é a constante empírica, cuja dimensão é de pressão. As misturas em que o soluto obedece à lei de Henry e o solvente a lei de Raoult são chamadas de soluções diluídas ideais (ATKINS, 2010 p.131).

Mistura de líquidos - Solução ideal

A energia de Gibbs da mistura de dois líquidos (líquidos A e B) em uma solução ideal é dada por:

$$\Delta_{mis}G = nRT\{x_A \ln x_A + x_B \ln x_B\} \quad (16)$$

Na qual $n = n_A + n_B$. A entropia de mistura dos líquidos numa solução ideal é:

$$\Delta_{mis}S = -nR\{x_A \ln x_A + x_B \ln x_B\} \quad (17)$$

Como $\Delta_{mis}H = \Delta_{mis}G + T\Delta_{mis}S$, a entalpia de uma mistura ideal é nula. O volume ideal de mistura também é nulo (ATKINS, 2010, p.134).

3.4.2 Propriedades coligativas

As propriedades coligativas são: o abaixamento da pressão de vapor, a elevação do ponto de ebulição (elevação ebulioscópica), o abaixamento do ponto de congelamento (abaixamento crioscópico) e a pressão osmótica, todas provocadas pela presença de um soluto. Nas soluções diluídas, essas propriedades dependem apenas do número de partículas do soluto e não da natureza das partículas. Todas as propriedades coligativas surgem a partir da diminuição do potencial químico do solvente líquido provocado pela presença do soluto (ATKINS, 2010, p.136).

O abaixamento da pressão de vapor

A entropia do solvente puro reflete a desordem das suas moléculas. A pressão de vapor do líquido mostra a tendência de a solução atingir maior entropia, isso pode ocorrer se o líquido vaporiza formando um gás. Quando um soluto está presente, mesmo em uma solução ideal, ele contribui para a entropia do líquido. A presença do soluto ocasiona um abaixamento da pressão de vapor, pois a formação de gás fica reduzida, e por tanto uma elevação no ponto de ebulição (ATKINS, 2010 p.136).

A elevação do ponto de ebulição

Para a discussão quantitativa da elevação do ponto de ebulição e do abaixamento do ponto de congelamento, é necessário determinar a temperatura em que, a 1 atm, uma fase pura

tem o mesmo potencial que o solvente na solução. A temperatura encontrada é a nova temperatura de equilíbrio para a transição de fase a 1 atm, e corresponde ao novo ponto de ebulição do solvente na solução, ou ao novo ponto de congelamento do solvente na solução (ATKINS, 2010 p.137).

Atribuiremos o símbolo A para o solvente e B para o soluto. O equilíbrio ocorre em uma temperatura em que:

$$\mu_A^*(g) = \mu_A^*(l) + RT \ln x_A \quad (18)$$

A equação usada para calcular a elevação do ponto de ebulição é:

$$\Delta T = K x_B \quad K = \frac{RT^{*2}}{\Delta_{vap}H} \quad (19)$$

na qual ΔT é o aumento no ponto de ebulição, K é a constante que só depende das propriedades do solvente, T^* é o ponto de ebulição normal do solvente e $\Delta_{vap}H$ é a entalpia de vaporização do solvente. Sendo a fração molar de B proporcional à sua molalidade (b) na solução, podemos escrever:

$$\Delta T = K_{eb} b \quad (20)$$

na qual K_{eb} é a constante ebulioscópica do solvente.

O abaixamento do ponto de congelamento

A diferença entre essa expressão e a anterior é que aparece o potencial químico do sólido no lugar do potencial químico do vapor, sendo assim a equação fica:

$$\mu_A^*(s) = \mu_A^*(l) + RT \ln x_A \quad (21)$$

Portanto, o resultado final pode ser escrito a partir da equação 19, com a diferença apenas em relação às constantes,

$$\Delta T = K' x_B \quad K' = \frac{RT^{*2}}{\Delta_{fus}H} \quad (22)$$

na qual ΔT é o abaixamento crioscópico, $T^* - T$, K' é a constante que só depende das propriedades do solvente, T^* é o ponto de fusão normal do solvente e $\Delta_{fus}H$ é a entalpia de fusão do solvente (ATKINS, 2010 p.138). Quando a solução é diluída, a fração molar é

proporcional a molalidade do soluto (b), sendo assim, podemos escrever a equação 22 da seguinte forma, na qual K_f é a constante crioscópica do solvente:

$$\Delta T = K_f b \quad (23)$$

Osmose

Chamamos de osmose a passagem espontânea de um solvente puro para a solução que está separada do solvente por uma membrana permeável ao solvente, mas não ao soluto. A pressão osmótica é a pressão que deve ser aplicada à solução para impedir a passagem do solvente através da membrana semipermeável. O tratamento termodinâmico da osmose baseia-se na igualdade do potencial químico do solvente nos dois lados da membrana semipermeável após o equilíbrio ter sido atingido. A presença do soluto faz com que o potencial químico do solvente diminua, porém com aplicação da pressão o equilíbrio volta ao valor anterior (ATKINS, 2010 p.139). Para soluções diluídas a pressão osmótica (Π) é dada pela equação de van't Hoff:

$$\Pi = [B]RT \quad (24)$$

na qual $[B] = n_B/V$ é a concentração molar do soluto.

3.4.3 Atividades

Atividade do solvente

Nas soluções ideais o solvente segue a lei de Raoult, em todas as concentrações, e é possível expressar essa relação usando a equação 14 (ATKINS, 2010 p.143). A relação pode ser mantida quando a solução não obedece à lei de Raoult se escrevermos:

$$\mu_A = \mu_A^* + RT \ln a_A \quad (25)$$

A grandeza a_A é uma espécie de fração molar “efetiva”. Considerando a equação 25, podemos concluir que:

$$a_A = \frac{p_A}{p_A^*} \quad (26)$$

Os solventes obedecem à lei de Raoult ($p_A/p_A^* = x_A$), quanto mais a concentração do soluto se aproxima de zero, assim a atividade tende para a fração molar quando $x_A \rightarrow 1$:

$$a_A \rightarrow x_A \text{ quando } x_A \rightarrow 1 \quad (27)$$

Para expressar essa convergência é introduzido o coeficiente de atividade, γ , sendo assim

$$a_A = \gamma_A x_A \quad \gamma_A \rightarrow 1 \text{ quando } x_A \rightarrow 1 \quad (28)$$

Como isto, o potencial químico do solvente, em qualquer temperatura e sob qualquer pressão, é dado por:

$$\mu_A = \mu_A^* + RT \ln x_A + RT \ln \gamma_A \quad (29)$$

Atividade do soluto

Os coeficientes de atividades e os estados padrões dos solutos tendem para o comportamento ideal em soluções diluídas (lei de Henry), nesse caso $x_B \rightarrow 0$ e não $x_B \rightarrow 1$, sendo assim é necessário estabelecer definições para o soluto que segue a lei de Henry levando em conta os afastamentos (ATKINS, 2010 p.144).

(a) soluções diluídas ideais

O Potencial químico de um soluto B, sendo ele um soluto que segue a lei de Henry e tem a pressão de vapor dada por $p_B = K_B x_B$, em que K_B é uma constante empírica, pode ser escrito como:

$$\mu_B = \mu_B^* + RT \ln \frac{p_B}{p_B^*} = \mu_B^* + RT \ln \frac{K_B}{p_B^*} + RT \ln x_B$$

Os parâmetros K_B e p_B^* são característicos do soluto, portanto podemos combinar a equação anterior de forma que possamos definir um novo potencial químico padrão:

$$\mu_B^\theta = \mu_B^* + RT \ln \frac{K_B}{p_B^*} \quad (30)$$

O potencial químico de uma solução diluída ideal está relacionado com a sua fração molar de modo que:

$$\mu_B = \mu_B^\theta + RT \ln x_B \quad (31)$$

(b) Solutos reais

Com o afastamento do comportamento da lei de Henry, comportamento ideal, para o soluto, no lugar de x_B escrevemos a_B , obtendo:

$$\mu_B = \mu_B^\theta + RT \ln a_B \quad (32)$$

O valor da atividade, em qualquer concentração, pode ser calculado da mesma maneira que a do solvente, porém no lugar da equação 26, usamos:

$$a_B = \frac{p_B}{K_B} \quad (33)$$

Da mesma forma do solvente, é conveniente introduzir o coeficiente de atividade por meio de:

$$a_B = \gamma_B x_B \quad (34)$$

Como o soluto segue a lei de Henry, quando a concentração tende a zero, em qualquer temperatura e pressão temos:

$$a_B \rightarrow x_B \text{ e } \gamma_B \rightarrow 1 \text{ quando } x_B \rightarrow 0 \quad (35)$$

Sendo assim, os desvios do soluto em relação ao comportamento ideal desaparecem quando as concentrações tendem a zero.

3.4.4 Diagrama de fases

O termo fase identifica um estado uniforme da matéria, não só no que se refere à composição química, mas também no que se refere ao estado físico.

Todos os diagramas de fases podem ser discutidos em termos de uma relação geral entre a variância, F , o número de componentes, C , e o número de fases em equilíbrio, P . Essa relação geral é chamada de regra de fases, que foi deduzida pela primeira vez por J.W. Gibbs. Para um sistema de qualquer composição tem-se:

$$F = C - P + 2 \quad (36)$$

Diagramas de fase de dois componentes

Para um sistema com dois componentes, $C = 2$ e $F = 4 - P$. Se a temperatura é constante, a variância remanescente é $F' = 3 - P$ (a linha no F indica que um grau de liberdade foi usado, que neste caso foi a temperatura). Assim, os dois graus de liberdade remanescentes é a pressão e a composição, expressa em termos de fração molar de um componente. Neste caso uma das formas do diagrama de fase é um gráfico das pressões e composições, a uma temperatura constante. Outro diagrama pode construído em função da temperatura e composição, mantendo-se a pressão constante.

(a) Diagramas de pressão de vapor – composição

A pressão de vapor total (p) de uma solução ideal é dada por:

$$p = p_A + p_B = x_A p_A^* + x_B p_B^* = p_B^* + (p_A^* - p_B^*)x_A \quad (37)$$

na qual p_A e p_B é a pressão de vapor dos componentes A e B, respectivamente.

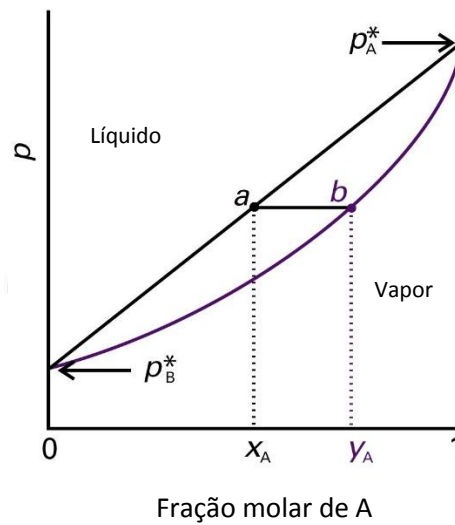
As composições do líquido e do vapor em equilíbrio não são necessariamente as mesmas. A pressão de vapor total pode ser expressa em termo da composição do vapor, da seguinte forma:

$$p = \frac{p_A^* p_B^*}{p_A^* + (p_B^* - p_A^*)y_A} \quad (38)$$

na qual y_A é a fração molar do componente A no vapor.

Combinando as equações 37 e 38 em um único gráfico, temos um diagrama de pressão de vapor em função da composição (figura 3.1), que mostra a dependência entre a pressão total de vapor de uma solução ideal e a fração molar de A no sistema. Na figura 3.1, o ponto a dá a pressão de vapor de uma solução de composição x_A , e o ponto b a composição do vapor em equilíbrio com o líquido nessa pressão. Os pontos que estão entre as curvas correspondem a um sistema em duas fases estão presentes, uma líquida e outra vapor.

Figura 3.1 – Diagrama de fase pressão de vapor – composição

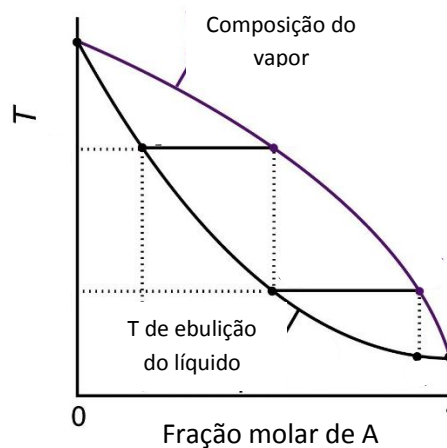


Fonte: ATKINS, 2010

(b) Diagramas de temperatura – composição

O diagrama de temperatura-composição é usado para discutir o processo de destilação. Neste diagrama de fase líquido-vapor, as curvas mostram as composições das fases em equilíbrio em função da temperatura, a uma pressão constante, normalmente 1 atm. Um exemplo desse diagrama é mostrado na figura 3.2. A fase líquida está localizada na parte inferior do diagrama e a fase de vapor na parte superior.

Figura 3.2 – Diagrama temperatura – composição de uma solução ideal



Fonte: ATKINS, 2010

4 METODOLOGIA

Tipo de pesquisa

Nesse trabalho, o tipo de pesquisa realizada possui uma abordagem quali-quantitativa. De acordo com Neves (1996) a pesquisa qualitativa permite que o pesquisador faça uma descrição dos dados coletados bem como dos resultados obtidos, preocupando-se primeiramente entender a causa da problemática de acordo com a opinião dos sujeitos da pesquisa, antes de qualquer interpretação. Enquanto que a pesquisa quantitativa preocupa-se em medir e analisar as relações causais entre as variáveis independentes e variáveis dependentes (TERENCE; FILHO, 2006). Ao serem combinados às duas abordagens, os pesquisadores evitam as fragilidades próprias de cada método (KIRSCHBAUM, 2013).

Problema de pesquisa

A partir da constatação do baixo rendimento na primeira avaliação nas turmas de Físico-química II, do 7º período, referentes aos semestres 2012.2 a 2015.2 do curso de Química-Licenciatura, surgiu um questionamento: O baixo desempenho dos discentes na primeira avaliação está relacionado à dificuldade no processo ensino e aprendizagem do conteúdo da referida avaliação?

Instrumentos de coleta de dados

Com a finalidade de responder a questão acima, foi aplicado um questionário aberto aos discentes de diferentes turmas/períodos, que já cursaram a disciplina de Físico-Química II, este questionário foi um dos instrumentos de coleta de dados iniciais da pesquisa (APÊNDICE A). O questionário foi estruturado com seis perguntas sendo três questões abertas e três de múltipla escolha. O objetivo da análise dos resultados desse questionário foi entender as principais dificuldades que os discentes encontraram ao estudar a disciplina de Físico-química II e conhecer a opinião deles em relação ao que poderia ser feito para se alcançar um melhor resultado na aprendizagem.

A etapa seguinte foi o desenvolvimento de um jogo didático para ser utilizado como uma ferramenta auxiliar no processo de ensino e aprendizagem da disciplina de Físico-Química II. Para isto foi realizada uma pesquisa em diferentes livros de Físico-Química do

Ensino Superior, para a elaboração de questões e situações problemas sobre o conteúdo de Termodinâmica de Soluções. Os livros utilizados como referência para elaboração do jogo foram dos autores: ATKINS, 2008; BALL, 2005; CASTELLAN, 2003; MOORE, 1976 LEVINE, 2012.

O quadro 2 abaixo mostra como o conteúdo de Termodinâmica de Soluções, que compõem o assunto da primeira avaliação da disciplina de Físico-química II, foi dividido para a construção do jogo.

Quadro 2: Tópicos do conteúdo de Termodinâmica de Soluções abordados na construção do jogo

Descrição termodinâmica das misturas	Diagramas de fase
• Grandezas parciais molares • Termodinâmica das misturas • Potenciais químicos dos líquidos (soluções ideais e soluções diluídas ideais) • Soluções regulares	• A regra das fases • Diagramas de pressão de vapor • Diagramas de temperatura-composição
Propriedades Coligativas	Atividades
• Abaixamento da pressão de vapor • Elevação ebulioscópica • Abaixamento crioscópico • Osmose	• Atividade do solvente • Atividade do soluto

Fonte: o próprio autor

O jogo foi confeccionado na forma de tabuleiro, contendo cinco categorias diferentes de cartas, com as questões e situações problemas, que poderiam ser usadas de acordo com a posição do jogador no tabuleiro.

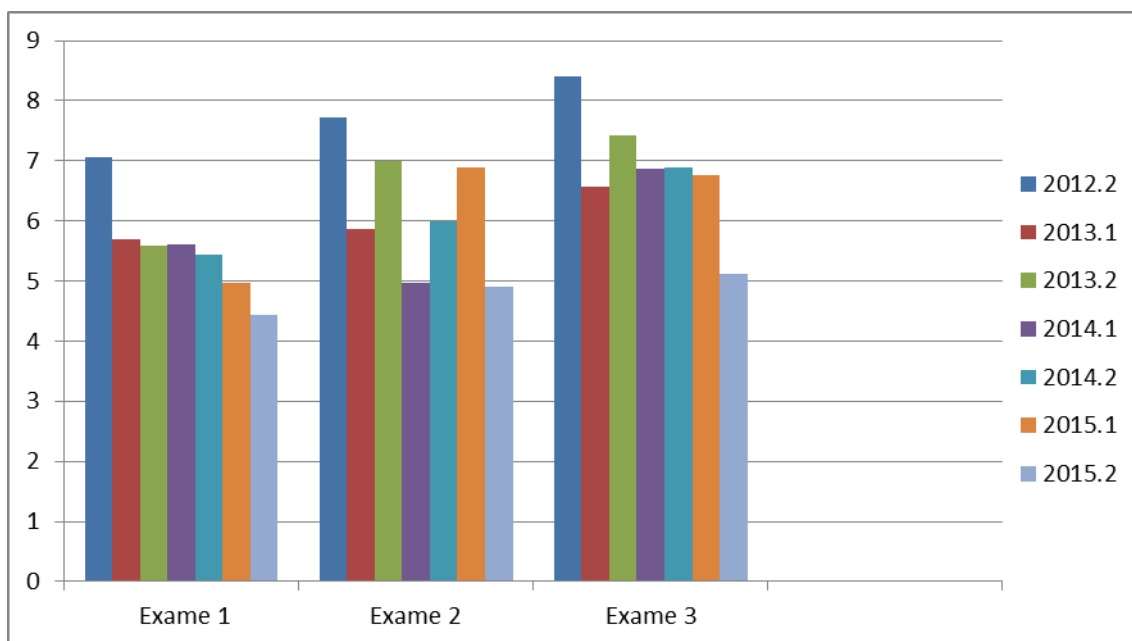
O jogo didático foi aplicado na turma de Físico-Química II do semestre 2016.2, após o conteúdo ter sido ministrado. Durante a aplicação do jogo foi observado a participação dos discentes, bem como a aceitação do jogo didático por eles. Também foi analisado após

aplicação do jogo, se o mesmo contribuiu para o processo ensino e aprendizagem do conteúdo em questão, por meio de um questionário pós-jogo (APÊNDICE B). Esse último questionário foi utilizado também para conhecer a opinião dos discentes sobre o jogo didático aplicado e suas contribuições para a aprendizagem. Ainda para conhecer a opinião dos participantes sobre o jogo aplicado, a sexta questão do questionário foi em Escala Likert contendo 21 afirmativas sobre o jogo, as principais serão apresentadas na forma de figuras e discutidas. Como as discussões sobre algumas afirmativas seriam semelhantes, apenas dez afirmativas da escala de Likert foram consideradas para a discussão.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente, será apresentado o resultado da análise documental dos dados de estatística por turma, obtido por meio do sistema SIG@ da UFPE, referentes aos semestres 2012.2 a 2015.2. As médias das notas de cada avaliação para estas turmas, obtidas por meio desta análise documental, são apresentadas no gráfico da figura 5.1. Após analisar essas médias, nas turmas correspondentes aos semestres de 2012.2 a 2015.2, verificou-se que, com a exceção da turma do semestre 2014.1, todas as demais apresentaram um valor menor nas notas da primeira avaliação, em relação às outras avaliações. Este resultado foi a motivação para o desenvolvimento deste trabalho, pois a partir disso surgiu a ideia de propor algum instrumento para tentar melhorar o processo de ensino e aprendizagem do conteúdo referente a primeira avaliação, que trata de Termodinâmica de Soluções. Além disso, buscou-se investigar possíveis fatores que levaram a estes resultados nas notas.

Figura 5.1 - Média das notas referente as três avaliações da disciplina Físico-Química II das turmas 2012.2 a 2015.2

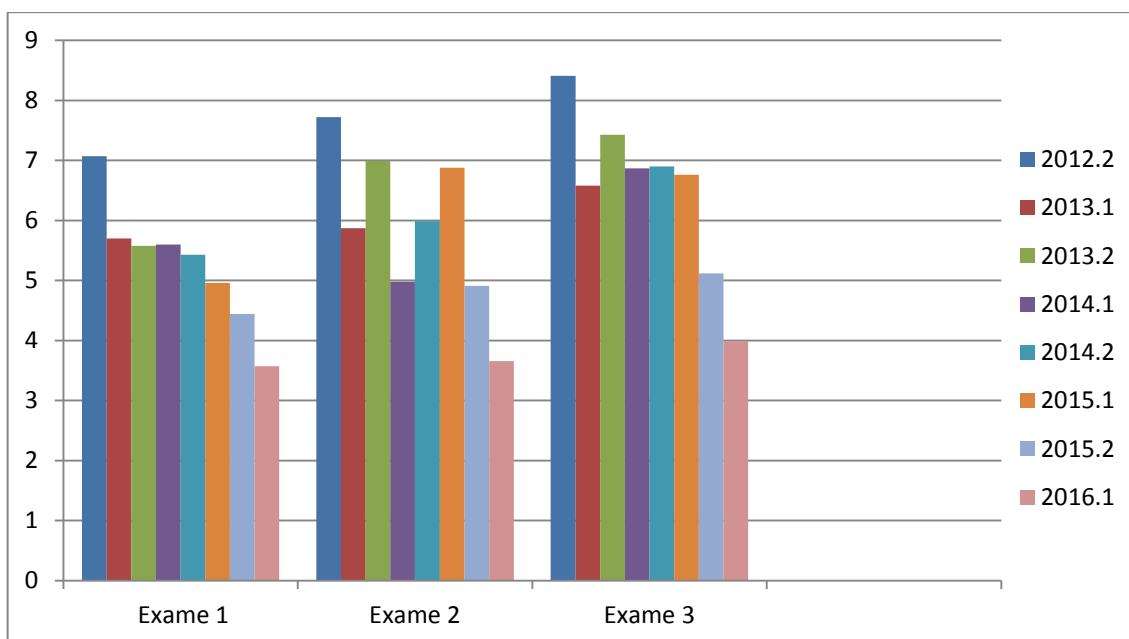


Fonte: o próprio autor

5.1 Resultados da análise do questionário direcionado aos discentes que cursaram a disciplina de Físico-química II

A aplicação do questionário para os discentes que cursaram a disciplina Físico-Química II teve como objetivo tentar entender o motivo do baixo rendimento constatado na primeira avaliação, por meio das análises das médias das três avaliações (Figura 5.1) realizadas nas turmas dos períodos de 2012.2 a 2015.2. Com a aplicação do questionário também foi possível conhecer a opinião dos discentes em relação ao que poderia ser feito para se tentar alcançar um melhor resultado no processo de ensino e aprendizagem da disciplina. O referido questionário foi aplicado, no 2º semestre de 2016, para um total de 25 alunos, das turmas do 8º ao 10º período do curso de Química-Licenciatura do CAA/UFPE. No momento em que o questionário foi aplicado, já estavam à disposição os dados das médias das notas referentes as três avaliações da turma 2016.1. Estes dados foram incluídos na análise e estão apresentados na Figura 5.2. Como pode ser observado por meio do gráfico da Figura 5.2, as médias das notas das três avaliações da turma 2016.1, foram as menores ao serem comparadas com as demais turmas analisadas. Mas, ainda assim para esta turma, a média da primeira avaliação foi menor do que as outras duas avaliações.

Figura 5.2 - Média das notas referente as três avaliações da disciplina Físico-Química II das turmas 2012.2 a 2016.1



Fonte: o próprio autor

Apesar do baixo rendimento analisado na primeira avaliação, por meio da observação das estatísticas por turma, o índice de reprovação na disciplina dos discentes que foram questionados, não foi muito alto. Quando os discentes foram questionados em relação a quantas vezes eles teriam cursado o componente curricular Físico-Química II (Questão 1), 76% disseram que haviam cursado a disciplina apenas uma vez, 24% duas vezes e nenhum dos discentes cursaram a disciplina por três vezes, que leva a entender que eles conseguiam se sobressair nas demais avaliações realizadas no componente curricular em questão.

Em relação à Questão 2 do questionário, sobre a aprendizagem dos conteúdos, 48% dos discentes afirmaram que o nível de dificuldade em alguns conteúdos era maior do que os demais, 24% que o nível de dificuldade de um conteúdo era maior que os demais, também 24% que o nível de dificuldade era o mesmo para todos os conteúdos estudados e 4% afirmaram que não tiveram dificuldades em nenhum dos conteúdos estudados na disciplina. Apesar das notas da primeira avaliação de praticamente todas as turmas terem sido as mais baixas quando comparadas com as demais avaliações, a maioria dos alunos não restringiu as suas dificuldades em relação à aprendizagem de apenas um conteúdo, como era esperado. Sendo assim o baixo desempenho na primeira avaliação pode estar relacionado a outros fatores como a pouca dedicação e a passividade dos alunos durante as aulas, pois apenas prestar atenção na explicação do professor, memorizar os conceitos e responder atividades não significa que houve aprendizagem (SANTOS, 2001).

A maioria dos discentes, cerca de 64%, quando questionados se eles conseguiriam apontar em qual dos conteúdos, avaliações, eles tiveram maior dificuldade na aprendizagem e/ou baixo rendimento na avaliação e por quê (Questão 3), eles responderam que tiveram maior dificuldade na primeira avaliação, referente ao conteúdo de Termodinâmica de Soluções. Segundo as falas dos alunos o Aluno 1: *“Na primeira avaliação houve muitas dificuldades com a quantidade de conteúdos e às quantidades de fórmulas usáveis”*. Aluno 2: *“Tive mais dificuldade nos conteúdos da primeira avaliação. Talvez porque eu possa ter me esforçado menos e eram mais conteúdos. Por ser a primeira prova, tive mais dificuldade também, por esta iniciando a disciplina e ter o primeiro contato com a mesma”*. Aluno 3: *“Misturas simples, sistema binário e atividade, por conta da quantidade de assuntos para uma mesma avaliação!”*. Aluno 4: *“Mistura simples, por que tinha uma maior quantidade de conteúdos em relação a outros conteúdos”*.

Com isso, foi possível observar que na opinião dos discentes os principais motivos para as dificuldades enfrentadas, e conseqüentemente o baixo rendimento na primeira avaliação, se concentram principalmente na extensão do conteúdo. Isto nos leva a acreditar

que, mesmo o conteúdo sendo extenso, provavelmente, não foi dedicado tempo suficiente para o aprendizado do mesmo, ocasionando assim um baixo rendimento. (GRISA et al, 2007, p. 5).

Outros motivos como a falta de dedicação para a primeira prova e maior dificuldade em alguns tópicos do conteúdo, também foram citados pelos alunos. Isso fica claro na resposta do Aluno 5: “*Tive mais dificuldade na 1ª prova, por não conhecer o assunto e por de fato ter estudado mais para as outras provas*”. Em relação a dificuldades em alguns tópicos do conteúdo o Aluno 6 respondeu: “*Na 1ª avaliação, Diagrama de Fase*”. O Aluno 7: “*Acho que propriedades coligativas, já que não tinha tanto embasamento exigido para tal assunto*”.

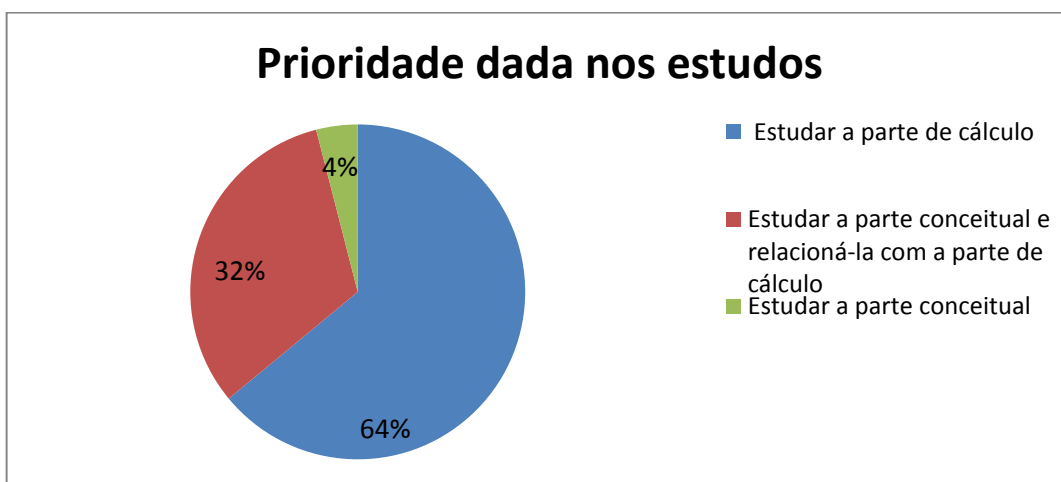
A prioridade dada ao estudar os conteúdos, investigada por meio da Questão 4, também foi outro fator que pode ter influenciado nos resultados obtidos na primeira avaliação. Dos 25 alunos que responderam o questionário, 64% afirmaram que priorizava a parte de cálculos nos estudos para a realização das avaliações. Em qualquer conteúdo estudado existe toda uma parte conceitual para o desenvolvimento dos cálculos, e que é de extrema importância conhecê-la para poder saber relacionar os conceitos durante a realização dos cálculos.

Alguns alunos, quando foram questionados sobre qual seria a maior dificuldade encontrada na aprendizagem dos conteúdos da disciplina (Questão 5), responderam que a maior dificuldade está relacionada à quantidade de conteúdo. Segundo o Aluno 8: “*Acredito que o problema encontrado pelos alunos é a quantidade de conteúdo visto na disciplina. Além do nível de dificuldade dos mesmos*”. Aluno 9: “*A quantidade de conteúdo por prova, e a compreensão dos assuntos, pois são muito complexos*”. Aluno 10: “*Pela grande quantidade de conteúdos cobrados na avaliação*”. Outra dificuldade encontrada por eles foi em relação à parte teórica do conteúdo da primeira avaliação, bem como a sua associação com os cálculos. Aluno 11: “*Minha maior dificuldade foi na parte teórica*”. Aluno 12: “*A maior dificuldade é conseguir relacionar a parte teórica com a prática e saber utilizar as várias fórmulas de forma correta*”. Aluno 13: “*Relacionar a teoria com a prática (cálculos), pois me dedicava muito mais aos cálculos*”. O Aluno 6: “*Associar os conhecimentos teóricos com os cálculos*”.

A dificuldade na parte teórica do conteúdo pode ser explicada por meio dos resultados das respostas analisadas na Questão 4, ou seja, a maioria dos estudantes priorizava o estudo da parte de cálculos. Ficou evidente também que, embora os alunos se dedicassem mais ao estudo de cálculos, eles apresentaram dificuldades na interpretação dos mesmos, pois os cálculos estão relacionados com a parte conceitual, o que reforça a ideia da importância do

estudo detalhado de todo o conteúdo, e não se detendo apenas a uma parte dele. Na figura 5.3, é possível observar a porcentagem de alunos em relação à prioridade dada aos estudos, em que apenas 32% dos alunos estudavam a parte conceitual e relacionavam com a parte de cálculo. E como mencionado acima, a maioria (64%) estudava apenas a parte de cálculo, justificando assim a dificuldade dos alunos em compreender a parte teórica, visto que não se dedicam a estudar essa parte.

Figura 5.3 - Prioridade dada pelos alunos ao estudarem os conteúdos para a realização das avaliações.



Fonte: o próprio autor

Ao serem questionados sobre o que poderia ser melhorado em relação à metodologia de ensino da disciplina, para facilitar o processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos (Questão 6), boa parte dos alunos responderam que poderiam ser criados outros momentos na sala de aula em que pudessem ser realizados mais exercícios. Aluno 5: *“Praticar mais exercícios e trabalhar os conteúdos teóricos de forma mais contextualizada para facilitar a compreensão”*. Aluno 13: *“Ter mais exercícios, pois você dá foco aos cálculos por achar que a teoria já foi bem trabalhada em sala de aula”*. O Aluno 14 disse que o que poderia ser feito era: *“Realização de mais exercícios em sala, mostrando a aplicação dos conceitos e como identificar quais as fórmulas usar. Acho que é nesse ponto que a maioria das pessoas erram”*. Aluno 15: *“Mais aulas práticas, mais exercícios resolvidos em sala de aula e parar ou reduzir com as deduções de fórmulas”*. Buscando entender a fala dos desses alunos, podemos perceber que os mesmos quiseram dizer que a realização de mais exercícios e demonstrações de aplicações do conteúdo pelo professor, em sala de aula pode ter bons resultados na aprendizagem. Porém, vale ressaltar que não basta observar como se resolve os

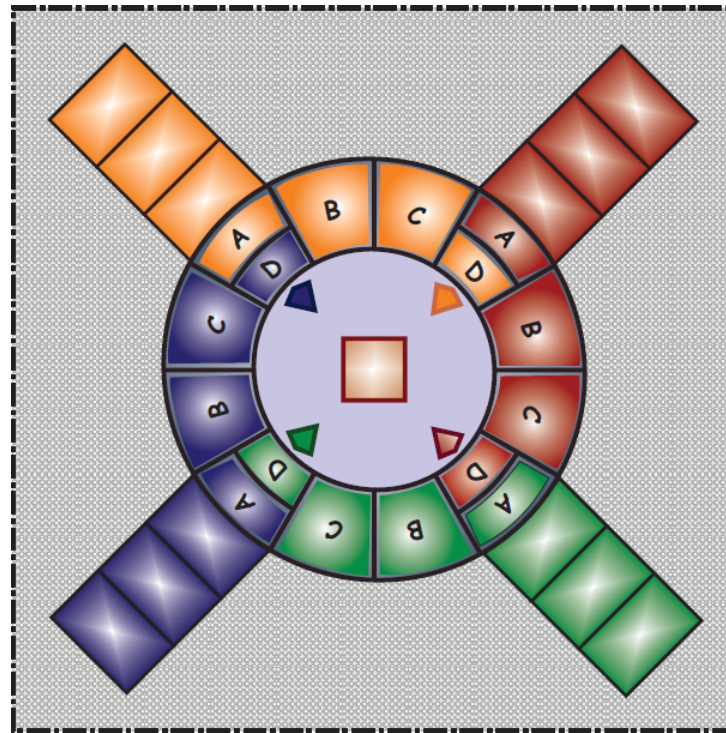
exercícios para se ter um bom resultado na aprendizagem, se faz necessária uma participação ativa dos alunos na resolução dos exercícios (MORAN, 2011).

Outros alunos também mencionaram que poderia haver uma divisão dos conteúdos da disciplina realizando assim mais provas e não somente três como vinham sendo feitas. Também serem utilizadas outras ferramentas de ensino, como podemos observar na resposta do Aluno 8: *“Dividir o conteúdo em mais provas, acredito que três provas não sejam o suficiente, e a aplicação de jogos para uma melhor compreensão e também se tornar mais dinâmico.”* Em relação à divisão dos conteúdos para primeira avaliação, a qual vinha apresentando resultados não favoráveis, no semestre 2015.2 foi feita essa divisão, ou seja, o conteúdo da primeira avaliação foi dividido em duas provas, porém não houve mudança nos resultados como pode ser observado na figura 5.1. O Aluno 12 também comentou: *“Diminuir a quantidade de conteúdos para cada prova e trazer atividades mais dinâmicas para a aula”*. Aluno 1: *“A realização de jogos, textos para facilitar o processo já que o tipo de aula tradicional não facilita o processo, de ensino e aprendizagem”*. Segundo Fialho (2008), tornar uma aula mais dinâmica é trabalhoso, porém os resultados alcançados com a aprendizagem dos alunos podem ser gratificantes, fazendo com que o professor reflita e se motive a sair da monotonia da sua forma de ensinar.

5.2 Jogo QuiMisturas: Descrição do jogo didático desenvolvido

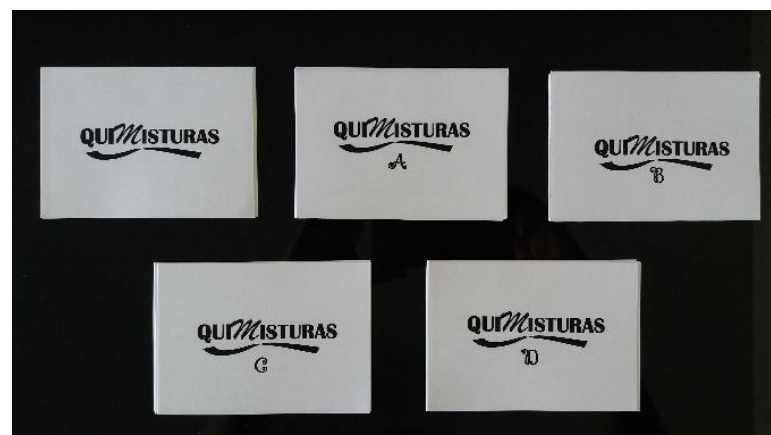
O jogo QuiMisturas é composto por um tabuleiro (figura 5.4), 4 peões e 70 cartas distribuídas em cinco conjuntos de cartas (figura 5.5). As cartas contêm questões teóricas e de cálculo relacionadas ao conteúdo Termodinâmica de Soluções, cujo conteúdo foi dividido em quatro tópicos e estão especificados no tabuleiro como A, B, C e D. Das 70 cartas, um conjunto contém 30 cartas que possuem questões dos quatro tópicos do conteúdo (figura 5.6) e são utilizadas na fase inicial do jogo, referente às três primeiras casas do tabuleiro. Os outros quatro conjuntos de cartas (figura 5.7) contém cada um, 10 cartas, e possuem questões referentes a cada um dos tópicos.

Figura 5.4 – Imagem do tabuleiro do Jogo QuiMisturas



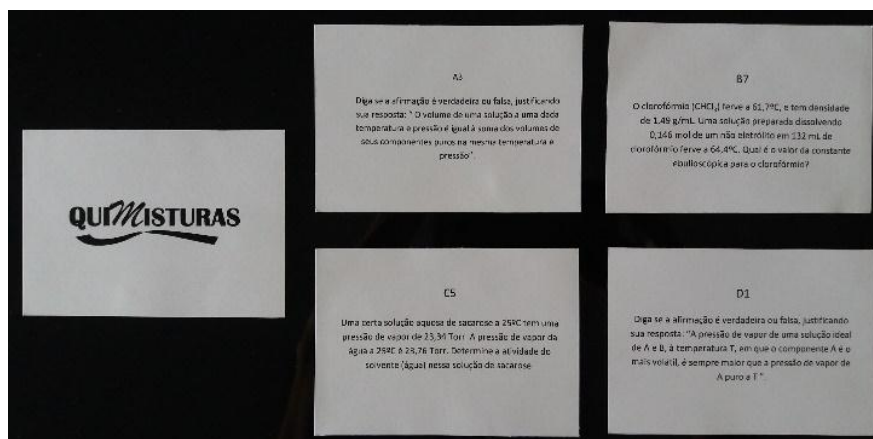
Fonte: o próprio autor

Figura 5.5 – Imagens dos cinco conjuntos de cartas que compõe o jogo



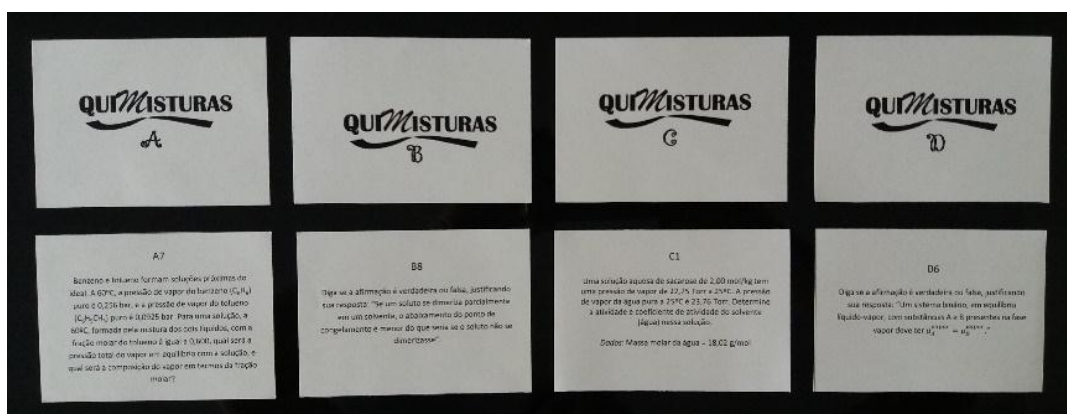
Fonte: o próprio autor

Figura 5.6 – Imagens do conjunto de cartas usadas na fase inicial do jogo



Fonte: o próprio autor

Figura 5.7 – Imagens das cartas referentes a cada um dos quatro tópicos do conteúdo



Fonte: o próprio autor

Para o jogo o conteúdo foi dividido nos seguintes tópicos:

Tópico A – Descrição termodinâmica das misturas

- Grandezas parciais molares
- Soluções ideais e soluções diluídas ideais
- Termodinâmica das misturas
- Soluções regulares

Tópico B – Propriedades Coligativas

- Elevação ebulioscópica
- Abaixamento crioscópico

- Osmose

Tópico C – Atividades

- Atividade do solvente
- Atividade do soluto

Tópico D – Diagramas de fase

- A regra das fases
- Diagramas de pressão de vapor
- Diagramas de temperatura-composição

REGRAS DO JOGO:

- O jogo QuiMisturas pode ser jogado por até quatro equipes.
- Antes de iniciar a partida, cada equipe deve escolher um peão de determinada cor. O jogo inicia com todas as equipes posicionando os seus peões na primeira casa do tabuleiro referente à sua cor, e por meio de um sorteio, escolhe-se a equipe que começará o jogo que deverá ser jogado no sentido horário.
- A equipe que irá iniciar o jogo escolhe uma das cartas referente ao conjunto de 30 cartas, que contém todos os tópicos do conteúdo distribuídos aleatoriamente.
- As cartas contêm questões teóricas e de cálculos, para a resposta ser considerada certa, as questões devem estar completamente corretas. No caso de questões teóricas, que são de verdadeiro ou falso, só serão consideradas certas se a justificativa estiver correta.
- Se a equipe que começou o jogo conseguir acertar a questão, esta avança uma casa do tabuleiro, e passa a vez para a próxima equipe escolher uma nova carta e continuar jogando. No entanto, caso a equipe que iniciou o jogo erre a questão, ela permanece no mesmo lugar, e passa para a equipe seguinte o direito de responder esta mesma questão.
- Caso a equipe que teve o direito de responder, acerte a questão ela ganha a vantagem e poderá jogar novamente, pois seria a sua vez de jogar.
- Se a equipe que teve o direito de responder não acertar a questão, será dado o direito para a equipe seguinte e assim sucessivamente.

- Se acontecer de, após ser passado por todas as equipes, nenhuma delas conseguir acertar, a questão será resolvida e as dúvidas esclarecidas pelo aplicador do jogo, para o grande grupo. Feito isso, o jogo continua e esse processo se dará por todo jogo.
- Quando as equipes chegarem às casas do tabuleiro identificadas pelas letras A, B, C e D, fase do jogo em que as questões são específicas para cada tópico, a equipe só poderá responder questões referentes ao seu tópico, ou seja, a sua casa no tabuleiro.
- As equipes que ainda estiverem na fase inicial do jogo, poderão responder as questões referentes as cartas da parte aleatória, e também referentes as cartas da parte específica, que não foram respondidas corretamente e foram repassadas aos grupos seguintes.
- Vence o Jogo quem chegar primeiro no centro do tabuleiro.

5.3 Descrição da aplicação do jogo

Por meio de um sorteio, a turma foi dividida em duas equipes com três participantes e duas equipes com dois participantes totalizando assim 10 participantes em um primeiro momento, que durou aproximadamente duas horas e dez minutos. Em um segundo momento, com o jogo em andamento, dois novos integrantes puderam participar do jogo, e estes ficaram nas equipes que continham dois integrantes. Nesse segundo momento, portanto, o jogo se deu com a presença de 12 participantes, quatro equipes com três integrantes cada, e teve um tempo de duração de uma hora.

O jogo tinha sido preparado para ser aplicado em apenas um dia, no entanto não foi possível finalizar o mesmo neste dia. Assim, a pedido dos próprios participantes, que perceberam durante a resolução das questões, que precisavam estudar mais, decidiu-se continuar o jogo no dia seguinte, afim de que eles pudessem responder outras questões e tirar suas dúvidas em relação ao conteúdo. Dessa forma o jogo mostrou-se ser uma atividade que promoveu aos alunos uma autoavaliação, em que eles mesmos puderam perceber o que poderia ser feito para alcançar um melhor desempenho na aprendizagem do conteúdo (GRISA et al, 2007).

No segundo dia da aplicação do jogo, mais um aluno passou a integrar o jogo, totalizando 13 pessoas, que era a quantidade matriculada na disciplina. O decorrer do jogo se deu de forma tranquila, observando-se um grande empenho e interação entre os integrantes de cada equipe nas resoluções das questões, como pode ser observado na Figura 5.8. Ficou claro

que os participantes buscavam compreender o que estava sendo feito, apesar de que, como em qualquer outro jogo, teve a presença da competição entre as equipes, mas houve também a interação e socialização de conhecimentos entre as mesmas. Isso ficou claro quando a equipe que acertava a questão, respondia no quadro para o grande grupo (Figura 5.9), esclarecendo entre eles mesmos as dúvidas, com a supervisão dos aplicadores.

No primeiro dia da aplicação jogo, as equipes trabalharam na resolução de 12 questões, sendo sete teóricas e cinco de cálculo, enquanto no segundo dia foram resolvidas 8 questões, cinco de cálculo e três teóricas, totalizando 20 questões trabalhadas no jogo. No geral, o quantitativo de acerto das questões, cerca de 75%, foi satisfatório. Observou-se que todas as questões de cálculos foram acertadas por no mínimo uma das equipes, no entanto 25% das questões erradas, ou seja, que nenhuma das equipes conseguiu acertar foi do tipo teórica. Isso evidencia o que foi visto desde a aplicação do primeiro questionário, os discentes acabam se dedicando mais a parte de cálculo, deixando a parte conceitual do conteúdo um pouco de lado, o que dificultou a interpretação e resolução de questões do tipo teóricas.

Embora a aplicação do jogo tenha se dado durante dois dias, não foi possível terminar o mesmo com uma equipe vencedora, visto que seria necessário mais tempo para as resoluções das demais questões.

Além de vencer, chegar ao centro do tabuleiro significa ter resolvido as questões de todos os tópicos do conteúdo, o que poderia ser uma oportunidade de esclarecimentos de dúvidas. No entanto, três das quatro equipes passaram pela fase inicial do jogo, fase esta que contém questões de todos os tópicos. Assim, de certa forma, as equipes puderam ter contato com todos os tópicos do conteúdo, como também tiveram a oportunidade de identificar em qual deles estavam com mais dificuldades, para que a partir disso, pudessem reverter a situação e direcionar seus estudos.

Figura 5.8 – Imagens dos alunos durante a aplicação do jogo



Fonte: o próprio autor

Figura 5.9 – Imagens da socialização das respostas para o grande grupo



Fonte: o próprio autor

5.4 Resultados da análise do questionário aplicado aos discentes que participaram do jogo na disciplina de Físico-Química II

O questionário pós-jogo (APÊNDICE B) foi aplicado para os 13 discentes que participaram da atividade do jogo, no entanto apenas 11 deles entregaram o questionário respondido. O objetivo da aplicação do questionário foi conhecer o ponto de vista dos discentes sobre o jogo aplicado, bem como verificar se o mesmo contribuiu para aprendizagem do conteúdo de Termodinâmica de Soluções.

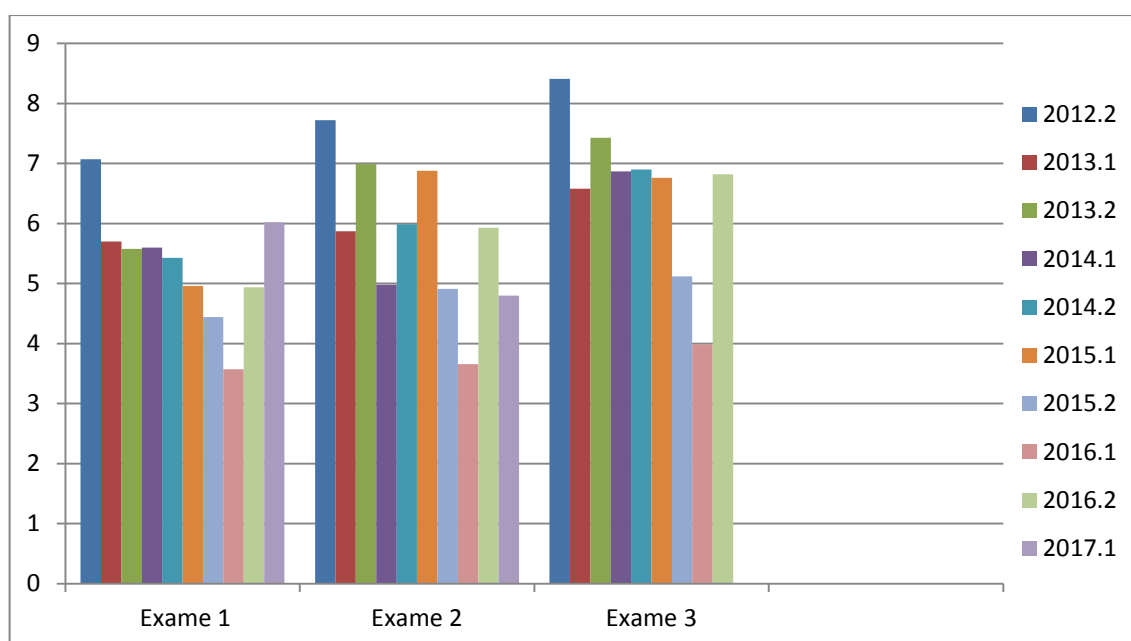
Quando os discentes foram questionados sobre a experiência que eles tiveram em relação ao jogo indicando os pontos positivos e negativos (Questão 1), todos expressaram uma opinião comum, na qual, acharam o jogo uma atividade importante e satisfatória que trouxe muitas contribuições para aprendizagem, como podemos ver na fala de alguns alunos. Aluno 1: *“O jogo teve grande importância, pois auxiliou na fixação do conteúdo e me deu a oportunidade de tirar algumas dúvidas.”* Aluno 2: *“Foi maravilhoso participar deste jogo. O mesmo ajudou a compreender melhor o conteúdo, tirar dúvidas, exercitar os conhecimentos, dentre outros. O ponto negativo foi apenas o tempo que foi insuficiente para concluir o jogo”.* Aluno 3: *“Muito boa, durante o jogo só pude indicar pontos positivos, pois neste muitas dúvidas foram tiradas, muitas discussões entre os participantes do grupo existiram, entre outros”.* Aluno 4: *“O jogo foi maravilhoso, através dele podemos revisar todo o conteúdo de forma prática e objetiva, facilitando a aprendizagem. Ponto negativo, o tempo, precisa de um horário amplo pra poder ser concluído”.* O jogo proporcionou aos alunos um momento em que eles poderiam discutir, primeiramente entre seus colegas de equipe e depois com o grande grupo, e tirar dúvidas existentes das questões que eram sorteadas no decorrer do mesmo.

Entretanto, um ponto negativo citado pelos alunos, como pode ser visto a partir da fala de alguns deles, foi o fato do tempo não ter sido suficiente para concluir o jogo, pois eles queriam que o jogo tivesse tido um tempo maior para resolver mais questões. Como o jogo possui questões teóricas e de cálculos, e mesmo que tenha sido estimado quanto tempo seria gasto para a resolução de cada tipo de questão, acabou que o tempo estabelecido para a aplicação do jogo não foi o suficiente para a conclusão do mesmo, ou seja, nenhuma equipe conseguiu chegar ao centro do tabuleiro. Apesar disso, os participantes tiveram contato com todos os tópicos do conteúdo, e mesmo não tendo uma equipe vencedora, o jogo proporcionou uma oportunidade para que os participantes pudessem ter uma ideia do que precisariam

estudar mais, para terem uma compreensão melhor sobre o conteúdo de Termodinâmica de Soluções.

Podemos concordar com Soares (2016), quando ele afirma que não basta saber se o aluno gostou ou não do jogo, é preciso que se mostre ou discuta se houve resultados satisfatórios na aprendizagem do conceito após a aplicação do jogo. Sendo assim, como o foco deste trabalho é referente à primeira avaliação, analisando a Figura 5.10, podemos perceber, por meio das médias das notas por turma, que estava ocorrendo um decréscimo no desempenho das turmas na primeira avaliação até o semestre 2016.1. Mas é possível observar que partir do semestre 2016.2, após a aplicação do jogo, começa a haver uma melhora em relação aos resultados da primeira avaliação comparado com as turmas anteriores. A melhora observada no desempenho das duas turmas em que o jogo foi aplicado (semestres 2016.2 e 2017.1), mostra que ferramentas diferenciadas de ensino, usadas como auxílio, tem forte influência na aprendizagem.

Figura 5.10 - Média das notas referente às três avaliações das turmas 2012.2 a 2016.2 e a média da primeira e segunda avaliação da turma 2017.1 da disciplina Físico-Qímica II



Fonte: o próprio autor.

Em relação a quais questões, teóricas ou de cálculos, que os alunos tiveram mais dificuldades para responder (Questão 2), a maior parte dos alunos respondeu que tiveram mais dificuldades em responder as questões teóricas. Segundo o Aluno 5: *“Tive mais dificuldade com as questões teóricas por falta de segurança em responder baseado no que foi assimilado*

em momentos de estudos”. Aluno 6: “A dificuldade foi com relação as questões teóricas, pois na maioria dos casos não conseguia interpretar o que estava sendo proposto”. Aluno 7: “Questões teóricas se tornaram um impasse durante o jogo, pois exigiam um raciocínio crítico a cerca dos assuntos nos quais eu não estava preparada”. Isso evidencia a pouca dedicação nos estudos à parte conceitual do conteúdo que tem como consequência a dificuldade na resolução e interpretação dos exercícios teóricos. Nesse caso dá a entender que os alunos preferem estudar os cálculos de forma mecânica e não se preocupam com os conceitos que estão relacionados aos mesmos, isso ocasiona a construção do conhecimento fragmentado (MIGUEL, 2003).

Diagramas de fase foi o tópico mais citado pelos alunos quando foram questionados se o jogo havia proporcionado uma autoavaliação em relação a algum tópico do conteúdo que eles tinham dificuldades no aprendizado (Questão 3), ou seja, se no decorrer da aplicação eles conseguiram perceber em que tópico apresenta maiores dificuldades. Aluno 2: “Sim. No conteúdo de diagrama de fases”. Aluno 4: “Diagrama de fases”. Esse tópico do conteúdo, Diagrama de Fase, trata da interpretação de gráficos, que geralmente são simples, porém se faz necessário ter uma base conceitual para a análise e interpretação dos dados. No decorrer da aplicação do jogo ficou evidente a dificuldade dos participantes ao tentarem responder as questões referentes a esse tópico, pois eles acabavam procurando meios mais complicados para resolver as questões, quando na verdade as questões poderiam ser feitas de forma mais simples e direta.

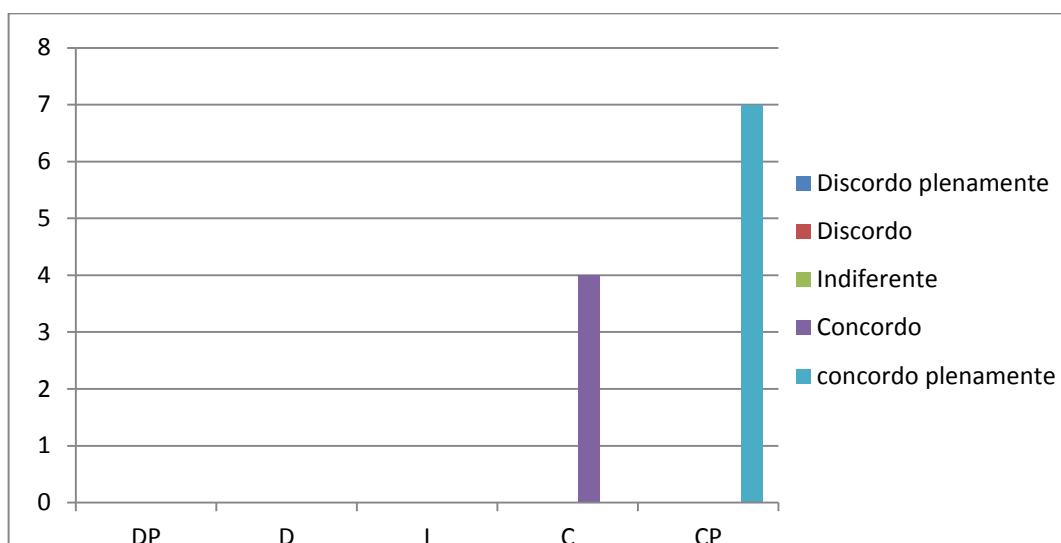
Quando foram questionados se o jogo proporcionou um ambiente para esclarecer as dúvidas e tentar diminuir as dificuldades na aprendizagem do conteúdo (Questão 4), as respostas dos alunos foram bastante satisfatórias em relação ao jogo. Segundo o Aluno 6: “Não conseguia interpretar um diagrama de fase, então com o desenrolar do jogo os meus amigos respondiam as questões das quais eu tinha dúvida, como também os aplicadores do jogo que buscava esclarecer mais ainda, assim sendo de certa forma mais fácil de aprender o conteúdo”. Aluno 4: “Possibilitou, de uma forma mais simples do que quando estamos estudando só. A interação com o grupo discussão das questões com a professora torna o conteúdo menos chato, facilitando a aprendizagem”. Nesse caso o jogo proporcionou aos alunos um momento em que eles pudessem socializar suas opiniões e dúvidas sobre o conteúdo para tentar alcançar melhorias no jogo, com o objetivo de construir uma melhor aprendizagem (SOARES, 2004 p.3).

Em relação ao uso de jogos como método auxiliar de ensino (Questão 5), 100% dos alunos que participaram do jogo afirmaram que conseguem aprender jogando. A

aprendizagem pode estar associada ao fato de que atividades como jogos, podem proporcionar obstáculos e desafios a serem vencidos, despertando assim o interesse para aprendizagem. (SOARES, 2004, p.13)

A sexta questão do questionário foi em Escala Likert as principais afirmativas serão apresentadas na forma de figuras e discutidas.

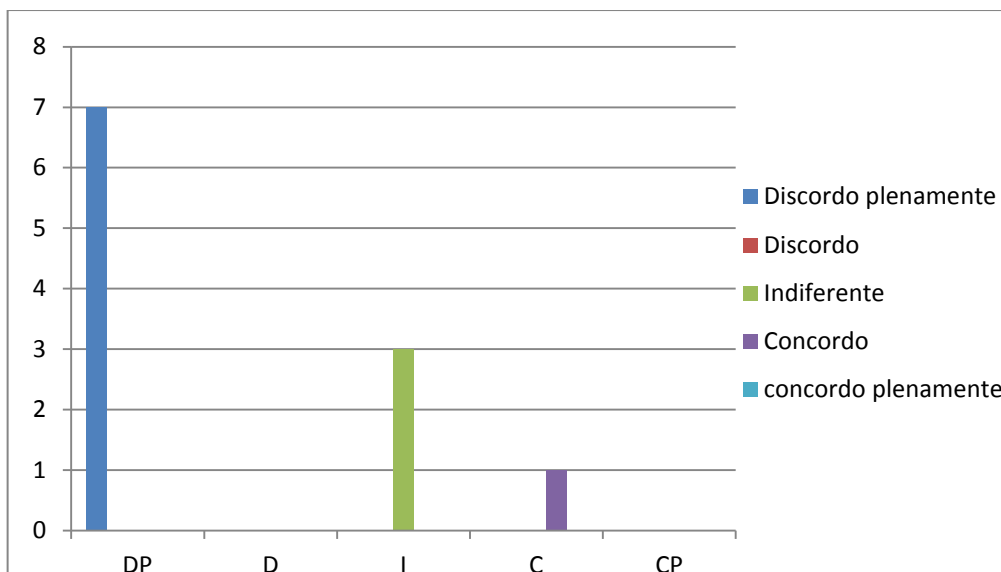
Figura 5.11 - Respostas dos alunos para a afirmação: O conteúdo do jogo é relevante para meus interesses.



Fonte: o próprio autor

A primeira afirmativa estava relacionada à importância do conteúdo do jogo para o interesse do aluno, sete dos onze participantes que responderam o questionário pós-jogo concordaram plenamente que o conteúdo apresentado no jogo era relevante (Figura 5.11). Essa concordância pode sugerir que o jogo tenha funcionado como um instrumento para os participantes direcionarem os estudos a determinado tópico do conteúdo, que apresentaram maior dificuldade. Com isto, eles poderiam buscar compreender melhor este conteúdo e tirar dúvidas, para tentar obter um melhor resultado na avaliação referente ao conteúdo de Termodinâmica de Soluções. Desta forma, o fato de direcionar os alunos no estudo do conteúdo, faz com que o jogo seja considerado um caminho para a aprendizagem e para a construção do conhecimento (SOARES, 2004, p. 16).

Figura 5.12 - Respostas dos alunos para a afirmação: O jogo foi mais difícil de entender do que eu gostaria.

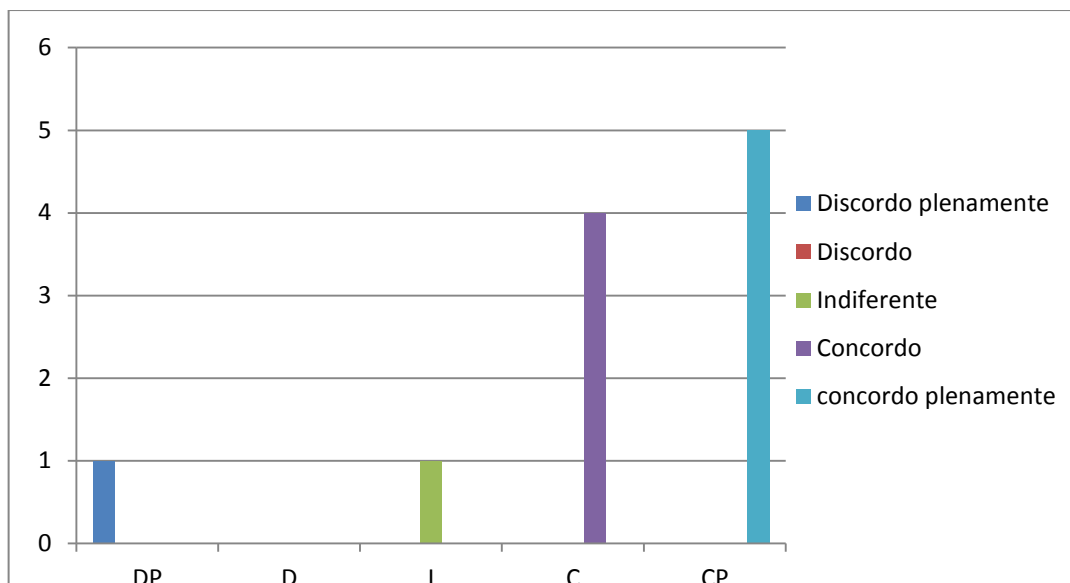


Fonte: o próprio autor

Na segunda afirmativa, sete pessoas discordaram plenamente, que o jogo foi mais difícil de entender do que elas gostariam, e apenas uma pessoa concordou com a afirmativa (Figura 5.12). Isso mostra que as questões propostas no jogo tinham um nível de dificuldade que estava dentro do que era possível ser solucionadas pelos alunos, ou seja, estava de acordo com o que foi ensinado para os mesmos. Isso reforça a ideia de que o professor também deve ter uma preocupação com a coerência em relação ao nível de dificuldade, as regras e os conceitos que podem ser explorados com a aplicação do jogo didático (CUNHA, p. 97, 2012).

Durante as observações ficou claro que a diferença, em relação às dificuldades nas resoluções das questões teóricas, comparadas com as questões de cálculo, se fez por meio da dedicação dada pelos alunos ao estudarem o conteúdo. Os participantes apresentaram maior dificuldade nas questões teóricas, pois se dedicaram menos a essa parte do conteúdo.

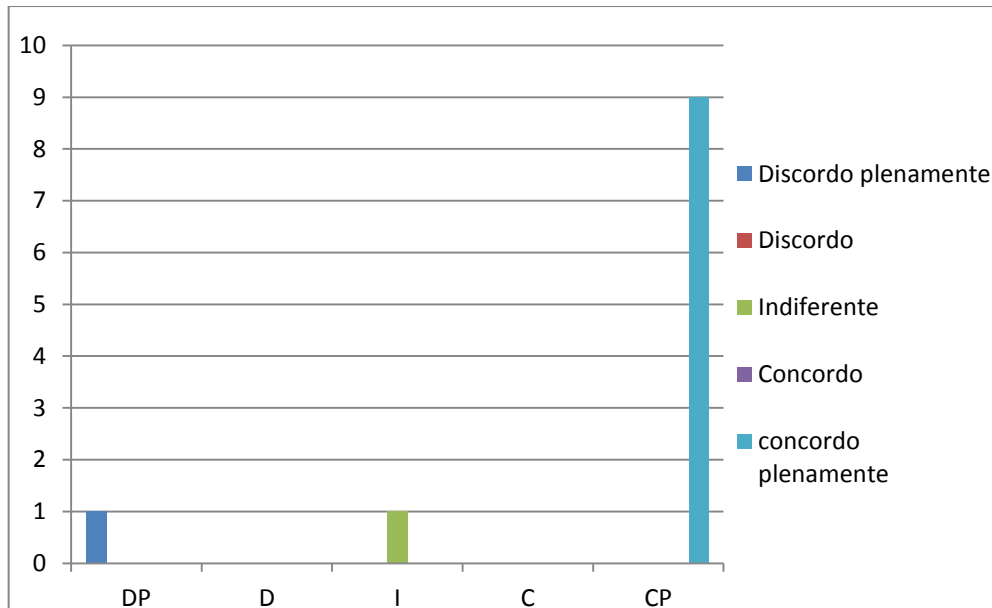
Figura 5.13 - Respostas dos alunos para a afirmação: Completar os exercícios do jogo me deu um sentimento de realização



Fonte: o próprio autor

Nessa afirmativa, quatro pessoas concordaram e cinco concordaram plenamente que se sentiram realizadas ao completar os exercícios do jogo. Apenas uma pessoa discordou plenamente da afirmativa (Figura 5.13). Durante o jogo, observou-se que os participantes vibravam com cada acerto, o que demonstrou a satisfação em saber compreender, interpretar e consequentemente resolver de maneira correta a questão proposta. Soares (2004) acredita que ao se propor uma atividade lúdica o divertimento e a aprendizagem estão relacionados. O divertimento observado no decorrer do jogo estava direcionado à satisfação em acertar as questões. Quando acontecia de nenhum participante acertar a questão proposta, ao mesmo tempo em que ficavam insatisfeitos por não conseguir acertar, surgia o desejo, em aparentemente todos, de saber durante a explicação dos aplicadores, em que estavam errando e tirar suas dúvidas. Isso evidencia que à medida que os alunos faziam as questões, até mesmo por meio do erro, eles conseguiam enxergar uma oportunidade de aprender (SANTOS, 2002, p.217).

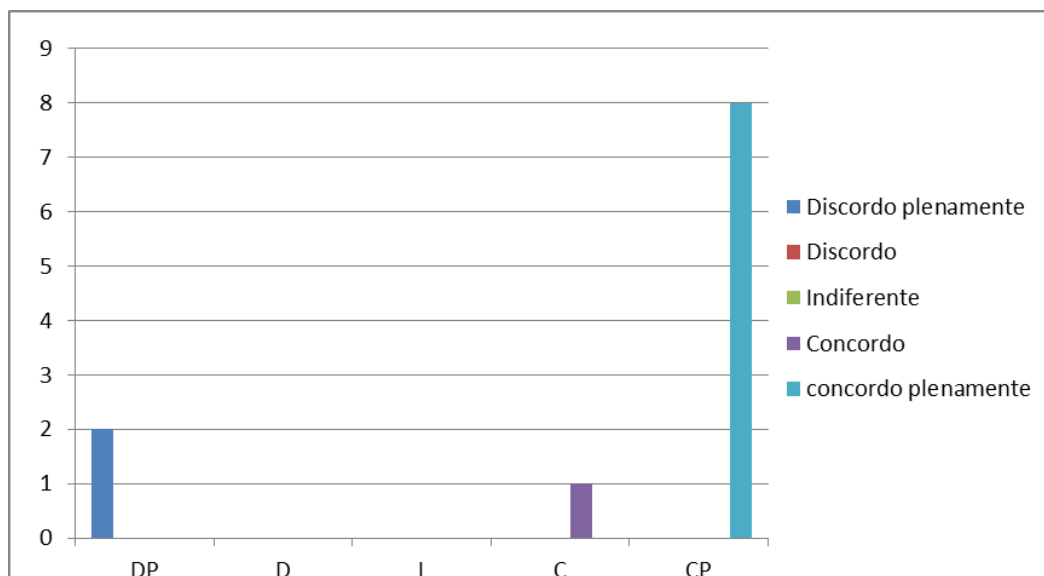
Figura 5.14 - Respostas dos alunos para a afirmação: Eu não percebi o tempo passar enquanto jogava.



Fonte: o próprio autor

Dos participantes do jogo, nove concordaram plenamente em relação a não ter percebido o tempo passar enquanto jogava (Figura 5.14). Durante o jogo, os participantes mostraram estar envolvidos nas resoluções das questões, discutindo entre si sobre cada questão proposta. Em nenhum momento foi observado individualismo na resolução das questões, ficando evidente que o jogo, ao promover situações que os desafiavam a resolver problemas, permitia aos mesmos uma autoavaliação dos seus desempenhos, bem como socialização dos seus conhecimentos em busca de uma melhor aprendizagem (MORATORI, 2003).

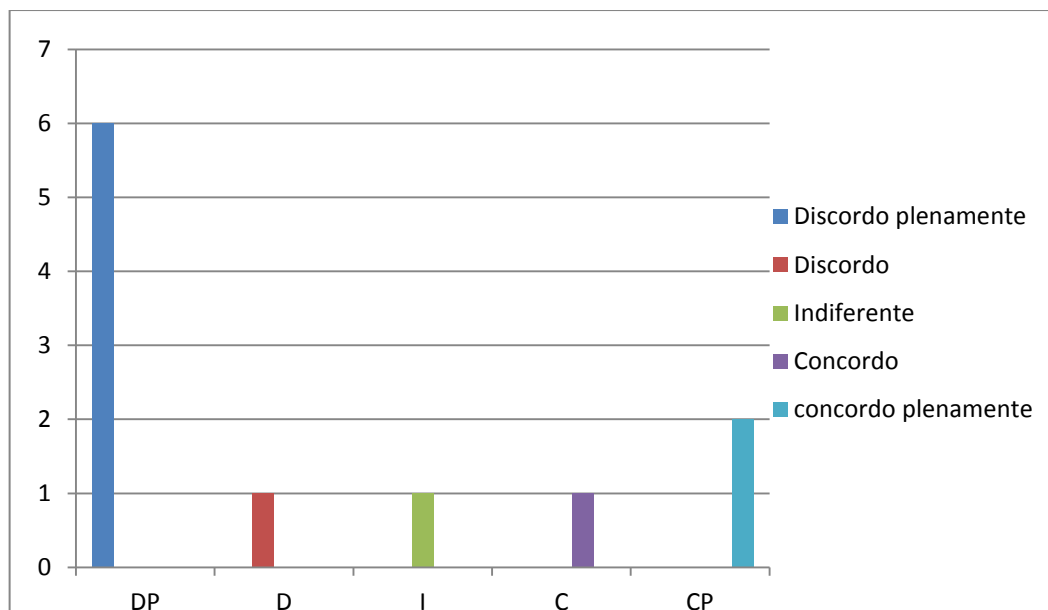
Figura 5.15 - Respostas dos alunos para a afirmação: Esforcei-me para ter bons resultados no jogo.



Fonte: o próprio autor

Apenas duas pessoas discordaram plenamente, em relação a ter se esforçado para ter bons resultados no jogo (Figura 5.15). Este fato pode estar relacionado à dificuldade que alguns dos alunos apresentaram em relação ao conteúdo, seguido da não preocupação em tirar as dúvidas durante o jogo, o que pode evidenciar o baixo esforço para obter bons resultados. Durante as observações, ficou evidente que uma das equipes teve um baixo rendimento durante o jogo, e poucas foram as vezes em que essa equipe buscou tirar dúvidas sobre as questões. Os demais alunos mostraram estar motivados a aprender e tirar dúvidas sobre o conteúdo em questão, os mesmos se mostravam curiosos e ansiosos para tentarem resolver os desafios trazidos por cada carta do jogo. Para Santos (2002), a motivação é uma consequência das pressões internas causadas principalmente pela curiosidade e pelo desafio.

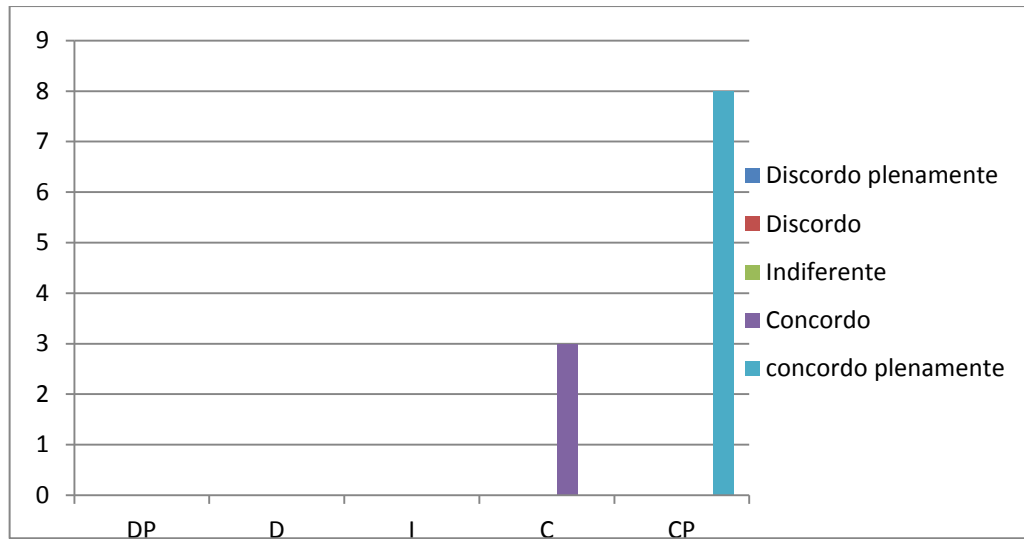
Figura 5.16 - Respostas dos alunos para a afirmação: Houve momentos em que eu queria desistir do jogo



Fonte: o próprio autor

Apesar de alguns estudantes terem apresentado dificuldades, e em algum momento terem pensado em desistir do jogo, a maioria dos participantes discordou da afirmativa em que houve momento que queriam desistir do jogo (Figura 5.16). Isso pode estar relacionado ao principal objetivo do jogo que era auxiliar os discentes no estudo do conteúdo, fazendo com que eles pudessem ao mesmo tempo, testar seus conhecimentos e também perceber em que parte do conteúdo ainda tinham dificuldades. Assim, mesmo que eles não conseguissem fazer algumas questões, era vantajoso continuar no jogo, visto que eles teriam a oportunidade de revisar o conteúdo, bem como compreender a maneira correta de resolver as questões que não foram acertadas. Nesse caso, o jogo pode ser um ótimo aliado para o desenvolvimento de competências como: enfrentar desafios, buscar soluções e estimular a argumentação, entre outras (KESSLER et al, 2010).

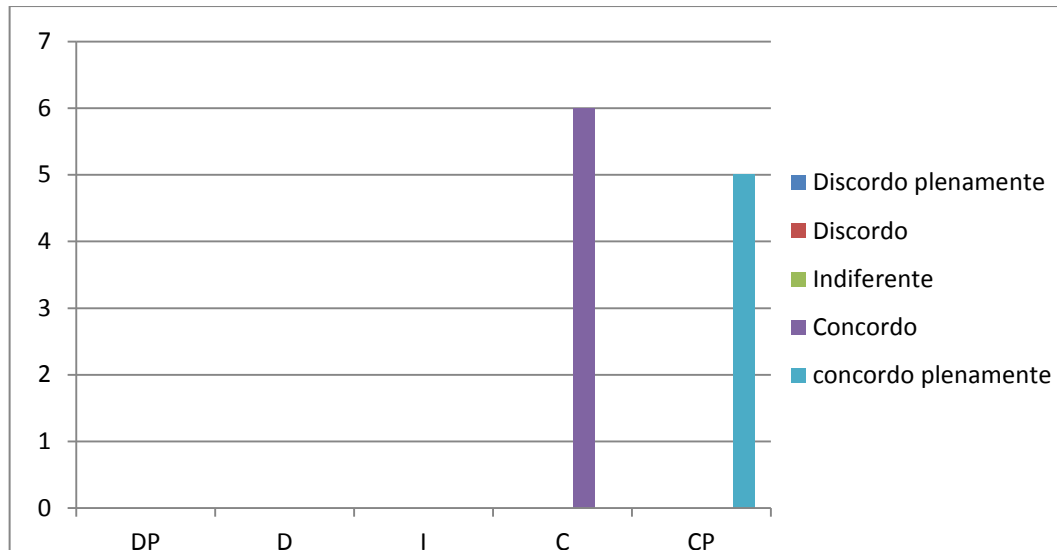
Figura 5.17 - Respostas dos alunos para a afirmação: A colaboração no jogo ajuda a aprendizagem



Fonte: o próprio autor

Todos participantes concordaram que a colaboração no jogo ajuda na aprendizagem (Figura 5.17). O envolvimento de cada participante na resolução das questões é de grande importância para a aprendizagem individual, pois não basta ver ou ouvir como se faz a questão, o indivíduo precisa praticar, para que o mesmo possa perceber se está compreendendo aquilo o que foi proposto (SANTOS, 2001). De certa forma, a colaboração no jogo além de ser importante para se alcançar o objetivo do jogo, que é vencer, pois mais pessoas pensando juntas podem tentar resolver a questão com maior chance de acerto, faz com que cada participante se autoavalie em relação ao o que ele precisa melhorar.

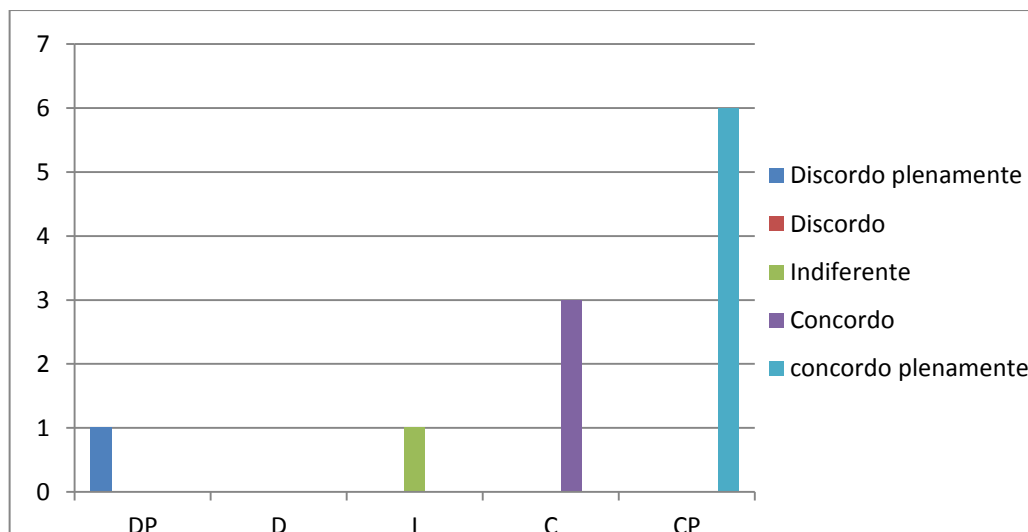
Figura 5.18 - Respostas dos alunos para a afirmação: Depois do jogo consegui perceber qual parte do conteúdo preciso estudar mais para melhorar meu aprendizado



Fonte: o próprio autor

Nesta afirmativa, todos os participantes concordaram que depois do jogo conseguiram perceber qual parte do conteúdo precisavam estudar mais para melhorar o aprendizado (Figura 5.18). O jogo proporcionou aos participantes o contato tanto com questões teóricas, como de cálculos, assim, à medida que eles iam respondendo as questões, podiam identificar e procurar superar suas dificuldades em relação a algumas partes do conteúdo. Desta forma, os participantes puderam perceber, por meio do jogo, que estavam errando mais no conteúdo de diagrama de fase e nas questões teóricas, como foi visto anteriormente.

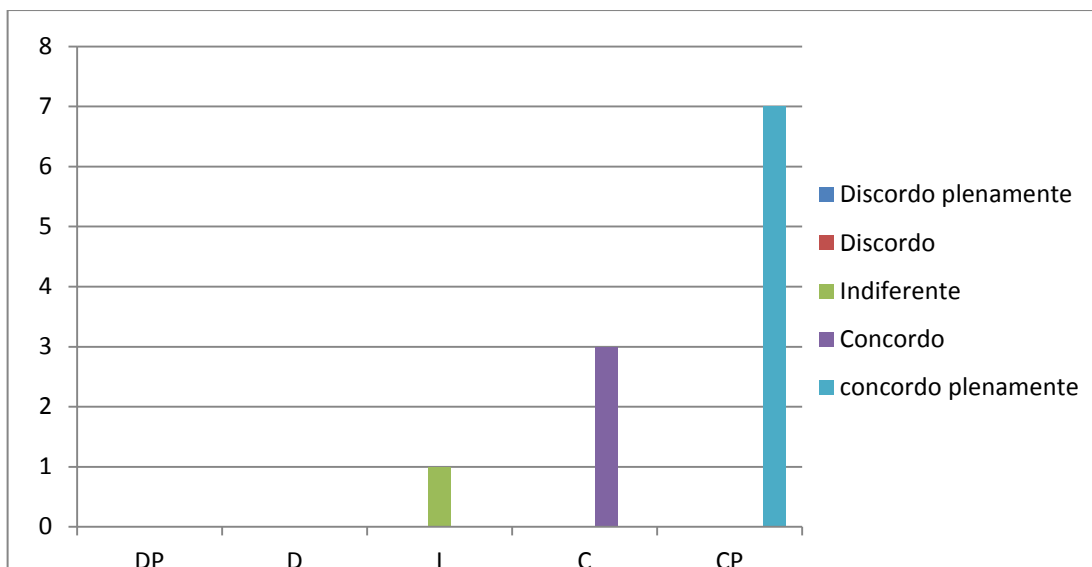
Figura 5.19 - Respostas dos alunos para a afirmação: Senti que estava tendo progresso durante o desenrolar do jogo



Fonte: O próprio autor.

A maioria dos alunos que participaram do jogo concordou plenamente que sentiram estar tendo progresso no decorrer do jogo (Figura 5.19). No início da aplicação do jogo, observou-se que os integrantes das equipes ficaram um pouco apreensivos com as questões. Porém, à medida que os mesmos se deparavam com elas, acabavam percebendo que conseguiriam resolvê-las. Mesmo quando não resolviam corretamente, conseguiam compreender a maneira correta de resolver as questões, por meio da explicação dos aplicadores, bem como perceber o que faltou para que conseguissem resolvê-las. O compartilhamento do conhecimento entre os integrantes das equipes e também a socialização das respostas para o grande grupo, pode ter sido um ponto positivo para o progresso dos participantes.

Figura 5.20 - Respostas dos alunos para a afirmação: Depois do jogo consigo compreender melhor os conteúdos apresentados no jogo.



Fonte: O próprio autor.

A maioria dos participantes também concordou que depois do jogo conseguiram compreender melhor o conteúdo. Isso fica evidente, por exemplo, na fala do Aluno 2, em resposta a Questão 1, “*Foi maravilhoso participar do jogo. O mesmo me ajudou a compreender melhor o conteúdo, tirar dúvidas, exercitar os conhecimentos dentre outros...*”. Dessa forma o jogo funcionou como um *feedback* construtivo, que focalizou os conhecimentos prévios dos alunos sobre o assunto em questão, sendo utilizado para tirar dúvidas de forma lúdica (KESSLER et al, 2010).

6 CONCLUSÃO

Com este estudo foi possível investigar as principais dificuldades na aprendizagem do conteúdo de Termodinâmica de Soluções, que vinham causando um baixo rendimento na primeira avaliação realizada no componente curricular Físico-Química II, do 7º período do Curso de Química-licenciatura do CAA-UFPE, nos semestres de 2012.2 a 2015.2. Essa investigação se deu por meio da aplicação de um questionário direcionado às pessoas que haviam cursado a disciplina de Físico-química II. Os resultados apontaram que a extensão do conteúdo e a prioridade dada pelos discentes nos estudos foram fatores que levaram ao baixo rendimento na primeira avaliação referente ao conteúdo de termodinâmica de soluções. Apesar do conteúdo ser extenso, a dedicação ao estudo não era suficiente, e também era priorizado, mais a parte de cálculo do que a teoria, sem fazer nenhuma relação entre elas, o que caracterizava uma construção de conhecimento fragmentado.

De forma geral, o jogo QuiMisturas desenvolvido e aplicado na turma do semestre 2016.2, apresentou qualitativamente um bom resultado. Durante a aplicação do jogo foi possível perceber que os participantes sentiram mais dificuldades nas questões teóricas do que nas de cálculos. Isto porque, dos 25% das questões sorteadas que não foram respondidas corretamente por nenhuma equipe, todas eram questões teóricas. Após a aplicação do questionário pós-jogo ficou evidente que o jogo proporcionou aos discentes uma autoavaliação sobre o conteúdo. Pois os mesmos, ao se depararem com as questões, puderam perceber quais tópicos do conteúdo sentiram mais dificuldades, e também como proceder para sanar essas dificuldades. Portanto, diante dos resultados obtidos podemos concluir que o uso de um jogo didático, como uma ferramenta auxiliar para processo de ensino e aprendizagem da disciplina de Físico-Química no Ensino Superior, foi satisfatório. Um bom resultado também foi alcançado na turma do semestre de 2017.1, na qual o jogo também foi aplicado. Desta forma, espera-se que este trabalho possa contribuir para o aprendizado de outras turmas, bem como para a formação dos futuros professores de Química, servindo como um incentivo para buscar novos métodos de ensino.

REFERÊNCIAS

- ATKINS, P.; PAULA, J. **Físico-Química**, vol.1, 8ª ed. Editora LTC, 2008.
- BALL, D. W. **Físico-Química**, vol. 1, Editora Thomson, 2005.
- BRASIL. **Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química**. Despacho do Ministro em 4/12/2001, publicado no Diário Oficial da União de 7/12/2001, Seção 1, p. 25.
- BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. **Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional**. Centro de Documentação e Informação. Edições Câmara Brasília | 2010. Seção IV-A. p. 30.
- CASTELLAN G. **Fundamentos de Físico-Química**. Editora LTC. 2003.
- CAVALCANTI, E. L. D; CARDOSO, T. M. G; MESQUITA, N. A. S; SOARES, M. H. F.B. **Perfil Químico: debatendo ludicamente o conhecimento científico em nível superior de ensino**. *REVISTA ELECTRÓNICA DE INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN EN CIENCIAS* ISSN 1850-6666. REIEC Volumen 7 Nro. 1 Mes julio, 2012.
- CUNHA, M. B. D; FIORESE, C. A; LEUTER, M. B; SILVA, V. M. D. **Jogos no Ensino de Química: uma análise dos trabalhos apresentados no ENEQ**. XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVI ENEQ) e X Encontro de Educação Química da Bahia (X EDUQUI) Salvador, BA, Brasil – 17 a 20 de julho de 2012.
- CUNHA, M. B. D. **Jogos no Ensino de Química: Considerações Teóricas para sua Utilização em Sala de Aula**. QUÍMICA NOVA NA ESCOLA . Vol. 34, Nº 2, p. 92-98, MAIO 2012.
- FALKEMBACH, G.A. M. **O lúdico e os jogos educacionais**. Disponível em: http://penta3.ufrgs.br/midiasedu/modulo13/etapa1/leituras/arquivos/Leitura_1.pdf. Acesso em: 14 de maio de 2016.
- FIALHO, Neusa Nogueira. Os jogos pedagógicos como ferramentas de ensino. Disponível em: http://www.pucpr.br/eventos/educere/educere2008/anais/pdf/293_114.pdf. Acesso em: 01 de maio de 2017.
- GATTI, B. A. **O professor e a avaliação em sala de aula**. Estudos em Avaliação Educacional, n. 27, jan-jun/2003.
- GOMES, R. S; MACEDO, S. H. **Cálculo estequiométrico: o terror nas aulas de Química**. VÉRTICES, v. 9, n. 1/3, jan./dez. 2007.
- HUIZINGA, J. **Homo Ludens**. 4.ed. São Paulo: ed. Perspectiva S. A, 2000. Tradução de J. P. Monteiro; Produção: Ricardo W. Neves e Adriana Garcia. Título do original: *Homo Ludens - vom Unprung der Kultur im Spiel* Copyright © by Johan Huizinga Disponível em: http://jnsilva.ludicum.org/Huizinga_HomoLudens.pdf Acesso em: 30 de maio de 2016.

KISHIMOTO, T. M. **O Jogo e a Educação Infantil. Perspectiva**. Florianópolis-SC, PERSPECTIVA. Florianópolis, UFSC/CED, NUP, n. 22, p. 105-128, 1994.

Disponível em: <https://pt.scribd.com/doc/133175911/O-jogo-e-a-educacao-infantil-Tizuko-Morchida-Kishimoto-pdf> . Acesso em: 01 de maio de 2016.

LEVINE, I. N., **Físico-Química**, vol. 1, 6ª ed., Editora LTC, 2012.

MARCOS, M. A. **Teoria da Aprendizagem terminar**. São Paulo: EPU, 1999.

MIGUEL, J. C. O ensino da matemática na perspectiva da formação de conceitos: implicações teórico-metodológicas.

Disponível em:

<http://www.unesp.br/prograd/PDFNE2003/O%20ensino%20de%20matematica.pdf>>. Acesso em: 21 de maio de 2017.

MOORE, W. J. **Físico-Química/ Tradução da quarta edição americana / Helena Li Chun [e outros] supervisão: Ivo Jordan – São Paulo: Edgard Blucher, 1976.**

MORAES, C. R; VARELA, S. **Motivação do aluno durante o processo de ensino aprendizagem**. Revista Eletrônica de Educação. Ano I, No. 01, ago. / dez. 2007.

MORAN, J. M. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 19.edição. Papirus Editora. 2011.

MORATORI, P. B. **Por que utilizar jogos educativos no processo de ensino aprendizagem?**. Rio de Janeiro, dez. 2003.p. 1- 28.

NEVES, J. L. **Pesquisa qualitativa-características, usos e possibilidades**. Caderno de pesquisa em administração. São Paulo. V.1. nº 3, 2º Sem.1996.

SANTOS, S. C. **O processo de ensino aprendizagem e a relação professor-aluno: aplicação dos “sete princípios para uma boa prática na educação de ensino superior”**. Caderno de pesquisa em administração, São Paulo, v. 08, nº 1, Janeiro/março 2001.

SANTOS, L. M. D; SILVA, P. R. A. D; MEDEIROS, R. B. D; FERREIRA, J.M. **Avaliação das dificuldades na aprendizagem de Química. I COINTER-PDVL, 2014.**

SANTOS, S. C. **Modelagem de cenários telemáticos com estratégia cognitiva para trabalhar conceito físico-químicos: indicadores de aprendizagem**. Tese de Doutorado em Informática na Educação. UFRGS. Porto Alegre, 2002.

SOARES, M. H. F. B. **O lúdico em Química: jogos e atividades aplicados ao Ensino de Química. 2004**. Dissertação (Doutorado). São Carlos: Universidade Federal de São Carlos.

SOARES, M. H. F. B. **Jogos e atividades lúdicas no ensino de Química: uma discussão teórica necessária para novos avanços**. REDEQUIM, V.2, N.2, out, 2016.

SOUZA,V. C. D .A; JUSTI, R. **Interlocuções possíveis entre linguagem e apropriação de conceitos científicos na perspectiva de uma estratégia de modelagem para a energia**

envolvida nas transformações químicas. Rev. Ensaio | Belo Horizonte | v.13 | n.02 | p.31-46 | mai-ago | 2011.

TAROUCO, L. M. R; ROLAND, L. C; FABRE, M. C. J. M; KONRATH, M. L. P. **Jogos educacionais.** Novas Tecnologias na Educação CINTED-UFRGS. V. 2 Nº 1, Março, 2004.

TERENCE, A. C. F; FILHO E. E. **Abordagem quantitativa, qualitativa e a utilização da pesquisa-ação nos estudos organizacionais.** XXVI ENEGEP, Outubro, 2006.

VYGOTSKI, L. S. **A formação social da mente.** Psicologia e Pedagogia. O desenvolvimento dos processos psicológicos superiores Texto proveniente de: Seção Braille da Biblioteca Pública do Paraná <http://www.pr.gov.br/bpp>. Livraria Martins Fontes, Editora Ltda. São Paulo - SP 1991, 4ª edição brasileira.

WEISZ, T. ; SANCHES, A. **O diálogo entre ensino e aprendizagem.** Editora ática, 2ª edição, 14ª impressão. 2006. ISBN 850807293 7. p. 93-115.

ZABALZA, M. A. O ensino Universitário: seu cenário e seus protagonistas; trad. Ernani Rosa. Porto Alegre: Artmed, 2004.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Questionário Investigativo I

QUESTIONÁRIO DIRECIONADO AOS DISCENTES QUE CURSARAM O COMPONENTE CURRICULAR FÍSICO-QUÍMICA II

Espero contar com o seu apoio quanto ao preenchimento deste questionário, que tem como objetivo principal a realização de um trabalho de conclusão de curso.

No componente curricular Físico-Química II são ministrados os seguintes conteúdos: Termodinâmica das soluções (Termodinâmica das misturas, propriedades coligativas Atividades, Diagramas de Fase), conteúdo referente à primeira avaliação; Equilíbrio Químico e Eletroquímica, referente a segunda avaliação, e Cinética Química referente à terceira avaliação.

1) Quantas vezes você cursou o componente curricular Físico-Química II?

() Uma () Duas () Três

2) Durante o estudo da disciplina de Físico-Química II, em relação à aprendizagem dos conteúdos você poderia afirmar que:

- a) () Não teve dificuldades em nenhum dos conteúdos estudados na disciplina.
- b) () O nível de dificuldade de um conteúdo era maior do que os demais.
- c) () O nível de dificuldades em alguns conteúdos eram maiores do que os demais.
- d) () Os níveis de dificuldades eram o mesmo para todos os conteúdos estudados.

3) Após ter estudado a disciplina, você conseguiria apontar em qual dos conteúdos, avaliações, você teve maior dificuldade na aprendizagem e/ou baixo rendimento na avaliação e por quê?

4) Ao estudar os conteúdos da disciplina para a realização das avaliações o que você priorizava?

- a. ☐ Estudar a parte conceitual e relaciona-la com a parte de cálculos
- b. ☐ Estudar a parte conceitual
- c. ☐ Estudar a parte de cálculos

5) Em geral, em sua opinião, qual é a maior dificuldade encontrada na aprendizagem dos conteúdos da disciplina?

6) Em sua opinião, o que poderia ser melhorado na metodologia de ensino da disciplina, para facilitar o processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos ministrados?

APÊNDICE B – Questionário Investigativo II

QUESTIONÁRIO DIRECIONADO AOS DISCENTES QUE PARTICIPARAM DA ATIVIDADE DO JOGO DA DISCIPLINA DE FÍSICO-QUÍMICA II

Espero contar com o seu apoio quanto ao preenchimento deste questionário, que tem como principal objetivo a realização de um trabalho de conclusão de curso.

Questionário investigativo Pós-Jogo

1) Como foi a sua experiência em relação ao jogo? Indique pontos positivos e negativos que o jogo proporcionou.

2) O jogo era composto por questões teóricas e questões que envolviam cálculos. Qual dos dois tipos de questões você teve mais dificuldade para responder e por quê?

3) O jogo proporcionou a você uma autoavaliação em relação a algum tópico do conteúdo que você tinha dificuldade no aprendizado? Site que tópico do conteúdo era este.

4) Com relação os tópicos do conteúdo que você tinha dificuldade na aprendizagem, o jogo proporcionou um ambiente para esclarecer suas dúvidas e diminuir a dificuldade na aprendizagem do conteúdo? Poderia citar de que forma isto aconteceu?

5) Em relação ao uso de jogos como método auxiliar de ensino você poderia afirmar que:

- a) ☐ Consigo aprender jogando
- b) ☐ Prefiro métodos tradicionais
- c) ☐ Não gosto deste tipo de ferramenta
- d) ☐ Gosto de jogar, mas não consigo aprender por meio do uso de jogos.

6) Avalie as afirmativas, em relação ao jogo aplicado, usando a escala de LIKERT.

- 1. Discordo plenamente
- 2. Discordo
- 3. Indiferente
- 4. Concordo
- 5. Concordo Plenamente

Afirmativas	1	2	3	4	5
O conteúdo do jogo é relevante para meus interesses.					
O jogo foi mais difícil de entender do que eu gostaria.					
As atividades do jogo foram muito difíceis.					
Eu não consegui entender as questões do jogo.					
Completar os exercícios do jogo me deu um sentimento de realização.					
Eu não percebi o tempo passar enquanto jogava.					
Esforcei-me para ter bons resultados no jogo.					
Houve momentos em que eu queria desistir do jogo.					
Me senti estimulado a aprender com o jogo.					
Eu gostei do jogo e não me senti ansioso ou entediado.					

O jogo oferece novos desafios num ritmo apropriado.					
Este jogo é adequadamente desafiador para mim, as tarefas não são muito fáceis nem muito difíceis.					
Eu alcancei rapidamente os objetivos do jogo.					
Senti que estava tendo progresso durante o desenrolar do jogo.					
Senti que estava colaborando com outros colegas.					
A colaboração no jogo ajuda a aprendizagem.					
O jogo permite a interação entre os jogadores.					
Achei o jogo meio parado.					
Depois do jogo consigo lembrar de mais informações relacionadas ao tema apresentado no jogo.					
Depois do jogo consigo compreender melhor os temas apresentados no jogo.					
Depois do jogo consegui perceber qual parte do conteúdo preciso estudar mais pra obter melhores resultados.					
O jogo não me ajudou em nada, em relação a aprendizagem.					