



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO  
INSTITUTO DE FÍSICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS

BEINE JOSÉ DA SILVA

**UM JOGO DE CARTAS:**  
**Uma proposta de aprendizagem significativa para o ensino médio de**  
**conceitos relacionados à eletrização e a Lei de Coulomb**

CUIABÁ, MT

2015

BEINE JOSÉ DA SILVA

**UM JOGO DE CARTAS:**

**Uma proposta de aprendizagem significativa para o ensino médio de  
conceitos relacionados à eletrização e à Lei de Coulomb**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais – PPGEEN do Instituto de Física da Universidade Federal de Mato Grosso como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências Naturais na área de concentração Ensino de Física.

DENILTON CARLOS GAIO  
Orientador

CUIABÁ, MT

2015

**Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.**

S586p Silva, Beine José da.  
Uma proposta de aprendizagem significativa para o ensino médio de conceitos relacionados à eletrização e à Lei de Coulomb / Beine José da Silva. -- 2015  
100 f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Denilton Carlos Gaio.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Cuiabá, 2015.  
Inclui bibliografia.

1. Lúdico. 2. Aprendizagem. 3. Eletrização. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

**Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.**



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO  
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS  
Avenida Fernando Corrêa da Costa, 2367 - Boa Esperança - CEP: 78060900 - Cuiabá/MT  
Tel : (65) 3615-8737 - Email : ppecn@fisica.ufmt.br

## FOLHA DE APROVAÇÃO

**TÍTULO : "Um Jogo de Cartas Baseado em Magic: uma proposta de aprendizagem significativa para o Ensino Médio de conceitos relacionados à Lei de Coulomb"**

AUTOR : Mestrando Beine José da Silva

Dissertação defendida e aprovada em 21 de Dezembro de 2015.

Composição da Banca Examinadora:

---

Presidente Banca / Orientador    Doutor    Denilton Carlos Gaio

Instituição : Universidade Federal de Mato Grosso

Examinador Interno    Doutor    Miguel Jorge Neto

Instituição : Universidade Federal de Mato Grosso

Examinadora Externa    Doutora    Andreia da Silva Tavares

Instituição : Centro Universitário de Várzea Grande

Cuiabá, 21 de Dezembro de 2015.

## AGRADECIMENTOS

Na imensidão do Universo, repleto de Galáxias e constelações, lembrar o mestre Jesus Cristo, meu refúgio em meio à escuridão da vida, pela saúde, força, sabedoria, enfim pela vida, sem Ele nada seria possível. Por dar-me ânimo, força e esperança nos dias de luta.

Aos meus amados pais, Benedito e Ana, pelo eterno amor, cuidado e carinho que sempre tiveram comigo, por estarem presentes e sempre me acolheram com palavras vigorosas de estima e amor. Não tenho palavras para agradecer tudo o que fizeram e fazem por mim. Tenho uma dívida de gratidão para com eles.

À minha esposa Claudia por me dar incentivo, atenção, amor, e por me apoiar e colaborar, dentro do possível, para minha formação acadêmica, estando sempre presente em todos os momentos dessa caminhada.

A todos os meus colegas de curso, principalmente, aos meus amigos: Wenderson, Cleverson, Marcelinho, Rose e Glaucia. Aos meus colegas e amigos de trabalho: Cleverson por sempre me apoiar no trabalho, prestativo, amigo para todas as horas que me ajudou na montagem do tabuleiro, a confeccionar e dar qualidade visual na produção das cartas, à diretora Alexandra da escola estadual João Brienne de Camargo por acompanhar e apoiar o meu trabalho, à professora Agda, enfim aos colegas de escola que muito contribuíram nos trabalhos de filmagem do trabalho, fotografia e áudio.

Ao professor orientador do mestrado, Denilton Carlos Gaio, ao professor Carlos Rinaldi que me orientou desde minha formação escolar inicial, aos professores Iramaia e Sérgio de Paula que participaram do processo de formação no mestrado Profissional em Ensino de Ciências Naturais, bem como aos demais professores que participaram desse processo de formação.

A todos aqueles que de forma indireta contribuíram e me incentivaram nesta jornada da vida acadêmica, meus sinceros agradecimentos.

E finalmente ao meu amado filho Benn Robberth por ser motivo de alegria e inspiração todos os dias.

## RESUMO

O processo de ensino-aprendizagem está sempre em transformação, decorre daí a importância da utilização do lúdico como uma alternativa de apoio à aprendizagem significativa, e que permeia tais transformações, mas, sobretudo, tendo em vista a sociedade dinâmica e fluente na qual os alunos estão inseridos, principalmente por tratar-se de um contexto de grandes transformações tecnológicas, que dessa forma, auxiliam a desenvolver tanto o lado intelectual e cognitivo, quanto o afetivo e o social. O produto educacional desenvolvido também objetiva a criação e consolidação de uma base de conhecimentos, tendo como principais referências a Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica (TAS) e a teoria de aprendizagem significativa crítica (TASC) para dar direção com relação à concretização propostos nos processos de aprendizagem dos conceitos de Eletrostática elencados no jogo. Dos alunos, espera-se, também, a aprendizagem de conceitos por meio da formação de *grafos*, o interesse com relação a solucionar enigmas propostos no jogo e a tomar decisões individuais ou em grupo, que envolva situações quanto a desafios presentes no jogo, e ainda que o produto educacional através da formação de conceitos no tabuleiro seja agente de mudança de atitude com relação a essas demandas, ou seja, que facilite a aprendizagem de conceitos e desperte o interesse para o estudo de Física. Os resultados qualitativos de aprendizagem de conteúdos mostraram que o produto educacional tem potencial para contribuir na aprendizagem, que se propõe, sobre os assuntos abrangidos. Acredita-se que a melhoria da qualidade de ensino das Ciências Naturais e, em particular, nos termos tratados neste projeto, muito pode contribuir com a geração futura de estudantes com uma percepção diferenciada em relação ao modo de aprendizagem de conceitos, além de perceber que, quanto à aprendizagem, conseguem busca-la de forma mais independente, e até mesmo propor estratégias de novas situações de eletrizações, além de propiciar as tomadas de decisões individuais ou coletivas com intervenções e discussões entre os componentes de jogo. O produto educacional enfatizou por meio das inúmeras partidas alguns dos princípios de aprendizagem significativa crítica, o que viabilizou a interação e a aprendizagem significativa de conceitos de eletrização e da Lei de Coulomb.

**Palavras-chave:** Lúdico, Eletrização e Aprendizagem.

## ABSTRACT

The learning process is always changing, and time is notorious realize the importance of recreational use as an alternative to support meaningful learning, and that permeates such transformations, but especially in view of the dynamic and fluid society in which students are included, mainly because it is a cyber-context, and thus, helping to develop both the intellectual side, cognitive, affective and social. The educational product developed also aims the creation and consolidation of a knowledge base, the main references the Theory of Meaningful Learning Review (TASC) to facilitate the learning process of Electrostatic concepts proposed in the game. The pupils, it is hoped, also the learning concepts by forming *graphs*, interest in relation to solving proposed puzzles in the game and to make individual or group decisions involving situations as the current challenges in the game, and although the educational product by forming concepts on the board is attitude change agent with respect to these claims, or to facilitate the learning of concepts and awaken the interest for the study of physics. The change attitude to these demands, minimization of environmental impacts and sustainable development, encouraging the emergence of future competent professionals for the sectors of human activities related to the above topics. The qualitative results of Contents learning showed that the educational product has the potential to contribute to learning, which aims on the covered topics. It is believed that the improvement of the natural sciences teaching quality and, in particular, under treated in this project, can greatly contribute to the future generation of students with a different perception of concepts learning mode, and realize that as learning by itself can seek personal learning more independently, and even propose strategies to new situations electrization and decisions taken individually or collectively with interventions and discussions among the game components. Students feel freer to discuss and answer your questions with colleagues and some teachers who participated in the process, and so ended up allowing a more positive attitude towards the rights and wrongs, so goes against one of the principles of significant critical learning. Another positive aspect of the game is the discipline, since the rules place limits in the classroom, but at the same time stimulates the decision-making and promotes self-esteem, maintain concentration and attention.

**Key - words:** Playful, electrization and Learning.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Mapa Conceitual da Teoria da Aprendizagem. ....	18
Figura 2 - A Construção de Mapas Conceituais. ....	21
Figura 3 - Mapa Conceitual sobre Força Elétrica e Magnética. ....	22
Figura 4 - Mapa Conceitual de Eletrização. ....	23
Figura 5 - Mapa Conceitual de <i>Grafo</i> de Eletrização por Atrito. ....	23
Figura 6 - Mapa Conceitual de <i>Grafo</i> de Eletrização por Indução. ....	24
Figura 7 - Mapa Conceitual de <i>Grafo</i> de Eletrização por Contato. ....	25
Figura 8 - A Composição da Carta. ....	29
Figura 9 – O Vetor. ....	31
Figura 10 - Bótons Representando Cargas Elétricas. ....	32
Figura 11- O Tabuleiro. ....	32
Figura 12 - Atabela de Registros de Pontuações. ....	33
Figura 13 - Disposição das Equipes em Torno do Tabuleiro. ....	33
Figura 14 - <i>Grafo</i> utilizando Três Cartas de Eletrização por Atrito. ....	37
Figura 15 - Formação de <i>Grafos</i> Utilizando Cartas de Eletrização por Contato. ....	38
Figura 16 - Eletrização por Indução com Utilização do Fio Terra. ....	38
Figura 17 - Cartas que não Apresentam uma Formação de Conceitos. ....	39
Figura 18 - Eletrização por Contato, onde Ocorre a Perda de Pontos. ....	40
Figura 19 - Cartas de Eletrização por Indução Formando <i>Grafo</i> . ....	41
Figura 20 - Exemplo Genérico da Utilização de Vetores no Tabuleiro. ....	41
Figura 21 - Alteração de Posição do Bóton. ....	41
Figura 22 - Exemplo Genérico com Quatro Bótons e a Distribuição de Forças. ....	42
Figura 23 - Exemplo Genérico de Perda de Pontuação. ....	42
Figura 24 – Registro de Ações Desenvolvidas nos Encontros. ....	48
Figura 25 - Encontro com as Escolas. ....	49
Figura 26 - grafos de Jogo da Equipe "B". ....	55
Figura 27 - <i>Grafos</i> de Jogo da Equipe "C". ....	56
Figura 28 - Grafos de Jogo da Equipe "A". ....	57
Figura 29 - Qualidade dos Minicursos. ....	59



Figura 30 - Perfil do Ministrante na Exposição de Mapas Conceituais. ....	60
Figura 31 - Mensagens de Comunicação.....	61
Figura 32 - Atividade Experimental e Lúdica. ....	63
Figura 33 - Estudando a Lei de Coulomb.....	65
Figura 34 - Estudando Jogando. ....	67
Figura 35- Cartas Vetores.....	68
Figura 36- eletrização por Atrito. ....	69
Figura 37 - Eletrização por Contato. ....	69
Figura 38 - Eletrização por Contato. ....	70
Figura 39 - Eletrização por Atrito.....	71
Figura 40 - Processos de Eletrização.....	72
Figura 41 - Jogo Final.....	74

### Lista De Tabelas

Tabela 1- Cartas Existentes no Baralho.....	30
Tabela 2- Bonificações e Perdas.....	36
Tabela 3 - Caracterização dos Encontros .....	46
Tabela 4 - Preparação para o Jogo nos Encontros .....	47
Tabela 5 - O Jogo .....	47
Tabela 6- Mensagens das Equipes A, B E C no Evento Semipeq.....	53
Tabela 7 - Pontuações do Grupo B.....	55
Tabela 8- Pontuações do Grupo C.....	57
Tabela 9- Pontuações do Grupo A.....	57
Tabela 10 - Mensagens de Comunicação. ....	61
Tabela 11 - Palavras Indutoras – Inferências.....	76

**LISTA DE ABREVIATURAS**

**PCN** - Parâmetros Curriculares Nacionais

**TAS** - Teorias da Aprendizagem Significativa

**TASC** - Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica

**UFMT** - Universidade Federal de Mato Grosso

## Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	14
<b>2</b>	<b>REVISÃO DA BIBLIOGRAFIA</b> .....	16
2.1	Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS).....	16
2.2	Teoria da Aprendizagem Significativa Critica.....	18
2.3	Mapas Conceituais e <i>Grafos</i> .....	20
2.4	Pesquisa Qualitativa e Pesquisa-ação.....	26
2.5	Jogos no Ensino – Ludicidade.....	27
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	29
3.1	O JOGO DA ELETRIZAÇÃO .....	29
3.1.1	Cartas.....	29
3.1.2	Cartas vetores .....	30
3.1.3	Bótons .....	31
3.1.4	Tabuleiro .....	32
3.1.5	Tabela de Pontuação.....	33
3.1.6	Regras do jogo.....	33
3.1.7	Situações de jogo que podem ser bonificadas .....	36
3.1.8	Situações de jogo na qual ocorrem perdas de pontos .....	39
3.1.9	Situações de jogo com Cartas vetores-Lei de Coulomb .....	41
3.2	O UNIVERSO DA PESQUISA .....	44
3.3	A COLETA DE DADOS .....	45
	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES.</b> .....	46
	<b>Os Encontros</b> .....	46
3.4	As Respostas aos Questionários e as Anotações dos Blocos .....	50
3.5	Situações de jogo que aconteceram durante os encontros .....	52
3.6	Informações de jogo da primeira rodada ocorrido na UFMT.....	54
3.7	2º Encontro “Conhecendo melhor o produto educacional” .....	60
3.8	3º Encontro: “atividade experimental e lúdica” .....	63
3.9	4º Encontro: “Explorando a Lei de Coulomb com bótons e cartas vetores” .....	66
3.10	5º Encontro: “Experimentando o produto com 1º e 3ºano” .....	68

3.11	6° ENCONTRO: “Avaliando conceitos na escola Estevão Alves”.....	74
3.12	7° ENCONTRO: “Cartas Princípios e Cartas Desafios”.....	75
3.13	8° Encontro - “reduzindo o intervalo de tempo”.....	77
<b>4</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>78</b>
<b>5</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>81</b>
	<b>APÊNDICE A – PERGUNTAS REALIZADAS DURANTE AS AULAS</b> .....	<b>83</b>
	<b>APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO AVALIATIVO APÓS APLICAÇÃO DO JOGO</b> .....	<b>85</b>
	<b>APÊNDICE C – RESPOSTAS APÓS APLICAÇÃO DO JOGO</b> .....	<b>86</b>
	<b>APÊNDICE D – TESTE EVENTO</b> .....	<b>87</b>
	<b>APÊNDICE E - CARTAS DO JOGO LEI DE COULOMB</b> .....	<b>89</b>

# 1 INTRODUÇÃO

A Constituição Federal prevê a garantia do direito à educação para todos os brasileiros. “A educação básica tem por finalidades desenvolver o educando, assegurar-lhe a formação comum indispensável para o exercício da cidadania e fornecer-lhe meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores”. (LDB, Art. 22).

O ensino médio, no entanto, nos dias de hoje, caracteriza-se por ser uma das etapas mais problemáticas da escolarização do estudante. Os resultados obtidos nas provas do IDEB BRASIL nos três últimos anos (2012, 2013 e 2014) estão longe de corresponder a um índice satisfatório de aprendizagem, haja vista o baixo desempenho nas referidas provas. Em Mato Grosso não é diferente. Segundo alguns educadores, esses resultados foram, de certa forma, muitas vezes gerados por propostas pedagógicas inadequadas. A elaboração de um currículo que integre ciência, tecnologia, cultura e trabalho, sem o reducionismo geralmente proposto, evitará submeter os alunos a uma cesta de atividades e conteúdos dispersos. Nessa análise, falta ainda estudar as influências da história das desigualdades sociais do Brasil e o projeto de sociedade excludente que está na raiz da nossa formação como país.

As deficiências na infraestrutura das escolas e os baixos salários dos professores são resultados da escassez de recursos, que, direta ou indiretamente, acarreta excesso da carga de trabalho dos professores, sua baixa capacitação e desmotivação. Aos alunos, resta apenas um aprendizado monótono, com baixo índice de aproveitamento e desmotivação, resultando ainda em forte evasão.

Nesse contexto, o produto desenvolvido nesta pesquisa busca uma abordagem lúdica para a aprendizagem dos conceitos de eletrostática e eletrodinâmica. O jogo de cartas, Lei de Coulomb, aplicado ao terceiro ano do Ensino Médio, pretendeu gerar, na sala de aula, um ambiente de motivação e de interação, intercalando estratégias de disputa e de colaboração.

No atual estágio do jogo, os principais conceitos físicos envolvidos são a força coulombiana, os processos de eletrização e aplicações da eletrostática.

Do ponto de vista das bases teóricas dessa pesquisa, optou-se pela Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel (1960) que a teoria enfatiza a aprendizagem de conceitos relevantes para os seres humanos e da Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica de Marco Antônio Moreira (2003) e a Teoria de Grafos (2008), que são explicados de modo informal com um conjunto não vazio de nós (vértices) e um conjunto de arcos (arestas) tais que cada arco conecta dois nós. A teoria dos *grafos* estuda objetos combinatórios, a abstração que

permite codificar relacionamentos entre pares de objetos. A aplicação do produto ocorre na forma de produção de *grafos* que são desenvolvidos pelas formações de conceitos de eletrização. Ao serem as cartas depositadas no tabuleiro, paulatinamente os jogadores constroem uma estrutura de conceitos, que é mais bem caracterizada como *grafos*, em que as cartas que finalizam as construções de conceitos por meio de mensagens são os vértices e as relações expressas pelos alunos são as arestas.

O jogo apresenta-se como uma oportunidade para que os estudantes elaborem situações estratégicas na construção de *grafos* dinâmicos. A palavra dinâmica, nesse contexto, expressa a possibilidade de mudanças de estratégias a cada rodada. Cada jogador com o respectivo nível de conhecimento prévio elabora situações problema e resolvê-la. O jogo pretende estimular o raciocínio, a concentração, a interação entre os componentes do grupo.

As cartas não seguem o padrão de jogo das cartas do jogo de cartas *Magic*, possui no entanto um visual que segue discretamente o formato do jogo Magic e além disso destaca-se como de um jogo de estratégia, baseado em turnos. *Magic, the Gathering*, é um jogo de cartas colecionáveis criado por Richard Garfield (1993), no qual os jogadores utilizam um baralho de cartas construído de acordo com o seu modo individual de jogo para tentar vencer o baralho adversário, no entanto não segue suas regras.

A construção desse material didático (produto educacional) constituído do Jogo de Cartas: Lei de Coulomb, e sua aplicação em sala de aula, é o Objetivo Geral dessa pesquisa.

Destacam-se como objetivos específicos: (i) desenvolver estratégia de dinâmica de grupos de estudantes nas salas de aula; (ii) ministrar aula de eletrostática em laboratório de Física com demonstrações de experiências para a construção prévia de conceitos; (iii) utilizar equipamento multimídia em sala de audiovisual para formalização de conceitos; (iv) avaliar a evolução da apropriação de conceitos de eletrostática, durante os encontros promovidos; (v) interagir com os estudantes durante esses encontros, corrigindo os erros e enfatizando os acertos durante a aplicação do jogo. (vi) registrar, em equipamentos de áudio e imagem, os jogos, para posterior análise de desempenho dos estudantes e elaboração dos resultados.

Seguem, como é de uso, o capítulo de Revisão de Literatura, em que há, além da descrição da base teórica, experiências semelhantes; o capítulo de Material e Métodos e o de Resultados. Finalmente, o último capítulo da conclusão, apresenta-se, além de uma análise final do trabalho, as perspectivas futuras.

## 2 REVISÃO DA BIBLIOGRAFIA

À medida que nos tornamos parte do que se denomina uma sociedade da informação crescentemente globalizada, é importante que a Educação se dedique para o desenvolvimento das capacidades de comunicação, de resolver problemas, de tomar decisões, de fazer inferências, de criar, de aperfeiçoar conhecimentos e valores, de trabalhar cooperativamente. O professor deve orientar sua aula para o entendimento dos fenômenos físicos pelo estudante, de modo que este consiga estabelecer relações entre eles.

### 2.1 Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS)

David Paul Ausubel (1963) dedicou sua carreira acadêmica a estudos relacionados à psicologia educacional. Ao investigar os processos de aprendizagem estabeleceu um conjunto de explicações teóricas que atualmente é conhecido como a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS). A primeira publicação a respeito da teoria da aprendizagem foi em 1962. A teoria tenta explicar os mecanismos internos na mente humana em relação a aprendizagem e a estrutura do conhecimento.

A teoria se apresenta cognitivista quando se trata de explicar o processo de cognição, por outro lado, torna-se construtivista levando-se em consideração que o processo de apreensão do conhecimento é evolutivo, pois, a nova formação conceitual é construída sobre estruturas cognitivas prévias já acabadas. De acordo com Ausubel et all (1980), a aprendizagem se dá mediante a organização e integração do material a ser aprendido na estrutura cognitiva, portanto, entendida como o conteúdo total de ideias de certo indivíduo e a sua organização conceitual. Para Ausubel devemos considerar a ocorrência de aprendizagem significativa quando o novo conceito se relaciona de maneira substantiva e não arbitrária com outros conceitos preexistentes, que formam a estrutura cognitiva do aprendiz.

A aprendizagem significativa, portanto, caracteriza-se por uma interação (não uma simples associação), entre aspectos específicos e relevantes da estrutura cognitiva e as novas informações, através das quais estas adquirem significado e são integradas à estrutura cognitiva de maneira não arbitrária e não literal, contribuindo para a diferenciação, elaboração e estabilidade dos subsunçores pré-existentes e, conseqüentemente, da própria estrutura cognitiva (MOREIRA, 1999).

Segundo David Ausubel, os Subsunçores são conceitos que existentes na estrutura cognitiva e nesse sentido novos conceitos serão integrados inicialmente, para posteriormente serem incorporados de forma mais completa. A partir do instante em que o novo conceito relaciona significados com conceitos já existentes, dizemos que ocorreu a aprendizagem



significativa, e, sendo assim, o novo conceito forma ligações de carácter psicológico e epistemológico com algum conceito da estrutura cognitiva tornando-a mais diferenciada, mais estruturada e complexa. Se novas informações são associadas significativamente, então a estrutura cognitiva se modifica e ela se transforma para aumentar a capacidade para processar informações mais elaboradas e complexas.

A aprendizagem mecânica ocorre sem que os conceitos incorporados não tenham sido compartilhados ou que ainda não tenham estabelecidos relações com os conceitos prévios. Isso se refletirá em uma aprendizagem discreta, pois o novo conhecimento não apresenta raízes com os conhecimentos prévios. Esse processo, mesmo não sendo significativo, é necessário, em alguns momentos, quando a estrutura cognitiva do aprendiz não possui subsunçores, que possam ancorar conceitos completamente novos.

Tudo indica que a aprendizagem significativa tem vantagens notáveis, tanto do ponto de vista do enriquecimento da estrutura cognitiva do aluno, como do ponto de vista da lembrança posterior e da utilização para experimentar novas aprendizagens, permeando um conjunto de circunstâncias que a delimitam como sendo a aprendizagem mais propositiva para ser inserida na comunidade escolar.

Para Ausubel (1986), é possível conseguir aprendizagem significativa por meio da descoberta e da repetição, na qual não constitui uma distinção tão crucial como dimensão de aprendizagem significativa/aprendizagem repetitiva, do ponto de vista da explicação da aprendizagem escolar e do delineamento do ensino.

Para Moreira (2007) algumas práticas são necessárias, como trocar a lousa tradicional pela lousa de vidro ou pelo quadro branco de pincel pela multimídia e isto é necessariamente uma evolução, entretanto, deve-se utilizá-la de modo eficaz e eficiente.

Como produto de ensino aprendizagem podemos recorrer a dois recursos em especial, que são úteis no ensino e na avaliação da aprendizagem significativa: os mapas conceituais e os diagramas V. Os Mapas conceituais são diagramas hierárquicos que indicam relações entre conceitos, na expectativa de refletir a estrutura cognitiva formada pelo aprendiz para um determinado corpo de conhecimentos, e os diagramas V (também conhecidos como Vê epistemológicos de Gowin) são instrumentos heurísticos para a análise da estrutura do processo de produção de conhecimento (MOREIRA, 2005). Na Figura 1, tem-se o mapa conceitual da teoria de aprendizagem significativa de Ausubel e da teoria de Piaget (IHMC, 2015). Observa-se uma especificação vertical (de cima para baixo).

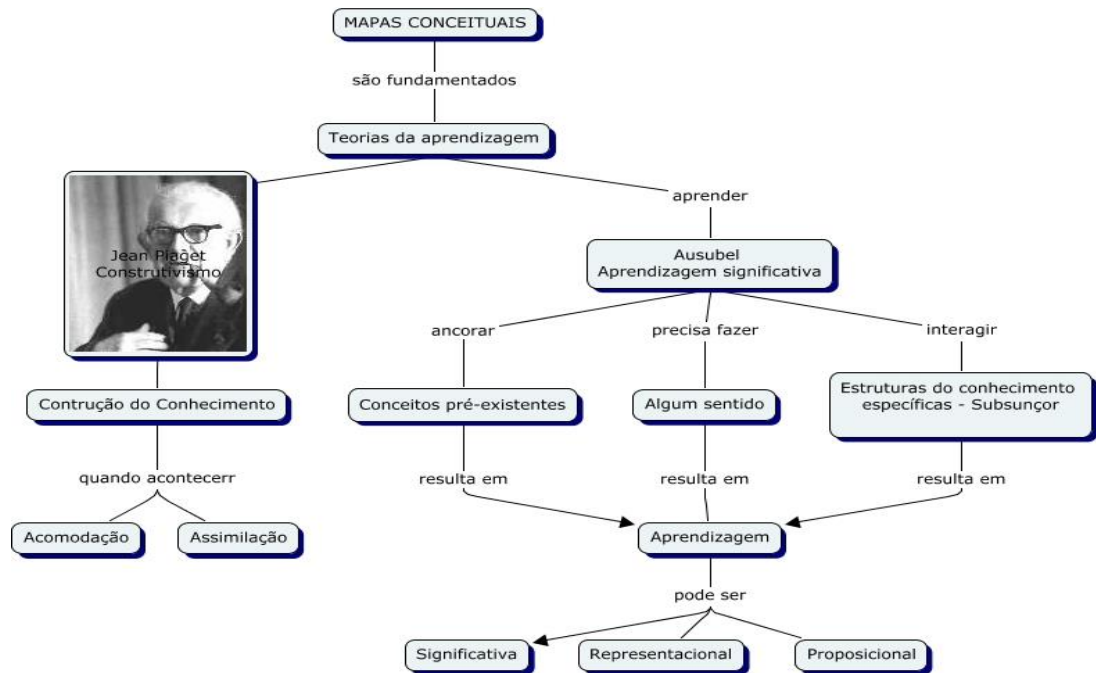


Figura 1- Mapa conceitual da Teoria da Aprendizagem.  
Fonte: IHMC (2015)

A aprendizagem ocorre quando existe uma relação entre estruturas específicas do conhecimento e os conceitos pré-existentes. O resultado dessa aprendizagem pode ser proposicional, significativa ou representacional. Na reconciliação integrativa o estudante utiliza seus conhecimentos prévios para ancorar novos conhecimentos, alterando seus conhecimentos prévios e integrando novos conhecimentos.

## 2.2 Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica

A Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica (TASC), desenvolvida por Marco Antônio Moreira (2005), destaca conceitos da metodologia de ensino tradicional: o conceito de verdade como absoluto, o conceito de certeza, o conceito de causalidade simples, e ainda que o conhecimento seja transmitido e deve ser aceito sem questionamento, princípios que produzem pessoas com personalidades passivas, conservadoras, resistentes às mudanças. São conceitos subjacentes a uma educação que anda na contramão da História, caracterizado pela evolução tecnológica, pela velocidade dos meios de comunicação, da rapidez em que ocorrem as mudanças de tecnologia, de propostas de novas modalidades de energia alternativa, de energia nuclear, relatividade, probabilidade, incerteza e a vanguarda da teoria da complexidade.

De acordo com Moreira (idem), uma possível solução para essa educação fora de foco poderia ser a *aprendizagem significativa crítica*. Ele utiliza o conceito de “postura crítica” como um equivalente ao que Postman e Weingartner (1969) se referem como “atividade subversiva”.

Ao profissional da educação cabe postura crítica de sua ação em sala de aula, buscando realmente ser um facilitador da aprendizagem, promovendo um espaço de interlocução, ou seja, de interação, onde se valoriza a experiência do aprendiz nas suas relações, afetivas, com as tecnologias e com o meio onde vive.

Utiliza-se nesse trabalho os princípios facilitadores da aprendizagem significativa, ou princípios programáticos facilitadores dessa aprendizagem como a diferenciação progressiva, a reconciliação integradora, a organização sequencial e a consolidação crítica (1993) como instrumentos de orientação da prática pedagógica que pretendemos.

Durante a diferenciação progressiva determinado conceito é desdobrado em outros conceitos que estão contidos (em parte ou integralmente) em si e o que ocorre na reconciliação integrativa é que um conceito de um dado ramo da raiz se relaciona com outro conceito de outro ramo da raiz, propiciando uma reconciliação, uma conexão entre conceitos que não era claramente perceptível.

Conclui-se então que “A atenção de Ausubel está constantemente voltada para a aprendizagem, tal como ela ocorre na sala de aula, no dia a dia da grande maioria das escolas” (MOREIRA, 2005, p.152).

Seguindo as ideias de Postman e Weingartner (1969), Moreira (2005) propôs onze princípios ou estratégias facilitadoras que permitem ao indivíduo construir significados numa perspectiva de criticidade: (1) conhecimento prévio; (2) interação social e do questionamento Ensinar/aprender perguntas ao invés de respostas; (3) não centralidade do livro de texto; (4) aprendiz como receptor/representador; (5) conhecimento como linguagem; (6) consciência semântica (7) aprendizagem pelo erro; (8) não utilização do quadro-de-giz; (9) a incerteza do conhecimento (10) abandono da narrativa; (11) da desaprendizagem. Em seu livro, Moreira (idem) traz detalhadamente cada um desses princípios, com exemplos.

Como base teórica fundamental específica de nossa pesquisa, salientamos os princípios mais utilizados:

A. Princípio da não centralidade do livro de texto.

Da utilização de materiais como artigos científicos, contos, poesias, crônicas, obras de artes que são fontes importantes da produção do conhecimento, e se for bem utilizados em sala de aula se estabelecem como facilitadores da aprendizagem significativa crítica.

B. Princípio da aprendizagem pelo erro.

O aluno deve aprender que o homem aprende corrigindo seus erros. Não existe verdade absoluta e ao invés de professores como contadores de verdades, o autor lembra que

Postman (1996 p.120) sugere outra metáfora: “professores como detectores de erros ajudando seus alunos a também serem detectores de erros”.

C. Princípio da não utilização do quadro de giz.

Promover o aprendizado a partir de distintas estratégias de ensino. Da participação ativa do aluno, no qual a promoção de atividades que estejam relacionadas com o lúdico motiva o estudante e sai da rotina, aumentando a diversidade e ao mesmo tempo despertando a curiosidade e o interesse do estudante.

D. Princípio do abandono da narrativa

Na maioria das vezes, os alunos decoram as informações com a finalidade específica de reproduzi-las, literalmente, em avaliações rotineiras e em exames como o Enem e vestibulares. Nesse caso, de acordo com Ausubel, o conhecimento adquirido fica distribuído superficialmente na estrutura cognitiva, sem ligações com subsunçores específicos e a aprendizagem é definida como mecânica.

### 2.3 Mapas Conceituais e Grafos

Os Mapas conceituais são estratégias facilitadoras significativas. É uma técnica de organização de conceitos que conecta conceitos essenciais de um determinado corpo de conceitos ou disciplina. As linhas de conexão sugerem relações significativas. Os mapas conceituais têm por objetivo representar relações significativas entre conceitos na forma de proposições. A proposição é estabelecida a partir de dois ou mais termos conceituais unidos por palavras para formar uma unidade semântica (NOVAK; GOWIN, 1988). Essas relações são ordenadas (vertical ou radialmente) de modo a obedecer a uma hierarquia. Por exemplo, em uma ordenação vertical, os conceitos superordenados - mais gerais, isto é, menos inclusivos ou estruturados - estão acima dos conceitos subordinados - mais específicos (AUSUBEL et al, 1980). Na sua obra *Mapas Conceituais & Diagramas*, Moreira (2006b) destaca a utilização deste instrumento em três momentos: Mapas conceituais como instrumentos didáticos; como instrumentos de avaliação e como recurso para análise de conteúdo.

O mapa conceitual possibilita que o aluno tenha uma ideia inicial do caminho a ser percorrido: os conceitos e leis adjacentes e mostra as relações de dependência entre eles. Além disso, retrata a estrutura conceitual do corpo de conhecimento de cada indivíduo, ou seja, é idiossincrático.

Os Mapas conceituais, de acordo com Moreira (1979), podem ser utilizados para “avaliar o que o aluno sabe em termos conceituais, isto é, como ele estrutura, hierarquiza,

relaciona, discrimina, integra conceitos de uma determinada unidade de estudo, tópico, disciplina, etc.”.

De acordo com Novak e Gowin (1998), o processo de construção de mapas conceituais possui uma relação com as estruturas hierárquicas através dos conceitos que serão apresentados tanto por meio de uma diferenciação progressiva quanto de uma reconciliação integrativa. Quando o estudante utiliza o mapa durante o seu processo de aprendizagem de determinado conceito, a formação conceitual se tornará evidente, nítida à medida que explorar suas dificuldades até criar o entendimento desse tema.

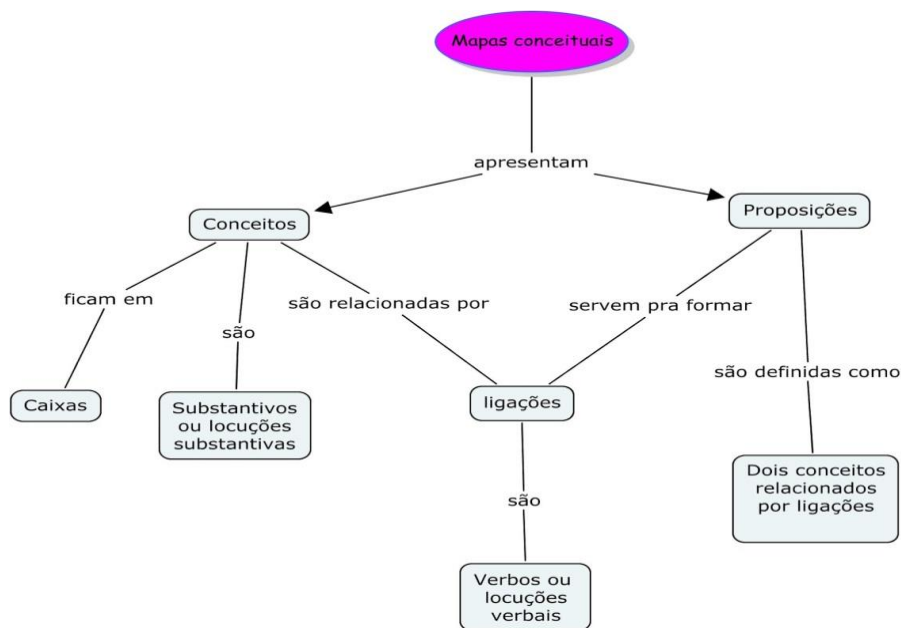


Figura 2 - A construção de mapas conceituais.  
Fonte: MTP – Taiane (2015)

Os conceitos são desdobrados, mas não deixa de fazer a diferenciação e a Reconciliação integrativa. O mapa conceitual (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**) é m exemplo e ilustra o modo que devemos realizar a construção de mapas conceituais e as conexões que devemos fazer a fim de estabelecer vínculos entre os conceitos, além de realizar as diferenciações e reconciliações entre conceitos.

O mapa conceitual (Figura 3) é um exemplo de como produzir mapa conceitual. O mapa trata de força no contexto geral explicitando as forças elétricas e magnéticas, suas possíveis relações com a matéria. Pode-se notar, na construção do mapa conceitual, a relação que a carga elétrica possui tanto com a força elétrica quanto com a magnética, destacando a proporcionalidade da força com os campos elétricos e magnéticos, além do mais, efetuando a desdobra de conceitos. No processo de construção do mapa conceitual nota-se que ele começa

com a força e vai abordando os conceitos a ela adjacentes, ou seja, do geral para o mais inclusivo.

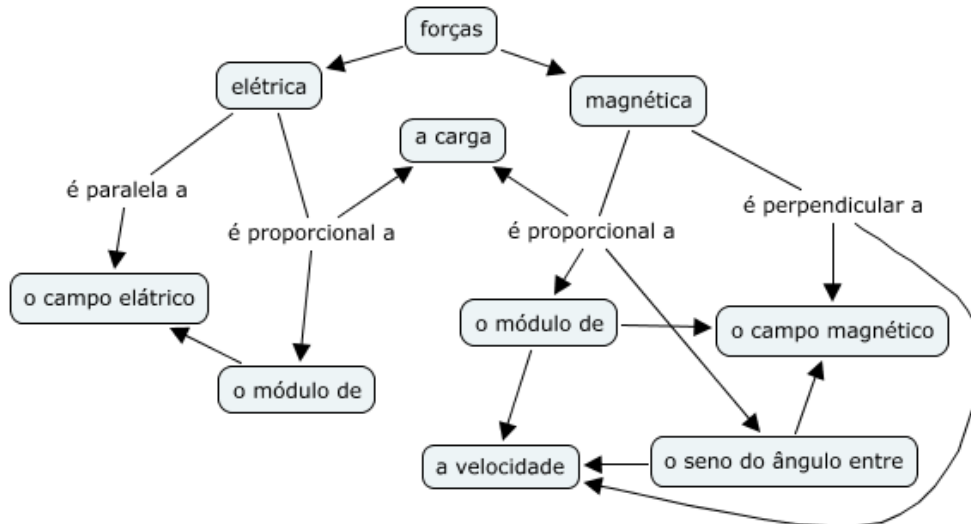


Figura 3 - Mapa conceitual sobre força elétrica e magnética.  
Fonte: Métodos Computacionais no Ensino da Física, (2015).

A Figura 4 representa o mapa conceitual dos processos de eletrização, o conteúdo de Física trabalhado nesta pesquisa. No mapa conceitual Figura 4 têm como conceito superordenado “Eletrizações” e conceitos subordinados “atrito”, “contato” e “indução”. Os conceitos específicos ou pouco inclusivos são, (i) carga total nula, (ii) transferência de portadores de cargas, (iii) quantidades iguais de cargas após contato, (iv) eletrizado positivamente e negativamente.

Um *grafo* é um diagrama que consiste de pontos, chamados nós ou vértices. Esses pontos estão unidos por linhas, chamadas arestas. Por exemplo, a estrada que liga as cidades são as arestas e as cidades são os vértices. Os mapas conceituais podem ser considerados *grafos*, dado serem essas estruturas mais gerais. Nos grafos dois vértices  $x$  e  $y$  são ditos adjacentes ou vizinhos se existe uma aresta unindo-os. Duas arestas são adjacentes se elas têm ao menos um vértice em comum. Os vértices  $x$  e  $y$  são ditos incidentes na aresta, se eles são extremos da aresta. Qualquer vértice de grau zero é um vértice isolado. Laço é uma aresta que une um par de vértices idênticos. As Arestas paralelas quando existe mais de uma aresta entre o mesmo par de vértices.

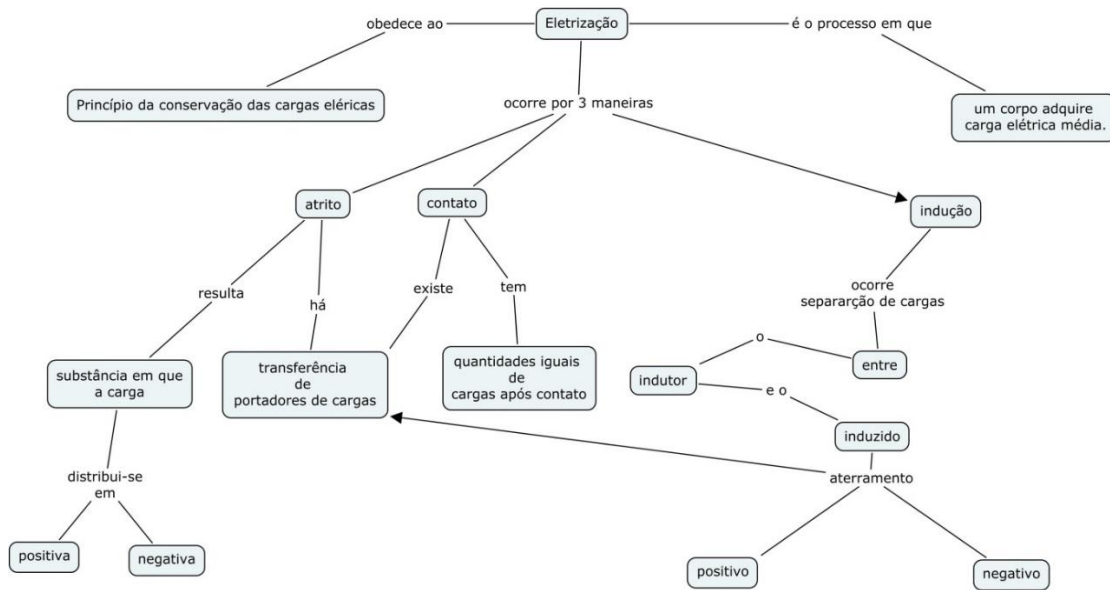


Figura 4 - Mapa conceitual de eletrização.

Na figura 5 apresentamos um mapa conceitual que explica a construção de um grafo de eletrização por atrito. O título da eletrização aparece em destaque na parte superior da carta (mapa conceitual). O jogador da eletrização por atrito joga a carta “A” e aguarda a vez para jogar a segunda carta, a carta “B”.

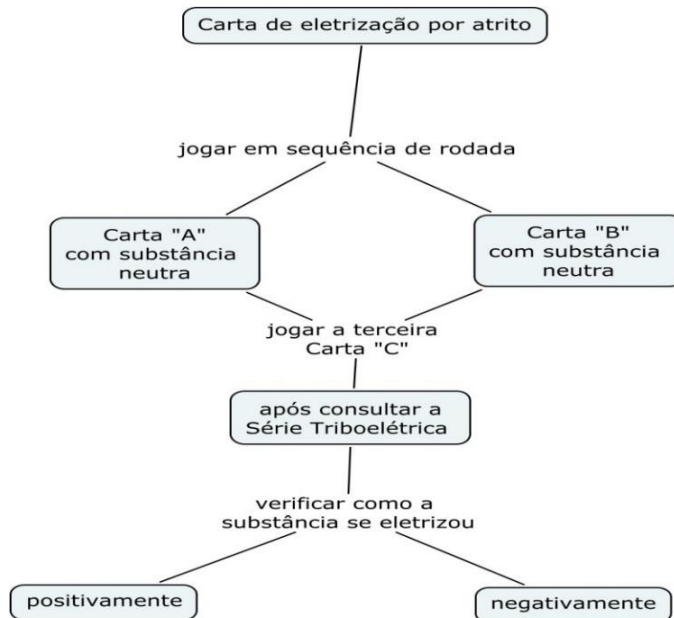


Figura 5 - Mapa conceitual de grafo de eletrização por atrito.

Ao jogar a terceira carta, carta “C”, o jogador deverá ter a disposição a Série Triboelétrica para saber como as substâncias ficaram carregadas após a eletrização por atrito. No grafo constituído no mapa conceitual temos uma formação conceitual construído pelo

jogador através da utilização das cartas “A”, “B” e “C”. No encerramento da partida a equipe deve efetuar a análise do *grafo* produzido em jogo.

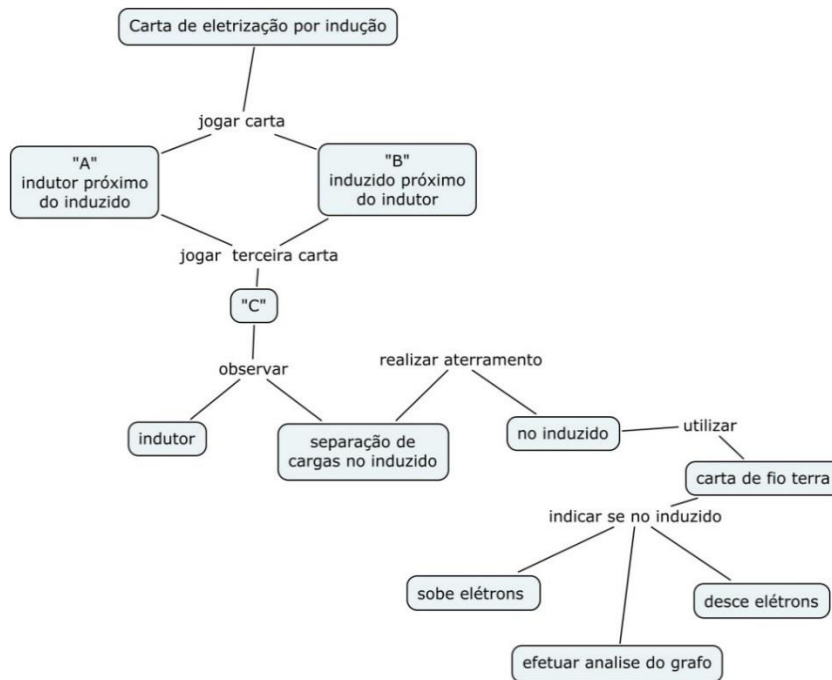


Figura 6 - Mapa conceitual de *grafo* de eletrização por indução.

O mapa conceitual representando *grafo* do jogo de cartas de eletrização por indução indica que a equipe deve começar jogando uma carta “A” no qual a parte inferior da carta apresenta um corpo que será induzido pelo indutor quando são colocados próximo um do outro. O indutor faz parte da carta “B” que corresponde a segunda carta a ser jogada na respectiva rodada de acordo com a ordem sequencial de jogo. Mantendo a sequência de jogo a terceira carta é depositada no tabuleiro, a carta “C”. A equipe deve observar no induzido a separação de cargas provocadas pelo indutor e explicar para os colegas a respectiva formação conceitual. Vencida essa etapa, observa-se que o mapa conceitual ressalta a utilização do fio terra sobre o induzido e o acontece quando se faz o aterramento. Na análise do *grafo* a equipe explica para as demais equipes todo o processo de formação de conceitos presentes no *grafo* demonstrado no mapa conceitual de jogo de eletrização por indução.

O mapa conceitual do *grafo* de eletrização por contato apresentado na figura 7 indica que a equipe de jogadores começa o jogo com a carta “A” que se encontra neutra. De acordo com a sequência de jogo a equipe joga a carta “B”, onde consta na parte inferior da carta uma substância eletrizada (positivamente ou negativamente). A terceira carta utilizada como aresta



de formação de grafo, a carta “C” deve formar uma sequência conceitual composta pela junção da carta “A” com a carta “B”.

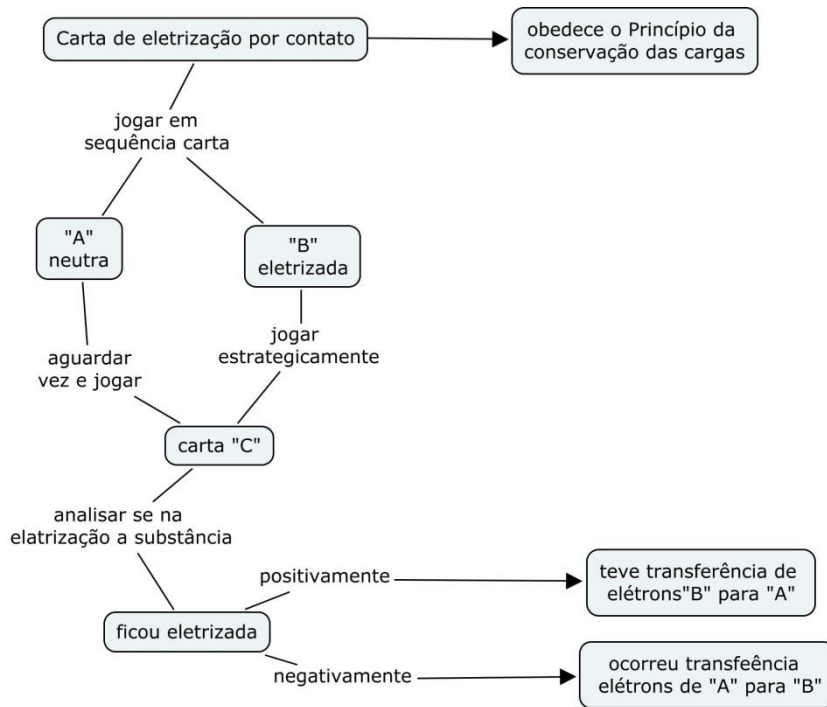


Figura 7 - Mapa conceitual de *grafo* de eletrização por contato.

A equipe deve analisar se a substância eletrizada ficou carregada positivamente ou negativamente. A formação conceitual corresponde ao grafo, ou seja, o que se denomina de vértice ou nós conectados pelas arestas. Nas partidas, as declarações verbais se constituem em arestas do grafo, enquanto que as cartas se constituem nos vértices dos grafos quanto à imagem de jogo. O grafo é o conjunto de arestas associados com as mensagens emitidas durante o jogo mais a configuração de cartas no tabuleiro. Três equipes jogando formam um único grafo, que é o grafo resultante das interações de equipes, pois essas relações existentes entre os grafos individuais constituem-se em mensagens que são compartilhadas durante o evento jogo. No jogo teremos para cada equipe um grafo quanto à utilização de cartas e três grafos referentes a três equipes, que, no entanto, é o conjunto resultante de um único grafo, o grafo resultante da partida. A aprendizagem de conceitos é o processo que resulta da formação do grafo resultante da partida. O grafo de jogo poderá apresentar uma formação conceitual adequada ou inadequada, mas que não deixa de corresponder a um processo de aprendizagem, porque mediante o erro as equipes podem elaborar situações jogo corretas. Caso ocorra formação incorreta conceitualmente, teremos duas possibilidades: o jogador tenha errado por

desconhecimento do conceito de eletrização, por interpretação conceitual incorreta de uma imagem ou que a respectiva jogada tenha sido proposital, isto é, um blefe.

## **2.4 Pesquisa Qualitativa e Pesquisa-ação**

A pesquisa qualitativa não trabalha com ferramentas e questões estatísticas no processo de análise do problema e, portanto, a pesquisa qualitativa é aquela que não é possível separar o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito.

De acordo com BOGDAN & BIKLEN (1994), as características da pesquisa qualitativa são:

1. Para a qualitativa a fonte direta dos dados é o ambiente natural e o investigador é o instrumento principal. O comportamento humano é significativamente influenciado pelo contexto em que ocorre, de modo que, sempre que possível, o pesquisador atua, dessa forma somos conscientes de que, tanto a pesquisa quanto o próprio pesquisador foram influenciados nesse processo, não sendo possível a total isenção do pesquisador.
2. A investigação qualitativa é descritiva. Busca-se uma compreensão ampla do fenômeno em estudo, logo, considera-se que todos os dados da realidade são importantes e devem ser examinados pelo pesquisador, respeitando-se a forma em que foram registrados ou transcritos. Dessa forma, algumas características observadas e levantadas em uma pesquisa não podem ser quantificadas, tanto para os alunos na construção dos seus conceitos, quanto, do professor pesquisador no registro das informações.
3. A preocupação com o processo é muito maior do que simplesmente pelos resultados dos produtos. O observador precisa manter contato estreito e direto com o campo de estudo. Assim sendo, considera-se que um fenômeno pode ser observado com mais rigor e compreendido no contexto em que ocorre naturalmente e no qual sofre influência.
4. A análise dos dados tende a ser indutiva. As abstrações são construídas à medida que os dados são recolhidos e agrupados e não tem por objetivo confirmar hipóteses prévias, portanto, a interpretação das informações recebe um tratamento diferenciado, no qual, o pesquisador tende a analisar os dados indutivamente. No raciocínio indutivo, a generalização deriva de observações de casos da realidade concreta. Não se trata de procurar dados ou evidências que comprovem ou neguem

hipóteses definidas a priori. Desse modo, os dados serão interpretados, tomando como referência a base teórica da pesquisa.

5. O significado tem importância vital na abordagem qualitativa. A preocupação com as chamadas perspectivas participantes, isto é, o registro tão rigoroso quanto possível do modo como pessoas interpretam os resultados. Existe a preocupação em capturar o ponto de vista dos participantes e o jeito como esses observam as questões em estudo.

Michel Thiollent (1997) define pesquisa-ação como um tipo de investigação social com base empírica, que consiste, essencialmente, em relacionar pesquisa e ação em um processo no qual os pesquisados e pesquisadores estão envolvidos ativamente de modo cooperativo na elucidação da realidade em que estão inseridos, não só identificando os problemas coletivos, não só propondo ações, mas também busca e experimenta soluções em situação real.

## **2.5 Jogos no Ensino – Ludicidade**

Os jogos educativos, assim como alguns tipos de brinquedos e brincadeiras, são algumas das estratégias de motivação utilizadas por alguns professores no ambiente escolar para facilitar aprendizagem.

De acordo com Moratori (2003):

O jogo se apresenta como uma atividade dinâmica que vem satisfazer uma necessidade da criança, propiciando um ambiente favorável e que leve seu interesse pelo desafio das regras impostas por uma situação imaginária, que pode ser considerada como um meio para o desenvolvimento do pensamento abstrato (MORATORI, 2003, p. 9).

Envolver o ensino de Física no jogo de cartas, assim como xadrez, dama e outros jogos, desperta o interesse das crianças, dos jovens e dos adultos. Então, essa recorrência permite que o estudante tenha condições de aprender conceitos de forma descontraída.

O jogador aprende ao participar das partidas; a reconhecer os erros; entende que está aprendendo, e, então, passa a construir novas estratégias até alcançar as metas e os objetivos propostos em cada rodada de jogo. Quando se trata de jogos, é lícito destacar que existem diferenças e definições entre o jogo e as atividades lúdicas, conceitos muitas vezes confundidos. Sobre este aspecto Oliveira e Soares (2005, p.18), lembrando reflexões de Soares (2004), aponta nesse contexto linguístico que, para este autor, a atividade lúdica é uma ação divertida e independente do objeto envolvido, se esta atividade envolver regras, ela será um jogo. Soares (2008, p.45) conceitua “jogo, como qualquer atividade lúdica que tenha regras claras e

explícitas, estabelecidas na sociedade, de uso comum, tradicionalmente aceita, seja de competição ou de cooperação”.

O fato marcante dos jogos na educação ocorre quando a diversão se transforma em aprendizagem e experiências cotidianas, conforme Lopes (2001):

É muito mais eficiente aprender por meio de jogos e, isso é válido para todas as idades, desde o maternal até a fase adulta. O jogo em si possui componentes do cotidiano e o envolvimento desperta o interesse do aprendiz, que se torna sujeito ativo do processo, e a confecção dos próprios jogos é ainda muito mais emocionante do que apenas jogar. (LOPES, 2001, p.23).

É comum, por exemplo, associarmos o ensino de Ciências à utilização de laboratórios sofisticados, lousa digital e todo um ritual metódico na execução de pesquisas e atividades. O ato de aprender desvinculou-se de tal forma do cotidiano de cada indivíduo que as pessoas, em sua maioria, acreditam que o aprendizado só é possível em sala de aula, laboratórios, bibliotecas, ou seja, que só se aprende em ambientes próprios para tal finalidade.

No momento da atividade lúdica, o estudante não tem aquela preocupação de se sentir avaliado e se envolve no processo sem restrições psicológicas no que diz respeito a preocupação de errar ou de acertar, além de se envolver pedagogicamente nas interações de formação de conceitos e de aprendizagem. No trato específico à Física, os jogos despertam o potencial para o interesse dos alunos pelos conteúdos, principalmente porque é diferente da rotina praticada em sala de aula nas escolas, no qual a aula se apresenta com característica quase sempre expositiva, tornando o ambiente um espaço de pouca ou quase nenhuma produtividade, impedindo uma maior participação dos alunos nas aulas.

A capacidade de aprendizagem do aluno ao aprender os conteúdos através dos materiais didáticos e de recursos metodológicos se dá como um todo ao envolver, por exemplo, na relação aluno-professor, aluno-aluno, aluno-livro, aluno-jogo e os conceitos.

Em situações de jogo, uma má jogada se transforma em uma excelente oportunidade de intervenção do professor, permitindo a volta para a análise dos erros. Atualmente encontramos diferentes tipos de jogos e aplicabilidades, Lara (2004) caracteriza em quatro tipos: Jogos de construção, de treinamento, de aprofundamento e estratégicos, que podem ser perfeitamente aplicados também na classificação dos jogos computacionais.

Acrescenta Lara (2004) que não se deve tornar o jogo algo imperativo; e não fazer uso de jogos de azar em que o fator sorte venha interferir nas jogadas, e assim, que vença aquele que descobrir as melhores estratégias e tenha a formação de conceitos mais elaborados.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Neste capítulo apresentaremos os procedimentos metodológicos utilizados referentes à construção do produto; sua aplicação junto aos estudantes e análise dos resultados.

#### 3.1 O JOGO DA ELETRIZAÇÃO

O conteúdo programático abordado no jogo faz referência a tópicos de eletrização, a Lei de Coulomb e ao campo elétrico. Para produzir o material, pesquisou-se a respeito de jogos (de cartas e de tabuleiro). Deste modo, o jogo é composto de cartas de eletrização, cartas vetores, bótons, tabuleiro e tabela de pontuação. Para a pontuação do jogo é utilizada a unidade Joule. A equipe que ganha pontos aumenta sua energia interna.

##### 3.1.1 Cartas

Existem três tipos de carta: de eletrização, de princípio e vetores. As cartas de eletrização possuem quantidades diferentes: 16 cartas, por atrito, 12 cartas, por contato e 14 cartas, por indução. Quantidades diferentes são justificadas pela exigência de número diferente de etapas em cada processo. Há carta no baralho de eletrização por atrito da série Triboelétrica, enquanto que na eletrização por indução existe a carta de fio terra. A Figura 5 apresenta a estrutura geral das cartas.

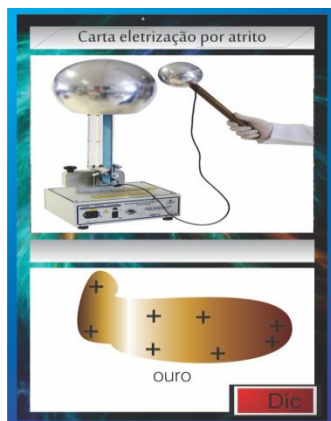


Figura 8 - A composição da carta.

Na parte superior encontra-se o título da carta, que indica se é uma carta de eletrização ou de princípio. A figura da parte superior da carta está relacionada a fenômenos da eletrostática e indicam processos de eletrização. A parte inferior da carta indica uma estratégia de jogo a ser executada, a partir da imagem do estado de eletrização, ou seja, neutro, eletrizado positiva ou negativamente. O símbolo “A” na parte inferior, do lado direito, corresponde à eletrização por atrito, por indução (“I”) e por contato (“C”). O símbolo “Dic” do lado direito na parte inferior

significa que se trata de uma carta explicativa ou carta Dicionário. Ela faz uma discreta explicação do fenômeno de eletrização que apresenta a imagem na carta.

Tabela 1- Cartas existentes no baralho.

<b>Tipo de eletrização (superior)</b>	<b>Ação específica da carta (inferior)</b>
C <sub>05</sub> - Repulsão, metal condutor.	Distribuição de cargas
C <sub>08</sub> - Bastão rígido de cobre.	Distribuição uniforme
C <sub>09</sub> - Série Triboelétrica.	Referencial de eletrização
C <sub>10</sub> - Série Triboelétrica.	Referencial de eletrização
C <sub>12</sub> - Bastão de cobre neutro.	Quantidade de carga nula
C <sub>13</sub> - Bastão de prata.	Eletrizado positivamente
C <sub>15</sub> - Bastão de prata.	Eletrizado negativamente
C <sub>16</sub> - Bastão de plástico	Eletrização no local do atrito
C <sub>17</sub> - Balão eletrizado negativamente.	Repulsão por indução
C <sub>18</sub> - Seda e cilindro de plástico.	Corpos diferentes
C <sub>19</sub> - Bastão de plástico.	Eletrização no local do atrito
C <sub>20</sub> - Seda e cilindro de plástico.	Atração por indução
C <sub>21</sub> - Cabelo é um isolante.	Balão é um isolante
C <sub>22</sub> - Bastão eletrizado positivamente.	Linhas de força entre cargas
C <sub>23</sub> - Seda eletrizada positivamente.	Gerador de Van der Graff
C <sub>24</sub> - Seda eletrizada positivamente.	Eletrização por atrito e contato
C <sub>17</sub> - Balão eletrizado negativamente.	Forção de atração
C <sub>48</sub> - Esferas eletrizadas.	Negativamente após contato
C <sub>49</sub> - Esfera eletrizada.	Negativamente
M <sub>33</sub> - Bastão de cobre eletrizado.	Gerador de Van Der Graff
C <sub>70</sub> - Corpos com dimensões diferentes.	Muda a quantidade de cargas
C <sub>88</sub> - Eletrização por contato.	Após eletrização
C <sub>89</sub> - Eletrização por contato.	Após contato
C <sub>90</sub> - Eletrização por contato.	Antes do contato
C <sub>3</sub> - Eletroscópio de pêndulo.	Eletrizado positivamente
C <sub>4</sub> - blindagem eletrostática.	Aterramento
C <sub>31</sub> - Pêndulo de folhas.	Força de atração e repulsão
C <sub>41</sub> - Esfera eletrizada negativamente.	Eletroscópio de pêndulo
C <sub>42</sub> - Induzido.	Eletroscópio de folhas
C <sub>43</sub> - Esfera eletrizada positivamente.	Linhas de indução
C <sub>86</sub> - Eletroscópio de pêndulo.	Esfera induzida
C <sub>47</sub> - Fio terra.	Aterramento
C <sub>62</sub> - Indutor e induzido.	Separação de cargas
C <sub>72</sub> - Bastão rígido de cobre.	Repulsão entre os corpos
C <sub>80</sub> - Eletroscópio de pêndulo.	Neutro
C <sub>84</sub> - Eletroscópio de pêndulo.	Eletrizado
C <sub>85</sub> - Esfera eletrizada positivamente.	Aterramento
C <sub>83</sub> - Eletroscópio de pêndulo.	Esfera induzida

### 3.1.2 Cartas vetores

O jogo apresenta cartas vetores para força e campo elétrico na quantidade de 20 unidades para cada intensidade de força (1N, 2N, 3N e 4N) e 20 unidades para cada intensidade

do campo elétrico (1N/C, 2N/C, 3N/C, 4N/C). Os vetores com diferentes intensidades são representados por setas com tamanhos diferentes. As divisões possuem significados que indicam a intensidade do vetor, a grandeza Física a qual o vetor se refere, ou seja, identifica se é um vetor de força ou um vetor do campo elétrico, como se observa na figura 6. As cartas de força são utilizadas para descrever forças de atração e repulsão colombiana e permitir a soma desses vetores produzindo a força resultante. As cartas de campo elétrico são utilizadas com objetivo de gerar linhas de força.



Figura 9 - O vetor.

A carta vetor apresenta cinco divisões de uma unidade. O vetor  $\mathbf{F}$  possui três unidades e está caracterizado pelo símbolo  $\mathbf{F}$  indicando que se trata de um vetor força.

### 3.1.3 Bótons

Os bótons representam estados de um corpo ou substância quanto ao estado de eletrização, que pode ser neutro ou eletrizado.

Os bótons foram produzidos em acrílico por ser um material transparente. Na parte de trás do bóton colou-se um material representando o estado de eletrização do corpo ou substância. Os bótons devem ser utilizados no tabuleiro durante o jogo da Lei de Coulomb e de campo elétrico. A utilização dos bótons juntamente com as cartas vetores está vinculada ao estudo da Lei de Coulomb. Para estudar campo elétrico usamos os bótons com as cartas vetores de campo elétrico. No baralho há 10 unidades de bótons neutros, 10 unidades de bótons eletrizados negativamente e 10 unidades de bótons eletrizados positivamente.



Figura 10 - Bótons representando cargas elétricas.

### 3.1.4 Tabuleiro

Optou-se pela construção de um tabuleiro ondes os bótons são depositados para realizar o estudo da lei de Coulomb e também o estudo do campo elétrico.



Figura 11- O Tabuleiro

O tabuleiro apresenta um sistema de divisões quadriculado que corresponde a um sistema cartesiano. A distância entre os pontos equivale a cinco centímetros no sistema de coordenada cartesiana. O tabuleiro foi confeccionado para servir de cenário ao jogo sendo também necessário para marcar a posição das equipes de jogadores. No tabuleiro consta uma imagem da obra do pintor italiano Michelangelo denominada mão de Deus, e foi acrescentada



na imagem raios. Os raios sugerem a poesia da aprendizagem por meio da tempestade de ideias possibilitadas pela utilização do jogo de cartas.

**3.1.5 Tabela de Pontuação**

A tabela registra a pontuação total de jogo. A unidade de energia utilizada na tabela foi o Joule e a sua relação com a unidade em calorias (cal), por estar relacionada com energia interna. O equivalente para 1,0 calorias (cal) deve ser 4,186 J. A tabela apresenta valores em caloria e o valor correspondente em Joule, no qual 1000 Joules representa a quantidade de energia necessária para cada grupo participante do evento iniciar a partida. Na tabela estão estabelecidas as eletrizações por atrito, contato e indução. As pontuações da execução utilizando bótons devem ser computadas na coluna “tabuleiro”. A pontuação total fica registrada no final da tabela. O jogador terá noção ao fim do jogo em que fase perdeu ou ganhou maior pontuação.

tabuleiro	eletrização por contato	eletrização por indução	eletrização por atrito	energia interna	
200cal ou 836J	100cal ou 418J	100cal ou 418J	100cal ou 418J	50cal ou 209J	
					T

Figura 12 - A tabela de registros de pontuações.

**3.1.6 Regras do jogo**

O jogo da eletrização pode ser jogado por dois ou três jogadores individuais, ou por equipes de dois jogadores em cada equipe, a fim de compor os três processos de eletrizações durante uma partida de jogo, podendo no jogo formar até três equipes.

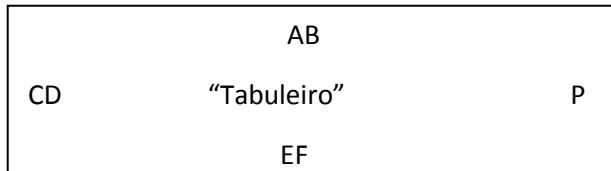


Figura 13 - Disposição das equipes em torno do tabuleiro

As equipes de jogadores se organizam em volta do tabuleiro e decidem quem deverá iniciar o jogo lançando dados. As equipes seguem a ordem de pontuação da esquerda para a direita. O esquema da

Figura 13 demonstra uma possível disposição dos jogadores. As letras (A e B), (C e D), (E e F) representam a disposição dos jogadores e P corresponde a posição do professor ou pesquisador.

Ao concluir a decisão de “quem começa a partida” a equipe com maior pontuação escolhe estrategicamente qual processo de eletrização irá desenvolver. As equipes restantes devem respeitar a pontuação para decidir a escolha da eletrização ao retirar do baralho as cartas correspondentes organizando sua jogada estrategicamente.

A equipe ou jogador tem acesso livre ao baralho que corresponde ao processo de eletrização que executará durante o jogo para propor a estratégia que for mais adequada. Na primeira vez de jogo, cada equipe coloca sobre o tabuleiro uma única carta de eletrização. Essa carta deve ter preferencialmente na parte inferior a imagem de uma substância neutra. A figura da parte inferior desta carta deverá ter uma sequência lógica conceitual de eletrização por atrito, ou por contato ou por indução com a segunda e terceira carta que serão jogadas respectivamente uma por vez.

Depois de jogar a equipe cede sua vez para a equipe seguinte, que fará o mesmo procedimento. A segunda carta depositada deverá ser no caso da eletrização por atrito uma substância neutra, no contato deverá ser um corpo eletrizado e na indução deverá ser o indutor ou o induzido, caso o jogador decida começar o jogo depositando a carta de um indutor, na segunda carta deverá jogar o induzido. Na segunda e terceira carta de jogo, as equipes depositam sobre o tabuleiro outras duas cartas, uma por vez, de modo que o conjunto de três cartas formará uma situação conceitual de jogo.

Na eletrização por atrito é obrigatório utilizar a Série Triboelétrica como referencial e na eletrização por indução, deve-se utilizar o fio terra para fazer o aterramento. A terceira carta é aquela que consegue definir estrategicamente uma eletrização e para isso as cartas devem apresentar o padrão de eletrização conceitual, demonstrando o conhecimento prévio que estudante possui.

Cada equipe deve explicar, passo a passo, para as outras equipes, o processo de eletrização que executou ao depositar a carta no tabuleiro, além de analisar o resultado final da referida eletrização. Para cada análise há a pontuação equivalente a 100 Joules. Toda explicação de jogo deve estar condicionada à imagem da parte inferior da carta, da formação conceitual que a(s) carta(s) por ventura venham caracterizar na referida rodada de jogo, pois, nessa hipótese, a parte inferior da carta corresponde ao vínculo conceitual de imagens que irão formar o conceito resultante de jogo para a eletrização que a equipe está processando.

Respeitando sequência de jogo as equipes devem avaliar a situação de jogo dos demais jogadores considerando como correta ou incorreta a estratégia de jogo de cada equipe. A pontuação equivalente é de 100 Joules na realização desta etapa. Na avaliação a equipe (A e B) avalia a equipe (C e D); a equipe (C e D) avalia (E e F); a equipe (E e F) avalia (A e B); a equipe (A e B) avalia (E e F); (C e D) avalia (A e B) e (E e F) avalia (C e D).

Cada equipe deverá contestar ou concordar com a avaliação das outras equipes. Ganhando 100 Joules se contestar corretamente. Para as avaliações desempenhadas pelas equipes, o professor ou pesquisador dará a palavra final quanto à avaliação desempenhada pela equipe informando se foi correta ou incorreta.

As equipes trocam de baralho, ou seja, de processo de eletrização e repetem os passos a partir da primeira rodada, explicada acima, com a colocação da primeira carta no tabuleiro. Ao encerrar esta fase trocam de baralho mais uma vez, de modo que todas as equipes tenham executado os três processos de eletrização.

Ao se concluírem os processos de eletrização, cada equipe receberá dois pares de bótons para cada processo de eletrização executada durante o jogo, totalizando seis bótons. A escolha dos bótons deve respeitar a ordem de pontuação dos dados. A carga dos bótons será de acordo com o processo de eletrização que o jogador tenha jogado. Por exemplo, na eletrização por atrito o jogador recebe bótons com cargas positivas e negativas.

Para iniciar o jogo da Lei de Coulomb em cada fase de “estudo da Lei de Coulomb” os jogadores irão demarcar posições no sistema de coordenadas do tabuleiro. As equipes, uma de cada vez, posicionam um par de bótons no tabuleiro para dar início a respectiva fase de jogo. Para executar essa tarefa a pontuação é de 100 Joules.

Cada equipe deve colocar as cartas vetores nos bótons. A pontuação é de 100 Joules para a equipe que colocar as cartas vetores corretamente e perda de 100 Joules para equipes que colocarem cartas vetores de forma incorreta.

As equipes devem analisar todas as etapas do processo com relação ao movimento dos bótons, considerando os procedimentos previstos nas regras, porém agora, com relação à análise vetorial configurada no tabuleiro. As equipes devem analisar a direção, o sentido e a intensidade de cada vetor relativo à carta que foi depositada no tabuleiro.

Quando acontecer uma configuração complexa de cargas elétricas, as equipes devem realizar a análise vetorial para o conjunto de vetores de acordo com as cargas, e, para tal levar em consideração a Lei de Coulomb. Para cada análise correta, a pontuação é 100 Joules, mas para análise incorreta, perde 100 Joules.

O professor dará a palavra final em relação ao procedimento executado no tabuleiro. As situações incorretas no jogo devem ser corrigidas para passar à fase seguinte.

As equipes devem mudar a posição dos bótons e das cartas vetores a fim de criar nova situação de jogo, e repetir os passos previstos nas regras para as novas configurações vetoriais e para as análises que decorrem da referida ação.

No passo seguinte, cada equipe deve acrescentar mais dois bótons no tabuleiro para tornar mais complexo o jogo e repetir os procedimentos relativos às regras.

À Tabela 2 correspondem as pontuações extras (bonificações) e perdas, conforme a equipe realiza correta ou incorretamente uma ação de manusear e analisar a situação de jogo.

**Tabela 2-** Bonificações e Perdas

<b>Bonificações</b>	<b>Pontos (Joules)</b>
Contestar corretamente a outra equipe	100
Contestar corretamente a outra equipe e convence-la que está errada	150
Na situação de blefe quando as demais equipes não identificam o blefe, a equipe que simulou o blefe.	200
Em caso de contestação declarada como eletrização incorreta, após a avaliação do pesquisador ser considerada correta.	100

<b>Perdas</b>	<b>Pontos (Joules)</b>
Realizar um blefe e o blefe ser revelado por outra equipe	-100
Avaliar incorretamente a outra equipe	-100
Equipe que for convencida que a referida eletrização está incorreta, mas na verdade está correta.	-100
Descumprir regras de jogo	-100

### 3.1.7 Situações de jogo que podem ser bonificadas

#### Na eletrização por Atrito

Durante uma seção de jogo, a equipe deverá seguir corretamente as regras do jogo passo a passo e desenvolver corretamente o processo de eletrização e para tal terá pontuação integral da rodada de jogo.

Na Figura 14, como se trata de uma eletrização por atrito, deve-se utilizar a Série Triboelétrica, colocando-a ao lado de terceira carta e explicar para as equipes a função da mesma. A primeira carta depositada no tabuleiro apresenta duas substâncias neutras e na segunda carta essas substâncias são atritadas, porém deve ser explicado para os participantes do jogo que a eletrização será apenas em uma parte da seda, assim como do plástico. Após a

eletrização, a seda ficou eletrizada apenas no local em que ocorreu o atrito entre ela e o cilindro de plástico. O cilindro de plástico também não ficou eletrizado em todo o corpo. Caso o jogador consiga explicar corretamente o fenômeno da eletrização por atrito, argumentar corretamente quando for indagado a respeito do processo de eletrização formado no tabuleiro, receberá os pontos de bonificação para cada etapa corresponde da discussão prevista na regra.

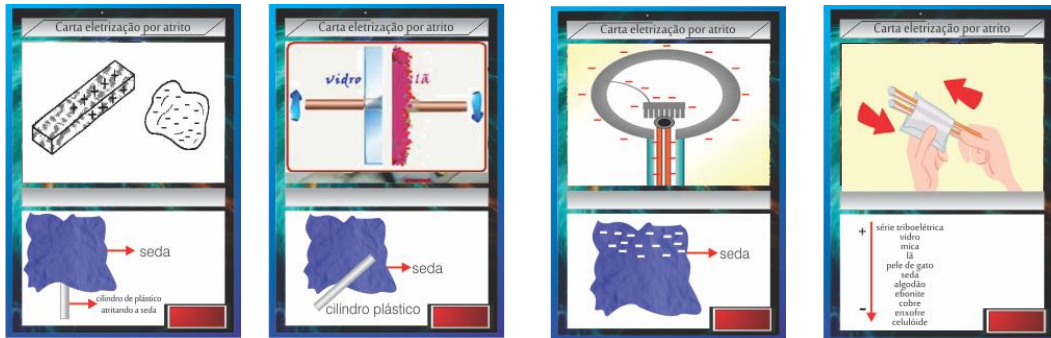


Figura 14 - Grafo utilizando três cartas de eletrização por atrito.

O grafo representado na figura 14 é meramente ilustrativo, e serve de exemplo para o leitor ter noção da formação inicial de jogo. Na terceira rodada, o jogador explica como seda e plástico se eletrizaram ao fim do processo, e qual o sinal da carga elétrica presente na seda. Além disso, deve esclarecer para as outras equipes a diferença que existe na eletrização entre substâncias isolantes e substâncias condutoras. Na eletrização por atrito, a Série Triboelétrica deve ser usada para confirmar para os demais jogadores porque a seda se eletrizou negativamente. Deve também explicar o que ocorreu com o bastão de plástico quanto ao sinal da carga elétrica e a distribuição de cargas no bastão de plástico.

### Na eletrização por contato

Na figura 15, tem-se um exemplo de eletrização por contato utilizando um grafo de jogo. Trata-se de formação conceitual de eletrização por contato correta, e, nesse caso, o jogador recebe a pontuação prevista na regra. O jogador só receberá as bonificações depois de esgotar todas as etapas da regra do jogo, que incluem as análises do processo de eletrização, do grafo e das argumentações posteriores. É também uma ilustração de situação de jogo com sequência de três cartas para completar uma rodada. No início o jogador deposita uma carta no tabuleiro e explica que a parte inferior da carta apresenta um corpo neutro de raio  $R$ . Na segunda rodada, o jogador deve explicar que vai jogar uma carta no qual existe um corpo eletrizado positivamente que fará o contato com o corpo que existe na primeira carta da respectiva rodada. Na terceira e última carta deve ser explicado para as outras equipes que já ocorreu a eletrização, que os corpos já estão eletrizados e ao se separarem ficaram eletrizados positivamente. Faz parte da discussão a quantidade de cargas armazenadas no corpo.

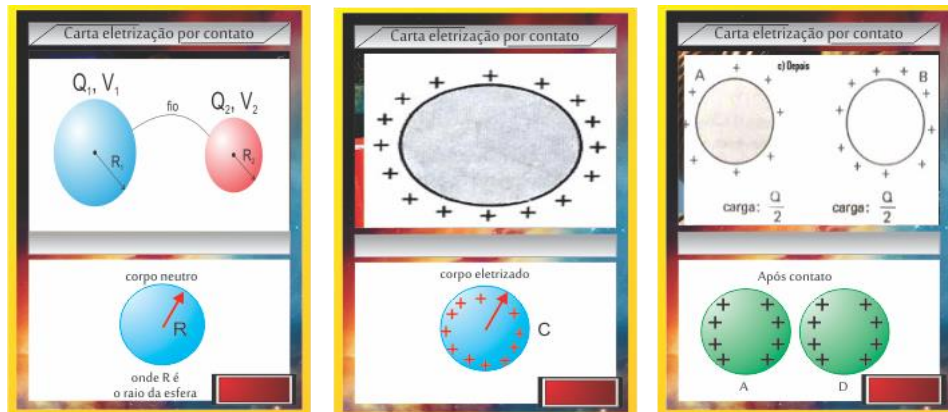


Figura 15 - Formação de grafos utilizando cartas de eletrização por contato.

De acordo com o processo de eletrização a sequência conceitual está correta, portanto o jogador deve receber a bonificação por conseguir elaborar o grafo do jogo. Restam a análise, os questionamentos das demais equipes e as intervenções do professor para ter a pontuação de jogo, que poderá ser total ou parcial.

### Na eletrização por indução

O jogador explica o tipo de eletrização que vai jogar. Ele joga a primeira carta e explica para as outras equipes que a primeira carta apresenta um indutor eletrizado positivamente (Figura 16).

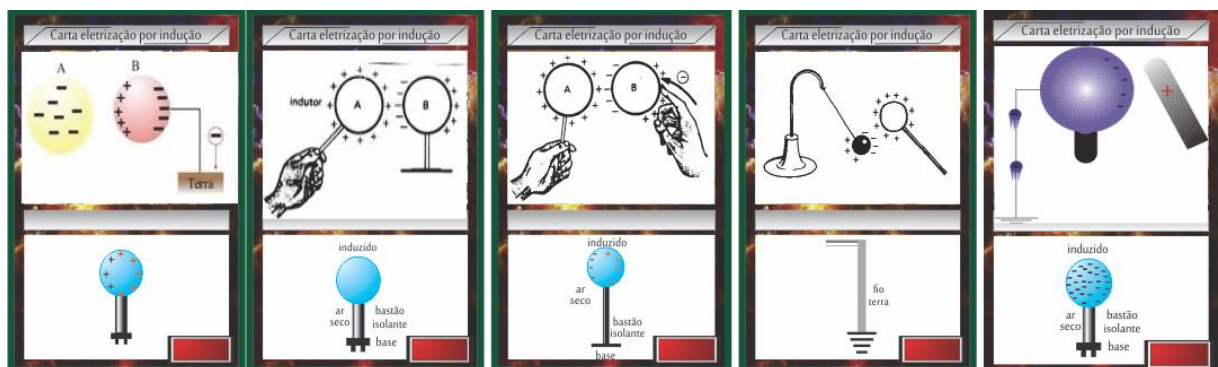


Figura 16 - Eletrização por indução com utilização do fio terra.

Na segunda vez da rodada explica que vai jogar uma carta onde existe um corpo neutro (induzido). Quando o induzido aproximar do indutor haverá uma separação de cargas no induzido, pois, as cargas positivas do indutor atraem cargas negativas para a proximidade do indutor.

Na terceira rodada, o jogador informa para as outras equipes que colocará um fio terra no corpo induzido e que através do fio haverá movimento de elétrons da terra para o induzido. Portanto, no induzido haverá excesso de elétrons. Ao retirar o fio terra e afastar o indutor, o induzido ficará eletrizado negativamente. No jogo da indução a terceira carta é apenas

complemento da segunda carta e foi colocada no jogo para mostrar a separação de cargas. O Fio terra é retirado do jogo assim que o jogador explica que o corpo ficou eletrizado negativamente. A ordem de jogo é composta da primeira, segunda, terceira e quinta carta. O fio terra serviu apenas para o aterramento. Para essa formação conceitual, a equipe consegue obter pontuação integral, desde que tenha realizado as argumentações corretamente. De acordo com as regras, devem ser realizados a análise e os questionamentos por outras equipes, somente quando encerradas as perguntas e discussões, a equipe poderá receber a pontuação total do referido processo de eletrização.

### 3.1.8 Situações de jogo na qual ocorrem perdas de pontos

Nesta seção apresentam-se pequenos exemplos de possíveis situações de jogo que poderão acontecer ao longo das partidas nas quais o jogador poderá perder pontos de maneira parcial ou total.

#### Na eletrização por atrito

Na proposição de jogo da

Figura 17, as duas primeiras cartas são cartas de fórmulas. A terceira carta tem na parte inferior uma substância eletrizada positivamente, mas grafo não há, nas duas primeiras, substâncias que estejam exercendo a eletrização com a substância da terceira carta.



Figura 17 - Cartas que não apresentam uma formação de conceitos.

Entre as cartas não há sequência de conceitos e nem foi utilizada a Série Triboelétrica como referência para indicar o sinal na substância eletrizada, resta ainda saber a substância que foi utilizada no processo de eletrização. Nessa formação, não houve correta formação do conceito e o jogador irá perder 100 Joules.

No entanto, um jogador com mais experiência de jogo poderia propor essa formação para tentar induzir outras equipes ao erro, nesse caso seria uma situação jogo de alto risco, pois, se a jogada for dada como incorreta ao ser declarado que se trata de blefe, a equipe que propôs

a estratégia irá perder 200 Joules. Nessa situação a equipe que descobrir o blefe poderá ganhar 100 Joules e, se mostrar que conhece a jogada correta recebe 100 joules ao explicar para as outras equipes como deve ser a forma correta para essa jogada.

### Na eletrização por contato

Nesse exemplo ilustrativo de jogo a regra do jogo foi aplicada corretamente, pois o jogador executou os passos iniciais de jogo obedecendo às definições estipuladas nas regras. Todas as cartas são de eletrização por contato. Os passos conceituais de eletrização por contato estão corretos na primeira e segunda carta, mas a finalização do jogo ficou incorreta conceitualmente quando se trata de eletrização por contato, uma vez que no contato, os corpos se eletrizam com cargas de mesmo sinal.



Figura 18 - Eletrização por contato, onde ocorre a perda de pontos.

Por outro lado, pode ser uma situação de blefe. Nesse caso, a equipe corre o risco de o blefe ser identificado. Situações de blefe, as quais são estimuladas pela alta pontuação, são importantes, pois acirram a discussão e evidenciam raciocínios incorretos de modo que o professor possa intervir. Pois, toda a discussão de ser ou não um blefe ou um erro puramente conceitual passa pela discussão estipulada nas regras do jogo, e quem dá a palavra final avaliando o processo de eletrização é o professor.

### Na eletrização por indução

Na eletrização por indução ( Figura 19), a situação descreve apenas de modo ilustrativo a sequência de jogo que pode ser produzida durante o jogo. A primeira carta tem um pêndulo eletrostático neutro. A segunda carta apresenta um indutor eletrizado positivamente aproximado do pêndulo eletrostático. A terceira carta apresenta uma relação de atração entre o indutor e o pêndulo eletrostático, definindo no grafo um erro conceitual, pois as cargas no pêndulo eletrostático possuem uma distribuição de cargas positivas. O grafo não possui a carta de aterramento que permite realizar a análise que permite concluir como a terceira carta ficou eletrizada positivamente e a não utilização da carta de aterramento no jogo de eletrização por



indução representa quebra da regra do jogo. Na formação conceitual incorreta a equipe perde 100 Joules.

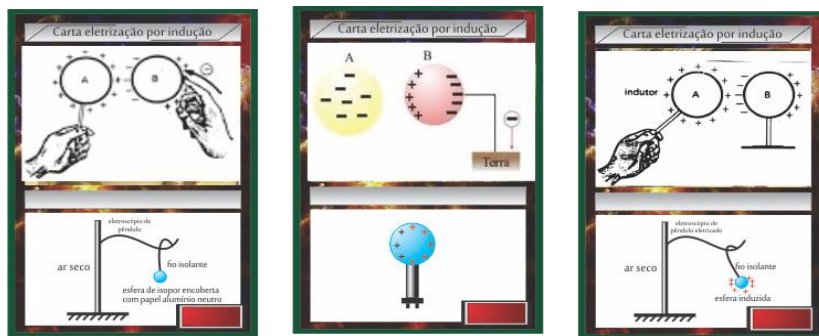


Figura 19 - Cartas de eletrização por indução formando grafo.

### 3.1.9 Situações de jogo com Cartas vetores-Lei de Coulomb

No tabuleiro, o jogador deposita os bótons e posteriormente coloca as cartas vetores. Para executar o procedimento o jogador escolhe uma posição no sistema de coordenadas e a partir dessa posição deverá realizar as demais alterações levando em conta a Lei de Coulomb. Para a situação inicial o jogador recebe 100 joules. Ao explicar a Lei de Coulomb a equipe recebe 100 Joules.

1º caso – carta vetores na direção horizontal, situação inicial de jogo.



Figura 20 - Exemplo genérico da utilização de vetores no tabuleiro.

2º caso – carta vetores na direção vertical, alteração da posição inicial de jogo para outra posição. Essa alteração corresponde a sequência da aplicação da regra para utilização de vetores. Se a equipe colocar as cartas vetores corretamente a pontuação será 100 Joules.



Figura 21 - Alteração de posição do bóton.

3º caso – jogador acrescenta mais dois bótons no tabuleiro de jogo. Para essa distribuição o jogador recebe 100 Joules se montar e analisar corretamente toda situação vetorial.

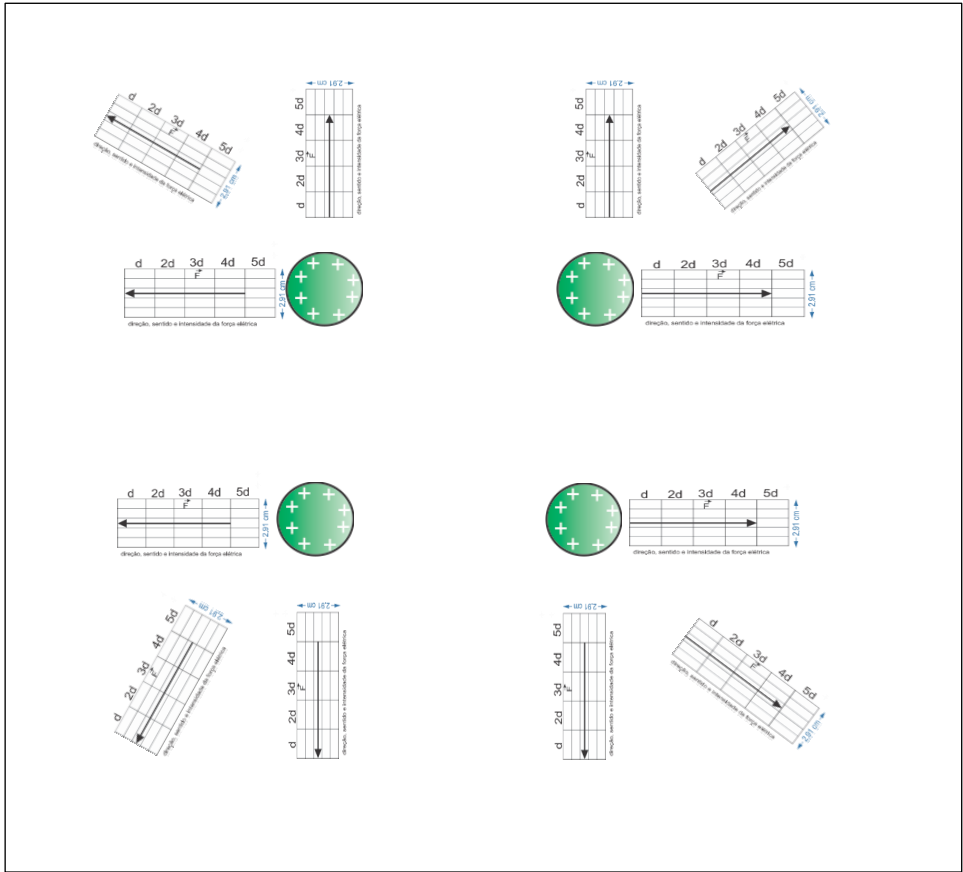


Figura 22 - Exemplo genérico com quatro bótons e a distribuição de forças.

Na situação proposta a equipe deve analisar toda a configuração vetorial na distribuição de cargas e a intensidade dos vetores em função da distância entre as cargas. O próximo passo será a utilização de mais dois vetores no tabuleiro. Na situação proposta na Figura 22 há seis pares de vetores. A intensidade desses vetores varia de acordo com a distância e a distribuição de cargas. Aumentando a quantidade de bótons no sistema de coordenadas, a quantidade de cartas vetores aumenta e torna o jogo mais complexo, pois exige que a equipe tenha maior grau de abstração para analisar a intensidade, a direção e o sentido da força aplicada na distribuição de cargas presentes no sistema de coordenadas.

Exemplo genérico de perda de pontuação no uso de cartas vetores

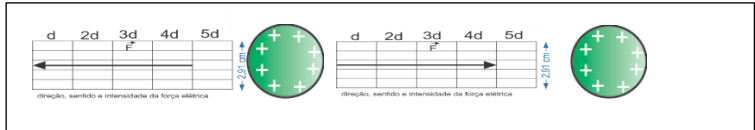


Figura 23 - Exemplo genérico de perda de pontuação.

Ao depositar os bótons, o estudante necessita de ter atenção na posição de cada vetor. Na situação da Figura 23 as cartas vetores foram aplicadas na distribuição de cargas localizadas do lado esquerdo da imagem, a segunda distribuição de cargas não recebeu cartas vetores. Se

colocar a carta vetor de maneira incorreta a equipe irá perderá 100 Joules. Se analisar incorretamente a formação vetorial perderá mais 100 Joules.

### 3.2 O UNIVERSO DA PESQUISA

Quanto à natureza, a pesquisa caracteriza-se como qualitativa, pois não se trabalhou com ferramentas estatísticas no processo de análise do problema. Todavia, dados quantitativos nos resultados da pesquisa foram obtidos a partir de medida de frequências e apresentados em quadros e gráficos. Dados numéricos e interpretação conceitual não se contrapõem; de certo modo se complementam resultando para um mesmo estudo melhor compreensão do fenômeno estudado (GODOY, 1995).

Seguindo BOGDAN & BIKLEN (1994), a pesquisa possui característica de pesquisa qualitativa: a influência do contexto sobre o comportamento dos jogadores e, desta forma, não é possível separar o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito; investigação é descritiva em cada uma das fases do jogo, e há um registro tão rigoroso quanto possível do modo como pessoas interpretam os resultados de sua participação (tanto do professor/pesquisador, quanto do aluno); visa propiciar indicativos das possíveis mudanças procedimentais e atitudinais.

Nesse sentido, em virtude do envolvimento do pesquisador com o grupo de jogadores é coerente classificá-la como pesquisa-ação ou com nuances de pesquisa-ação dado que o tempo de coleta de dados foi de apenas seis semanas.

A aplicação dos jogos e as aulas ministradas durante o processo levaram em consideração os princípios facilitadores da Teoria de Aprendizagem Significativa Crítica, dentre eles, a não centralidade no livro texto e a diversidade de material didático.

Procurou-se diversificar os locais de aplicação da pesquisa, não seguindo, no entanto critério estatístico, caracterizando-se, portanto, como estudos de caso.

O universo desta pesquisa (população) é composto de estudantes dos terceiros anos A, B e C do Ensino Médio da Escola Estadual João Brienne de Camargo; do terceiro ano E do Ensino Médio da Escola Estadual Dr. Estevão Alves e do 2º ano do Ensino Médio da Escola do Farina, a qual, diferentemente das duas anteriores é uma escola privada.

A população teve cerca de 30 estudantes participando efetivamente da pesquisa. O perfil do corpo discente é complexo. São alunos de várias classes sociais. Muitos deles não têm acompanhamento dos pais e não são estimulados a estudar ou por outro lado apresentam problemas com a justiça. É possível observar que a intervenção do professor com uma visão de mundo voltado para a pesquisa e novas metodologias de ensino, com atividades planejadas, é determinante para superação dos obstáculos da aprendizagem. O aluno sabe distinguir ações planejadas de improvisações. O corpo docente das escolas públicas é praticamente o mesmo de toda a rede estadual: muitos professores interinos desestimulados e carentes de qualificação

profissional. Do total dos alunos pesquisados 55,5% são do sexo masculino e 44,5% do sexo feminino. Deste total 66,67% são oriundos da escola pública. Nascidos na década 90, com idade oscilando na faixa etária dos 15 anos aos 18 anos.

### **3.3 A COLETA DE DADOS**

Os dados da pesquisa foram coletados por meio de registros de áudio e fotografias, filmagem em vídeo (estes tiveram o consentimento prévio de todos os envolvidos), questionário avaliativo (anexo 03), além das observações diretas durante a atividade lúdica educativa (anotações em blocos).

Em sala de aula e nos encontros durante a aulas foram coletadas informações a respeito de conteúdos estudados pelos participantes da pesquisa. Essas informações ficaram registradas em blocos de anotações. Os dados foram obtidos em oito encontros.

No encerramento dos encontros foram aplicados pós-testes para avaliar a disposição dos alunos com relação ao produto educacional destacando-se: (i) o produto como uma ferramenta que possibilita interação e aprendizagem de conceitos; (ii) utilização de atividades lúdicas para ensino-aprendizagem, no caso o jogo de cartas. Os objetivos do pós-teste foram: identificar o conhecimento junto aos alunos sobre os conceitos; verificar quais os conhecimentos prévios dos alunos de conteúdos da Lei de Coulomb e dos processos de eletrização, ou seja, quais os subsunçores que estavam presentes.

Ao término da pesquisa tivemos 14 vídeos de registro de momentos do jogo, sete áudios das rodadas de jogo e imagens (fotografias) registrando os jogadores produzindo os grafos. Os dados coletados (imagens, áudios e vídeos) permitiram: (i) identificar os conhecimentos construídos pelos alunos ao longo da pesquisa; analisar as narrações que ocorreram entre os emissores e receptores nas situações de jogo.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES.

### Os Encontros

Durante a pesquisa foram realizados oito encontros com os alunos (Tabela 3). As letras de A a E representam as escolas participantes:

- A – Escola Estadual Nilo Póvoas (pública de ensino médio);
- B – Escola Estadual Dr. Estevão Alves (pública - estudante de terceiro ano);
- C – Escola do Farina (escola privada de ensino médio);
- D – Escola Estadual Ulisses Cuiabano (pública de ensino médio) e
- E – Escola Estadual João Brienne de Camargo (pública de ensino médio).

Tabela 3 - Caracterização dos encontros

Encontro	Data	Local	Escolas = número de alunos
01	17/07/2014	SEMIPEQ – UFMT	A = 08 B = 07 C = 09 D = 06
02	21/07/2014	Instituto de Física	B = 06
03	21/08/2014	Instituto de Física	B+E = 30
04	19/07/2014	Escola Dr. Estevão Alves	B = 26
05	11/07/2014	Escola João Brienne de Camargo	E = 06
06	04/10/2014	Escola do Farina	C = 08
07	19/11/2014	Escola João Brienne	E = 06
08	12/12/2014	Escola Dr. Estevão Alves	B = 08

No primeiro encontro, aconteceu um minicurso e o intervalo de tempo inicial foi utilizado para apresentações e para indagações a respeito de conhecimentos prévios dos participantes da pesquisa. Foram explicadas as regras do jogo e após encerramento do minicurso foi realizada uma avaliação qualitativa do encontro nas seguintes categorias: produto, tempo de duração do minicurso, desenvolvimento experimental dos conceitos, o desenvolvimento teórico de conceitos, didática e domínio de conteúdo pelo professor. No terceiro encontro, a configuração “B+E” indica que somente duas escolas participaram, e, após o igual, tem-se o número de estudantes desse encontro.

A Tabela 4 possui dados relativos ao tempo de preparação para o jogo, os conteúdos estudados, a aula experimental com o assunto desenvolvido e informações a respeito de conhecimentos prévios registrados em apêndices e no anexo (primeiro encontro). Também presentes em apêndices e no anexo, o registro das avaliações ocorridas.

Antes de iniciar a partida, os estudantes revisaram as regras de jogo e os processos de eletrização para distinguir as diferenças entre elas e também para separar as cartas de Séries Triboelétrica, além de examinar detalhes das cartas.

Tabela 4 - Preparação para o jogo nos encontros

	Aula teórica		Aula experimental		Conhecimentos Prévios
	Tempo (Min)	Assunto	Tempo (Min)	Assunto	
<b>01</b>	30	Eletrostática	30	Eletrização	Anexo
<b>02</b>	90	Eletrostática	-	-	Apêndice A
<b>03</b>	45	Eletricidade	45	Eletrização	Não ocorreu
<b>04</b>	30	Lei de Coulomb	-	-	Apêndice A e B
<b>05</b>	40	Eletrização	20	Lei de Coulomb	Apêndice A e B
<b>06</b>	60	Eletrostática	-	-	Apêndice A
<b>07</b>	90	Eletrostática	30	Lei de Coulomb	Apêndice D
<b>08</b>	60	Lei de Coulomb	-	-	Apêndice D

Na Tabela 5, temos o registro do tempo de jogo ocorrido em cada encontro. Além disso, a tabela aponta como foram registrados dados da pesquisa e o registro de avaliações de conhecimentos prévios. Além de dados registrados em blocos de anotações e cadernos de campo, foram registrados momentos de jogo utilizando gravador, câmera fotográfica e filmadora.

Tabela 5 - O jogo

	Tempo (Min)	Registro			Avaliação posterior
		Sonoro	Fotográfico	Vídeo	
01	36	Sim	Sim	Não	Anexo
02	120	Sim	Sim	Sim	Apêndice A
03	90	Sim	Sim	Não	Não ocorreu
04	30	Não	Sim	Não	Apêndice A e B
05	135	Sim	Sim	Sim	Apêndice A e B
06	120	Sim	Não	Não	Apêndice C e D
07	180	Sim	Sim	Sim	Apêndice D
08	60	Sim	Sim	Sim	Apêndice D

Durante os jogos, para os quais os intervalos de tempo estão registrados na Tabela 5, houve situações de rotina de aulas expositivas e dialogadas, tais como perguntas do estudante para o professor e do professor para os alunos, e situações fora da rotina, tais como perguntas de curiosos que adentraram no local onde ocorria o jogo e discussões inerentes ao jogo propriamente dito. Nessas discussões surgiram exemplos, curiosidades, brincadeiras e momentos de descontração e alegria.

A Figura 24 apresenta situações padrão do jogo que ocorreram nesses encontros. No item “a”, o pesquisador apresenta para os estudantes participantes do SEMIPEQ, o produto de ensino-aprendizagem, as regras do jogo e os conceitos de eletrização e explica a Lei de Coulomb. No item “b”, têm-se o registro de estudantes jogando e examinando atentamente as cartas, a fim de elaborar situações estratégicas de jogo e compreender como ocorre a formação de grafos de eletrização. Trata-se do registro do segundo encontro, que aconteceu no Instituto

de Física na sala de estudos da Pós-Graduação de Ensino de Ciências Naturais. No item “c”, o jogador elabora estratégia para a formação de um *grafo* de um dado conceito de eletrização. O item “d” destaca a apresentação do pesquisador com relação aos conceitos de eletrizações, ao estudo da Lei de Coulomb utilizando o tabuleiro de jogo.



Figura 24 – Registro de ações desenvolvidas nos encontros.

No terceiro encontro, os estudantes das Escolas Estaduais Dr. Estevão Alves e João Brienne de Camargo reuniram-se no Instituto de Física e se dirigiram para o Laboratório de Física Experimental para participar de experiências relacionadas com fenômenos de eletrização e da Lei de Coulomb. Em sequência formaram-se grupos de estudos para estudar as regras do jogo e executar o jogo.

A Figura 25 retrata, no item “a”, a apresentação do pesquisador na atividade experimental desenvolvida no Laboratório de Física experimental abordando as formas de eletrização no gerador de Van der Graff e a Lei de Coulomb. No item “b”, destaca-se a orientação de como propor a formação de grafos e os registros de pontos obtidos no jogo na tabela de pontuação. Nessa fase do jogo, os estudantes observam atentamente as equipes e orientações do pesquisador para dar continuidade ao jogo. Os itens “c” e “d” representam equipes diferentes produzindo a formação de conceitos utilizando as cartas com diferentes



modos de eletrização (atrito, contato e indução). As equipes fazem proposições de conceitos e discutem entre os membros da (s) equipe (s) os grafos obtidos na respectiva rodada de jogo. Nessas proposições surgem análises e argumentações que viabilizam a formação de conceitos mais elaborados e com maior grau de complexidade. À medida que as equipes avançam em número de vezes de jogadas, elas se apropriam de conhecimento das propriedades do jogo, como reconhecimento de imagens, de conceitos, de laços de ligações entre os conceitos.



Figura 25 - Encontro com as escolas.

Os estudantes que participaram do 1º e 2º encontro ajudaram o pesquisador como colaboradores ao organizar a sala de aula e ajudar as equipes que estavam com dificuldade para jogar.

No quinto encontro estudantes do terceiro ano “A” e “B” estudaram conceitos, regras e jogaram. Nesse evento participaram alunos do primeiro ano “A”. Durante o jogo, foram realizadas as intervenções necessárias para aperfeiçoar o tempo de jogo e de elaborações estratégicas conceituais. No sétimo encontro, por ser o último jogo com essa turma, as perguntas ficaram mais complexas e com situações de jogo mais elaboradas. Foram realizadas avaliações escritas (Apêndices) com os alunos no último encontro de cada escola (Tabela 3), de modo que todos foram avaliados.

### 3.4 As Respostas aos Questionários e as Anotações dos Blocos

Foram realizados questionários sobre a satisfação dos alunos com relação aos jogos, para tentar captar a motivação que o instrumento proporcionou. Os questionários foram aplicados no primeiro e no último encontro de jogo em sua escola de origem.

Foram identificadas como características positivas pelos estudantes: a apresentação gráfica; a interação entre os colegas e com o professor possibilitando, por meio do jogo, de maneira descontraída, lúdica; e de propiciar momentos diferenciados da rotina de sala de aula.

Em especial, a transcrição da resposta de um aluno à pergunta “Baseado no jogo apresentado, você acha que este proporcionou maior interação do tipo aluno-aluno e aluno-professor?”, ela destaca diversos princípios da TASC: o princípio de interação social, do abandono da narrativa, da não centralidade do livro de texto; do aprendiz como perceptor/representador: “podíamos montar grupos e discutir mais a respeito dos conteúdos e conceitos que antes ficavam apenas na sala de aula e nos livros, além de poder interagir mais com o professor e tirar dúvidas de uma forma mais divertida”.

Os estudantes salientaram que, por ser um material autoexplicativo, possibilita a aprendizagem pelo próprio manuseio das cartas.

Em relação ao estudo de mecânica 50% estudaram vetores, 74% estudaram as Leis de Newton, 53,33% estudaram a lei da Gravitação Universal, 33,33% estudaram a Lei de Coulomb. Quatro estudantes tiveram contato com mapa conceitual, para um deles, o contato se deu no ensino fundamental e outros três no ensino médio. Apenas 2% consideraram o material regular no primeiro encontro. No segundo questionário, foi unânime a opinião de que o jogo é uma estratégia facilitadora da aprendizagem.

Convidados a comentar sobre a atividade aplicada, vários alunos teceram considerações bastante positivas sobre a estratégia lúdica, transcrevo duas respostas: (i) “Melhor trabalho que pude presenciar em minha vida escolar por trazer uma forma diferente e atrativa de se passar um conteúdo muito importante para a vida de um aluno. Foi com este jogo que me apaixonei por eletricidade e suas funções na vida do ser humano”; (ii) “Além de ser um modo diferenciado de estudar a pessoa consegue aprender brincando o que acaba sendo mais agradável”. Uma terceira resposta, que permite perceber a evolução do entendimento sobre o assunto que o jogo exige para praticá-lo: “As cartas, inicialmente tive um pouco de dificuldade pelos estudos mesmo, mas a partir do momento que a gente começou a estudar mais a fundo sobre a teoria e cada significado da carta, mas peguei bem legal. Precisa estudar Física para poder jogar”.

Com relação à eletrização, observou-se que 100% dos participantes responderam corretamente, desde o primeiro questionário, sobre quantas e quais são as formas de eletrização. Dos participantes 50% escreveram as diferenças argumentando, 30% escreveram resumidamente as diferenças e 20% citaram apenas exemplos caracterizando a eletrização por atrito, por contato e por indução. Alguns distinguirão pouco mais adequadamente essas formas: (i) “Eletrização por atrito, atritar corpos diferentes deixando um eletrizado positivamente e o outro negativamente. Eletrização por contato ocorre quando dois corpos possuem diferença de potencial e quando colocadas em contato faz com que os elétrons da esfera negativamente carregada passem espontaneamente para a esfera neutra. Eletrização por indução, quando atribuir carga elétrica a um objeto utilizando outro corpo carregado sem que haja contato entre eles”; (ii) “A forma de eletrização por atrito está ligada basicamente a se atritar um material a outro causando uma diferença de carga entre eles, um corpo fica carregado positivamente por perder elétrons e outro corpo fica carregado negativamente por ganhar elétrons. A eletrização por contato está ligada a troca de cargas entre dois corpos, e enquanto maior o corpo colocado em contato mais carga ele vai possuir no final do processo e sempre que chegar ao final das trocas os dois corpos terminaram com cargas de mesmo sinal independentemente do tamanho. A eletrização por indução está ligada a presença do indutor que ao se aproximar do induzido faz com que as cargas do induzido fiquem separadas por um momento”.

“O que é abordado no estudo da Lei de Coulomb? Cite pelo menos um exemplo” foi uma pergunta cuja distribuição das repostas teve uma das maiores variações: “Uma lei que aborda a interação eletrostática entre partículas eletricamente carregadas que podem se atrair ou repelir. Exemplo: carga com sinal oposto se atraem e com sinais iguais se repelem” e “Força de interação entre as cargas com relação a seus valores e a distância entre eles”. Para os participantes da pesquisa 80% reconhecem as grandezas Físicas estudada na Lei de Coulomb e como as cargas interagem através da força. Os 20% não responderam à questão.

Para a pergunta: “Descreva o que é Campo Elétrico. Cite um exemplo onde se percebe a ação do Campo elétrico” 70% responderam explicando parcialmente a definição de campo elétrico ao relacionar espaço, força e carga. Como a pesquisa ficou focada mais tempo nos processos de eletrizações e na Lei de Coulomb, 30% dos participantes da pesquisa não conseguiram explicar corretamente a definição de campo elétrico, desses 30% encontram-se os alunos do primeiro ano que participaram da pesquisa. “É um campo de força provocado pela ação de cargas elétricas (prótons, elétrons ou íons). Percebe a ação do campo elétrico sempre onde tiver carga”. “Campo elétrico são forças de atração e repulsão que uma carga produz se

for colocada uma carga puntiforme positiva no meio de uma carga positiva e uma carga negativa, a carga positiva vai gerar um campo para fora e a carga negativa vai gerar um campo para dentro”. Algumas respostas mostraram como é resiliente o conceito de campo como região do espaço: “Campo elétrico é o espaço onde existem muitos elétrons”.

Com relação à função de um indutor e um induzido, uma pequena parcela de alunos demonstrou dificuldade para expressar a função do indutor e do induzido, outros confundiram a função de indutor com outros dispositivos elétricos, tais como circuitos elétricos, capacitores e bobinas, quando analisamos resposta, “O indutor tem como função armazenar energia e o induzido gerar um circuito elétrico através da variação de um campo magnético”. No entanto, algumas respostas apresentaram uma definição mais apropriada, onde se percebe a função entre o indutor e o induzido, porem ressalta a existência de força coulombiana atuando durante o processo de eletrização por indução. Para esta resposta podemos inferir que o estudante demonstra conhecimento ao fazer correlação entre indução e força colombiana durante o processo de indução entre as cargas elétricas, como se percebe na resposta, “Indutor tem função de estar eletricamente carregado positivamente ou negativamente, quando se aproximar do induzido faz com que ele separe as cargas e com isso ocorre a reação de atração”, “o induzido tem função de separar as cargas que tem dentro de si para quando o indutor aproximar de determinada parte do induzido e essas cargas se atraírem”.

### **3.5 Situações de jogo que aconteceram durante os encontros**

Os dados coletados no momento do jogo ficaram armazenados em áudios, vídeos e fotografias. Analisando as anotações do bloco de notas e observando as equipes durante o jogo foi possível verificar quais conhecimentos prévios (subsunoçores) os alunos traziam em sua estrutura cognitiva e como eles realizavam as operações com as cartas utilizando esses conceitos para finalizar a formação de um dado conceito.

Também fica explícito na mensagem a necessidade da equipe de falar, de argumentar, de perguntar, de saber se a jogada que a equipe executou no tabuleiro está correta e se não ficou correta ou o que foi que deu errado, e qual a solução para corrigi-la. Nessas mensagens identificamos os princípios facilitadores de aprendizagem significativa de Ausubel. Para iniciar o jogo as equipes lançaram o dado e a maior pontuação ficou para a equipe “C” e a segunda maior foi da equipe “A”. As equipes jogaram e toda a discussão e reflexões que surgiram durante a partida contribuíram para a produção dos grafos das equipes “A”, “B” e “C”.

Tabela 6- Mensagens das equipes “A”, “B” e “C” no evento SEMIPEQ.

MENSAGENS-GRUPO A Eletrização por atrito	MENSAGENS – GRUPO B Eletrização por contato	MENSAGENS – GRUPO C Eletrização por indução
<p>“Beine, entre a prata e o bronze qual desses corpos ficam eletrizados positivamente?”.</p> <p>“Vou jogar um bastão de cobre negativo”.</p>	<p>Através da série Triboelétrica dá para saber quem fica eletrizado positivamente. A gente vai fazer uma eletrização por contato, vou colocar um corpo neutro.</p>	<p>Vou jogar um corpo eletrizado negativamente. O corpo é um indutor.</p>
<p>Vou jogar atrito, papel eletrizado positivo.</p>	<p>A gente vai jogar um condutor metálico para fazer a eletrização por contato.</p>	<p>Na eletrização por indução, vou colocar um corpo induzido, ele é neutro.</p>
<p>Atrito, corpo positivo para fazer atrito.</p>	<p>Agora a gente vai jogar um corpo entrar em contato com o corpo neutro e positivo que vai de outro lado do condutor metálico que vai</p>	<p>Vou jogar um fio terra na eletrização por indução pra completar a indução, porque tem um corpo negativo entra em contato com corpo neutro e com o fio terra ele passa os positivos para a terra.</p>

Os *grafos* produzidos pela configuração de enunciados e ligações de conceitos entre as equipes estão relacionados com a eletrização por atrito, contato e indução. Durante o jogo as equipes estavam organizadas de modo que em cada equipe havia integrantes de diferentes escolas do Município de Cuiabá. As mensagens indicam as formações de conceitos que ocorrem durante o jogo. Nessas mensagens encontramos as comunicações das equipes durante o evento, nelas destacamos as dúvidas em relação às regras, aos conhecimentos prévios, a dificuldade para estabelecer o vínculo com as imagens existentes na parte inferior das cartas, pois, o vínculo deve produzir uma sequência lógica que se traduz numa formação de conceito e que leva a formação do *grafo* de jogo. As mensagens são usadas para compreender o processo da construção de *grafos* e identificar as relações de aprendizagem dos conceitos e aprendizagem significativa que ocorrem quando as equipes enunciam e estabelecem *links* conceituais que

ocorrem entre as equipes “A”, “B” e “C” enquanto jogam. As trocas de informações entre as equipes ajudam as equipes a jogar, a entender as regras e como produzir os *grafos*. As mensagens de comunicação das equipes “A”, “B” e “C” estão registradas parcialmente na tabela 6.

### 3.6 Informações de jogo da primeira rodada ocorrido na UFMT.

A equipe “A” é constituída de estudantes de escolas públicas, mas nela participa estudantes de escola privada, essa equipe destaca-se por apresentar razoável conhecimento prévio de eletrostática no que se refere a eletrização e força coulombiana, destacando-se nessa equipe estudantes sem nenhum conhecimento prévio (subsuncores) de eletricidade estática. A equipe é muito interativa, pois realiza perguntas durante o jogo para entender os fenômenos de eletrização e sanar pequenas duvidas existentes com relação às figuras tanto da parte superior quanto inferior que aparecem nas cartas. Para a pergunta, entre “a prata e o bronze qual desses corpos ficam eletrizados positivamente?”. No ambiente de muita interação a equipe “B” rapidamente se prontificou a responder a pergunta da equipe “A”. Ao dar a resposta novas discussões foram levantadas com relação ao processo de eletrização e suas aplicações. A equipe “A” foi a segunda equipe a jogar. Como se tratam do primeiro contato dos estudantes com o jogo, selecionaram as cartas que, para eles aparentemente apresentavam uma ligação conceitual, mas essa dificuldade se acentuou devido à ausência de conhecimentos prévios. A terceira equipe a jogar foi equipe “B”, a equipe possui bom domínio de conceitos de eletrização e estava bastante atenta ao jogo, muito interativa e ao mesmo tempo receptiva ao que se refere a busca de aprendizagem de conceitos relacionando as regras com as imagens para encontrar a relação existente entre elas e assim obter bons resultados durante o jogo. À medida que o jogo avançou, as equipes passaram a entender a técnica de jogo, e, então paulatinamente surgiram as formações de conceitos esperados pelo pesquisador. Apenas 2% dos presentes no minicurso não participaram do jogo. As pontuações das rodadas de jogo estão registradas nas tabelas 4, 5 e 6.

Os *grafos* de jogo foram elaborados de acordo com as mensagens das equipes “A”, “B” e “C”. A maior pontuação foi da equipe B, por apresentar maior domínio conceitual, maior interação, com mais disposição para aprender. A equipe “B” completou as três rodadas e conseguiu manter uma sequência de jogo ao realizar conceitualmente o processo de eletrização, portanto, receberam a bonificação de 100 Joules. Na primeira carta usaram um corpo neutro. A segunda carta usada estrategicamente em jogo possui um condutor metálico em que existe uma seta na parte inferior da imagem e ao lado está a letra I que corresponde a intensidade de

corrente elétrica, o qual indica um movimento de cargas entre e a primeira carta e a terceira carta depositada no tabuleiro em há na imagem um corpo eletrizado positivamente.

Tabela 7 - Pontuações do grupo B.

Tabela de pontuação da equipe "B"					
Tabuleiro	Eletrização por atrito	Eletrização por contato (J)	Eletrização por indução	Energia interna (J)	Pontuação Grupo B (J)
		+100		1000	+ 500
		+100			- 100
		+100			
		+100			
		-100			
		+100		=1400	

A equipe não analisou e não explicou o jogo, dessa forma perdeu 100 Joules. Além disso, na Figura 26 identificamos que apresentaram o *grafo* corretamente e com grau de sutileza, pois a segunda carta de jogo requer da equipe conhecimento relativo de intensidade de corrente elétrica, demonstrando com isso, que o jogador tem que realizar a leitura da imagem na parte inferior para perceber que no metal representado na imagem há um fluxo de elétrons.

*Grafos* da situação de jogo da equipe "B".

A pontuação dessa equipe foi de 1400 Joules. Em segundo lugar ficou a equipe "C" que conseguiu completar uma rodada. Na equipe há jogadores com conhecimentos prévios de eletricidade estática e jogadores que não apresentam subsunçores de eletricidade estática. A equipe conseguiu concluir as três fases da rodada de jogo, mas infelizmente na terceira fase não conseguiram completar a sequência de cartas para formar o grafo e assim formalizar um conceito completo de eletrização, por essa razão perderam 100 Joules.



Figura 26 - Grafos de jogo da equipe "B".

De acordo com a sequência de cartas (Figura 26), observamos que existe um movimento de cargas do corpo existente na imagem da primeira carta para o corpo cuja imagem está na terceira

carta, esse movimento ocorre por meio da segunda carta depositada no tabuleiro, onde está presente um condutor. Para nossa surpresa e contentamento a equipe realizou bom desempenho, pois não esperávamos um nível de compressão de jogo já na primeira partida. A equipe utilizou conhecimentos de eletrodinâmica para construir uma sequência conceitual, demonstrando com isso boa base de conhecimentos prévios. Na análise qualitativa de dados temos uma categoria de palavras (conjunto de dados) que possuem laços de ligações entre os conceitos de eletrostática e de eletrodinâmica. Esses conceitos estão relacionados com o sinal das cargas após a eletrização, a quantidade de cargas após a eletrização, o tamanho dos corpos que participaram da eletrização e o estado de eletrização desses corpos antes e depois da eletrização, além do movimento de cargas por meio de um condutor de eletricidade.

A equipe “C” utilizou o aterramento no corpo neutro e com essa atitude demonstrou que conhece o processo de eletrização por indução. Durante a partida a equipe citou exemplos de eletrização por indução e argumentou com as demais equipes a respeito conceito de eletrização e como ela ocorre. Com relação ao processo de análise conceitual de eletrização receberam 100 Joules. Para completar o jogo a equipe deveria ter depositado no tabuleiro uma carta correspondente à terceira vez da rodada a carta que deveria demonstrar o efeito final de eletrização por indução, ou seja, a carta deveria corresponder a um induzido eletrizado positivamente, após a retirada do fio terra.



Figura 27 - *Grafos* de jogo da equipe "C".

De acordo com a teoria de aprendizagem significativa, a equipe partiu do conceito mais generalizado para o conceito mais específico. Nessa categoria de conceitos de eletrização por indução os laços de ligação são as palavras induzido, indutor e fio terra. A finalidade do aterramento para a equipe “C” como mostra a Figura 27 expressa a condução de cargas elétricas por meio do fio terra. A pontuação da equipe “C” foi de 1100 Joules. O *grafo* apresentado não possui uma formação conceitual coerente com os processos de eletrização, devido a não



conclusão do processo de eletrização e a imagem apresentada utilizando as cartas não estão em consonância efetivando um vínculo conceitual de eletrização.

Tabela 8- Pontuações do grupo C.

Tabela de pontuação da equipe "C"					
Tabuleiro	Eletrização por atrito	Eletrização por contato	Eletrização por indução (J)	Energia interna (J)	Pontuação Grupo C (J)
			-100	1000	+400
			+100		-300
			+100		
			-100		
			+100		
			-100		
			+100		
				=1100	

O terceiro lugar ficou com a equipe "A" que completou a rodada, mas não conseguiu realizar uma sequência de jogo estruturando as cartas conceitualmente, pois utilizaram na eletrização três corpos diferentes e todos eletrizados.

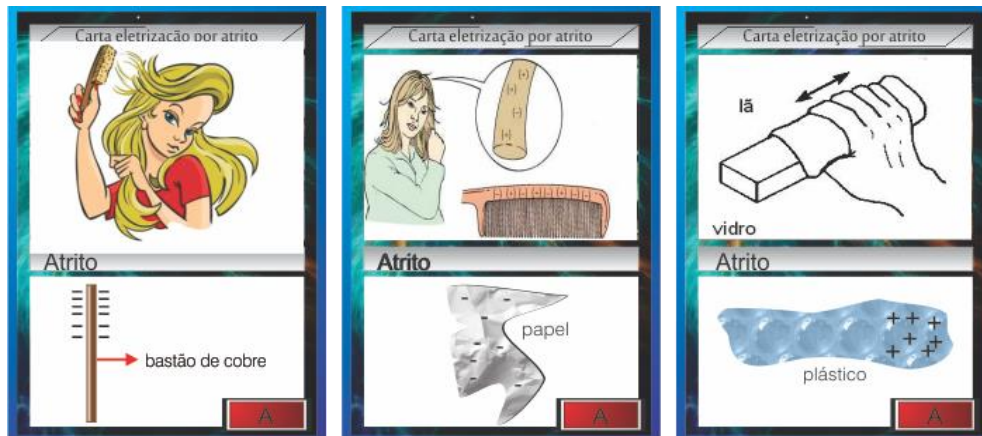


Figura 28 - Grafos de jogo da equipe "A".

Não explicaram porque os corpos se eletrizaram positivamente ou negativamente, portanto não conseguiram realizar as relações conceituais por meio de enunciados de forma significativa, demonstrando clareza e domínio dos processos de eletrização nas argumentações, logo não conseguiram finalizar o *grafo*, desse modo perderam 100 Joules.

Tabela 9- Pontuações do grupo A.

Tabela de pontuação da equipe "A"					
Tabuleiro	Eletrização por atrito (J)	Eletrização por contato	Eletrização por indução	Energia interna (J)	Pontuação Do grupo A (J)
	-100			1000	-400
	+100				+200
	+100				
	-100				
	-100				
	-100				
				= 800	

Durante a realização do jogo não analisaram as cartas e nem explicaram a situação de jogo produzida no tabuleiro e de acordo com a Figura 28 as imagens nas cartas não apresentam formação de conceitos e não contem uma estratégia com laços de ligações conceituais de eletrização por atrito. A pontuação final da equipe “A” ficou 800 joules ao fim de jogo. Para a equipe, nessa categoria de conceitos, o processo de eletrização está ligado por meio de cargas positivas, o que indica que, para o jogador, nessa eletrização os corpos ficam carregados positivamente, demonstrando com isso, que em toda eletrização haverá um corpo que após a eletrização ficará eletrizado com cargas positivas, e a eletrização depende de corpos eletrizados positivamente e isso se percebe na Tabela 9.

Além disso, a última carta que ele depositada pela equipe no tabuleiro apresenta a imagem na parte inferior da carta “positiva”. Na apresentação do *grafo* não conseguiram estabelecer a relação conceitual entre as arestas (ligações de imagens na carta) e o vértice de jogo (conceitos). O *grafo* obtido pela equipe não apresentou ligações conceituais de eletrização. Para a equipe “A” ficou caracterizado que na categoria de eletrização por atrito os corpos ficaram eletrizados positivamente. No jogo de cartas as palavras são conceitos que representam categorias, mas essas categorias ao mesmo tempo em que funcionam como mensagens para a equipe “A” tornam recepções para as equipes “B” e “C” e vice-versa. Com o revezamento dos processos de eletrização pela troca de baralhos as equipes “B” e “C” respectivamente acabam tornando-se mensageiras e a equipe “A” receptora de mensagens. Os conceitos de eletrização por indução, contato e atrito são as arestas (laços) que se conectam ao vértice do *grafo*, no caso a devida finalização de uma rodada de jogo se constitui pela rede de enunciados emitidos pelos emissores através de mensagens e percebidas pelos receptores concluindo o processo de eletrização de jogo na respectiva partida, essa é a configuração do *grafo* do jogo, e que corresponde ao processo desencadeado pela separação das cartas, a ordem que essas cartas deverão ser depositadas no tabuleiro de modo que o vínculo entre elas consiga dar uma correspondente formação de conceitos. Para que essa formação venha gerar um conceito se faz necessário toda uma articulação cognitiva que o processo desencadeia desde a primeira até a última carta a ser depositada no tabuleiro de jogo, considerando que essas etapas são acompanhadas de interação com as demais equipes, além da articulação cognitiva necessária para efetivar a estruturação conceitual de jogo. Os conceitos de eletrização possuem linguagem verbal específica que é utilizada em jogo requer domínio específico da respectiva linguagem de processo de eletrização e Lei de Coulomb, fato que se concretiza naturalmente com a

quantidade de partidas desempenhadas pelas equipes, e para tanto, estão associadas a essas partidas o domínio dos processos de eletrização e de construção dos grafos, o que configura, portanto, que é natural que quanto maior o número de partidas, melhor será o resultado de formação de conceitos e obtenção de *grafos*.



Figura 29 - Qualidade dos minicursos.

Fonte: Laboratório de Pesquisa e Ensino de Química – Labpeq Área De Ensino De Química

Os resultados obtidos na avaliação proposta pela SEMIPEQ para um minicurso de três horas apresentaram resultados satisfatórios quanto à organização, quanto ao domínio de conceitos apresentados pelo pesquisador (palestrante), considerando nessa situação o produto de ensino aprendizagem aplicado como uma estratégia facilitadora de ensino destacou-se com 45% de aceitação para os participantes como ótimo e 48% como bom, demonstrando dessa forma que se apresenta como instrumento de motivação e de ensino aprendizagem.

O resultado apresentado na Figura 29 trata ainda a relação da satisfação de 45% em relação à apresentação da aula expositiva. No entanto 48% consideram o minicurso bom, e esse percentual é um indicador de que devemos buscar metodologias de aprendizagem alternativas, que despertem o interesse do aprendiz, através de estratégias que motivem a aprendizagem. Talvez esse índice não tenha sido melhor em função do pequeno intervalo de tempo para ter contato com o jogo e dominar as regras. No minicurso 7% dos participantes acharam regulares as atividades, pois afirmaram não ter interesse em participar do jogo, das experiências demonstrativas e da interação com os participantes do encontro, e não informaram o motivo do desinteresse pelo evento. De acordo com os registros o índice de 7% corresponde à quantidade de dois alunos participantes do minicurso.

A Figura 30 demonstra que 50% dos participantes da pesquisa reconheceram que o papel do pesquisador deve ser de agente transformador do meio social no qual está inserido, ou seja, deve ter o perfil de pesquisador-professor, isto é, aquele que possibilita o ensino aprendizagem e que repassa o conhecimento para os possíveis alunos onde atua. Por outro lado, para 40% dos estudantes fica claro que a palavra “professor” nesta relação deve ser entendida como mediador promovendo a interação entre professor e estudantes que participaram do minicurso.

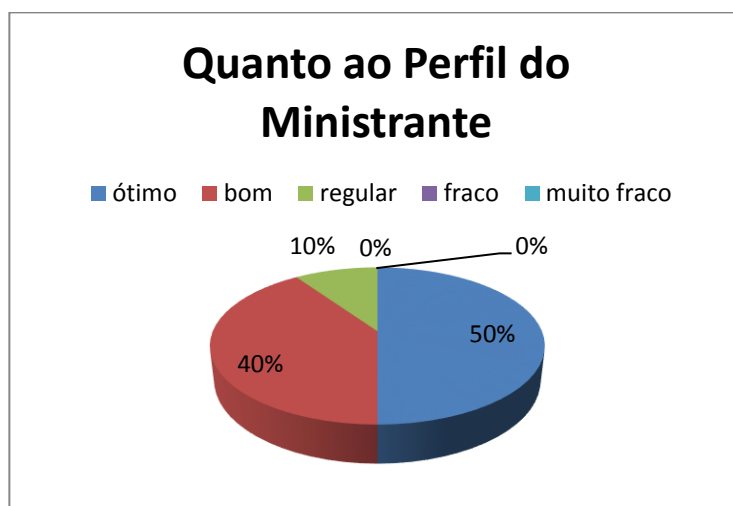


Figura 30 - Perfil do ministrante na exposição de mapas conceituais.

Fonte: Laboratório de Pesquisa e Ensino de Química – Labpeq Área De Ensino De Química

### 3.7 2º Encontro “Conhecendo melhor o produto educacional”

No segundo encontro o tempo foi dedicado à compreensão de regras, conceitos, pontuação de jogo (no caso energia recebida ou perdida), identificação de processos de eletrização, separação de cartas para a referida estratégia a ser jogada no tabuleiro. Selecionamos os vídeos, imagens e áudios que correspondem aos encontros das equipes com o objetivo de efetuar partidas para aprendizagem de conceitos com ênfase na aprendizagem significativa de conceitos de eletrização para sua avaliação e análise qualitativa de verificação de aprendizagem através de palavras indutoras, de formação de conceitos, da eloquência das palavras, da rapidez em que as frases são proferidas ou repetidas e as imagens caracterizando uma formação de conceitos correta ou incorreta. O jogo ficou mais intenso, ele teve mais dinamicidade e passou a ser compreendido com mais clareza.

Na mensagem dada pelo emissor contemplado no item “a” na Figura 31, temos indicação que à medida que a partida avança, as cartas formam o conceito idealizado pela equipe demonstrando a finalização de um *grafo*. Durante o jogo a equipe reporta aos demais jogadores o estado de eletrização que se encontra a substância presente na carta depositada no

tabuleiro, e na concretização da jogada deve realizar a análise da respectiva forma de eletrização estruturada em jogo que se concretiza por meio do *grafo*.



Figura 31 - Mensagens de comunicação.

Essa atividade intensa de jogar, propor situações de jogo, seja de blefe ou de situações que caracterizam um erro na formação de um dado conceito de eletrização é prevista na metodologia, pois considera os Princípios de Aprendizagem Significativa Crítica de Marco Antônio Moreira. Antes de começar o jogo, item (b), os jogadores conversam entre eles para decidir qual a estratégia que irão usar e qual a sequência de cartas que colocarão no tabuleiro. Como parte estratégica de jogo, cabe identificar características essenciais das cartas quanto ao ensino aprendizagem de eletrostática, capaz de conduzir o estudante aprender sem querer, o que, segundo relato dos jogadores, sem querer se aprende eletrização ao jogar.

Na Tabela 10 há mensagens de comunicação entre as equipes, de um lado encontra-se o Emissor, aquele que está efetuando o jogo, do outro, o Receptor atentamente observa e analisa a proposição da equipe que efetua a jogada, para posteriormente realizar as intervenções e jogar. Tabela 10 - Mensagens de comunicação.

Emissor	Receptor	Mensagem do emissor	Conceitos
A	B	Eletrização por atrito, corpo neutro, bastão de prata.	Eletrização por atrito.
B	A	Vou jogar carta de eletrização por contato, corpo eletrizado.	Eletrização por contato.

Ao terminar a jogada a equipe faz as considerações finais, em seguida equipe da vez entra em cena e faz os questionamentos e intervenções que possam criar situações de dano e ou provocações na equipe que acabou de produzir uma demanda de jogo, e só então deposita a carta que corresponde a respectiva vez de jogo. Como já era esperado, na segunda partida surgiram muitas dúvidas em relação ao funcionamento do jogo e às conexões conceituais presentes nas cartas, no formato apropriado da linguagem a ser praticada em cada rodada de

jogo, principalmente no que se trata da linguagem específica do ensino de eletrização. No entanto, essa dificuldade é decorrente do processo ensino aprendizagem e foi trabalhada constantemente no sentido de amenizá-la e obter os resultados esperados. Os intervalos de tempo são prolongados entre a mudança na vez de uma equipe para outra, pois os jogadores buscam o entendimento das regras e como montar a sequência de eletrização utilizando as cartas. A solução para corrigir o intervalo de tempo prolongado para iniciar o jogo surgiu quando estudantes, com conhecimento de jogos de cartas com o mesmo perfil do nosso produto, começaram a se destacar no jogo. Desse modo, o grupo começou se desenvolver a construção de conceitos, a entender melhor o produto e a criar vínculos com a proposta de construção de conceitos. Os estudantes analisam as cartas antes de iniciar uma situação de jogo para posteriormente depositar a carta no tabuleiro, e assim, pensam em estratégias diferentes para continuar a obter resultados de eletrização nas rodadas de jogo, e com essa perspectiva a aprendizagem de conceitos acaba ocorrendo espontaneamente. Paulatinamente a proposta foi efetivando e as arestas se incorporando até a concretização do *grafo* em que a estrutura conceitual de eletrização carece de uma formação em cadeia de conceitos de eletrização

Para um segundo encontro pôde-se observar que nesse tipo de atividade os alunos se posicionaram de forma mais participativa, demonstrando seriedade e observação para entender os conceitos (vértices), como organizar a sequência das cartas de forma lógica, fazer a ligação de cada aresta conceitual com o vértice e a correspondente finalização do *grafo*. Para os jogadores ficou em destaque a formação de alguns conceitos chaves, tais como eletrização por atrito, por contato, por indução, e como proceder no manuseio das cartas para chegar à finalização de jogo deixando o corpo eletrizado. Cabe destacar que durante o processo de emissão de mensagens relativo a conceitos de eletrização e formação de conceitos mediante *grafos*, as equipes receptoras estavam em ressonância com as referidas mensagens, para, no entanto, perceber se as mesmas estavam corretas ou ainda, caso houvesse sutilidade em tais mensagens com objetivo de enganar os participantes das demais equipes (receptores de mensagens) estas seriam percebidas e receberiam a resposta de acordo com o grau de conhecimento de cada equipe.

Ao analisar os *grafos* de jogo os estudantes deveriam rever as falhas que aconteceram e na sequência de jogo efetuar as correções, pois os jogadores observavam com atenção as jogadas do oponente para encontrar erros conceituais e desse modo podiam obter pontuação extra no jogo.

Os erros conceituais relacionados com a eletrização por atrito, por contato ou indução, as dúvidas, alterações comportamentais e cognitivas foram observadas atentamente e registradas pelo pesquisador. As observações passaram pelo crivo de análise, discussão de conceitos, de estrutura dos *grafos*, de regras, de erros conceituais e a separação de cartas para compor a formação dos conceitos finalizando com correções e organização do baralho. As evoluções que ocorreram no jogo estimularam capacidade de poder de decisões e de reações a uma dada situação de jogo presente no tabuleiro.

### 3.8 3º Encontro: “atividade experimental e lúdica”

Os estudantes do Ensino Médio que participaram da pesquisa se reuniram no laboratório de Física experimental da UFMT com objetivo de observar e entender os fenômenos relacionados à eletricidade estática e a Lei de Coulomb. No laboratório participaram de experiências de processos de eletrização como: a atração e repulsão elétrica, força de atração e repulsão, campo elétrico e cargas elétricas. Muitas dúvidas e fatos curiosos surgiram durante a apresentação dos experimentos, e que oportunamente suscitou a inúmeras argumentações para sanar as dúvidas e ao mesmo tempo estabelecer relações com a formação de conceitos existentes nas cartas. Os estudantes participaram das demonstrações colaborando com a produção dos processos de eletrização, tais como se submeter a aproximar do gerador para eletrizar os cabelos.



Figura 32 - Atividade experimental e Lúdica.

Utilizando o gerador de Van Der Graaff, Figura 32, item “a” demonstramos como ocorre a eletrização por indução entre dois corpos. O gerador funciona como um indutor e a esfera do pêndulo eletrostático é o induzido, pois é atraída pela esfera do gerador ao ser induzida, porém, se tocar no gerador ela se eletriza por contato, sofre a repulsão e posteriormente mantém a eletrização por indução, em consequência disso fica distante do gerador devido a força elétrica.

No início ao jogo demonstramos como produzir uma pequena eletrização de modo experimental utilizando uma régua de acrílico e seda. O jogador deve entender esse processo de eletrização a fim de executá-lo durante o jogo. O processo consiste em buscar o vínculo de conceitos existente entre elas e estabelecer o agrupamento das mesmas para finalmente produzir o *grafo* de eletrização. No item “b”, sugerimos uma formação de conceito de eletrização por atrito, a quantidade de cartas necessárias, linguagem utilizada no processo de eletrização durante uma partida e possíveis caminhos para chegar na conclusão da formação da eletrização. O processo consiste na retirada das cartas do baralho e uma prévia seleção de quantidade de cartas arestas que irão compor a devida formação de conceitos de eletrização. Cada equipe prepara a ordem e estrutura de conceitos a qual pretende depositar no tabuleiro para formar os conceitos de eletrização a que se propõe, e essa ordem irá depender das imagens que foram selecionadas na parte inferior das cartas, pois elas são arestas para chegar ao vértice que finalizam a formação do *grafo*. Essa seleção necessita de uma organização entre elas para dar características de eletrização, portanto não podem ser depositadas aleatoriamente no tabuleiro. Na produção do material didático, as imagens foram produzidas com ligações de conceitos entre elas de modo que ao observá-las com atenção o jogador pode entendê-las e criar conceitos com diversas possibilidades de imagens, mas é importante a orientação do professor no sentido de conduzir os estudantes a perceber elos entre essas imagens.

Quando a carta é depositada no tabuleiro o jogador cria por meio da carta um padrão de eletrização por atrito, por contato ou por indução. A habilidade e domínio de jogo requer tempo de jogo e domínios de conceitos de eletrização, com o passar do tempo e do número de jogadas, a orientação do professor e o entrosamento das equipes o resultado de aprendizagem torna-se significativo e não se caracteriza como aprende proporcionado pela interação entre os pares de jogo. A criação de estratégia vai depender da criatividade de cada equipe, pois cada partida possui desafios propostos pelas equipes que participam do jogo. Quando uma carta é depositada no tabuleiro a equipe deve fazer a explicação e análise da mesma, e é nesse instante que o *grafo* começa a ser construído. O *grafo* é toda a construção conceitual de uma partida, e o mesmo finaliza todas as etapas previstas nas regras do jogo. Minutos antes do jogo ocorreu com uma revisão de tópicos de eletricidade estática no auditório do Instituto de Física da UFMT, como se observa na Figura 33 itens “a” e “b”. As equipes receberam orientações de como organizar a sequência que as cartas devem ser depositadas no tabuleiro. Nesse sentido, três cartas de eletrização por atrito conseguem formar uma estrutura conceitual, que associada a toda a análise de jogo e argumentações necessárias determinam o *grafo* da eletrização por



atrito. A Figura 33, parte inferior esquerda e direita apresenta momentos do jogo no auditório do Instituto de Física. As imagens registraram momentos em que as equipes observam o produto educacional e ao mesmo tempo jogam. Durante o jogo o pesquisador observou as equipes e analisou as formações de conceitos elaborados pelas equipes, realizou as interferências necessárias para obter bons resultados de aprendizagem na aplicação do produto. Muitas vezes o pesquisador realizou situações de jogo com erro conceitual (blefe) para demonstrar para as equipes que o jogo de cartas apresenta essa possibilidade de potencial de jogo, provocando situações inéditas e desafiadoras para quem participa do evento.



Figura 33 - Estudando a Lei de Coulomb.

Para desenvolver esta atividade, levei em consideração o que Ausubel (2001) propõe [...] a nova informação interage com uma estrutura de conhecimento específico pré-existente na estrutura cognitiva do aluno [...]. Para trabalhar com o jogo denominado Lei de Coulomb consideram-se os conhecimentos prévios do grupo de estudantes do terceiro ano.

Como se trata de equipes de estudantes, as interações entre eles motivaram o grupo proporcionando a formação de conceitos de forma contínua e gradativa com respeito dos limites

de aprendizagem de cada componente do grupo ao associar o conteúdo da aula experimental com as diferenças entre cada processo de eletrização.

As intervenções do pesquisador nesse sentido são para provocar discussões com o grupo a respeito da aprendizagem dos conceitos levando-se em conta os princípios da TASC e da Teoria de Aprendizagem Significativa. Nos eventos os estudantes trabalharam para conhecer e dominar as relações conceituais entre as cartas, buscando as arestas entre os conceitos existentes nas imagens das cartas e que será o fio condutor para a formação do vértice do *grafo*. Os estudantes foram orientados com relação à formação de Conceitos errôneos que aparecem nas imagens de muitas cartas e essas informações permitem elaborar situações que favoreçam a utilização do blefe durante o jogo, e que facilita a formação incorreta de conceitos entre elas, desse modo com a finalidade de provocar as outras equipes e ao mesmo tempo desafia-las. Com isso, as equipes ficam atentas às proposições Conceituais desenvolvidas no tabuleiro. As equipes realizam a construção de *grafos*, refazem as construções quando necessário e que resultam em novas elaborações conceituais. Neste encontro priorizamos uma dinâmica de palavras indutoras para fazer surgir, de forma espontânea, associações relativas às palavras exploradas ao nível dos conceitos de eletrização que facilitam a interação com a Lei de Coulomb e cargas elétricas.

A aplicação da dinâmica de jogo é simples: pede-se aos sujeitos que associem, livre e rapidamente, a partir da audição das palavras indutoras (estímulos), outras palavras (respostas) ou palavras induzidas, que façam relações conceituais presentes nas cartas existentes no baralho, a fim de produzir uma relação conceitual de eletrização configurada em *grafos* a partir dos subsunçores.

### **3.9 4º Encontro: “Explorando a Lei de Coulomb com bótons e cartas vetores”**

A aula foi planejada para estudar os conceitos de eletrização por atrito, contato e indução através da atividade lúdica, o jogo de cartas. Tanto os conceitos de eletrizações, quanto a definição da Lei de Coulomb já havia sido estudada pelas equipes, porém não tinham estudado tais grandezas físicas jogando. A Figura 34 é registro do quarto encontro, nesse evento as equipes revisaram as regras do jogo, as formas de eletrização, a definição da Lei de Coulomb, além de jogar, como se observa nos itens “a” e “b”. Após a conclusão de duas modalidades de eletrização diferentes, as equipes começaram a trabalhar com os bótons e cartas vetores. As cartas vetores e os bótons são depositados no tabuleiro com fim de entender como se comporta a força de acordo com a Lei de Coulomb. A seleção de cartas vetores deve ter uma intensidade

que facilite o trato com a Lei de Coulomb, e a medida que o estudante deposita essas cartas no tabuleiro explica para as equipes o que ocorre com a intensidade da força coulombiana, e vai paulatinamente criando o *grafo* de jogo com trocas de mensagens, as relações entre objeto e relacionamentos, de modo o objeto se caracteriza por bótons, cartas vetores e os relacionamentos são os diálogos produzidos durante jogadas e as interação entre os pares.

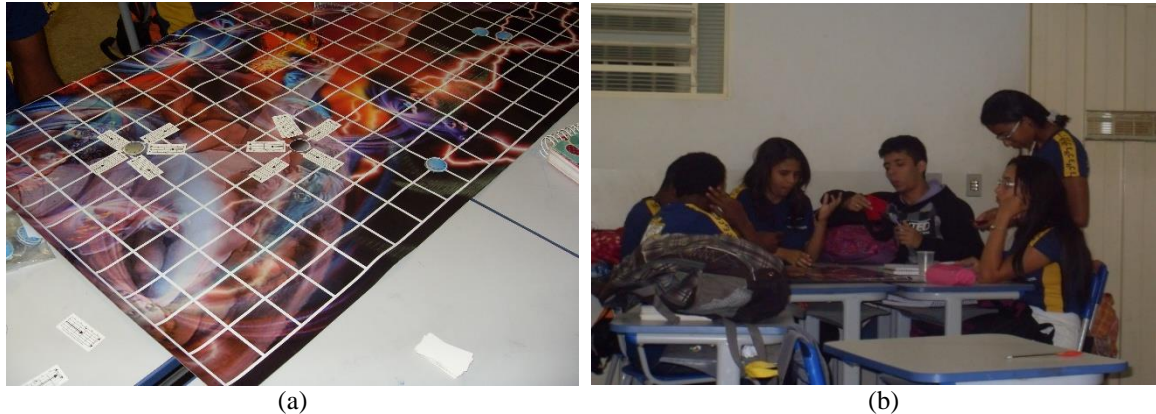


Figura 34 - Estudando jogando.

As cargas são colocadas num sistema de coordenadas cartesianas previamente definidas pela equipe, de modo que na sequência de jogo as posições dos bótons são alteradas. Além disso, a quantidade de bótons pode aumentar ou diminuir, mas essa alteração irá ocorrer de acordo com o grau de evolução cognitiva de aprendizagem significativa do jogador. Agora, novas configurações de força serão criadas no tabuleiro de acordo com a configuração de cargas disponibilizadas por meio dos bótons no tabuleiro e nesse sentido formam-se os vértices e as arestas que acabam gerando os *grafos*. Os vértices são constituídos por conceitos formados durante o jogo e estes possuem a vizinhança, uma vez que apresentam laços conceituais entre os processos de eletrização.

Durante o jogo alguns integrantes das equipes tiveram dificuldade para perceber a sequência conceitual correspondente ao vínculo que as cartas possuem para dar a formação conceitual correta, mas essa dificuldade é relacionada com a dificuldade que o estudante tem para compreender a Lei de Coulomb e posteriormente fazer essa transposição conceitual das imagens cartas e converte-las em linguagem falada. Uma medida adotada para corrigir essa dificuldade de eleger uma sequência coerente de formação conceitual foi a interação com o pesquisador e sobre tudo com os membros que participaram do jogo. Os conceitos prévios das equipes contribuíram para o processo de análise dos fenômenos permitindo formular suas conclusões. Esta atividade lúdica possui significado qualitativo, pois promovem o desenvolvimento de atividades de comportamento investigativo e reflexivo, como preconiza os

princípios da TASC/ TAS, onde o foco de ensino aprendizagem significativo parte dos conhecimentos prévios de cada aluno e a utilização de facilitadores de aprendizagem. Uma das metas da equipe que está jogando, é propor soluções mais elaboradas conceitualmente em cada rodada, tanto do ponto de vista vetorial quanto da quantidade concentração de cargas elétricas disponível para cada equipe.

### 3.10 5º Encontro: “Experimentando o produto com 1º e 3ºano”

Na Figura 35, no canto superior esquerdo e direito, está representado os bótons e os vetores no tabuleiro destacando o estudo da Lei de Coulomb. A equipe coloca o vetor no sistema de coordenadas cartesianas ao lado do bóton, porem a indicação do vetor quanto direção e intensidade deixa claro a percepção do jogador quanto a compreensão da Lei de Coulomb.

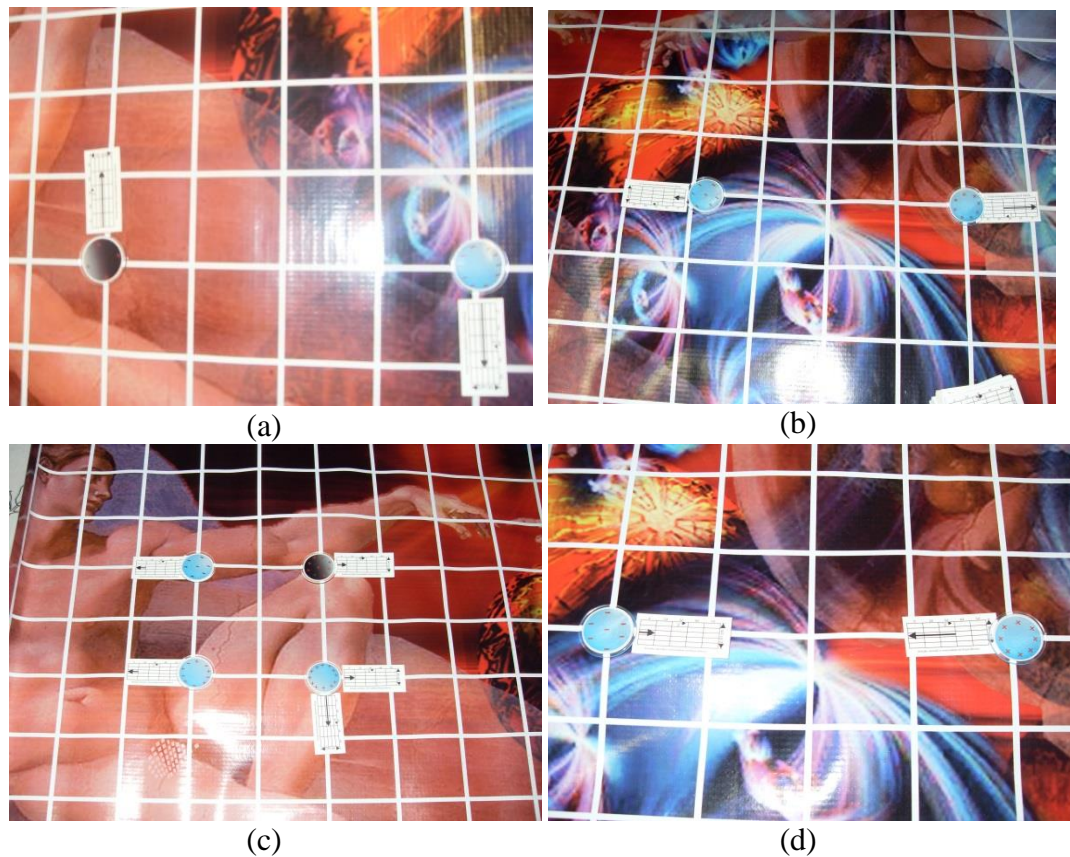


Figura 35- Cartas vetores.

Na parte inferior da figura, item “c” e “d” caracterizam-se situações que as equipes posicionaram incorretamente as cartas vetores, além disso vale a pena inferir que a imagem enfatiza a percepção que o jogador possui de direção, sentido, intensidade e noção da Terceira Lei de Newton. Por outro lado, no item “c” fica claro que o jogador pode alterar a construção de vetores, uma vez que a construção está incorreta, é possível realizar adequações que contribuem com o processo de aprendizagem. Após análise e discussão da respectiva configuração de vetores, novos *grafos* são estabelecidos determinando novas formações

conceituais. Diante desta premissa novos *grafos* oriundos da linguagem são emitidos e alinhados com a Lei de Coulomb. Com as alterações e discussões vamos de encontro ao que preconiza a Teoria da Aprendizagem significativa de Ausubel que é promover a aprendizagem significativa.

### **Grafos do quinto encontro**

A figura 36 corresponde à produção de *grafo* de eletrização por atrito e o *grafo* é constituído de um bastão rígido de plástico, um bastão rígido de cobre, ambos neutros e a terceira carta com um bastão de cobre eletrizado positivamente representando o resultado da eletrização.

#### **Equipe A**



Figura 36- Eletrização por atrito.

Depois do encerramento dessa fase as equipes trocam o baralho e começam a jogar eletrização por contato. A Figura 36 e 37 representam *grafo* de jogo correspondente ao quinto encontro da equipe “A”, a primeira trata da eletrização por atrito e a segunda da eletrização por contato.



Figura 37 - Eletrização por contato.

Na mensagem propositiva de formação de *grafo* a equipe informa que após a eletrização os corpos se separam e ficam eletrizados com quantidades iguais de cargas, e nesse

momento o jogador explica para as demais equipes que ocorreu o Princípio da Conservação das Cargas como se vê na imagem resultante do processo de eletrização. Nas mensagens de formação dos *grafos*, a discussão das equipes que participaram da eletrização por atrito e por contato giram em torno das particularidades e diferenças que cada uma das modalidades de eletrização apresenta entre elas. A primeira carta da Figura 37 depositada no tabuleiro apresenta um corpo de raio  $R$  neutro, e na segunda carta a imagem da parte inferior tem um corpo eletrizado positivamente que por meio do contato com o corpo neutro produz a eletrização esperada.

### Equipe B



Figura 38 - Eletrização por contato.

A construção do *grafo* identificado na Figura 38 da equipe “B” destaca a eletrização por contato, a equipe discorre verbalmente o estado de eletrização da imagem na primeira carta com um corpo de raio  $R$  neutro e a segunda carta com um bastão de cobre rígido eletrizado positivamente. A finalização do *grafo* caracteriza-se pela eletrização por contato com evidente separação dos corpos e a distribuição de cargas. Após a separação dos corpos, o corpo neutro de raio  $R$  e o bastão de cobre estarão eletrizados com cargas de sinais iguais, e o *grafo* enquanto imagem após correções e indagações está pronto. É conveniente destacar a importância das mensagens faladas que são emitidas durante o jogo, pois, representam a materialização do *grafo*, no entanto a discussão de conceitos que é proferida espontaneamente é muito importante, pois aí reside a importância de deixar o aluno falar, de ausentar-se da não utilização lousa em todo o tempo de aula, de não centrar-se apenas no livro didático, assegurando desse modo que o *grafo* é o conjunto resultante das relações que ocorrem na partida, isto é, a materialização das imagens nas cartas e do processo de interação existente na partida, nesse conjunto há *grafos* adjacentes, isto é, são vizinhos conceitualmente, e que portanto, possibilita discutir os conceitos entre as equipes e corrigir as discrepâncias existentes. O diálogo, isto é a linguagem verbal se

destaca durante o jogo, e é nesse laço de ligação de ideias cognitivas que as categorias conceituais se formam. Durante o jogo a equipe explica que de acordo com a eletrização por contato o bastão de cobre fica eletrizado positivamente e o corpo de raio R também eletrizado positivamente concluindo que os corpos ficam com cargas de mesmo sinal após a eletrização. A Figura 39 apresenta na primeira carta um cilindro de plástico rígido neutro que será eletrizado com seda neutra (segunda carta) para resultar em seda eletrizada positivamente. Durante o jogo a equipe “B” utilizou os referenciais teóricos de eletrização por atrito para saber qual o sinal da carga elétrica na seda e no cilindro de plástico rígido. As equipes realizaram a produção de *grafos* com extrema cautela, pois o baralho possui cartas indutoras de formações conceituais inadequadas que induzem a formação de situações de blefe. Por exemplo, a seda não é condutora de eletricidade, assim as cargas permanecem apenas na posição da eletrização do cilindro de plástico com a região onde ocorreu a eletrização com a seda, no entanto, consta no baralho cartas com distribuição de cargas espalhadas no tecido da seda, logo as equipes explicam que a seda foi eletrizada com um todo e que as cargas se distribuem na seda quando passa pelo processo de eletrização. Quando o jogador faz essa jogada ele deve esclarecer para os demais as diferenças entre condutores de eletricidade e isolantes elétricos. Essa sutilidade existente nas cartas permite a provocação de discussões entre os participantes de jogo e ainda pode suscitar o blefe. A atenção no conteúdo das cartas do baralho é vital para obter a formação conceitual correta.



Figura 39 - Eletrização por atrito.

Na produção de Conceitos os estudantes foram sensibilizados para a importância das transformações de energias que ocorrem no jogo, pois para realizar as atividades de produção de *grafos* eles produzem transformações de energia, seja cinética, bioquímica, térmica, e até mesmo sonora. Partindo dessa premissa que a produção de *grafos* demanda transformação de energia. Os estudantes foram orientados que todas as vezes que conseguisse efetuar formações

conceituais corretas ou incorretas eles receberiam uma pontuação relacionada com energia interna que são registradas na tabela de pontuações. A Figura 40, no item “a” destaca a orientação de como jogar, como construir uma sequência de jogo e o registro de pontuações na tabela de energia. Os estudantes organizaram a formação conceitual utilizando cartas com processo de eletrização por atrito, contato ou indução. Uma construção de conceitos que viabilize a formação de *grafos* utilizando as cartas pode ser obtida como resultado final apenas três cartas desde que a equipe tenha domínio conceitual das regras e dos processos de eletrização. A segunda imagem, no canto superior direito apresenta dois bótons localizados estrategicamente numa dada posição do sistema cartesiano existente no tabuleiro onde será estudado a Lei de Coulomb.

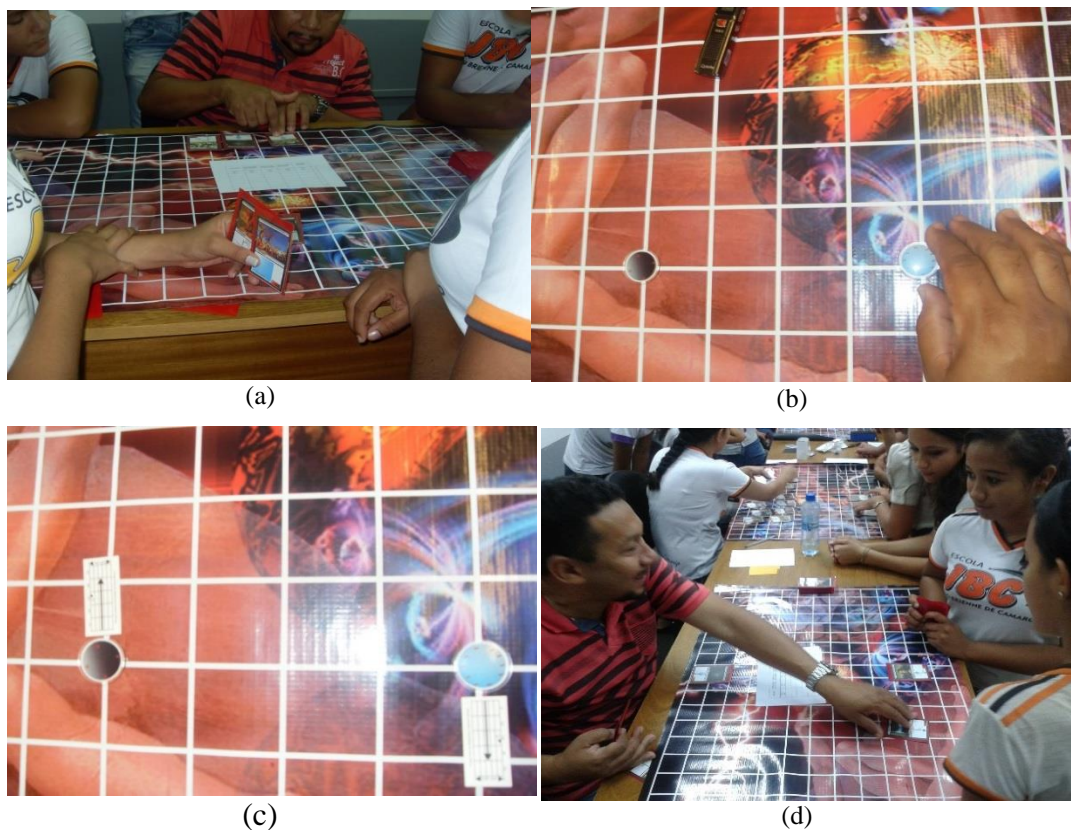


Figura 40 - Processos de eletrização.

Disponível em: [www.youtube.com/watch?v=ZQld4LxiGD0&feature=youtu.be](http://www.youtube.com/watch?v=ZQld4LxiGD0&feature=youtu.be)

A terceira imagem, cuja representação está indicada pelo item “c”, é sequência da segunda imagem e nesta foi depositada cartas vetores, percebe-se nessa proposta conceitual uma formação inadequada da aplicação de vetores nos bótons representando cargas elétricas. Após discussões esses vetores devem ser posicionados de maneira correta, de modo que tenha a formação conceitual correta, no entanto cabe enfatizar que a imagem demonstra a percepção do estudante ao aplicar a carta vetor na posição do bóton e só depois de conversar com o



pesquisador e com as demais equipes o jogador chega finalmente a entender a posição correta do vetor com relação a Lei de Coulomb. Essa metodologia suscita alteração do *grafo* até então produzido, mas o caminho para chegar ao novo vértice do *grafo* que finaliza a situação final de jogo se configura entre os participantes do evento, nesse sentido, esse erro conceitual possibilita a aprendizagem significativa, pois o jogador desconstrói um conceito para produzir novo conceito, mais consistente e elaborado. A intensidade do vetor força representado pela carta vetor depositada no tabuleiro é definido pela equipe, os passos seguintes estarão relacionados com a estratégia conceitual de cada equipe com relação ao entendimento da Lei de Coulomb. A mudança de posição do bóton ou do vetor implica em ter um domínio conceitual de vetor resultante e as relações com a quantidade de cargas e a posição dessas cargas no sistema de coordenadas, o que quer dizer que os passos seguintes devem estar em concordância com a Lei de Coulomb.

No fim de jogo as equipes fizeram a conclusão sobre as formas de eletrização de acordo com forma de eletrização utilizada na construção de *grafos* produzidos durante o jogo e conseqüentemente as interações entre as equipes nesse jogo.

Vale destacar que, ao final do jogo, como visto no item “d”, a linguagem conceitual, a velocidade de emissão de conceitos e de estratégias sofreram redução em relação aos intervalos de tempo. Houve um avanço em relação à compreensão dos conceitos, momentos de descontração, aconteceram mais interações e o que é mais importante, a melhoria no processo ensino aprendizagem. Por outro lado, estudantes das equipes “B” e “C” apresentaram-se mais eficientes no domínio da linguagem com relação à maneira que ocorre a eletrização. Os grupos de estudantes do terceiro ano, que já possuíam mais experiência com apresentações e conclusões, não apresentaram dificuldade para elaborar e organizar verbalmente as conclusões, de acordo com a sequência de construção de formação de conceitos nos *grafos*. Deste quadro de acontecimentos e dos anteriores, pode-se inferir que ao longo das aulas de laboratório, foi privilegiada uma abordagem facilitadora da aprendizagem significativa crítica, considerando a princípio a importância do conhecimento prévio dos alunos, estimulando a interação social e o questionamento. O fim de jogo ocorre com sequência de cartas onde as equipes apresentam domínio da linguagem específica utilizada na parte específica do ensino de eletrostática, as interações entre as equipes demonstram confiança no produto e segurança no momento de expor as cartas no tabuleiro para fechar a jogada, isto é, para concluir as etapas de jogo entre as equipes. Durante o jogo os estudantes se preocuparam em construir o conceito de força coulombiana utilizando a interação entre a quantidade de cargas existentes no tabuleiro e a

distância na referida configuração de cargas e, essa construção e entendimento da Lei de Coulomb tornou-se referência de aprendizagem significativa sempre que as equipes organizavam as cartas vetores em dada posição e posteriormente reorganizavam essas cartas em outras posições assegurando de maior compreensão, e complexidade no que se refere ao domínio da Lei de Coulomb.

### 3.11 6º ENCONTRO: “Avaliando conceitos na escola Estevão Alves”

No desenvolvimento do produto levamos em consideração o Princípio da aprendizagem pelo erro, de modo que possibilite a reflexão e uma reorientação no sentido de buscar o acerto na construção de conceitos dos *grafos*. Não somos perfeitos, sendo assim estamos sujeitos ao erro e ao pensar que a verdade científica é absoluta, que a certeza existe e que o conhecimento é permanente, como é ensinado nas escolas.



(a)

(b)

Figura 41 - Jogo final.

No sexto encontro com estudantes da escola estadual Dr. Estevão Alves, Figura 41, item “a” procuramos realizar as diferenciações e finalmente as reconciliações de conceitos de eletrização e como essa distribuição de conceitos estava distribuído nas cartas, além disso os estudantes discorreram sobre possíveis implementações que poderiam ser produzidas no material para viabilizar novas formações de conceitos utilizando as cartas, avaliando conceitos e observando as sutilezas no material didático. Nesse evento, item “b”, percebemos o nível de maturidade dos jogadores, como se observa na figura, os estudantes já tinham experiência com o jogo e que o mesmo se caracteriza como uma estratégia facilitadora de aprendizagem. Os estudantes não apresentavam mais dúvidas com relação ao conteúdo das cartas e sabiam as diferenças entre elas. Nesse evento a característica marcante do jogo foi a discussão e análise de conceitos entre as equipes. As equipes realizaram análises de jogo ocorrido anteriormente

apresentando as características essenciais dos conceitos existentes nas cartas ao fazer as diferenciações e reconciliações dos processos de eletrizações.

Se o jogo se transforma em um ambiente para pensar, os estudantes encontram oportunidades de desenvolvimento porque ele:

[...] organiza e pratica as regras, elabora estratégias e cria procedimentos a fim de vencer as situações-problema desencadeadas pelo contexto lúdico. Aspectos afetivo-sociais e morais estão implícitos nos jogos, pelo fato de exigir relações de reciprocidade, cooperação, respeito mútuo. Relações espaço-temporais e causais estão presentes na medida em que a criança coordena e estabelece relações entre suas jogadas e a do adversário (BRENELLI, 2001, p.178).

Nessa perspectiva os jogadores destacaram as diferenças existentes nas cartas e como essas diferenças se estabeleciam. Com isso, percebermos que a linguagem utilizada pelos estudantes durante os eventos sofreram alterações, no entanto essas alterações eram esperadas, e nesse sentido vão de encontro a alguns dos Princípios da Teoria de Marco Antônio Moreira, dois quais podem citar o Princípio do aprendiz como perceptor e representador, Princípio de incerteza do conhecimento, Princípio do abandono da narrativa, Princípio da interação social e do questionamento, Princípio do conhecimento prévio, Princípio da não centralidade do livro-texto, etc. Pode-se perceber que no processo de eletrização os corpos neutros participam com boa frequência na relação entre as eletrizações por atrito, contato e indução. Os participantes deste grupo efetuaram diversas partidas e estiveram presentes nos minicursos e encontros promovidos pelo pesquisador, assim a realização de eventos no tabuleiro passou a ter mais agilidade e eficiência dado ao amadurecimento de tempo de convívio como o produto conhecido como jogo de cartas Lei de Coulomb.

### **3.12 7º ENCONTRO: “Cartas Princípios e Cartas Desafios”**

A participação dos estudantes da escola privada de ensino, denominada Escola do Farina, ficou registrada pela euforia, entusiasmo, receptividade e bom ânimo, demonstrando sempre interesse pelo produto e confiança quando se tratou de possibilidade aprendizagem de conceitos. No início da partida, apareceram pequenas dúvidas com relação ao domínio da linguagem específica do ensino de Física, o que é natural, pois a apropriação da linguagem específica de cada disciplina ocorre lentamente, e o processo de aprendizagem de conceitos foi se desenvolvendo paulatinamente. À medida que o grupo passou a assimilar a lógica do jogo de cartas, o intervalo tempo de reação das elaborações conceituais diminuiu significativamente,

o que é natural, pois o a equipe possui boa base de conhecimentos prévios e assim o pequeno tempo de contato com o produto não dificultou a confecção de *grafos*.

Tabela 11 - Palavras indutoras – inferências

Equipe A	Equipe B	Equipe C
Carta de eletrização por contato, corpo neutro.	Carta de eletrização por indução, corpo neutro induzido.	Carta de atrito eletrizada
Vou jogar um corpo eletrizado positivamente	Carta de eletrização por indução. Eletrizado positivamente. Indutor.	Eletrização por atrito, o corpo está eletrizado positivamente.
Agora eu jogo a carta do contato com esse, certo, no contato as duas ficam com cargas iguais positivas.	Carta de eletrização por indução sem encostar, um induzido que ficou com separação de cargas, de um lado as cargas positivas do outro as cargas negativas.	Carta de eletrização por atrito, cilindro de plástico neutro.
Carta de eletrização por contato, um corpo neutro.	Carta de eletrização por indução, esfera eletrizada negativamente.	Carta de eletrização por atrito, uma seda neutra.
Corpo eletrizado negativamente.	Carta de eletrização por indução fio terra.	Carta de eletrização por atrito, bastão de plástico eletrizado positivamente.

Disponível em <https://drive.google.com/drive/#my-drive>

Com os dados qualitativos obtidos na Tabela 11 verificamos que o produto obteve bons resultados, visto que, os alunos relacionaram novas informações com seus subsunçores indicando que, possivelmente a ferramenta favoreceu a aprendizagem significativa e também a aprendizagem significativa crítica, onde se verifica no desenvolvimento da partida o Princípio da não utilização do livro didático, do Princípio de deixar o aluno falar. Nesse sentido, a aprendizagem se fundamenta num modelo dinâmico, no qual o estudante participa ativamente com todo o seu conhecimento prévio. As equipes realizaram esse jogo com muita determinação e objetivo, a qual se percebe pelo fato de deslocar até a escola no sábado no período vespertino para realizar o evento. Essa iniciativa partiu das equipes que estavam presentes no evento. Durante o jogo a equipe “A” estava confusa em relação ao sinal da carga que os corpos adquirem ao concluir a eletrização por contato.

A equipe “B”, como está indicado na Tabela 11, apresentou todos os conceitos corretamente e conseguiu formar o *grafo* sem dificuldade, fez as análises de jogo, as argumentações e contra argumentações, além disso, não deixaram dúvida quanto à apreensão de conceito e domínio de regras do jogo. A equipe “C”, assim como a equipe “A” apresentaram dificuldade com sinais das cargas após o processo de eletrização dos corpos, ficou com dificuldade para interpretar as imagens e realizar a sequência de jogo de cartas. Ao fim de jogo, as equipes “A” e “B”, após as análises e correções de fim de rodada de jogo realizaram as alterações necessárias para a reestruturação dos *grafos* até então elaborados. Todo esse processo

permitiu aprimorar a formação conceitual dentro da respectiva proposta estratégica por eles definida.

### **3.13 8º Encontro - “reduzindo o intervalo de tempo”**

A velocidade de jogo, o fluxo na oralidade ao expressar os conceitos, e a construção dos processos de eletrização e Lei de Coulomb atingiram expectativa além do esperado devido estruturação e análise de *grafos* produzidos na partida. A construção dos conceitos utilizando a carta depositada no tabuleiro passou a ter uma frequência com pequenos intervalos de tempo. Rapidamente as equipes explicavam os conceitos e as demais equipes aguardavam a explicação dos conceitos emitidos, pois estavam de prontidão para fazer questionamentos e a seguir depositar a carta correspondente à respectiva vez de jogo desencadeando as relações entre conceitos já emitidos nas mensagens e fazendo associações conceituais com os modos de eletrização. A construção de *grafos* tornou-se ágil, e as análises de conteúdos existentes nas cartas e de conceitos de eletrização alcançaram níveis significativos dado que as equipes já tinham expressivo tempo de contato com o produto de ensino-aprendizagem. Os jogadores depositavam as cartas com mais segurança e o intervalo de tempo nas trocas de equipes ao realizarem a efetivação da finalização de uma partida ficaram reduzidos. A liberdade para expressar uma formação conceitual caracterizava-se na expressão oral e facial de cada participante do jogo quando faziam as análises do seu respectivo jogo e das demais equipes, com isso realizavam comparação entre os *grafos* produzidos pelas outras equipes. Tornaram-se evidente as situações desafios, combinações entre os componentes da equipe de jogo a fim de formar estratégias desafiadoras como proposição aos demais participantes do evento. Vale ressaltar que a percepção de jogo melhorou quanto à disposição que as cargas elétricas ocupam no conteúdo das cartas de acordo com as características inerente de cada substância. Para produzir novas estratégias de jogo os estudantes podiam utilizar as cartas desafios existentes no baralho, que entre elas destaca-se o Princípio da conservação das cargas.

Cabe destacar que os estudantes no início da pesquisa não sabiam sequer posicionar os bótons no tabuleiro, e ainda estavam confusos com relação à direção, sentido e intensidade de vetores. No encerramento do jogo, a percepção de coordenadas e a frequência de conceitos haviam mudado significativamente. Resta ainda citar que o intervalo de tempo para analisar, argumentar e contra argumentar reduziu muito comparado ao primeiro jogo das equipes.

## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa, com estudo fundamentado na produção de *grafos* utilizando cartas de conceitos, cartas vetores, bótons representando cargas elétricas e um tabuleiro com divisões que configuram um sistema de coordenadas buscou contribuir para o ensino da Física, trazendo a opção de ensinar Física no Ensino Médio, tendo como foco principal a realização de atividades lúdicas em sala de aula ou fora do ambiente escolar, cujo diferencial está em despertar no estudante o interesse pela aprendizagem de conceitos de Eletrostática.

O jogo de cartas é um produto educacional que se destacou por apresentar como consequência a interação entre seus pares, no qual se buscou aguçar os sentidos em relação ao ato de questionar e investigar, apresentando característica marcante e extravagante, tornando a possibilidade de interação e de argumentação nos lances de exposição das cartas no tabuleiro e a explicação de conceitos embutidos nas imagens propostas na parte inferior das cartas, gerando esse conjunto o que denominamos de *grafos*.

Muitos *grafos* foram construídos ao longo de oito encontros. Esses *grafos* estão caracterizados por meio dos enunciados de conceitos de eletrostática (eletrização entre os corpos) e Lei de Coulomb que foi exaustivamente explorada por meio das cartas vetores e bótons contribuíram como facilitadores de aprendizagem para os estudantes que efetivamente estabeleceram relações conceituais entre essas imagens e socializaram com as equipes durante a trajetória de oito encontros. Todas as mensagens que acompanham a fiel finalização de cada partida foram registradas e servem de base para confirmar que os princípios facilitadores de aprendizagem significativa foram contemplados durante a pesquisa e reforçam a ideia da importância de buscar alternativas que conduzam os estudantes para a motivação e interesse. As mensagens demonstram que o produto educacional conseguiu facilitar nos estudantes a comunicação (interação) entre os pares, e assim sendo, assegurar mensagens relacionadas com o ensino aprendizagem de eletrização e da Lei de Coulomb. As mensagens apresentaram uma evolução conceitual durante a aplicação da pesquisa caracterizando a apreensão de conceitos, mas com diferencial que supera a aprendizagem mecânica, pois esta apresenta características de aprendizagem significativa de David Ausubel e Aprendizagem Significativa Crítica de Marco Antônio Moreira, quando fica evidente na fala dos estudantes a apreensão dos conceitos facilitadores de aprendizagem significativa, no caso as diferenciações e reconciliações integradoras e Princípios da Aprendizagem Significativa Crítica de Marco Antônio Moreira, tais como, Conhecimento como linguagem; Consciência Semântica, Aprendizagem pelo Erro;

Não utilização do quadro-de-giz; a Incerteza do conhecimento, Abandono da narrativa e da desaprendizagem. Os Princípios usados como referência na pesquisa indicam que os objetivos específicos propostos na pesquisa foram atingidos. No entanto, percebemos que o produto além de incentivar a pesquisa através da leitura e da reflexão entre seus pares favoreceu a solução de problemas de aprendizagem dessa disciplina durante os momentos de jogo.

É preciso levar sempre em consideração os Princípios da aprendizagem Significativa e aprendizagem Significativa Crítica quando pretendemos ministrar o ensino aprendizagem da Lei de Coulomb, pois a construção do conceito de força coulombiana para as equipes que participaram do jogo levou em consideração uma atividade lúdica no qual o estudante utilizou material concreto para entender a noção de vetores no caso específico, a força coulombiana.

Essa construção de força utilizando vetores foi possível porque agregou a utilização de cartas vetores depositados no tabuleiro com coordenadas cartesianas. Os bótons quando depositados no tabuleiro permitiam uma demanda de aplicação de cartas vetores, tornado favorável para as equipes uma interação e compreensão da Lei de Coulomb, enaltecendo em todas as etapas do jogo a interação entre as equipes, e nesse intervalo o pesquisador estava atento e produzindo as inferências necessárias para chegar ao resultado esperado, isto é, a aprendizagem norteada pelos facilitadores de aprendizagem significativa e aprendizagem significativa crítica. Nessa perspectiva faz-se necessário identificar e valorizar a formação conceitual que o estudante possui de eletrostática para posteriormente trabalhar a formação de conceitos usando as cartas, de modo que os estudantes consigam finalmente obter como resultados os *grafos*. O jogo de cartas como uma proposta lúdica de aprendizagem de conceitos destacou-se por confrontar o senso comum com os conceitos de eletrização e os paradigmas que envolvem construção e desconstrução de conhecimento científico, também contribuiu com a interação de relações entre grupos de diferente localidade de estudo, promoveu a diversidade social, intelectual, cognitiva, além de gerar integrações de níveis diferentes de escolarização.

A metodologia aplicada permitiu identificar os subsunçores através das interações ocorridas com os participantes dos grupos de produção de *grafos* durante a aplicação do jogo, trabalhando nesse interim a diferenciação progressiva com reconciliação integradora viabilizando um status de aprendizagem significativa. Considera-se, então, que o produto educacional se apresenta pontualmente como um diferencial, um potencial de inserção no ambiente escolar de evento, que favorece uma aprendizagem significativa crítica.

Para o ensino de Física, o jogo de cartas Lei de Coulomb significa uma tentativa de envolver mais os alunos com as discussões de temas científicos, principalmente quando os

estudantes passam a observar o glossário e identificar diversos fenômenos de eletrostática relacionados com a experiência de vida e cotidiano dos estudantes, nesse viés aumenta a possibilidade de interesse e investigação, delineando formação de novas ideias e curiosidades a respeito da apreensão de novos conceitos e as relações com a vida.

Observamos que o relacionamento entre professor e alunos e entre os próprios alunos, durante os minicursos e os eventos de construção de *grafos*, evoluíram, significativamente. As interações cognitivas passaram a ter processo de assimilação mais eficiente, a cada nova partida a autoestima em relação ao domínio conceitual estruturado nas cartas se elevava viabilizando avanços na frequência da oralidade, sem pausas e com efeitos conclusivos no fim de cada rodada de jogo de eletrização em que cada palavra ou mensagem da enunciação suscita o processo de compreender, e para isso, produzir uma resposta desencadeando novas situações de jogo.

Com a análise de áudios, vídeos e imagens registradas ao longo da pesquisa, observamos, nas argumentações entre os estudantes, que o jogo facilita a forma de aprender, é divertido, sai da rotina existente nas aulas tradicionais, adquire-se conhecimento de forma divertida, além de aumentar a concentração, embora seja necessário estudar as teorias de eletrização para que se possa jogar com eficiência, pode-se dizer que para certas equipes o jogo possibilitou a aprendizagem de conceitos sem requer das equipes a obrigatoriedade de ter que aprender os conceitos. Para outras equipes o produto favoreceu a interação e a ruptura de uma estrutura de aula centrada apenas no livro texto, ou seja, abriu a possibilidade de deixar o aluno falar, falar com os participantes de outras equipes, falar com o professor, romper a barreira da formalidade por meio da comunicação envolvendo os laços de conceitos mediante as categorias conceituais.

O ensino-aprendizagem por meio de estratégias facilitadoras traz benefícios para quem estuda, pois possibilita a oportunidade de sentir-se desafiado, motivado, com vontade de aprender. É para o professor uma ferramenta para sair da rotina habitual de sala de aula, de ministrar apenas teorias e exercícios. Por fim, a ferramenta de trabalho do professor não pode ser apenas a lousa, o giz e o professor enquanto profissional da educação, mas sim que o professor corra na direção de novas oportunidades, oportunidades facilitadoras de ensino-aprendizagem para melhorar a aulas onde desenvolve as respectivas atividades pedagógicas. Para que isso aconteça, necessita força de vontade e otimismo e a busca pela formação continuada para vencer os obstáculos.



## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAMOWIC, Mere. **Um reflexo fiel da escola**. Nova escola. Curitiba: v. 16 n. 147, Nov. 2001. Entrevista concedida a Denise Pellegrini.

AUSUBEL, D.P.; NOVAK, J.D.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional, Tradução para o português** de Eva Nick et al., da 2ª edição de Educational psychology: a cognitive view. Rio de Janeiro; Interamericana, 1980.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D. **Psicologia Educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BIZZO, N. Ciências: **fácil ou difícil**. São Paulo: Ed. Ática, 1998.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação: fundamentos, métodos e técnicas**. Portugal: Porto Editora, 1994.

D. Halliday e R. Resnick, Fundamentos de Física, (Livros Técnicos e Científicos Editores S. A., Rio de Janeiro, 1991), v. 3, p. 141,

EBAH, 2016. Disponível em <http://www.ebah.com.br/content/ABAAABPDcAI/michael-faraday>

FREIRE, Paulo. O importante é ler o mundo. **Nova Escola**, mar/abr., 1999, p. 24

GARDNER, H. Valorizando o ser por inteiro. **Nova Escola**, jan./fev., 2001, p. 23

Halliday, Resnick, Krane, “Física 3”, Editora LTC, Rio de Janeiro, 2004; 2.

Henry Thomas, “Vidas de grandes cientistas”, Rio de Janeiro;

IHMC, 2015. Disponível em [http://cmap.upb.edu.co/rid=1158847653515\\_1113897731\\_19587/MapasTeorias.cmap](http://cmap.upb.edu.co/rid=1158847653515_1113897731_19587/MapasTeorias.cmap)

JOHN R. REITZ, FREDERICK J. MILFORD, ROBERT W. CHRISTY, **Fundamentos da Teoria Eletromagnética**, Editora Campus, 1982;

JOHNSON-LAIRD. P. **Mental Models** Cambridge, MA, Harvard University Press, 1983.

KISHIMOTO, T.M. **O jogo e a educação infantil**. In: \_\_\_\_\_. (Org.). Jogo, brinquedo, brincadeira e educação. São Paulo: Cortez, 1996.

MACEDO, L. **Os jogos e sua importância na escola**. **Cadernos de Pesquisa**, n. 93, 1995, p. 5-10.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa**. Brasília: Editora da UnB, 1999.

MOREIRA, M. A. **Modelos mentais: investigação em ensino de Ciências**. Porto Alegre, 1996

MOREIRA, M. A. **Teorias da aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa: a teoria de aprendizagem de David Ausubel**. São Paulo: Ed. Moraes, 1982

MOREIRA, M. A e MASINI E. F. S. - **Aprendizagem Significativa, A Teoria de David Ausubel**- Editora Moraes - São Paulo, 1992.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. Editora Pedagógica e Universitária Ltda., 1999.

- MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa Crítica** - Instituto de Física UFRGS, Porto Alegre, 2005.
- MOREIRA, M. A. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**, 2006.
- MOREIRA, M. A. & BUCHWEITZ, B. **Novas estratégias de ensino e aprendizagem**: os mapas conceituais e o Vê epistemológico. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1993.
- Métodos Computacionais no Ensino da Física, 2015. Disponível em [http://www.if.ufrgs.br/computador\\_ensino\\_fisica/cmaptools/cmaptools\\_conceito.htm](http://www.if.ufrgs.br/computador_ensino_fisica/cmaptools/cmaptools_conceito.htm)
- MTP – Taiane, 2015. Disponível em: <http://taiane28.blogspot.com.br/>
- MOREIRA, Marco Antônio. **Aprendizagem Significativa**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1999.
- MOREIRA, Marco Antônio. **Aprendizagem Significativa Crítica**. Porto Alegre: UFRGS Instituto de Física, 2005.
- MOREIRA, Marco Antônio. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Editora UnB, 2006 a.
- MOREIRA, Marco Antônio. **Mapas conceituais & Diagramas V**. Porto Alegre: Ed. Do autor, 2006b.
- PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS. **Ciências naturais**. (MEC/SEF), Brasília, 2001
- Novak, J.D. e Gowin, D. B. (1999) **Aprender a aprender**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.
- PIAGET, J. **Psicologia e pedagogia**. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1982.
- ROSA, C. W. **A importância de discutir Física nas séries iniciais**. Ciência hoje. Porto Alegre: UFRGS, 2006.
- SILVA, Marco. **A interatividade na sala de aula Revista Presença Pedagógica**, Ed. Dimensão v.18, Nº 106 jul/ago, 2012.
- SOARES, M.H.F.B.; OKUMURA, F. e CAVALHEIRO, E.T.G. **Proposta de um jogo didático para o ensino do conceito de equilíbrio químico**. Revista Química Nova na Escola, n. 18, novembro 2003.
- SOUZA, M.T.C.C. **Os jogos de regras e sua utilização pelo professor**. Revista AEC, n. 23, 1994, p. 29-34.
- T. Lucrécio Caro, *Da Natureza* (Editora Globo, Porto Alegre, 1962). p. 199.
- VYGOTSKY, L. S, **Pensamento e Linguagem**, tradução Jeferson Luiz Camargo, Ed. Martins Fontes, S. Paulo, 1979.
- VYGOTSKY, L. S. **O papel do brinquedo no desenvolvimento**. In: \_\_\_\_\_. *A formação social da mente*. São Paulo: Martins Fontes, 1991.
- W. Gilbert, *De Magnete* (Editora Dover, New York, 1991), p. 5 e p. 121. Republicação da tradução de P Fleury Mottelay, publicada em 1893.

## APÊNDICE A – PERGUNTAS REALIZADAS DURANTE AS AULAS



### UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO INSTITUTO DE FÍSICA PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS

Prezado estudante, solicito a sua colaboração em responder este questionário. As informações serão utilizadas na dissertação de mestrado de Beine José da Silva, mestrando do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências Naturais da UFMT. Este trabalho está sendo orientado pelo Prof. Dr. Denilton Carlos Gaio. Desde já agradeço sua ajuda.

Escola:

Série:

Turma:

A1 – Conteúdos estudados no ensino médio.

a) Em relação à disciplina de FÍSICA assinale o conteúdo que você já estudou:

- Movimento uniforme – MU
- Movimento uniforme variado – MUV
- Cinemática vetorial
- Leis de Newton e suas aplicações
- Gravitação Universal

B – SOBRE A FERRAMENTA DE ENSINO: O MAPA CONCEITUAL.

B1 – O que é mapa conceitual?

B2 – De acordo com o nível de escolaridade estudado, assinale sim ou não na alternativa ou nas alternativas em que seu professor aplicou a ferramenta de ensino: mapa conceitual.

Ensino Fundamental:

- sim
- não

Ensino Médio:

- sim
- não

C - SOBRE O CONTEÚDO DA FÍSICA: Eletrização

C1 – Quantas formas de eletrizações existem?

---

C2 – Faça a distinção entre as formas de eletrizações. Pode utilizar de exemplos.

---

C3 – O que é abordado no estudo da Lei de Coulomb? Cite pelo menos um exemplo.

---

C4 – Descreva o que é Campo elétrico? Cite um exemplo onde se percebe a ação do Campo elétrico.

---

C5 – Qual a função de um indutor e um induzido?

---

## APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO AVALIATIVO APÓS APLICAÇÃO DO JOGO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO



Trabalho de Pesquisa de Ensino de Física

Anexo 01:

Escola:

Série:

Turma:

1 – Como você classifica o jogo apresentado?

- bom – podemos aprender Física jogando  
 ruim – não tem proveito na disciplina  
 proveitoso – é útil no aprendizado  
 interessante – mas não dá pra aprender Física

2 – O jogo apresentado pôde abordar temas da atualidade relacionando com a disciplina de Física?

- sim  não

3 – Você acha que o professor da disciplina deveria trazer mais jogos para a sala de aula?

- sim  não

4 – Baseado no jogo apresentado, você acha que este proporcionou maior interação do tipo aluno-aluno e aluno-professor. Justifique sua resposta.

- sim  não

---

5 – Você acredita que podemos aprender Física, brincando com jogos educativos?

- sim  não

6- Faça um comentário sobre a atividade aplicada, sua opinião é muito importante para a avaliação deste trabalho.

---

Obrigado pela atenção!

## APÊNDICE C – RESPOSTAS APÓS APLICAÇÃO DO JOGO



UFMT

Escola: Farina

Série: 3º ano

Turma:

1 – Como você classifica o jogo apresentado?

- bom – podemos aprender Física jogando
- ruim – não tem proveito na disciplina
- proveitoso – é útil no aprendizado
- interessante – mas não dá pra aprender Física

2 – O jogo apresentado pôde abordar temas da atualidade relacionando com a disciplina de Física?

- sim  não

3 – Você acha que o professor da disciplina deveria trazer mais jogos para a sala de aula?

- sim  não

4 – Baseado no jogo apresentado, você acha que este proporcionou maior interação do tipo aluno-aluno e aluno-professor. Justifique sua resposta.

- sim  não

Pois se comunicam mais diretamente e assim tiram suas dúvidas com o professor.

---



---



---

5 – Você acredita que podemos aprender Física, brincando com jogos educativos?

- sim  não

6- Faça um comentário sobre a atividade aplicada, sua opinião é muito importante para a avaliação deste trabalho.

Além de ser um modo diferenciado de estudar a pessoa consegue aprender brincando o que acaba sendo mais agradável. Obrigada pela atenção!

**APÊNDICE D – TESTE EVENTO**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO  
INSTITUTO DE FÍSICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
EM ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS**

Prezado estudante, solicito a sua colaboração em responder este questionário. As informações serão utilizadas na dissertação de mestrado de Beine José da Silva, mestrando do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências Naturais da UFMT. Este trabalho está sendo orientado pelo Prof. Dr. Denilton Carlos Gaio. Desde já agradeço sua ajuda.

Anexo 03: Perguntas realizadas durante as aulas.

Escola:

Série:

Turma:

A1 – Dados Profissionais relacionados com a pesquisa.

A – Em relação à disciplina de FÍSICA assinale o conteúdo que você já estudou:

- Movimento uniforme – MU
- Movimento uniforme variado – MUV
- Cinemática vetorial
- Leis de Newton e suas aplicações
- Gravitação Universal

B – SOBRE A FERRAMENTA DE ENSINO: O MAPA CONCEITUAL.

B1 – O que é mapa conceitual?

É uma estrutura que apresenta conceitos mais detalhados e organizados para facilitar o entendimento.

B2 – De acordo com o nível de escolaridade estudado, assinale sim ou não na alternativa ou nas alternativas em que seu professor aplicou a ferramenta de ensino: mapa conceitual.

Ensino Fundamental:

- sim                       não

Ensino Médio:

- sim                       não

C – SOBRE O CONTEÚDO DA FÍSICA: Eletrização

C1 – Quantas formas de eletrizações existem?

C2 – Faça a distinção entre as formas de eletrizações. Pode utilizar de exemplos.

Eletrização por atrito, atritar corpos diferentes deixando um eletrizado positivamente e o outro negativamente. Eletrização por contato ocorre quando dois corpos possuem diferença de

potencial e quando colocadas em contato faz com que os elétrons da esfera negativamente carregada passem espontaneamente para a esfera neutra. Eletrização por indução, quando atribuir carga elétrica a um objeto utilizando outro corpo carregado sem que haja contato entre eles.

C3 – O que é abordado no estudo da Lei de Coulomb? Cite pelo menos um exemplo.

Uma lei que aborda a interação eletrostática entre partículas eletricamente carregadas que podem se atrair ou repelir. Exemplo: carga com sinal oposto se atraem e com sinais iguais se repelem.

C4 – Descreva o que é Campo elétrico? Cite um exemplo onde se percebe a ação do Campo elétrico.

É um campo de força provocado pela ação de cargas elétricas (prótons, elétrons ou íons).








Percebe a ação do campo elétrico sempre onde tiver carga.

C5 – Qual a função de um indutor e um induzido?


O indutor tem como função armazenar energia e o induzido gerar um circuito elétrico através da variação de um campo magnético.



# APÊNDICE E - CARTAS DO JOGO LEI DE COULOMB

<p>Carta eletrização por atrito</p>  <p>Aparelho utilizado para demonstrar a eletrização por atrito.</p> <p>nos metais a carga elétrica se distribui pelo corpo de modo regular.</p> <p>Dica</p>	<p>Carta eletrização por atrito</p>  <p>A eletrização por atrito</p> <p>bastão rígido de plástico</p> <ul style="list-style-type: none"><li>Em grego, âmbar pode ser traduzido como elektron, e daí vieram os elétrons.</li></ul> <p>seda</p> <p>Dica</p>	<p>Carta eletrização por atrito</p>  <p>bastão rígido de plástico</p> <p>Dica</p>	<p>Carta eletrização por atrito</p>  <p>bastão eletrizado continuamente por atrito com outra substância</p> <p>bastão de prata</p> <ul style="list-style-type: none"><li>com excesso de prótons após a eletrização com substâncias que retirou elétrons da prata.</li></ul> <p>Dica</p>	<p>Carta eletrização por atrito</p>  <p>Aparelho utilizado para demonstrar a eletrização por atrito.</p> <p>nesta situação ocorre o mesmo fenômeno que ocorre com o corpo humano quando ele toca um objeto eletrizado.</p> <p>nesta situação ocorre o mesmo fenômeno que ocorre com o corpo humano quando ele toca um objeto eletrizado.</p> <p>nesta situação ocorre o mesmo fenômeno que ocorre com o corpo humano quando ele toca um objeto eletrizado.</p> <p>nesta situação ocorre o mesmo fenômeno que ocorre com o corpo humano quando ele toca um objeto eletrizado.</p> <p>nesta situação ocorre o mesmo fenômeno que ocorre com o corpo humano quando ele toca um objeto eletrizado.</p> <p>nesta situação ocorre o mesmo fenômeno que ocorre com o corpo humano quando ele toca um objeto eletrizado.</p> <p>Dica</p>
<p>Carta eletrização por atrito</p>  <p>Como identificar o sinal da carga elétrica</p> <p>Como se vê a</p> <ul style="list-style-type: none"><li>cabelo humano</li><li>plástico</li><li>algum material</li><li>arroz</li></ul> <p>Dica</p>	<p>Carta eletrização por atrito</p>  <p>bastão do plástico</p> <p>Dica</p>	<p>Carta eletrização por atrito</p>  <p>bastão rígido de plástico</p> <ul style="list-style-type: none"><li>bastão rígido de cobre</li></ul> <p>Pode-se dizer que a eletricidade foi primeiramente</p> <p>Dica</p>	<p>Carta eletrização por atrito</p>  <p>A eletrização por atrito</p> <p>bastão rígido de plástico</p> <ul style="list-style-type: none"><li>Em grego, âmbar pode ser traduzido como elektron, e daí vieram os elétrons.</li></ul> <p>Dica</p>	<p>Carta eletrização por atrito</p>  <p>Aparelho utilizado para demonstrar a eletrização por atrito.</p> <p>nos metais a carga elétrica se distribui pelo corpo de modo regular.</p> <p>Dica</p>
<p>Carta eletrização por atrito</p>  <p>Dica</p>	<p>Carta eletrização por atrito</p>  <p>seda</p> <p>Dica</p>	<p>Carta eletrização por atrito</p>  <p>seda</p> <p>Dica</p>	<p>Carta eletrização por atrito</p>  <p>bastão de cobre</p> <p>Dica</p>	<p>Carta eletrização por atrito</p>  <p>seda</p> <p>nesta situação ocorre o mesmo fenômeno que ocorre com o corpo humano quando ele toca um objeto eletrizado.</p> <p>Dica</p>
<p>Carta eletrização por atrito</p>  <p>Plástico</p> <p>esta substância não é condutora de eletricidade, portanto a eletrização permanece no local de contato.</p> <p>Dica</p>	<p>Carta eletrização por atrito</p>  <p>Parede</p> <p>Dica</p>	<p>Carta de eletrização contato</p>  <p>contato de corpos com dimensões diferentes</p> <p>quando os corpos possuem tamanhos diferentes, a quantidade de carga assume propriedades de acordo com as dimensões do corpo, assim como o potencial elétrico.</p> <p>Dica</p>	<p>Carta eletrização por atrito</p>  <p>Não utiliza substância eletrizada estática</p> <p>bastão de cobre</p> <p>Dica</p>	<p>Carta eletrização por atrito</p>  <p>prata</p> <p>Dica</p>

## ANEXO – FORMULÁRIO DO SISTEMA DE AVALIAÇÃO DO SEMIPEQ

 <b>UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO</b> <b>LABORATÓRIO DE PESQUISA E ENSINO DE QUÍMICA – LABPEQ</b> <b>ÁREA DE ENSINO DE QUÍMICA</b> <b>SEMANA DE MINICURSOS DAS PRÁTICAS DE ENSINO DE QUÍMICA DA UFMT</b> <b>SISTEMA DE AVALIAÇÃO</b>					
Ano/Semestre:		Versão:			
MINICURSO:		MINISTRANTES:			
<b>Instrumento de Avaliação para o PÚBLICO</b> <b>UTILIZE OS CONCEITOS</b>					
ÓTIMO = O	BOM = B	REGULAR = R	FRACO = F	MUITO FRACO = MF	
<b>CATEGORIAS</b>		<b>INDICADORES</b>		<b>CONCEITO</b>	
<b>Organização do Evento</b>		01 – Quanto à divulgação do Projeto SEMIPEQ.			
		02 – Você já participou de outras edições desse evento?		SIM( ) NÃO( )	
		03 – Quanto ao acesso ao ICET/UFMT.			
		04 – Quanto à adequação dos locais (laboratórios, salas, auditórios etc.) utilizados para as atividades.			
		05 – Quanto ao atendimento às suas dúvidas e necessidades.			
		06 – Você indicaria este evento a outras pessoas?			SIM( ) NÃO( )
<b>A V A L I A Ç Ã O</b>	<b>Qualidade dos Minicursos</b>	07 – Quanto à atualidade e à importância dos temas trabalhados.			
		08 – Quanto ao desenvolvimento experimental dos conceitos.			
		09 – Quanto à adequação das apostilas ao conteúdo ministrado?			
		10 – Quanto ao tempo destinado ao minicurso.			
		11 – Quanto ao desenvolvimento dos conceitos durante o minicurso.			
		12 – Quanto ao local utilizado para o minicurso.			
	<b>D I D Á T I C A</b>	<b>Quanto ao perfil dos Ministrantes</b>	13 – Quanto à utilização de equipamentos pelos ministrantes.		
			14 – Quanto à postura dos ministrantes.		
			15 – Quanto ao tempo (início, desenvolvimento e fim) do minicurso?		
			16 – Quanto à didática?		
<b>Quanto ao perfil dos Monitores</b>		17 – Quanto ao domínio do conteúdo ministrado?			
		18 – Quanto à postura dos monitores.			
		19 – Quanto ao apoio prestado durante o minicurso.			
		20 – Quanto ao domínio dos conceitos trabalhados durante o minicurso.			
<b>Informações adicionais</b> <b>Registre outras informações</b> <b>Se necessário escreva no verso desta folha. Obrigada.</b>				<b>Nota geral:</b>	