



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**

**CENTRO DE CIÊNCIAS**

**DEPARTAMENTO DE FÍSICA**

**LICENCIATURA EM FÍSICA**

**ESTRATÉGIA INSTRUCIONAL NA ABORDAGEM DA TEMÁTICA LEI  
DE COULOMB NO ENSINO MÉDIO ENVOLVENDO OBJETOS DE  
APRENDIZAGEM E MAPAS CONCEITUAIS.**

**JOSÉ NILSON DO NASCIMENTO CUNHA**

**FORTALEZA-CE**

**2012**

Monografia apresentada à Coordenação do Curso de Graduação em Licenciatura em Física da Universidade Federal do Ceará, como requisito final para a obtenção do grau de Licenciado em Física. Orientador: Professor Dr. Marcos Antônio Araújo Silva.

A DEUS o nosso Pai, a Jesus Cristo, no qual me deram sabedoria.

Aos meus pais, Rita Maria Almeida do Nascimento e Nilson Lopes da Cunha que me deram o maior tesouro, à vida.

Ao meu Irmão Emerson do Nascimento Cunha, que por muitas vezes e ajudou a tirar minhas dúvidas.

A todos meus amigos que sempre me apoiaram nos momentos difíceis.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a minha mãe, Rita Maria Almeida do Nascimento, ao meu Pai, Nilson Lopes da Cunha, ao meu Irmão, Emerson do Nascimento Cunha e a toda minha família pelo apoio, dedicação e carinho ao longo de minha vida.

Ao professor Marcos Antônio pela orientação na realização deste trabalho e profunda amizade, compreensão e respeito conquistados.

Ao professor Josias Valentin pela co-orientação na realização deste trabalho e profunda amizade, compreensão e respeito conquistados.

Aos caros amigos do curso de Graduação, assim como também os funcionários adversos do departamento de Física, pelas diversas ideias apresentadas para o enriquecimento na minha trajetória acadêmica.

A todos os professores dos diversos Departamentos da UFC, que contribuíram para minha formação acadêmica.

Aos Colégios Essencial e Maria Ester pelo apoio dado a realização de meu trabalho.

“Podemos ser o que queremos, com atitude para buscar o que não temos.”

(Nilson Cunha)

“Não sei o que possa parecer aos olhos do mundo, mas aos meus pareço apenas ter sido como um menino brincando à beira-mar, divertindo-me com o fato de encontrar de vez em quando um seixo mais liso ou uma concha mais bonita que o normal, enquanto o grande oceano da verdade permanece completamente por descobrir à minha frente.”

(Isaac Newton).

## **RESUMO**

Este trabalho tem a proposta de analisar estratégias para o ensino de Física utilizando Objetos de Aprendizagem (OA) e Mapas Conceituais voltados para os alunos do ensino médio de escolas da rede privada em Fortaleza, Ceará. Particularmente, abordou-se o ensino da Lei de Coulomb na disciplina de eletricidade. Aplicou-se um questionário com perguntas objetivas referentes à temática abordada e inferiram-se as principais dificuldades com o assunto. Após a aplicação do questionário e a coleta dos resultados, foram aplicadas aulas utilizando OAs e Mapas Conceituais, os resultados foram analisados em termos do rendimento/notas dos alunos na disciplina. Observou-se que a utilização das mesmas foram satisfatórias, melhorando o ensino da Lei de Coulomb.

**Palavras-chave:** Lei de Coulomb, Objeto de Aprendizagem e Mapa conceitual.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Modelo planetário do átomo

Figura 2 – Modelo de Balança de torção utilizada por Cavendish.

Figura 3 – Modelo de Balança de torção utilizada por Coulomb, feita por vidro, madeira, medula de sabugueiro e latão.

Figura 4 – Força de interação entre as cargas puntiformes.

Figura 5 – Força de atração e repulsão entre as cargas.

Figura 6 – Um Modelo para Mapeamento Conceitual Segundo a Teoria de Ausubel. (MOREIRA, 2006, p. 47).

Figura 7 – Mapa conceitual do tipo TEIA de ARANHA.(TAVARES, 2007).

Figura 8 – Mapa conceitual do tipo FLUXOGRAMA.(TAVARES, 2007).

Figura 9 – Mapa Conceitual do Tipo ENTRADA e SAÍDA.(TAVARES, 2007).

Figura 10 – Mapa conceitual do tipo HIERÁRQUICO. (SILVA, 2006 TAVARES, 2007).

Figura 11 – Um conceito de mapa que mostra as principais características de mapas conceituais. Os mapas conceituais tendem a ser lido e a progredir, a partir do topo para baixo.(NOVAK, 2006 *traduz* Almeida, 2010)

Figura 12 – Mapa conceitual da Lei de Coulomb

Figura 13 – Mapa conceitual da Lei de Coulomb (Objeto de Aprendizagem NOA - UFPB)

Figura 14 – Aplicação do objeto de aprendizagem da Lei de Coulomb. Carga positiva e negativa inicialmente em repouso. (NOA – UFPB).

Figura 15 – Aplicação do objeto de aprendizagem da Lei de Coulomb. Força de atração entre carga positiva e negativa. (NOA – UFPB).

Figura 16 – Aplicação do objeto de aprendizagem da Lei de Coulomb. Cargas positivas inicialmente em repouso. (NOA – UFPB)

Figura 17 – Aplicação do objeto de aprendizagem da Lei de Coulomb. Cargas positivas sofrendo a atuação da força de repulsão. (NOA – UFPB)

Figura 18 – Aplicação do objeto de aprendizagem da Lei de Coulomb. Cargas negativas inicialmente em repouso. (NOA – UFPB)

Figura 19 – Aplicação do objeto de aprendizagem da Lei de Coulomb. Cargas positivas sofrendo a atuação da força de repulsão. (NOA – UFPB)

Figura 20 – Aplicação do Objeto de Aprendizagem da Lei de Coulomb. (NOA – UFPB)

Figura 21 - Resultados da primeira pergunta do questionário

Figura 22 - Resultados da segunda pergunta do questionário.

Figura 23 – Resultados da terceira pergunta do questionário

Figura 24 - Resultado da quarta pergunta do questionário.

Figura 25 – resultado da quinta pergunta.

Figura 26 – Resultado da sexta pergunta do questionário.

Figura 27 – Resultado da sétima pergunta.

Figura 28 – Resultado da oitava pergunta.

Gráfico 1 – Força elétrica versus o quadrado da distancia.

Tabela 1 – medidas de carga e massa dos prótons e elétrons.

Tabela 2 – Constante dielétrica entre os meios.

## **LISTA DE ABREVIACOES**

<b>CONTECE</b>	Conferência Nacional de Tecnologia em Educação Aplicada ao Ensino Superior.
<b>GREEF</b>	Grupo de Reelaboração do Ensino de Física.
<b>MEC</b>	Ministério da Educação
<b>NTE</b>	Núcleo de Tecnologia Educacional
<b>PCN</b>	Parâmetros Curriculares Nacionais
<b>PROINFO</b>	Programa Nacional de Informática na Educação
<b>UFC</b>	Universidade Federal do Ceará
<b>UFMG</b>	Universidade Federal de Minas Gerais
<b>UFRGS</b>	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
<b>UFPB</b>	Universidade Federal da Paraíba
<b>UFPE</b>	Universidade Federal do Pernambuco
<b>UFRJ</b>	Universidade Federal do Rio de Janeiro
<b>UNICAMP</b>	Universidade Estadual de Campinas

## Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	12
<b>2</b>	<b>INTRODUÇÃO TEORICA</b>	13
	<b>2.1 Contexto histórico</b>	13
	<b>2.2 Eletrização e Força elétrica</b>	14
	2.2.1 Carga Elétrica	14
	2.2.2 Balança de Torção	15
	2.2.3 Força entre cargas elétricas puntiformes: Lei de Coulomb	17
	<b>2.3 Informática educativa e alguns aspectos teóricos pedagógicos</b>	20
	2.3.1 O que é informática educativa?	20
	2.3.2 Evolução da informática educativa no Brasil	21
	2.3.2.1 O projeto EDUCON	22
	2.3.2.2 O Projeto Proinfo	23
	2.3.3 Mudanças na educação	23
	2.3.3.1 O Professor em um ambiente educacional	24
	2.3.3.2 Mudanças na escola	24
	2.3.3.3 Mudanças no ensino de Física	25
	2.3.3.4 Os softwares como ferramenta pedagógica	28
	<b>2.4 Mapas conceituais</b>	28
	2.4.1 O enfoque dos mapas conceituais na visão de Novak	28
	2.4.2 Mapas conceituais e aprendizagem significativa	30
	2.4.2.1 Um modelo para mapeamento conceitual	31
	2.4.3 Tipos de mapas conceituais	32
	2.4.3.1 Mapa conceitual do tipo teia de aranha	33
	2.4.3.2. Mapa conceitual tipo fluxograma	34
	2.4.3.3. Mapa conceitual tipo sistema: entrada e saída	35
	2.4.3.4. Mapa conceitual hierárquico	36
	2.4.4 Construindo um bom mapa conceitual segundo a proposta de Novak	37
	2.4.5 Uso dos mapas conceituais	38
	2.4.6 Mapas conceituais como instrumento de avaliação	39
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA APLICADA</b>	41
<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b>	49
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	57
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS</b>	58
<b>7</b>	<b>ANEXOS</b>	60

## 1 INTRODUÇÃO

O estudo da eletrostática do ensino médio vem passando por uma série de dificuldades enfrentadas por alunos que se sentem prejudicados por não compreender tal assunto, onde muitos comentam que as deficiências enfrentadas é um reflexo de um ensino fundamental mal cursado em relação à parte matemática assim como interpretação textual. Com base em relatos de vários estudantes, pode-se perceber que a grande maioria, não relacionava os fenômenos eletrostáticos com o seu cotidiano ficando a mercê do tradicionalismo em sala de aula, onde memorizar fórmulas se tornava tudo mais fácil e quando surgia um problema para pensar, surgiam as seguintes dificuldades: abstração na interpretação de problemas, deficiência em transformação de unidades básicas, assim como também, a falta de conhecimento em relação às unidades de medida dos respectivos fenômenos físicos e o pior de tudo, a falta de interesse em aprender, onde muitos já comentaram.

O ensino de Física tem-se realizado frequentemente mediante a apresentação de conceitos, leis e fórmulas, de forma desarticulada, distanciando do mundo vivido pelos alunos e professores e não só, mas também por isso, vazios de significado. Privilegia a teoria e a abstração, desde o primeiro momento, em detrimento de um desenvolvimento gradual da abstração que, pelo menos, parta da prática e de exemplos concretos. Enfatiza a utilização de fórmulas, em situações artificiais. Desvinculado a linguagem matemática que essas fórmulas representam de seu significado efetivo (BRASIL, 1999, p.229).

Em relação a essa problemática, propõe-se uma condição de ensino mais contextualizado utilizando uma melhor introdução do assunto, a utilização do objeto de aprendizagem envolvendo a interação das cargas, onde a informática se torna uma ferramenta eficaz no ensino de Ciências, gráficos, mapa conceitual e um maior conhecimento na parte teórica e também resolução de questões teóricas e de calculo envolvendo tal assunto. Isso fará com que o aluno possa melhorar seu conhecimento teórico, sua melhor interpretação, encontrar alternativas de inserir no seu dia a dia facilitando de forma significativa o aprendizado, proporcionando-lhe um aumento qualitativo e quantitativo do conhecimento.

A beleza conceitual e teórica da Física são comprometidas pelos tropeços num instrumental matemático com o qual a Física é frequentemente confundida, pois os alunos têm sido expostos ao aparato matemático-formal, antes mesmo de terem compreendido os conceitos a que tal aparato deveria corresponder.

(Grupo de Reelaboração do Ensino de Física – GREF, 2000, p. 16).

## 2 INTRODUÇÃO TEÓRICA.

### 2.1 Contexto Histórico

O estudo da eletrostática teve início com o experimento realizado na Grécia Antiga pelo filósofo Tales de Mileto (640 – 546 a.C), um dos sete sábios da Grécia antiga, onde ao atritar o âmbar com outro material percebeu que o mesmo adquiria a propriedade de atrair corpos leves, dos quais pode-se citar a palha. A ação elétrica entre o âmbar atritado e alguns corpos leves, acontecia de forma mútua, sendo observado por Honoré Fabri (1607-1688) e Robert Boyle (1627-1691) os pioneiros a usar esse conceito. No século XVI, o médico da rainha da Inglaterra (Elisabeth I) William Gilbert (1544 – 1603) utilizou o termo “eletricidade”, derivada da palavra grega *elektron*, como era conhecido o âmbar no mesmo idioma. (RONALDO, 2009, 3ª ed).

Gilbert foi o primeiro a usar os termos atração elétrica, força elétrica e polo do ímã, mostrou também que a propriedade eletrostática não era exclusiva do âmbar, outros materiais como o enxofre, vidro, resinas, dentre outras substâncias, também adquirem a propriedade de atrair outros corpos, ou ação elétrica como era chamado.

Hoje sabe-se que as interações elétricas são mútuas, referindo-se não apenas a força resultante que um corpo exerce sobre outro, fazendo com que se desloquem em movimento relativo, ou em movimento rotacional que relacionamos com o torque resultante que um corpo faz sobre outro. Através desse fenômeno, foi constatado que os meios materiais, quanto ao comportamento elétrico, podem ser classificados como condutores ou isolantes. Benjamin Franklin, através do experimento sobre as descargas atmosféricas, mostrou o poder das pontas inventando o para-raios, mas foi o físico francês Charles Augustin Coulomb que em 1785 elaborou o estudo qualitativo e quantitativo da eletrostática, demonstrando que as repulsões e atrações das cargas elétricas são inversamente proporcionais ao quadrado da distância. A unidade de carga elétrica usada até hoje é em sua homenagem chamada de Coulomb. Quando afirmamos que um corpo possui uma carga de 1C, isto significa que o corpo perdeu ou ganhou  $6,25 \times 10^{18}$  elétrons. (GASPAR, 2000, 1ª ed).

## 2.2 ELETRIZAÇÃO E FORÇA ELETRICA

### 2.2.1 Carga elétrica

Todos os corpos são formados por átomos. Cada átomo é constituído de um grande numero de partículas elementares, das quais as principais são os elétrons, os prótons e os nêutrons. Embora hoje existam modelos mais complexos para explicar como essas partículas se distribuem no átomo, entre eles o planetário. Segundo esse modelo, os prótons e os nêutrons estão fortemente coesos numa região central chamada núcleo, enquanto os elétrons giram ao seu redor (como os planetas ao redor do Sol), constituindo a eletrosfera. Por meio de experiências constata-se que os prótons se repelem, assim como os elétrons. Também não há atração entre prótons e elétrons. Para explicar essas ocorrências, estabeleceu-se que prótons e elétrons possuem uma propriedade física à qual se deu o nome de **carga elétrica**. (TOLEDO, 7ª ed, 1999).

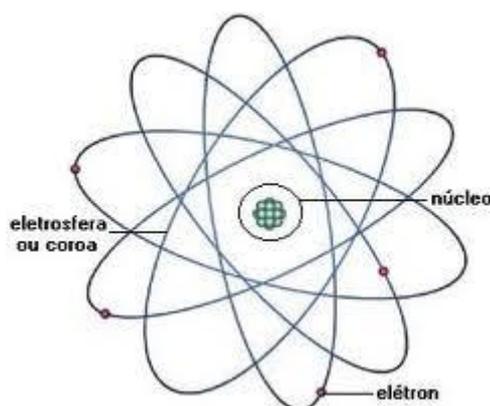


Figura 1 – Modelo planetário do átomo.(Fonte:

[http://t3.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcS2A2hX1d7dL\\_BCIPTuKWak\\_qgkm6bcytZdZIsAJ6a0ir76CDwwj pNYjSQRmA](http://t3.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcS2A2hX1d7dL_BCIPTuKWak_qgkm6bcytZdZIsAJ6a0ir76CDwwj pNYjSQRmA))

Experiências mostram que prótons e elétrons têm comportamentos elétricos opostos. Por isso foi convencionalizado que há duas espécies de cargas elétricas: prótons como sendo carga elétrica positiva e elétrons como sendo carga elétrica negativa, já os nêutrons não apresentam essa propriedade física, ou seja, não há carga elétrica no nêutron. Os valores das cargas elétricas do próton e do elétron são de mesmo valor, porem as massas são diferentes. (TOLEDO, 7ª ed, 1999).

Tabela 1 – medidas de carga e massa dos prótons e elétrons.

Partículas	Carga	Massa
Próton	$+ 1,6 \times 10^{-19}$	$1,67 \times 10^{-27}$
Elétron	$- 1,6 \times 10^{-19}$	$9,1 \times 10^{-31}$

### 2.2.2 Balança de torção

Usada primeiramente por Cavendish para encontrar a densidade do planeta Terra. Sua balança era feita por um bastão de madeira com dois metros de comprimento (1,8 m) suspenso por um fio, e a cada extremidade foi colocada uma esfera de chumbo com um diâmetro de duas polegadas (51 mm) e massa 0,73 kg. Próximo a cada esfera foram posicionados duas bolas de chumbo de 12 polegadas (300 mm) e 348 libras (158 kg), a uma distância cerca de nove polegadas (230 mm), e prendido no lugar com um sistema de suspensão independente. (BARRETO, 1ª ed, 2008)

O experimento permitira medir a atração gravitacional fraca entre as esferas pequenas e as maiores.

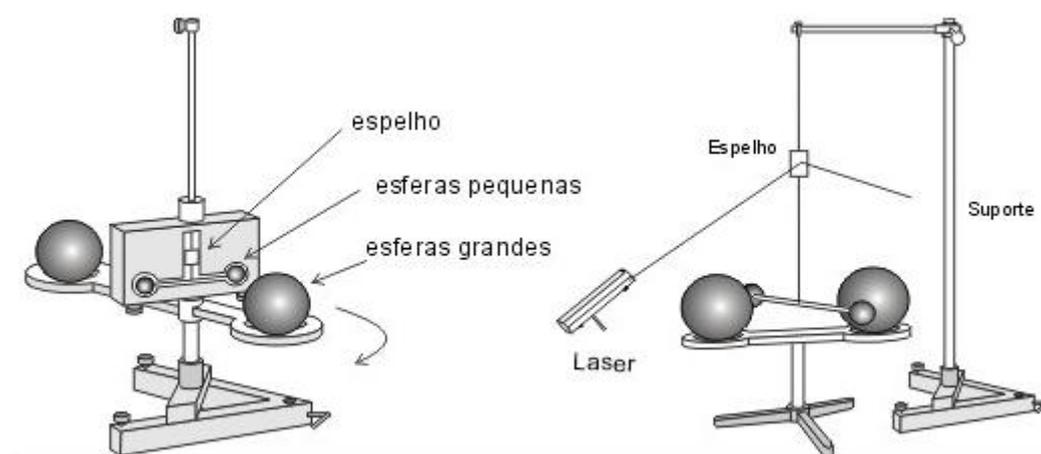


Figura 2 – Modelo de Balança de torção utilizada por Cavendish. (Fonte: <http://www.feiradeciencias.com.br/sala20/image20/1L1020.gif>)

Por sua vez Coulomb utiliza a balança de torção para verificar as interações entre duas cargas elétricas, isso faz com que ele entre para a história da Física. A balança utilizada por Coulomb era composta por uma caixa de vidro, cilíndrica ou quadrada, fechada por uma tampa, também de vidro, da qual se eleva um tubo que termina num disco metálico de onde está suspenso um fio de torção que sustenta uma agulha horizontal de goma laca. Esta agulha tem numa das extremidades um pequeno disco vertical de latão e, na outra, uma esfera de medula de sabugueiro.

Essa experiência tinha como objetivo realizar, com a Balança de torção, a verificação da Lei de Coulomb, ocorrendo através do toque do disco de latão com a esfera metálica localizada na extremidade de uma vareta de vidro colocada no tampo da balança. Isso faz com que haja uma repulsão entre a esfera com o disco de latão, comprovando a interação das cargas envolvidas.



Figura 3 – Modelo de Balança de torção utilizada por Coulomb, feita por vidro, madeira, medula de sabugueiro e latão. (Fonte: <http://museu.fis.uc.pt/129fp.jpg>)

### 2.2.3 Força entre cargas elétricas puntiformes: Lei de Coulomb

No século XVIII, Coulomb realizou uma série de medidas cuidadosas das forças entre duas cargas puntiformes, utilizando uma balança de torção parecida com aquela usada por Cavendish. Realizando várias medidas, Coulomb chegou a algumas conclusões que serão válidas tanto para forças atrativas quanto repulsivas. ( BONJORNO, 3ª ed, 2004).

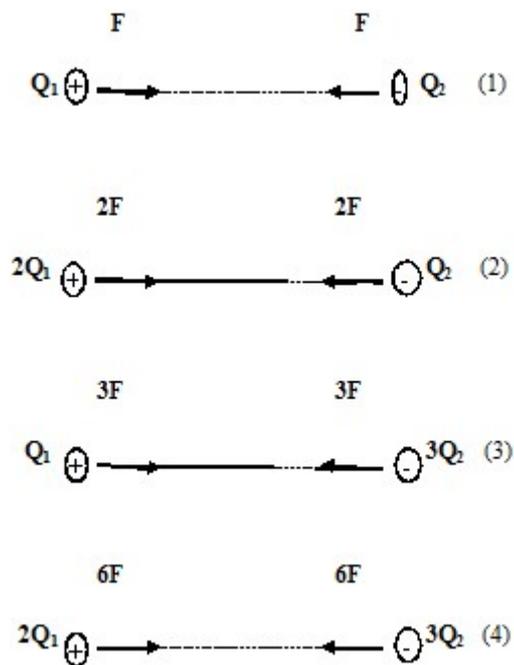


Figura 4 – Força de interação entre as cargas puntiformes.

De acordo com a figura 4, Coulomb verificou que, se a carga  $Q_1$  for duplicada (triplicada, ou quadruplicada etc.) o valor da força entre as cargas também duplicará (ou triplicará, ou quadruplicará etc.), onde podemos constatar no esquema acima. Então, ele concluiu que a força é proporcional à carga  $Q$  isto é:

$$F \propto Q_1 Q_2$$

A força elétrica entre corpos eletrizados diminui quando aumentamos a distância entre elas. Isso há muito tempo já se sabia, mas, Coulomb foi quem descobriu a relação entre cargas elétricas e distância usando a sua balança de torção. Ele constatou que:

Duplicando  $d \rightarrow F$  torna-se quatro vezes menor

Triplmando  $d \rightarrow F$  torna-se nove vezes menor

Quadruplicando  $d \rightarrow F$  torna-se dezesseis vezes menor etc.

Assim, Coulomb observou que, quando a distância  $d$  é multiplicada por um número, a força  $F$  entre as cargas fica dividida pelo quadrado desse número.

$$F \propto \frac{1}{d^2}$$

A intensidade da força de ação mútua entre as cargas supostas no vácuo dependem da distancia  $d$  entre as cargas assim como também seus respectivos valores  $Q_1$  e  $Q_2$ .

Relação entre força Elétrica e carga:  $F \propto Q_1Q_2$

Relação entre força elétrica e distância entre as cargas:  $F \propto \frac{1}{d^2}$

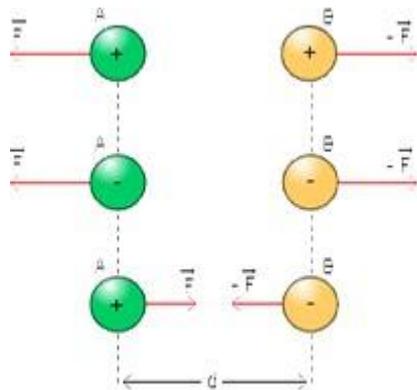


Figura 5 – Força de atração e repulsão entre as cargas.

(Fonte: [http://www.10emtudo.com.br/\\_img/upload/aula/\\_2450\\_27.gif](http://www.10emtudo.com.br/_img/upload/aula/_2450_27.gif))

Associando as relações:

$$F \propto \frac{Q_1 Q_2}{d^2}$$

Para se tornar em uma igualdade deve-se introduzir uma constante de proporcionalidade adequada, dependendo do meio onde as cargas estarão mergulhadas, assim teremos a expressão matemática para a lei de Coulomb.

$$F = K \frac{Q_1 Q_2}{d^2} \quad K = 9,0 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2 \text{ no vácuo.}$$

Também apresenta-se a Constante dielétrica que consiste em uma propriedade material em meios isolados. Abaixo tem-se uma com as seguintes constantes dielétricas em outros meios:

Meio material	Constante dielétrica
Vácuo	1
Ar	1,00
Benzeno	2,3
Âmbar	2,7
Vidro	4,5
Óleo	4,6
Mica	5,4
Glicerina	43
Água	81

Tabela 2 – Constante dielétrica entre os meios.

Analisando o gráfico abaixo, pode-se perceber que a força elétrica cresce com o inverso do quadrado da distância, logo, o gráfico se trata de uma hipérbole equilátera.

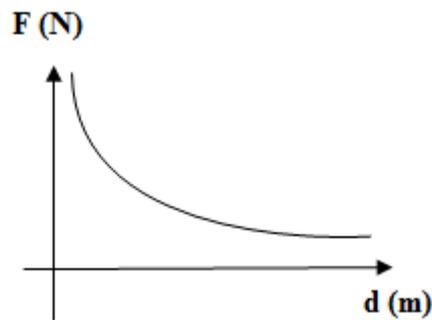


Gráfico 1 – Força elétrica versus o quadrado da distancia.

### **2.3 Informática educativa e alguns aspectos teóricos pedagógicos.**

Neste tópico será relatado um pouco sobre a história da informática educativa no Brasil, falará sobre alguns projetos que foram desenvolvidos com o intuito de expandir o uso do computador como ferramenta pedagógica. Também nesse tópico será relatado o aprimoramento no ensino de física utilizando o computador e seus recursos, entre eles o Objeto de Aprendizagem (OA), apontados como uma possível solução para alguns dos problemas encontrados no ensino desta disciplina.

#### **2.3.1 O que é informática educativa?**

Segundo Valente, J.A (1997) deve-se diferenciar os termos “Informática na Educação” de “Alfabetização em informática”. No caso de “alfabetização em informática” o aluno usa a máquina para adquirir conceitos computacionais, aprender a mexer no mouse, ligar o computador, ou seja, entender os princípios do funcionamento da máquina. A informática educativa não tem essa finalidade, ela é mais abrangente, de acordo com Valente, J.A (1997, p.11) “O termo Informática na Educação refere-se à inserção do computador no processo ensino-aprendizagem”.

A mudança pedagógica que todos almejam é a passagem de uma Educação baseada na transmissão da informação, para a criação de ambientes de aprendizagem nos quais o aluno torna-se o construtor do seu conhecimento. Assim o computador aparece como uma importante ferramenta que irá auxiliar o professor durante o processo de ensino-aprendizagem, a fim de realizar mudanças significativas na educação.

De acordo com Drucker (1993), precisa-se repensar o papel e a função da educação escolar e o uso de novas tecnologias, no qual será importante para haver uma mudança na educação, mas principalmente porque deverá ser forçado a fazer coisas novas, e não porque irá permitir que fizessem melhor as coisas velhas.

“A informática educativa trata-se do fato dos professores terem conhecimentos sobre os potenciais do computador e serem capazes de alterar adequadamente atividades tradicionais de ensino-aprendizagem em atividades que usam o computador” (VALENTE. J.A 1997, p. 12).

Valente, J.A (1993, p.6) destaca que “A verdadeira função do aparato educacional não deve ser a de ensinar, mas sim de criar condições de aprendizagem. Isso significa que o professor precisa deixar de ser o repassador de conhecimento e passar a ser o criador de ambientes de aprendizagem e o facilitador do processo de desenvolvimento intelectual do aluno”.

Para acontecer uma verdadeira mudança na educação, à escola como um todo deve repensar o seu papel.

### 2.3.2 Evolução da informática educativa no Brasil.

A informática educativa no Brasil foi influenciada pelo que estava acontecendo na França e nos Estados Unidos. Em 1971 aconteceu no Brasil mais precisamente na cidade do Rio de Janeiro a Primeira Conferência Nacional de Tecnologia em Educação Aplicada ao Ensino Superior (I CONTECE), onde E. Huggins, especialista da Universidade de Dartmouth, EUA, ministrou um seminário intensivo sobre o uso de computadores no ensino de Física (Souza, 1983). Em 1982, no I Seminário Nacional de Informática na Educação, realizado em Brasília, Françoise Faure, encarregada da área Internacional da Direção geral das Indústrias Eletrônicas e de informática da França, ministrou uma das duas palestras técnicas do evento.

Na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), em 1973, o núcleo de Tecnologia Educacional para a Saúde e o Centro Latino-Americano de Tecnologia Educacional (Nutes/Clates) usou software de simulação no ensino de Química. Já na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), nessa mesma época, foram realizadas algumas experiências, usando simulação de fenômenos de Física com alunos de graduação.

Na década de 80, os microcomputadores começaram a aparecer nas escolas particulares, principalmente nas que possuíam recursos financeiros. Entre 1980 e 1982, o Ministério da Educação realizou estudos e promoveu encontros nacionais para discutir a introdução da informática nas escolas. Foi nessa época que surgiu a hipótese de que os computadores, supridos de softwares educacionais, poderiam vir a substituir os professores. Verifica-se atualmente que essa hipótese não se confirmou, o uso da tecnologia em educação traz bons resultados, quando administrada pelo professor.

#### 2.3.2.1 O Projeto EDUCOM:

O projeto EDUCOM foi implantado no Brasil a partir de agosto de 1984, esse projeto foi realizado em cinco centros, são eles: Universidade Federal do Pernambuco, Universidade federal de Minas Gerais (UFMG), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), em cada um desses cinco centros o projeto tinha objetivos específicos.

- a) **EDUCOM na UFPE:** Tinha como objetivo a realização de pesquisas e atividades de formação nas áreas do ensino de informática para alunos do ensino médio e uso da informática com alunos deficientes auditivos.
- b) **EDUCOM na UFMG:** O objetivo era produzir programas educativos por meio do computador os chamados (PECs) e a implantação da informática na escola pública, utilizando diversas abordagens, como o uso de PECs e Logo\*.
- c) **EDUCOM na UFRJ:** O objetivo era desenvolver o software interativo (*courseware*) para o ensino de conteúdos de Matemática, Física, Química e Biologia do 1º e 2º graus e a preparação dos pesquisadores para o desenvolvimento desses programas.
- d) **EDUCOM na Unicamp:** O objetivo era o uso da metodologia Logo nas disciplinas de Matemática, Ciências e Português, de três escolas da rede pública de São Paulo.

- e) **EDUCOM na UFRGS:** O objetivo neste centro era o desenvolvimento de um sistema de auto avaliação, criação de simulações para o ensino de 2º grau e uso do Logo com alunos de 1º grau e com crianças deficientes mentais, também o desenvolvimento do sistema CAIMI (CAI para microcomputadores), considerado o primeiro software brasileiro de auxílio ao autor, desenvolvido para microcomputadores.

#### 2.3.2.2 O Projeto Proinfo

Em abril de 1997 foi criado pelo Ministério da Educação (MEC) e o presidente da República Fernando Henrique Cardoso, o Programa Nacional de Informática na Educação: o Proinfo (BRASIL, 1997).

Este projeto lançado pelo MEC tinha como objetivo geral a introdução de Novas Tecnologias de Informação e Comunicação na escola pública como ferramenta de apoio ao processo de ensino-aprendizagem, bem como, capacitar as pessoas para trabalhar com a tecnologia e com a educação de maneira adequada. A base tecnológica do Proinfo nos estados é o Núcleo de Tecnologia Educacional (NTE), cuja função é dar apoio ao processo de informatização nas escolas, auxiliando tanto no processo de incorporação e planejamento de novas tecnologias, quanto no suporte técnico e capacitação de professores e equipes administrativas das escolas.

Entre outros acontecimentos esses foram os primeiros fatos que ocorreram no Brasil para o desenvolvimento da informática educativa.

#### 2.3.3 Mudanças na educação

Mas qual será a verdadeira mudança pedagógica, que a informática educativa propõe para a educação no Brasil? Para responder a este questionamento primeiramente deverá explicar como vem a ser informática educativa, e depois descreveremos quais mudanças devem acontecer na educação e no ensino de física para poder se adequar a uma nova proposta de ensino.

### 2.3.3.1 O Professor em um ambiente educacional

A informática educativa propõe o uso de novas tecnologias que irão auxiliar o professor durante o processo de ensino-aprendizagem.

Para se adequar a esse novo ambiente educacional segundo Valente, J.A (1996) o professor teria que assumir novos papéis dentre os quais podemos destacar:

- a) O professor deverá incentivar o processo de melhorias contínuas, buscando sempre utilizar o conhecimento que o aluno já possui.
- b) O professor passará a ser um consultor, supervisor e facilitador durante o processo ensino-aprendizagem.
- c) Cabe ao professor o papel de desafiador, mantendo vivo o interesse do aluno em buscar novos conceitos.

Mas para haver essas mudanças no papel do professor, serão necessários novos modos que possam instruí-lo para o uso pedagógico do computador, assim como para refletir sobre sua prática e durante a prática “reflexão na prática e sobre a prática”, conforme Shön (1992).

### 2.3.3.2 Mudanças na escola

Para haver uma verdadeira mudança na Educação, não somente os professores devem mudar a sua metodologia de ensino, a escola também deve se adequar a um novo ambiente educacional. Garcia (1995 *apud* VALENTE; 1997, p.39) afirma que “[...] é preciso pensar o novo papel do professor de modo amplo, não só em relação ao currículo e ao contexto da escola.”

Portanto a mudança na Escola tem que envolver todos os participantes do processo educativo não somente professores e alunos, mas diretores, os pais, orientadores pedagógicos e, além disso, contar com apoios de universidades e especialistas externos. (GARCIA, 1995 *apud* VALENTE; 1997 p.39).

### 2.3.3.3 Mudanças no ensino de Física

A lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (lei 9.394/96) determina que o ensino médio seja a última etapa da Educação Básica e a Resolução do Conselho Nacional de educação/98 organiza as áreas do conhecimento, sendo que a Física está incluída nas Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. (BRASIL, 1999).

Segundo os PCNs/99 (Parâmetro Curricular Nacional), o ensino de Física vem sendo realizado de modo tradicional, sendo apresentada como um conjunto de leis e fórmulas desarticuladas, sem significado real para a vida do aluno, enfatizando a utilização de fórmulas, em situações artificiais, desvinculadas de seu significado físico, priorizando a resolução de exercícios repetitivos, que visam o aprendizado mecânico, sem que ocorra a construção do conhecimento e a aquisição de competências.

Outra deficiência no ensino de física é considerá-la como um produto acabado, fruto da genialidade de alguns cientistas e que não há espaço para novas descobertas, além de possuir uma lista de conteúdos demasiadamente grande e que são tratados separadamente, sem que haja relações entre os conteúdos.

A prática tradicional dessa disciplina deve ser superada, já não se pode admitir um ensino de Física voltado para uma simples transmissão do conhecimento, sem a preocupação com o significado atribuído pelo aprendiz ao conhecimento adquirido. Nos PCNs encontramos as perspectivas para uma mudança no ensino de Física.

A seguir, serão transcritas literalmente as competências e habilidades a serem desenvolvidas em Física, previstas pelos PCNs (BRASIL; 1999).

#### Representação e Comunicação

- Compreender enunciados que envolvem códigos e símbolos físicos. Compreender manuais de instalação e utilização de aparelhos.
- Utilizar e compreender tabelas, gráficos e relações matemáticas gráficas para a expressão do sabor físico. Ser capaz de discriminar e traduzir as linguagens matemática e discursiva entre si.

- Expressar-se corretamente utilizando linguagem física adequada e elementos de sua representação simbólica. Apresentar de forma clara e objetiva o conhecimento apreendido, através de tal linguagem.
- Conhecer fontes de informações e formas de obter informações relevantes, sabendo interpretar notícias científicas.
- Elaborar sínteses ou esquemas estruturados dos temas físicos trabalhados.

#### Investigação e Compreensão.

- Desenvolver a capacidade de investigação física. Classificar, organizar, sistematizar. Identificar regularidades. Observar, estimar ordens de grandeza, compreender o conceito de medir, fazer hipóteses, testar.
- Conhecer e utilizar conceitos físicos. Relacionar grandezas, quantificar, identificar parâmetros relevantes. Compreender e utilizar leis e teorias físicas.
- Compreender a física presente no mundo vivencial e nos equipamentos e procedimentos tecnológicos. Descobrir o “como funciona” de aparelhos.
- Construir e investigar situações-problema, identificar a situação física, utilizar modelos físicos, generalizar de uma a outra situação, prever, avaliar, analisar previsões.
- Articular o conhecimento físico com conhecimentos de outras áreas do saber científico.

#### Contextualização sociocultural

- Reconhecer a física enquanto construção humana, aspectos de sua história e relações com o contexto cultural, social, político e econômico.
- Reconhecer o papel da física no sistema produtivo, compreendendo a evolução dos meios tecnológicos e sua relação dinâmica com a evolução do conhecimento científico.
- Dimensionar a capacidade crescente do homem propiciada pela tecnologia.

- Estabelecer relações entre conhecimento físico e outras formas de expressão da cultura humana.
- Ser capaz de emitir juízos de valor em relação a situações sociais que envolvem aspectos físicos e/ou tecnológicos relevantes.

As competências e habilidades citadas têm como objetivo rediscutir o ensino de Física, com o objetivo de promover uma melhor compreensão de mundo e preparação para uma cidadania adequada.

A física quase sempre é ensinada através de fórmulas que descrevem determinado fenômeno. Não se questiona a origem delas, não se mostra que fórmulas são as representações de modelos, que foram criados para se entender determinado evento. O ensino de Física coloca a aprendizagem “memorística” como a única alternativa, sem um significado real dos conceitos para a vida do aluno. Segundo Tavares (2010; p. 4) “A aprendizagem mecânica ou memorística se dá com absorção literal e não substantiva do novo material”.

As causas apontadas por muitos docentes para explicar as dificuldades na aprendizagem dessa disciplina são múltiplas e as mais variadas. Como exemplo, a pouca valorização do professor, as suas precárias condições de trabalho, a ênfase na Física Clássica. Das atitudes recorrentes nos alunos, destaca-se falta de motivação e a falta de interesse em discutir assuntos do cotidiano relacionados à ciência. Outras contribuições para o agravamento desse quadro que se têm observado é o enfoque predominante da chamada Física-Matemática em detrimento de uma Física conceitual.

Sem contar com o abismo existente entre o que é ensinado nas salas de aula e a vida cotidiana dos alunos, assim como a falta de contextualização dos conteúdos desenvolvidos e a sua relação com questões e do dia-a-dia.

Conforme a Abib (1988):

Os problemas citados revelam que o ensino de Física da maneira que vêm sendo realizada não surte efeito significativo na vida dos alunos, assim precisamos repensar o método de ensinar Física.

Uma solução possível mais não única é a utilização de softwares como objetos de aprendizagem, por exemplo, utilizando simulações, animações e demonstrações de experimentos simples de ciências na sala de aula, que é um recurso eficiente.

#### 2.3.3.4 Os softwares como ferramenta pedagógica.

O computador é um importante instrumento que pode passar a informação ao aluno ou criar situações que facilitem a construção do conhecimento. Devemos entender que independente da abordagem (instrucionista ou construcionista) o processo de ensino-aprendizagem não deve estar restrito ao *software*, mas a interação do aluno-*software*. Para tal finalidade foram desenvolvidos alguns tipos de *softwares* que podem ser usados na Educação no intuito de criar ambientes, onde o aluno possa construir seu conhecimento, ou de simplesmente transmitir a informação ao aluno.

### 2.4 Mapas conceituais.

Será visto neste tópico, resumidamente. A abordagem histórica da criação da proposta de mapas conceituais fundamentada em uma teoria de aprendizagem. Sendo abordados também alguns modelos para mapas conceituais bem como alguns modelos propostos, assim como também, o uso dos mapas conceituais na educação, mais especificamente sobre seu uso como ferramenta de avaliação.

#### 2.4.1 O enfoque dos mapas conceituais na visão de Novak

Os mapas conceituais foram desenvolvidos em 1972 no âmbito do programa de Novak pesquisa da Universidade de Cornell, onde ele buscou acompanhar e entender as mudanças no conhecimento das crianças sobre ciência (Novak & Musonda, 1991). Durante o curso deste estudo os pesquisadores entrevistaram muitos filhos, e eles acharam difícil identificar mudanças específicas na compreensão das crianças sobre conceitos científicos, através de exame de transcrições da entrevista. Este programa foi baseado na psicologia de aprendizagem de David Ausubel (1963, 1968; Ausubel *et al.*, 1978). A ideia fundamental em psicologia cognitiva de Ausubel é que a aprendizagem ocorre por *assimilação* de novos conceitos e proposições em conceito e enquadramentos proposicionais realizados pelo aluno.

Esta estrutura de conhecimento, realizada por um aluno também é conhecido como estrutura cognitiva do indivíduo. Fora a necessidade de encontrar uma melhor maneira de representar a compreensão conceptual das crianças surgiu à ideia de representar o conhecimento das crianças, sob a forma de um mapa conceitual. Assim nasceu uma nova ferramenta não só para uso em pesquisa, mas também para muitos outros usos.

Os mapas conceituais são ferramentas gráficas para organizar e representar o conhecimento. Incluem conceitos, geralmente fechado em círculos ou caixas de algum tipo, e as relações entre os conceitos indicados por uma linha de conexão entre dois conceitos. Podem existir Palavras sobre a linha, denominada palavras de ligação ou frases de ligação que especifica a relação entre os dois conceitos. Definir-se conceito como uma regularidade percebida em eventos ou objetos, ou registros de acontecimentos ou objetos, designados por um rótulo. A etiqueta para a maioria dos conceitos é uma palavra, embora às vezes usaram-se símbolos como + ou %, e às vezes mais de uma palavra é usada. Proposições são declarações sobre algum objeto ou evento no universo, seja natural ou construído. As proposições contêm dois ou mais conceitos ligados através de palavras ou frases que ligam para formar uma declaração significativa. Às vezes, estes são chamados de unidades semânticas ou unidades de significado.

Outra característica dos mapas conceituais é de que os conceitos são representados de forma hierárquica, com os conceitos mais gerais e abrangentes no topo do mapa e os conceitos menos gerais e mais específicos organizados hierarquicamente abaixo. A estrutura hierárquica para um domínio particular do conhecimento também depende do contexto em que esse conhecimento está sendo aplicado ou considerado. Portanto, é melhor para a construção de mapas conceituais com referência a alguma questão particular, procurar responder, a chamada questão de foco. O mapa conceitual pode pertencer a alguma situação ou evento que estamos a tentar compreender, através da organização do conhecimento na forma de um mapa, proporcionando assim o contexto para o referido mapa conceitual. Iremos visualizar, também, outra característica importante dos mapas conceituais que é a inclusão de ligações cruzadas. Trata-se de relações ou ligações entre conceitos em diferentes segmentos ou domínios do mapa conceitual. Ligações cruzadas pode ajudar a ver como um conceito em um domínio do conhecimento representado está relacionado a um conceito em outro domínio mostrado no mapa. Na criação de novos conhecimentos, ligações cruzadas muitas vezes representam saltos criativos por parte do produtor do conhecimento. Há duas características de mapas conceituais que são importantes na facilitação do pensamento criativo: a estrutura

hierárquica que é representada em um mapa bom e a capacidade para pesquisar e caracterizar novas ligações cruzadas.

#### 2.4.2 Mapas conceituais e aprendizagem significativa

A atribuição de significados idiossincráticos a nova informação é um reflexo da aprendizagem significativa, mapas conceituais, traçados por professores e alunos, refletirão tais significados, Ou seja, tanto mapas usados por professores como recurso didático, como mapas feitos por alunos em uma avaliação, têm componentes idiossincráticos. Significa, então, que não existe mapa conceitual “certo” ou “errado”. Um professor jamais deverá apresentar aos alunos o mapa conceitual de certo conteúdo e sim um mapa conceitual para esse conteúdo, pois o mapa tem relação significativa com o seu construtor e aos significados que ele atribuiu aos conceitos apresentados. De maneira semelhante, jamais se deve esperar que o aluno apresentasse na avaliação o mapa conceitual “correto” de certo conteúdo. Isso não existe. O que o aluno apresenta é o seu mapa, o que ele atribuiu de significados aos conceitos aprendidos, e o importante não é se esse mapa está certo ou não, mas sim se ele dá evidências de que o aluno está aprendendo significativamente o conteúdo. (MOREIRA, 2006).

No contexto da matéria de ensino, naturalmente, o professor ao ensinar tem a intenção de fazer com que o aluno adquira certos significados, que são compartilhados por certa comunidade de usuários. Fazer com que o aluno venha também a compartilhar tais significados é uma busca do ensino. Mapas de conceitos podem ser valiosos para se chegar a esse objetivo e podem dá informação sobre como está sendo alcançado. Contudo, mapa conceitual tanto construído pelo aluno como construído pelo professor têm significados pessoais. Basta pedir a dois professores, com igual conhecimento, que tracem um mapa de conceitos para certo conteúdo: seus mapas terão semelhanças e diferenças. O bom entendimento da matéria poderá ser evidenciado pelos dois mapas sem que se possa dizer que um é melhor do que outro e muito menos que um é certo e outro errado. O mesmo é válido em relação a mapas conceituais traçados por dois alunos na avaliação da aprendizagem de um mesmo conteúdo. Contudo, é preciso cuidado para não cair em um relativismo onde “tudo vale”: alguns mapas são definitivamente pobres e sugerem falta de compreensão. (MOREIRA, 2006).

#### 2.4.2.1 Um modelo para mapeamento conceitual

Um modelo de mapa conceitual simplificado é proposto na figura 6, tomando como base o princípio ausubeliano (Ausubel, 1980) da diferenciação conceitual progressiva. Os conceitos mais gerais e inclusivos deste modelo aparecem na parte superior do mapa, outros conceitos aparecem em ordem descendente de generalidade e inclusão prosseguindo-se de cima para baixo no eixo vertical, até que, ao pé do mapa, chega-se aos conceitos mais específicos. Podem também aparecer na base do mapa exemplos. Linhas que conectam conceitos sugerem relações entre os mesmos, inclusive relações horizontais.

Este modelo propõe uma hierarquia vertical, de cima para baixo, indicando relações de subordinação entre conceitos. No topo, aparecem Conceitos que englobam outros conceitos, na base do mapa aparecem conceitos que são englobados por vários outros. Na mesma posição vertical aparecem conceitos com aproximadamente o mesmo nível de generalidade e inclusão. A dimensão horizontal do mapa é observada no fato de que diferentes conceitos possam aparecer na mesma posição vertical. Ou seja, no eixo das abscissas os conceitos são colocados de tal forma que fiquem mais próximos à que se constituem em diferenciação imediata de um mesmo conceito superordenado, enquanto os que o diferenciam mais remotamente ficam mais afastados na dimensão horizontal. Na prática, se dá prioridade ao ordenamento hierárquico vertical; por isso, as relações horizontais desejadas nem sempre são possível de ser mostradas. Desse modo, deve ser interpretado como menos estruturado, o eixo horizontal, enquanto que o vertical deve refletir bem o grau de inclusão dos conceitos (Rowell, 1978).

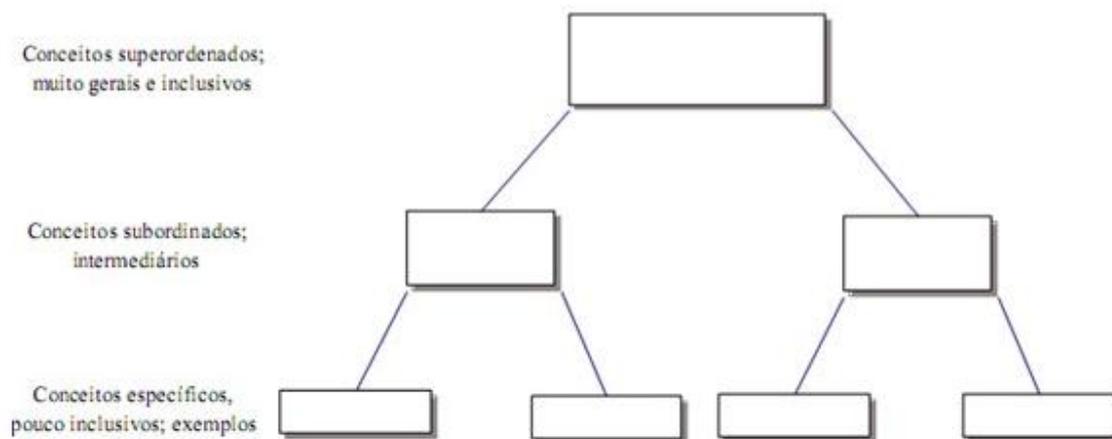


Figura 6 – Um Modelo para Mapeamento Conceitual Segundo a Teoria de Ausubel.

Fonte: MOREIRA, 2006, p. 47.

### 2.4.3 Tipos de mapas conceituais

Segundo Tavares (2007):

Quando se deseja otimizar um determinado processo, a utilização do mapa tipo fluxograma é a representação mais adequada. Esse tipo de mapa deixa claro quais são as confluências e as possíveis opções a serem escolhidas. Ele ainda é extremamente utilizado na elaboração de programas de computador, quando se deseja construir um algoritmo eficiente para determinada função. No entanto, o único tipo de mapa que explicitamente utiliza uma teoria cognitiva em sua elaboração é o mapa hierárquico do tipo proposto por Novak e Gowin (1999).

Para que seja melhor o conhecimento sobre os mapas conceituais e suas vantagens e desvantagens, Tavares (2007) cita-se alguns exemplos logo a seguir.

### 2.4.3.1 Mapa conceitual do tipo teia de aranha

Ele é organizado colocando-se o conceito central (ou gerador) no meio do mapa. Os demais conceitos vão se irradiando na medida em que nos afastamos do centro. Vantagens: Fácil de estruturar, pois todas as informações estão unificadas em torno de um ou vários temas centrais. O foco principal é a irradiação das relações conceituais, sem preocupação com as relações hierárquicas, ou transversais. Desvantagens: Dificuldade em mostrar as relações entre os conceitos, e desse modo permitir a percepção de uma integração entre as informações. Não fica clara a opinião do autor sobre a importância relativa entre os vários conceitos e o conceito central.

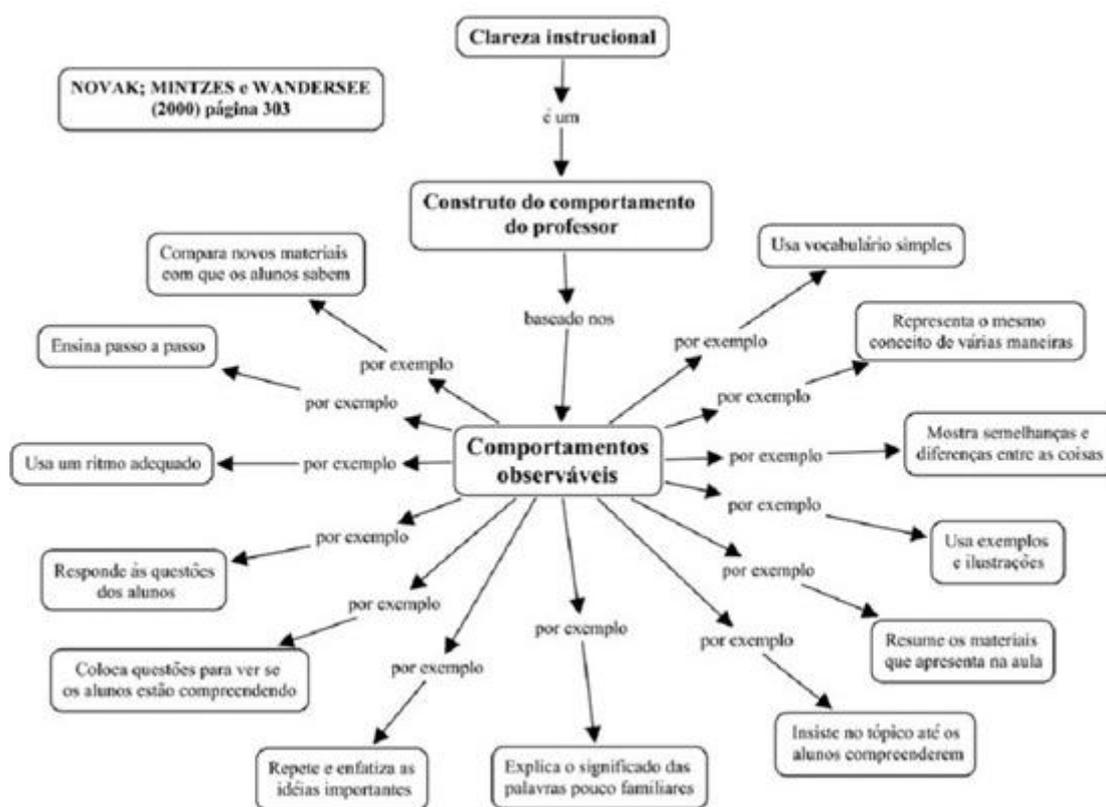


Figura 7 – Mapa conceitual do tipo TEIA de ARANHA.

Fonte: (TAVARES, 2007).

### 2.4.3.2. Mapa conceitual tipo fluxograma

Ele organiza a informação de uma maneira linear. Ele é utilizado para mostrar passo a passo determinado procedimento, e normalmente inclui um ponto inicial e outro ponto final. Um fluxograma é normalmente usado para melhorar o desempenho de um procedimento. Vantagens: Fácil de ler; as informações estão organizadas de uma maneira lógica e sequencial. Desvantagens: Ausência de pensamento crítico, normalmente é incompleto na exposição do tema. Ele é construído para explicitar um processo, sem a preocupação de explicar determinado tema; na sua gênese não pretende facilitar a compreensão do processo, mas otimizar a sua execução.

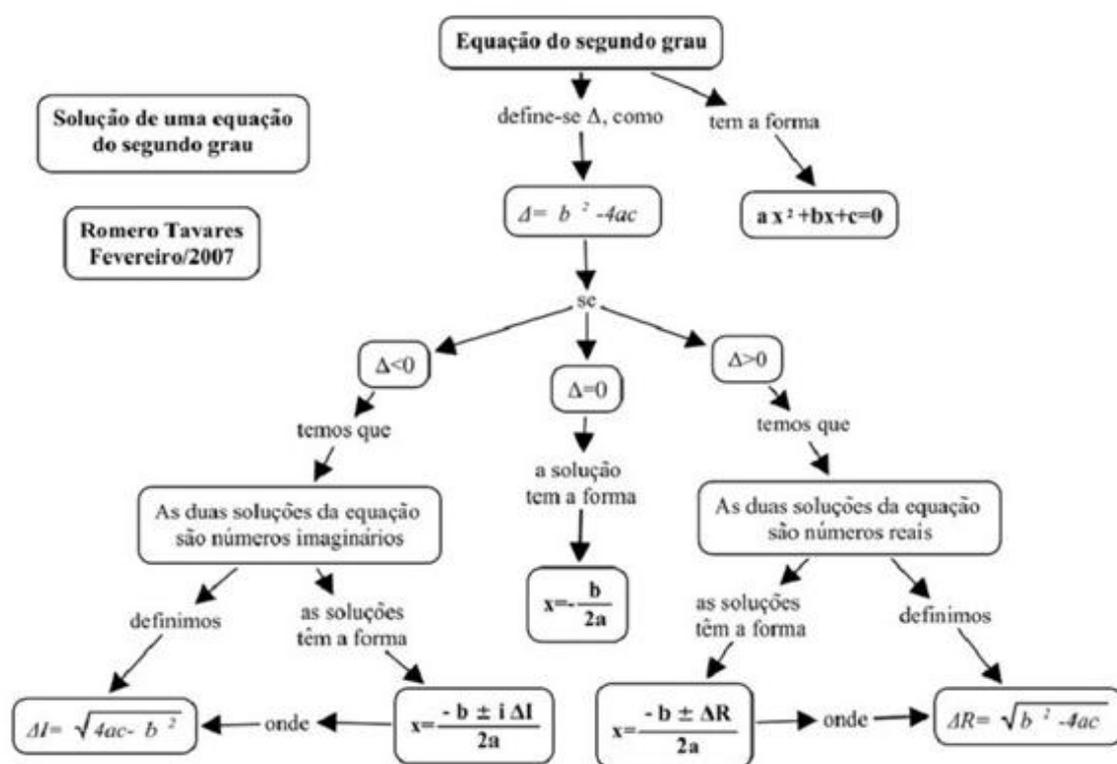


Figura 8 – Mapa conceitual do tipo FLUXOGRAMA.

Fonte: (TAVARES, 2007).

### 2.4.3.3. Mapa conceitual tipo sistema: entrada e saída

Organiza a informação num formato que é semelhante ao fluxograma, mas com o acréscimo da imposição das possibilidades “entrada” e “saída”. Vantagens: Mostra várias relações entre os conceitos. Desvantagens: Algumas vezes é difícil de ler devido ao grande número de relações entre os conceitos. Na sua gênese pretende explicar a transformação de insumos em produto acabado. É adequado para explicar processos que impliquem em entrada e saída.

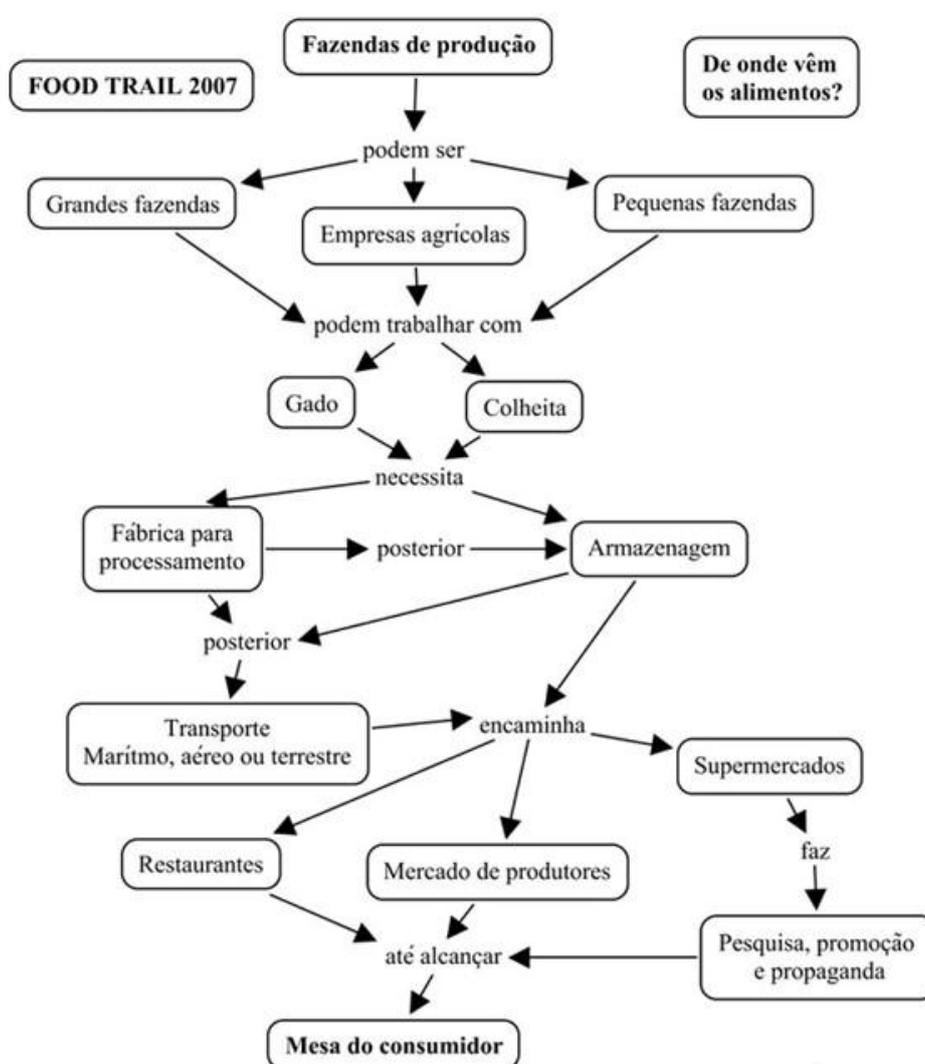


Figura 9 – Mapa Conceitual do Tipo ENTRADA e SAÍDA.

Fonte: (TAVARES, 2007).

#### 2.4.3.4. Mapa conceitual hierárquico

A informação é apresentada numa ordem descendente de importância. A informação mais importante (inclusiva) é colocada na parte superior. Um mapa hierárquico é usado para nos dizer algo sobre um procedimento. Vantagens: Os conceitos mais inclusivos estão explícitos; os conceitos auxiliares e menos inclusivos estão inter-relacionados. Estrutura o conhecimento de maneira mais adequada a compreensão humana, considerando em posição de destaque os conceitos mais inclusivos. Desvantagens: Mais difícil de externar e construir, visto que expõe a estrutura cognitiva do autor sobre o assunto. A clareza do autor sobre o tema fica evidente quando da sua construção. A sua construção sempre representa um desafio, visto que explicita (principalmente para si) a profundidade do conhecimento do autor sobre o tema do mapa.



Figura 10 – Mapa conceitual do tipo HIERÁRQUICO.

Fonte: (SILVA, 2006 apul TAVARES, 2007).

#### 2.4.4 Construindo um bom mapa conceitual segundo a proposta de Novak

Identifique os conceitos-chave do conteúdo que vai mapear e ponha-os em uma lista. Limite entre seis e dez o número de conceitos. (Geralmente, não são muitos os conceitos-chave de certo conteúdo, de certo conhecimento.) Ordene os conceitos, colocando o(s) mais geral(is), mais inclusivo(s) no topo do mapa e, gradualmente, vá agregando os demais até completar o diagrama de acordo com o princípio da diferenciação progressiva. Se o mapa se refere, por exemplo, a um parágrafo de um texto, o número de conceitos fica limitado pelo próprio parágrafo. Se o mapa incorpora também seu conhecimento sobre o assunto, além do contido no texto, conceitos mais específicos podem ser incluídos no mapa. Conecte os conceitos com linhas e rotule essas linhas com uma ou mais palavras chave que explicitem as relações entre os conceitos. Os conceitos e as palavras chave devem formar uma proposição que expresse o significado da relação. Evite palavras que apenas indiquem relações triviais entre os conceitos. Busque relações horizontais e cruzadas. Exemplos podem ser agregados ao mapa, embaixo dos conceitos correspondentes. Em geral, os exemplos ficam na parte inferior do mapa. Geralmente, o primeiro intento de mapa tem simetria pobre e alguns conceitos ou grupos de conceitos acabam mal situados em relação a outros que estão mais relacionados. Talvez neste ponto você já comece a imaginar outras maneiras de fazer o mapa. Pode ser lembrado também que não há um único modo de traçar um mapa conceitual. À medida que muda sua compreensão sobre as relações entre os conceitos, ou à medida que aprendem o mapa também muda. Um mapa conceitual é um instrumento dinâmico, refletindo a compreensão de quem o faz no momento em que o faz. Compartilhe seu mapa com colegas e examine os mapas deles. Pergunte o que significam as relações, questione a localização de certos conceitos, a inclusão de alguns que não lhe parecem importantes, a omissão de outros que você julga fundamentais. O mapa conceitual é um bom instrumento para compartilhar, trocar e "negociar" significados. (MOREIRA, 2006, p. 92).

Podemos evidenciar melhor esse modelo observando a figura 13, apresentada pelo próprio NOVAK, Mostra um exemplo de um mapa conceitual que descreve a estrutura de mapas conceituais e ilustra algumas de suas características.

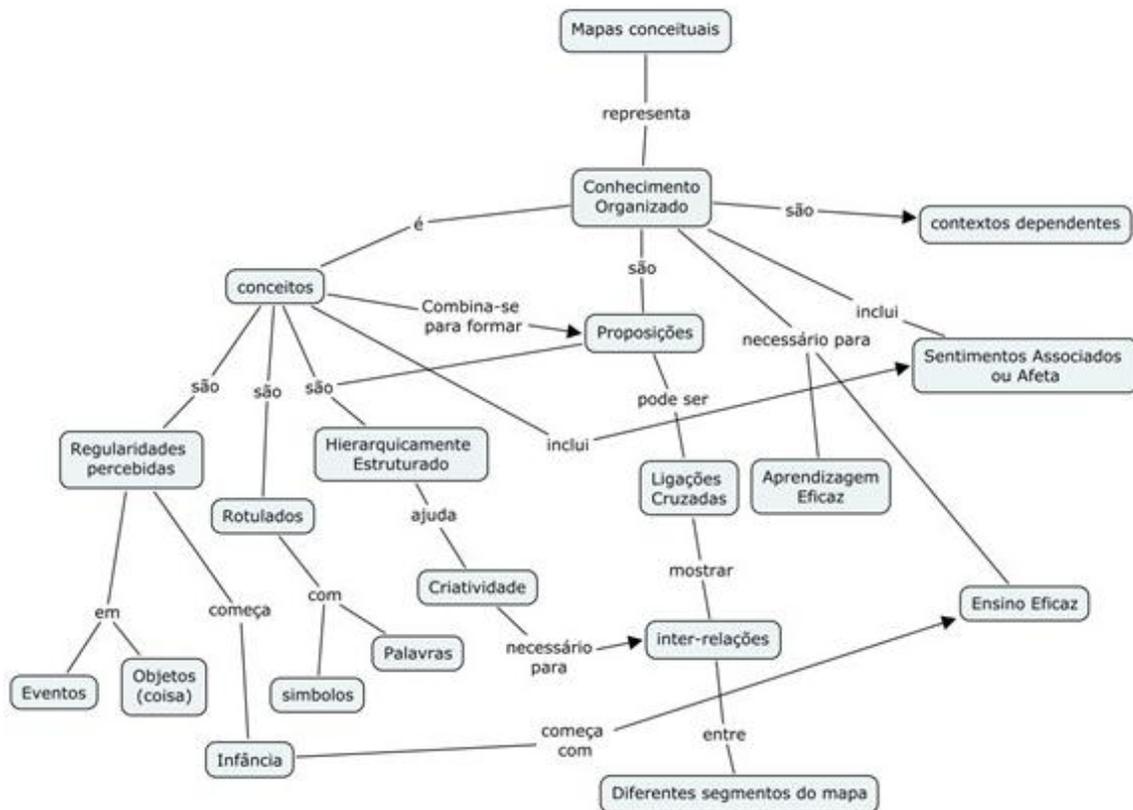


Figura 11 – Um conceito de mapa que mostra as principais características de mapas conceituais. Os mapas conceituais tendem a ser lido e a progredir, a partir do topo para baixo.

Fonte: (NOVAK, 2006 traduz Almeida, 2010).

#### 2.4.5 Uso dos mapas conceituais

De um modo geral, mapas conceituais podem ser usados como instrumentos de ensino e/ou de aprendizagem (onde está implícito o seu uso como ferramenta de avaliação). Além disso, podem também ser utilizados como auxiliares na análise e planejamento do currículo (Stewart et al., 1979), particularmente na análise do conteúdo curricular. Todavia, em cada um destes usos, mapas conceituais podem ser sempre interpretados como instrumentos para "negociar significados" (MOREIRA, 2006). Estaremos abordando neste trabalho o seu uso como ferramenta de avaliação que como já foi dito faz parte do processo ensino-aprendizagem.

#### 2.4.6 Mapas conceituais como instrumento de avaliação

Outra possibilidade de uso dos mapas conceituais está na avaliação da aprendizagem. Avaliação não com o objetivo de testar conhecimento e dar uma nota ao aluno, a fim de classificá-lo de alguma maneira, mas no sentido de obter informações sobre o tipo de estrutura que o aluno vê para um dado conjunto de conceitos. Para isso, pode-se solicitar ao aluno que construa o mapa ou este pode ser obtido indiretamente através de suas respostas a testes escritos ou entrevistas orais. (Moreira e Novak, 1987).

Portanto, o uso de mapas conceituais como instrumentos de avaliação implica uma postura que, para muitos, difere da usual. Na avaliação através de mapas conceituais a principal ideia é a de avaliar o que o aluno sabe em termos conceituais, isto é, como ele estrutura, hierarquiza, diferencia, relaciona, discrimina, integra conceitos de uma determinada unidade de estudo, tópico, disciplina, etc.

Aquilo que o aluno já sabe, isto é, seu conhecimento prévio, parece ser o fator isolado que mais influencia a aprendizagem subsequente (Ausubel, 1978, 1980). Se assim for, torna-se extremamente importante para a instrução avaliar, da melhor maneira possível, esse conhecimento. Os mapas conceituais se constituem em uma visualização de conceitos e relações hierárquicas entre conceitos que pode ser muito útil, para o professor e para o aluno, como uma maneira de exteriorizar o que o aluno já sabe. Obviamente, não se trata de uma representação precisa e completa do conhecimento prévio do aluno, mas sim, provavelmente, de uma boa aproximação. Se entendermos a estrutura cognitiva de um indivíduo, em certa área de conhecimento, como o conteúdo e organização conceitual de suas ideias nessa área, mapas conceituais podem ser usados como instrumentos para representar a estrutura cognitiva do aprendiz.

Assim sendo, os mapas conceituais serão úteis não só como auxiliares na determinação do conhecimento prévio do aluno (ou seja, antes da instrução), mas também para investigar mudanças em sua estrutura cognitiva durante a instrução. Dessa forma se obtém, inclusive, informações que podem servir de realimentação para a instrução e para o currículo.

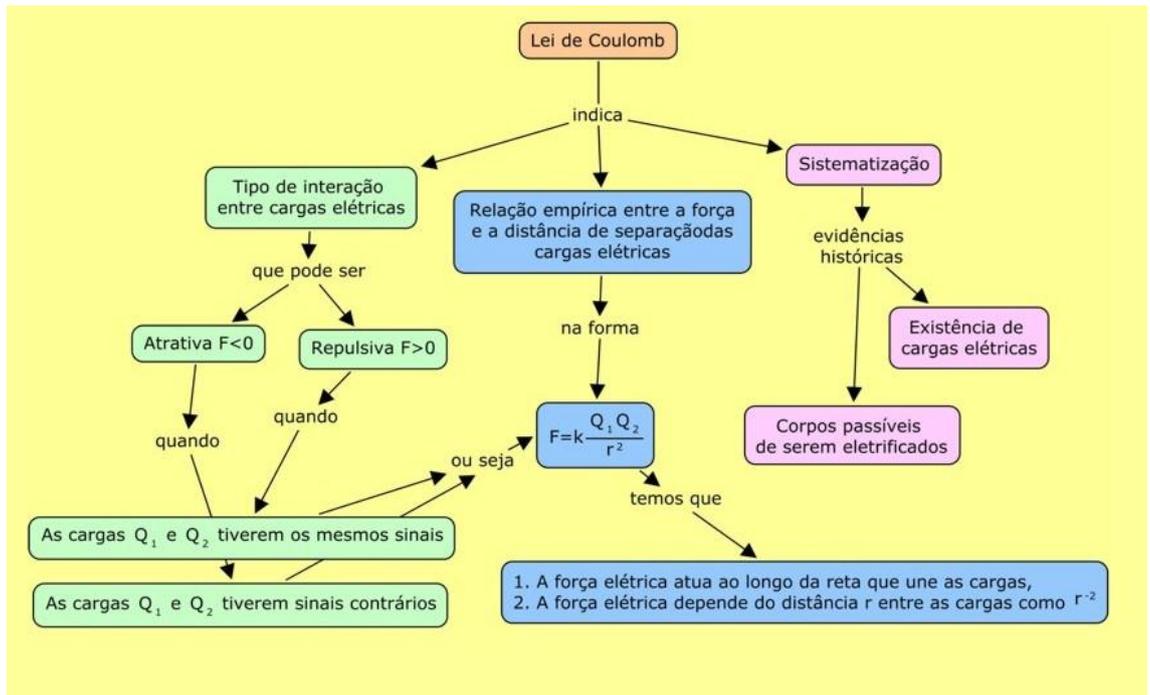


Figura 12 – Mapa conceitual da Lei de Coulomb

Fonte: Objeto de Aprendizagem NOA - UFPB

### 3 METODOLOGIA APLICADA

A Lei de Coulomb descreve as forças de interação entre duas partículas eletrizadas, sendo que essas forças de interação são iguais em módulo, porém de sentidos iguais ou opostos, ou seja, Forças de repulsão ou atração. Esse conhecimento é de fundamental importância para alunos do ensino médio onde, na maioria das vezes, desconhece esses conceitos.

Com base nessas informações, foi apresentado primeiramente um mapa de conceitos sobre a lei de Coulomb para estudantes, de ensino médio, de escolas distintas, no qual se utilizou como fonte de pesquisa, um questionário referente.

O questionário continha conhecimentos básicos a respeito da Lei de Coulomb, as dificuldades com o aprendizado dos alunos, se o tempo de aula é eficaz para que o professor possa transmitir o conteúdo e se ele utiliza ou utilizou de meios interativos. Esse questionário foi realizado durante um determinado período de uma aula. Para iniciar as atividades, foi designado a eles que a resolução seria individual, mas eles poderiam trocar ideias entre si. Esse questionário servirá como resultado da pesquisa, para saber se há dificuldades, ou não, dos alunos em relação a esse assunto, ou se ocorreu em algum momento, desinteresse dos mesmos. Em outro momento, após a aplicação do questionário, foram propostas aulas com alternativas para resolver tais dificuldades dos alunos, sendo utilizando o **Objeto de Aprendizagem (OA)** e também o **Mapa Conceitual** relacionado ao assunto em questão, utilizando tempo suficiente.

Na abordagem do assunto a respeito da Lei de Coulomb, foram utilizados mapas conceituais do NOA (UFPB), Objetos de aprendizagem de interação de cargas (atração e repulsão) para que os alunos pudessem assimilar melhor o conteúdo e que também eles pudessem tirar suas dúvidas.

Este foi um dos mapas conceituais utilizados para assimilação do conteúdo para os alunos, nela mostra toda a introdução teórica do assunto de uma maneira bem caracterizada.

Foi proposto também aos alunos que eles fizessem um Mapa de conceitos a respeito do respectivo assunto, de acordo com o que eles aprenderam em sala de aula.

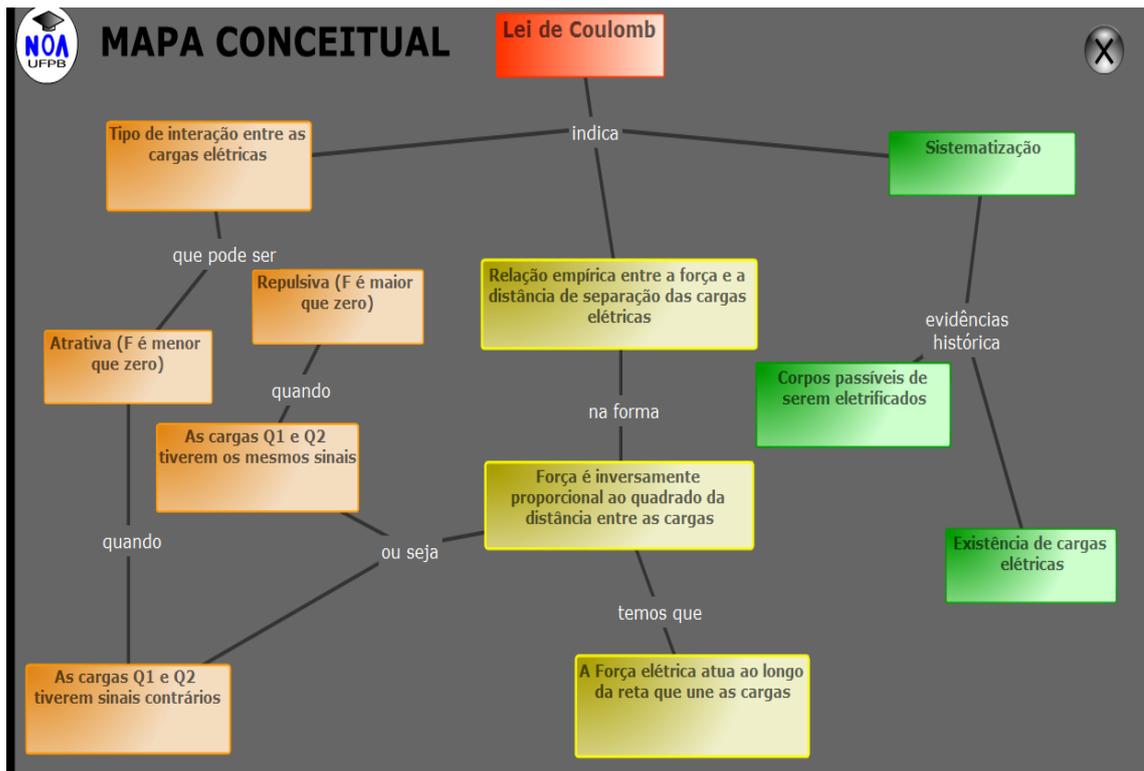


Figura 13 – Mapa conceitual da Lei de Coulomb (Objeto de Aprendizagem NOA - UFPB)

Fonte: (Objeto de Aprendizagem NOA - UFPB)

Em outro momento, foi apresentado um OA (Objeto de Aprendizagem) que apresenta as interações das cargas positivas e negativas, o seu comportamento após a interação e também o gráfico de interação delas.

Na figura 14, têm-se duas cargas, uma positiva e outra negativa inicialmente em repouso antes da interação. A tendência delas é se atraírem. Pode-se observar também que o OA caracteriza bem o procedimento, lança perguntas, resultando, para quem for utilizar uma assimilação do assunto e maior conhecimento.

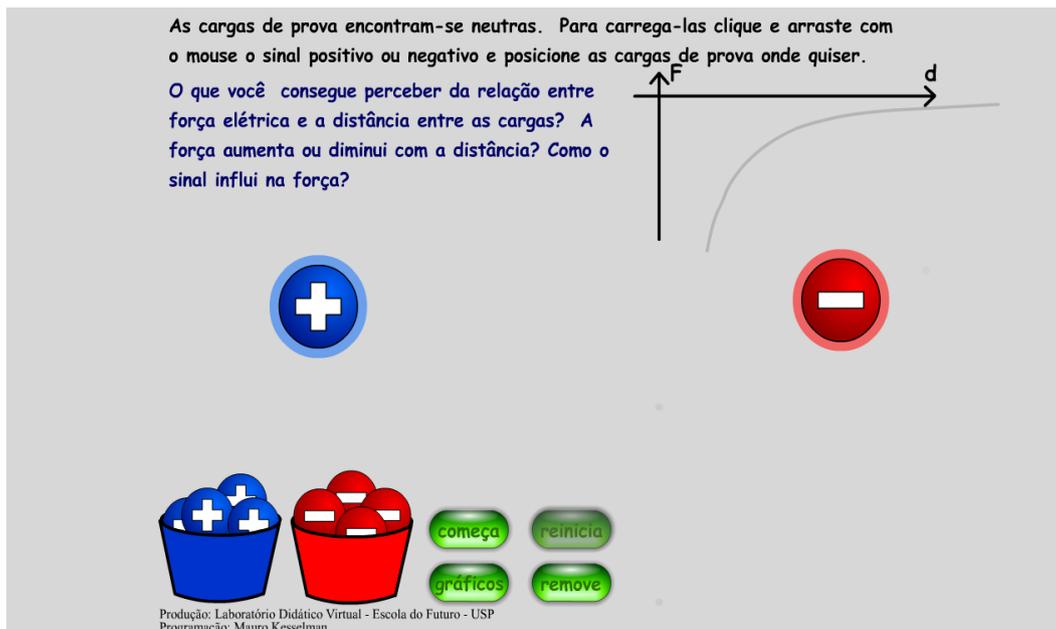


Figura 14 – Aplicação do objeto de aprendizagem da Lei de Coulomb. Carga positiva e negativa inicialmente em repouso.

Fonte: (Objeto de Aprendizagem NOA - UFPB)

Na figura 15, tem-se a interação das cargas positiva e negativa, ocorrendo uma atração entre elas, pode-se notar também que foi descrito um gráfico da força versus distancia ( $F \times d$ ) curvo, pois a força é inversamente proporcional ao quadrado da distancia entre as cargas, no qual caracteriza a atuação da força de atração.

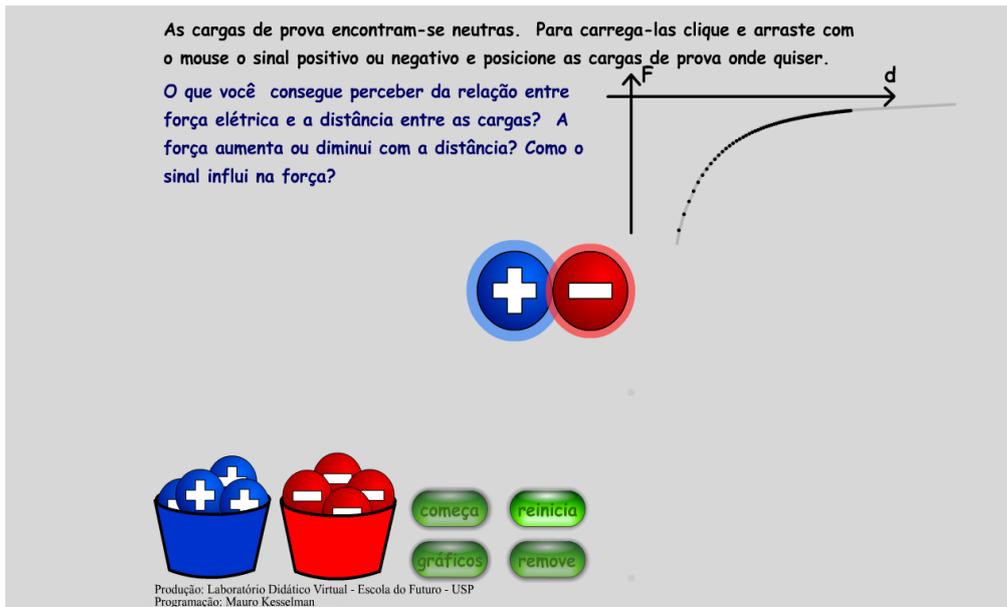


Figura 15 – Aplicação do objeto de aprendizagem da Lei de Coulomb. Força de atração entre carga positiva e negativa

Fonte: (Objeto de Aprendizagem NOA - UFPB)

Na figura 16, tem-se duas cargas positivas inicialmente em repouso e próxima, onde futuramente irá ocorrer uma força de repulsão entre elas.

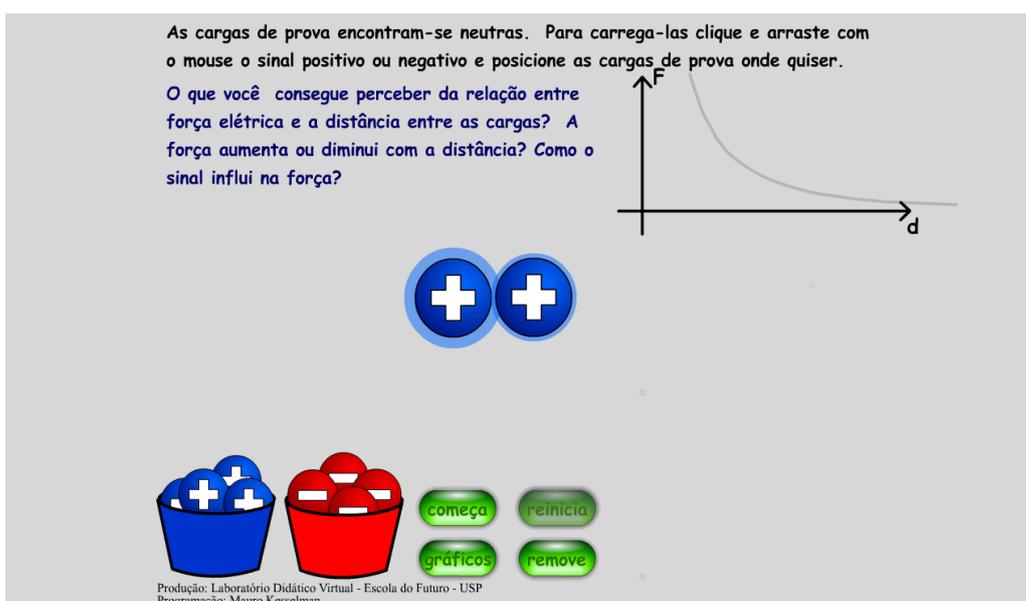


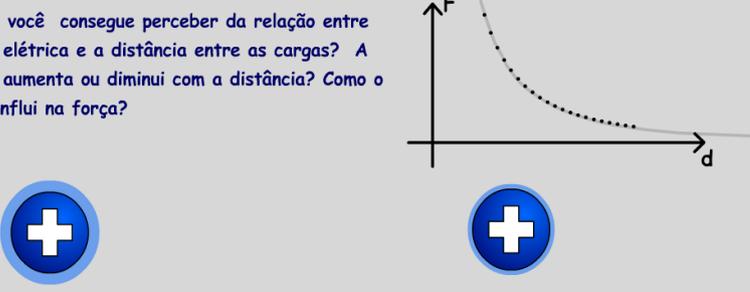
Figura 16 – Aplicação do objeto de aprendizagem da Lei de Coulomb. Cargas positivas inicialmente em repouso.

Fonte: (Objeto de Aprendizagem NOA - UFPB)

Na figura 17, tem-se a atuação da força de repulsão das duas cargas positivas, ou seja, elas se afastam, pode-se notar a formação de um novo gráfico da força versus distancia ( $F \times d$ ).

As cargas de prova encontram-se neutras. Para carrega-las clique e arraste com o mouse o sinal positivo ou negativo e posicione as cargas de prova onde quiser.

O que você consegue perceber da relação entre força elétrica e a distância entre as cargas? A força aumenta ou diminui com a distância? Como o sinal influi na força?



The diagram shows two blue circular icons with a white plus sign, representing positive charges, positioned horizontally. To their right is a graph with a vertical axis labeled 'F' and a horizontal axis labeled 'd'. A dashed curve starts high on the F-axis and decreases as it moves along the d-axis, representing an inverse relationship between force and distance.



The interface includes two buckets: a blue one containing plus signs and a red one containing minus signs. Below the buckets are four green buttons labeled 'começa', 'reinicia', 'gráficos', and 'remove'.

Produção: Laboratório Didático Virtual - Escola do Futuro - USP  
Programação: Mauro Kesselman

Figura 17 – Aplicação do objeto de aprendizagem da Lei de Coulomb. Cargas positivas sofrendo a atuação da força de repulsão.

Fonte: (Objeto de Aprendizagem NOA - UFPB)

Na figura 18, tem-se duas cargas negativas inicialmente em repouso e próximas uma da outra, onde futuramente irá ocorrer uma força de repulsão entre elas.

As cargas de prova encontram-se neutras. Para carrega-las clique e arraste com o mouse o sinal positivo ou negativo e posicione as cargas de prova onde quiser.

O que você consegue perceber da relação entre força elétrica e a distância entre as cargas? A força aumenta ou diminui com a distância? Como o sinal influi na força?

Produção: Laboratório Didático Virtual - Escola do Futuro - USP  
Programação: Mauro Kesselman

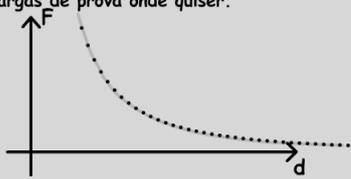
Figura 18 – Aplicação do objeto de aprendizagem da Lei de Coulomb. Cargas negativas inicialmente em repouso.

Fonte: (Objeto de Aprendizagem NOA - UFPB)

Na figura 19, tem-se a atuação da força de repulsão das duas cargas positivas, ou seja, elas se afastam, pode-se notar a formação de um novo gráfico da força versus distancia ( $F \times d$ ).

As cargas de prova encontram-se neutras. Para carrega-las clique e arraste com o mouse o sinal positivo ou negativo e posicione as cargas de prova onde quiser.

O que você consegue perceber da relação entre força elétrica e a distância entre as cargas? A força aumenta ou diminui com a distância? Como o sinal influi na força?



Produção: Laboratório Didático Virtual - Escola do Futuro - USP  
Programação: Mauro Kesselman

Figura 19 – Aplicação do objeto de aprendizagem da Lei de Coulomb. Cargas positivas sofrendo a atuação da força de repulsão.

Fonte: (Objeto de Aprendizagem NOA - UFPB)

Na figura 20, tem-se a aplicação da Lei de Coulomb, simulação da utilização da balança de torção, seja ela atração ou repulsão, no qual irá mostrar uma circunferência de raio  $r$ , duas cargas, no caso da figura positivas, onde pode ser feitas alterações nas medidas do ângulo, o valor da carga, com isso ocorre uma simulação de como irá ocorrer a força. Tem-se uma tabela mostrando os valores computados ao ocorrer a força, no caso dessa figura foram feitas três medidas. Também se mostra o gráfico da força versus distancia ( $F \times d$ ). Esse objeto possui também ícones abaixo da tabela, entre eles o ícone do mapa conceitual, exercícios referente ao assunto, contexto histórico e outros.

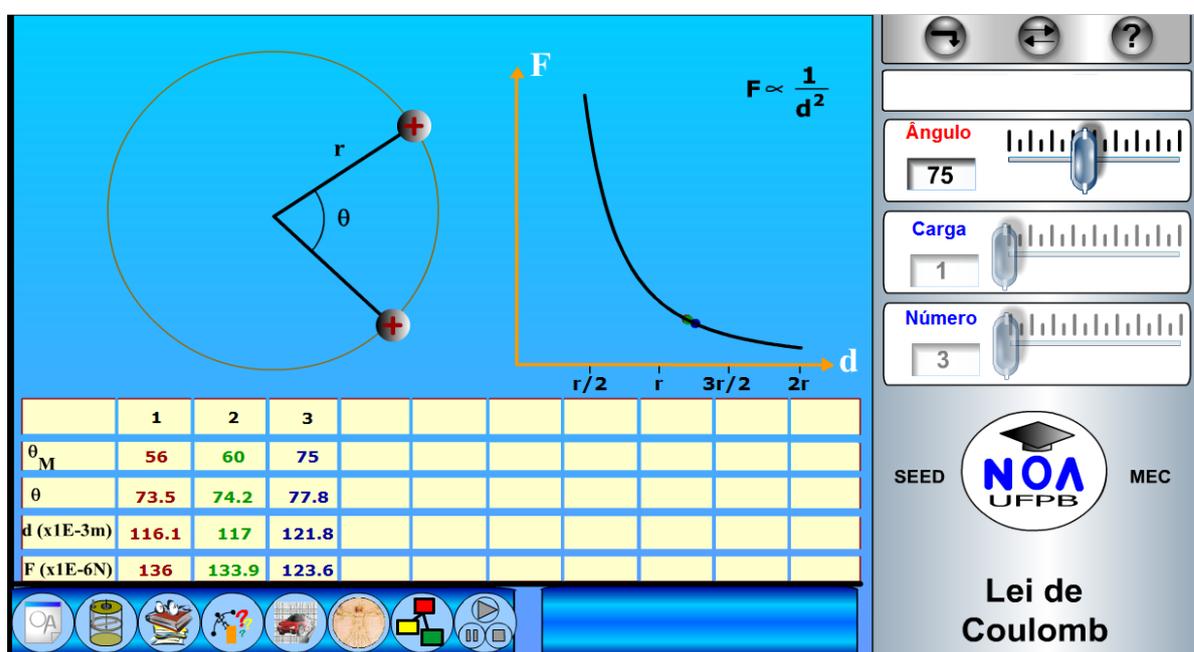


Figura 20 – Aplicação do Objeto de Aprendizagem da Lei de Coulomb.

Fonte: (Objeto de Aprendizagem NOA - UFPB)

Como foi visto, o OA utilizado traz muitos recursos, recursos esse que podem ser utilizados pelos docentes, para que a aprendizagem dos alunos seja eficaz e também que eles utilizem esse conhecimento para o seu cotidiano.

## 4 RESULTADOS

Os gráficos a seguir mostram os resultados do questionário aplicado para os alunos.

Na figura 21 apresenta os resultados da primeira pergunta do questionário, onde se procurava saber os conhecimentos prévios dos alunos sobre a constante eletrostática no vácuo. Observa-se que cerca de 76% dos alunos já tinham conhecimento desta constante e cerca de 24% não sabiam ou não lembravam.

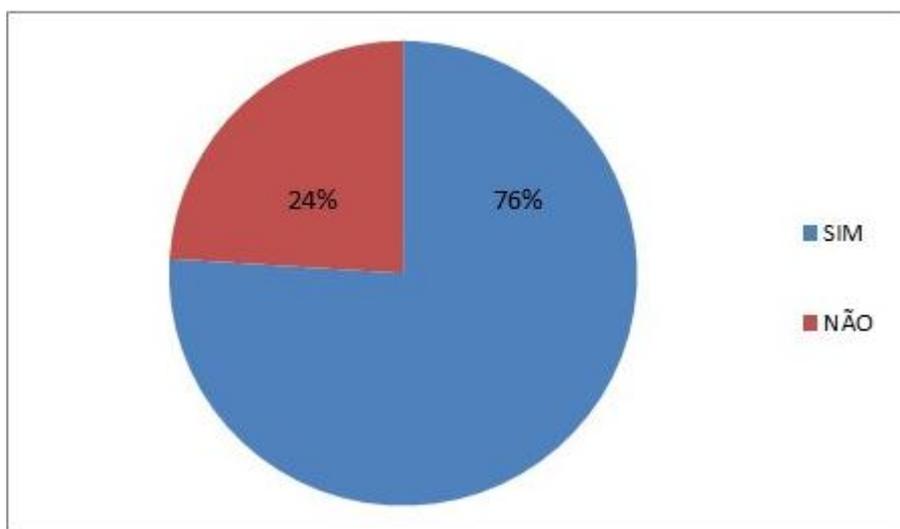


Figura 21 - Resultados da primeira pergunta do questionário

Esse conhecimento é básico para esse assunto, no qual é necessário o seu uso para o cálculo da Força elétrica entre duas cargas puntiformes. De acordo com esses resultados, os 24% dos alunos, no qual responderam *não*, pode ter sido resultado de uma má transmissão do respectivo conteúdo, fazendo com que ele não assimile bem ou não tenha interesse em aprender.

A figura 22 apresenta os resultados da segunda pergunta do questionário, onde se tratava em saber a dificuldade dos alunos em entender a Lei de Coulomb. Com os dados coletados observa-se que 44% têm dificuldades nos, cerca de 28% têm dificuldades nos conhecimentos matemáticos, 16% apresentam a falta de interesse em aprender o assunto conhecimentos teóricos do respectivo assunto, cerca de 10% optaram em outros motivos quaisquer cerca de 2% têm dificuldades devido à má transmissão do conteúdo designada

pelo docente, . Nota-se que boa parte dos alunos tem dificuldade em matemática, onde é importante esse conhecimento para ser aplicado na física em geral, mas a maioria mesmo apresentam dificuldades na parte teórica do conteúdo como mostra o resultado.

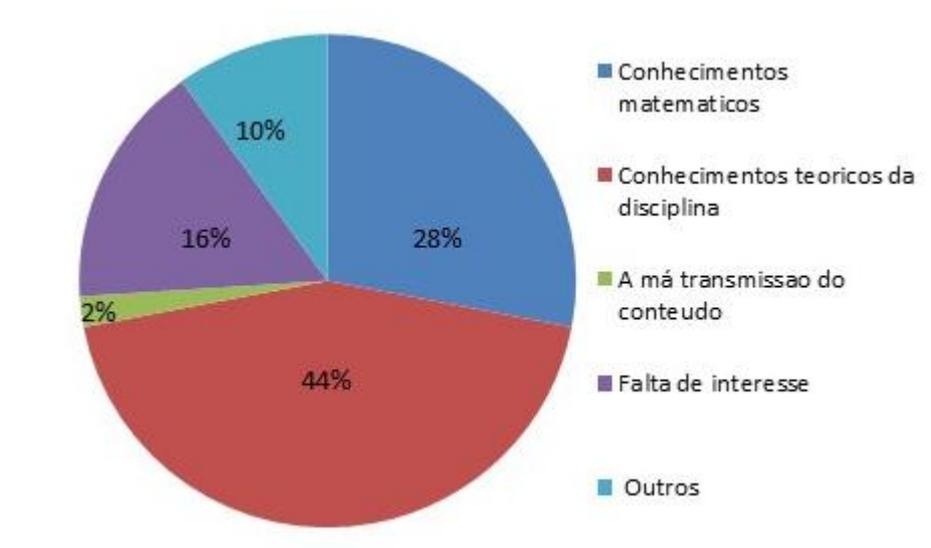


Figura 22 - Resultados da segunda pergunta do questionário.

A figura 23 apresenta os resultados da terceira pergunta do questionário, onde se tratava em saber se o tempo de aula era suficiente para o entendimento do assunto. Com os dados coletados tem-se que, cerca de 32% responderam que o tempo não era suficiente, cerca de 32% responderam que o tempo não era suficiente, porem o docente aproveitava ao máximo, cerca de 30% responderam que o tempo de aula era suficiente e cerca de 6% responderam outros. Havia outro item a ser respondido (Sim, porem o docente não aproveita o tempo), mas esse não foi opinado. Nota-se que a maioria dos alunos acha que o tempo de aula não é suficiente para poder aprender, uma vez que o docente aproveita ao máximo.

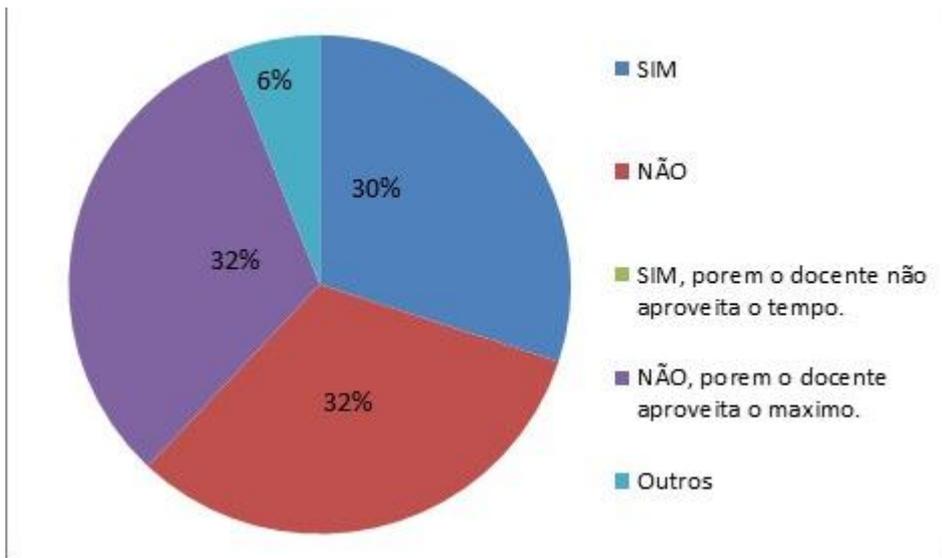


Figura 23 – Resultados da terceira pergunta do questionário.

A figura 24 apresenta o gráfico da quarta pergunta do questionário, onde se tratava em saber se o aluno ouvira falar em OA (Objetos de aprendizagem), no qual 56% responderam sim e cerca de 44% responderam não. Com os resultados dessa pergunta, nota-se que a maioria dos alunos tem conhecimento de OA, porém acredita-se que o docente já tenha utilizado, fazendo com que aula torne-se bem dinâmica.

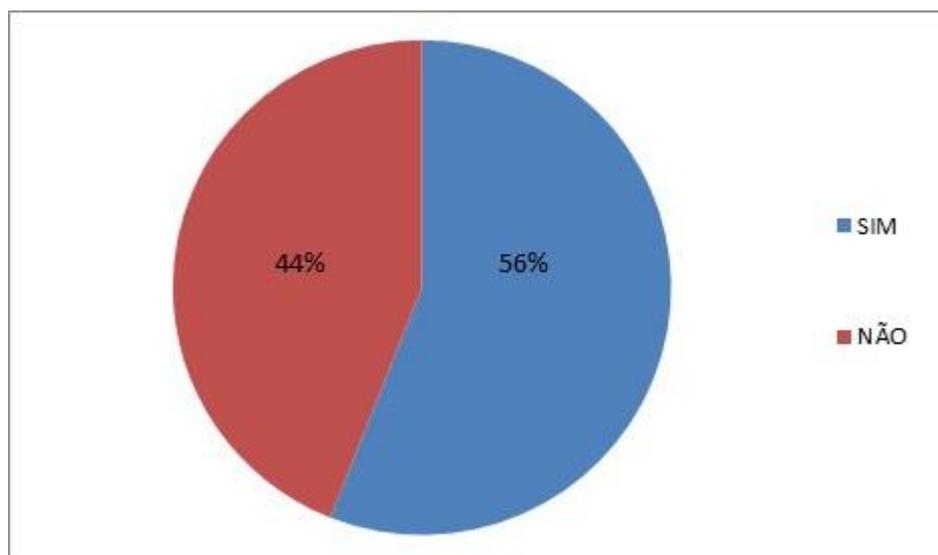


Figura 24 - Resultados da quarta pergunta do questionário.

A figura 25 tem-se os resultados da quinta pergunta, onde se tratava em saber se o professor já ministrou aulas envolvendo OA, com isso cerca de 54% responderam sim e cerca de 46% responderam que não. A importância desse resultado é mostrar que a utilização desses recursos torna a aula mais interativa, causando o interesse do aluno em aprender.

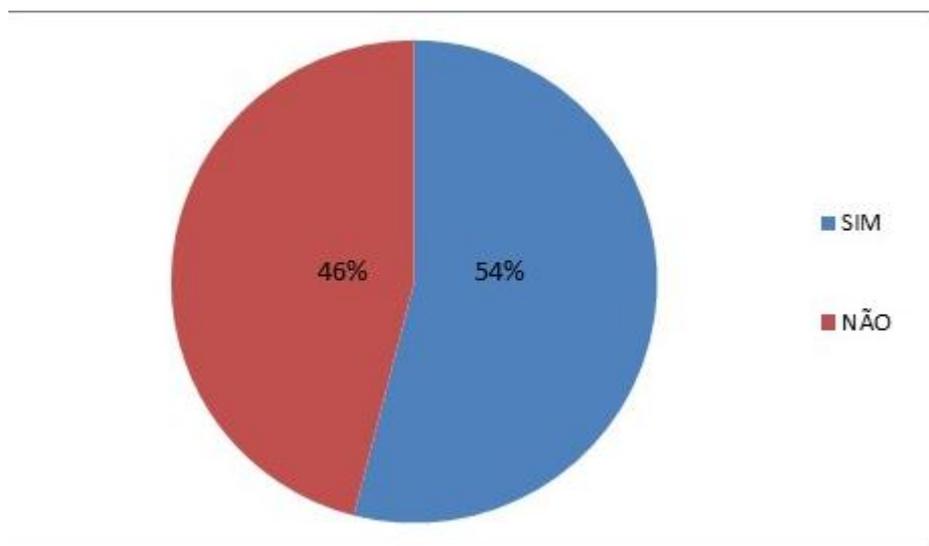


Figura 25 – resultados da quinta pergunta do questionário.

A figura 26 tem-se os resultados da sexta pergunta, que se refere à eficácia do aprendizado da Lei de Coulomb utilizando OA, logo cerca de 74% responderam sim, ou seja, a grande maioria e cerca de 26% responderam não. Como já havia sido dito antes, a importância do OA para o ensino de física, melhora o rendimento da aula como dos alunos.

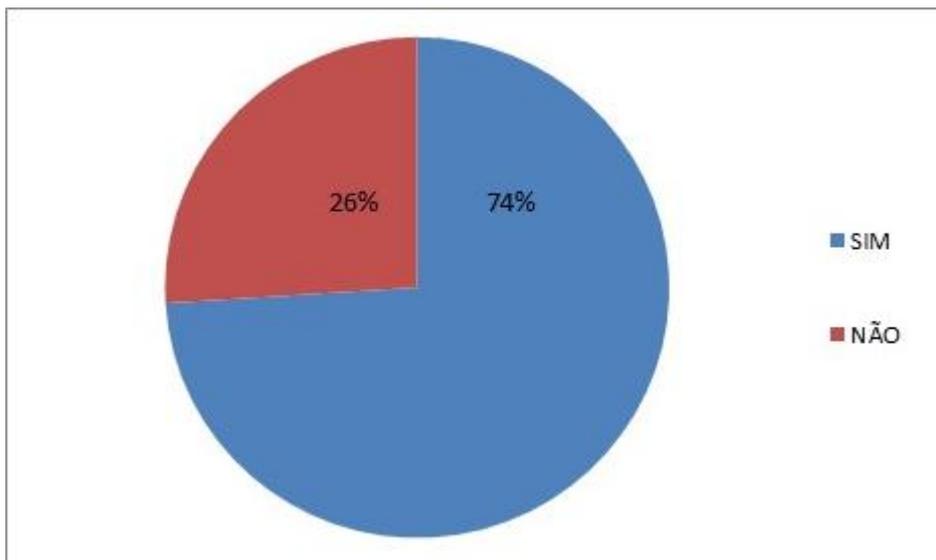


Figura 26 – Resultado da sexta pergunta do questionário.

A figura 27 têm-se os resultados da sétima pergunta referente ao conhecimento do aluno quanto ao mapa de conceitos, onde 58% tinham conhecimento e cerca de 42% não tinham conhecimento.

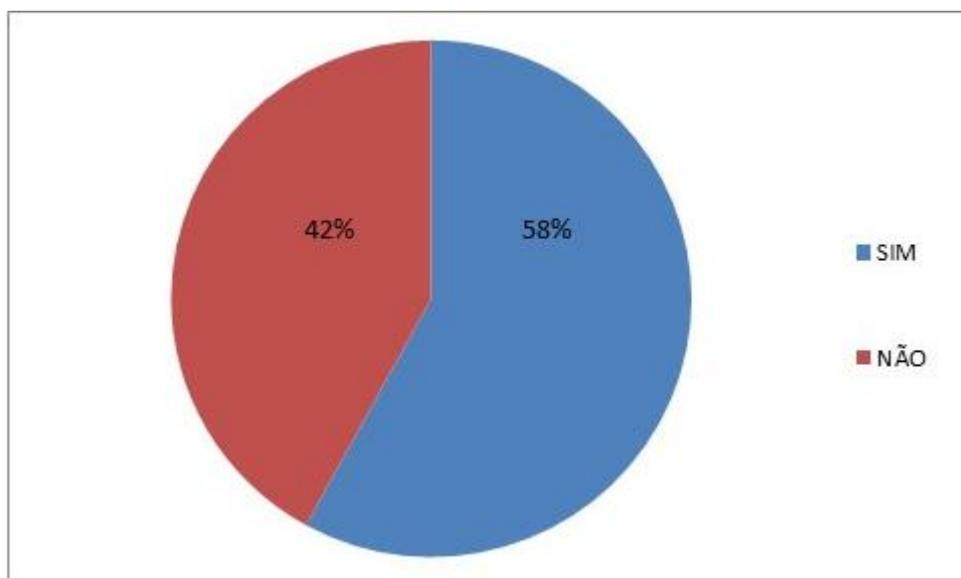


Figura 27 – Resultados da sétima pergunta do questionário.

A figura 28 apresenta os resultados da oitava pergunta no que se refere à ajuda do mapa de conceitos em relação ao aprendizado da Lei de Coulomb, onde 34% referem-se ao mapa como sendo uma forma de saber os conhecimentos físicos do respectivo assunto, cerca de 26% referem-se ao mapa de conceitos como organizador de ideias, cerca de 24% referem-se ao mapa como forma de ver o resumo da matéria, 18% responderam outros cerca de 2% referem-se ao mapa como uma ferramenta para saber o contexto histórico. O mapa de conceitos é outra forma de se aprender física, pois ele é capaz de relatar as principais ideias do conteúdo na forma de mapa conceitual, sendo para o aluno, uma ferramenta importante para seu aprendizado.

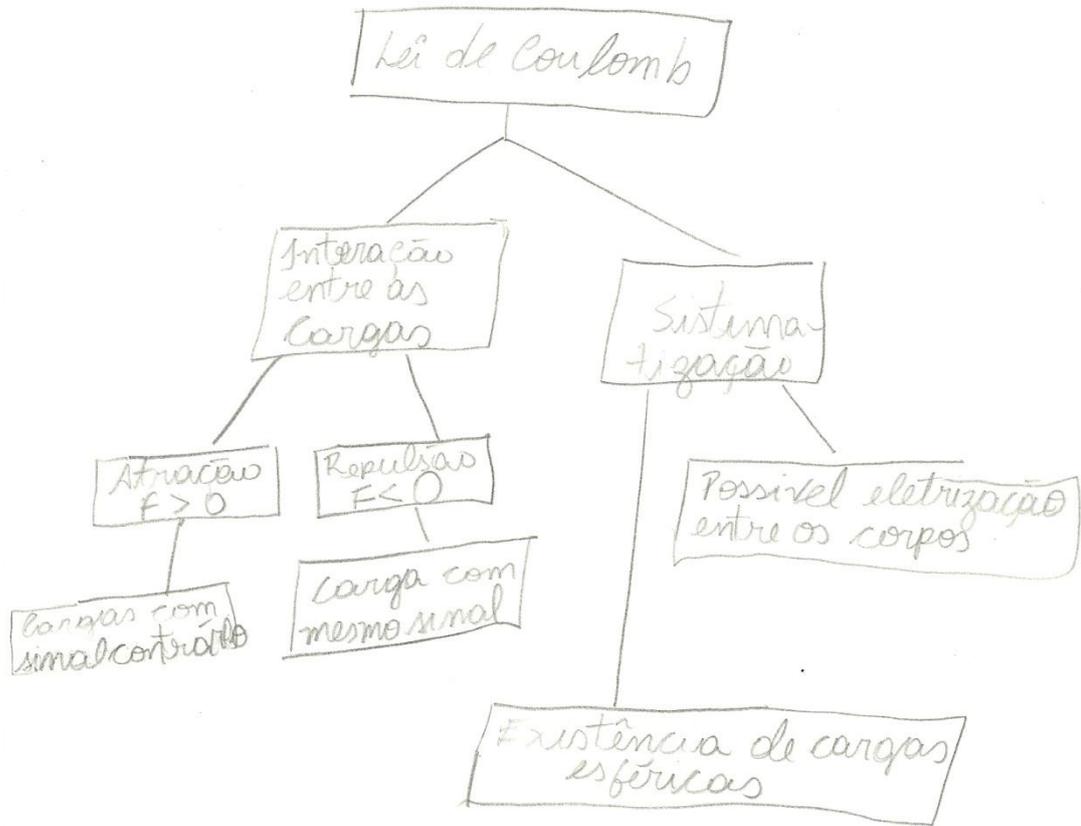


Figura 28 – Resultados da oitava pergunta do questionário.

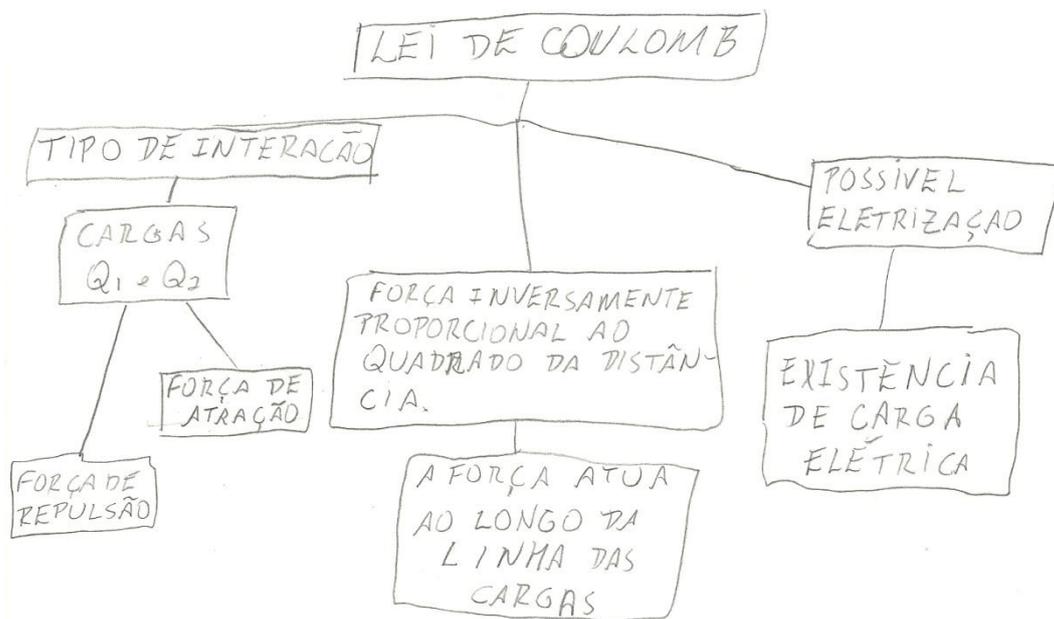
A utilização do OA, assim como o Mapa de conceitos, poderá fazer com que o aluno tenha maior assimilação do conteúdo, maior interesse em aprender e o docente poderá transmitir melhor seu conhecimento em relação à temática, aproveitando ao máximo o tempo de aula e os resultados sejam satisfatórios.

Apresenta-se agora alguns mapas conceituais feitos por alunos das escolas onde fora realizada a pesquisa, mostrando a familiarização com o assunto utilizando tal método.

# Mapa Conceitual



- MAPA CONCEITUAL -



Nota-se que há uma diferença entre os mapas apresentados, mostrando como fora assimilado o assunto para os alunos.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Buscou-se apresentar a aplicabilidade de um software educativo que possa servir como ferramenta de apoio ao aluno durante o processo de ensino e aprendizagem, assim como também o uso do mapa conceitual, que possa fazer com que torne o ensino de Física mais prazeroso e próximo da realidade. Através de nossos resultados pode-se observar que o OA é conhecido pela a maioria dos alunos, porem é preciso ser utilizado para melhorar o ensino. Os objetos de aprendizagem, assim como os mapas conceituais torna-se de grande eficácia para o ensino da Lei Coulomb e também para todo o ensino de Física, como vistos nos resultados, sendo de fundamental importância o uso deles. Como foi visto no questionário a maioria das resposta foram coerentes com o proposito desse trabalho. Que os docentes da área adotem essas ferramentas em suas aulas para que o aluno possa ter maior interesse conhecimento e familiarização com o conteúdo.

Foi notado em algumas perguntas que há desinteresse de alunos ao ensino de Física devido ao ensino tradicional passado em sala de aula e ao ser aplicado o Objeto de aprendizagem (OA) Lei de Coulomb do NOA-UFPB e também o mapa conceitual, notou-se mudanças, onde os alunos mostraram interesse, fazendo perguntas, tirando suas duvidas e elaborando mapas conceituais do assunto utilizando seus conhecimentos adquiridos após a aplicação dessas estratégias tornando a aula bem dinâmica e eficaz ao aprendizado.

O ensino de física em geral passa por mudanças, e a cada dia haverá melhoras, pois à educação e o conhecimento é um bem que ninguém pode nos tirar.

“Quando penso que percorri um longo caminho,  
pensando que acabou o percurso, é porque ainda há  
muito para caminhar!”

(Nilson Cunha).

## 7 REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F. J. *Educação e informática. Os computadores na escola*. São Paulo, Cortez, 1988.
- ALVARENGA, B; MÁXIMO. A. Física. 1. Ed. São Paulo: Scipione, 2003.
- AMORETTI, Maria Suzana Marc. *Protótipos e estereótipos: aprendizagem de conceito. Mapas Conceituais: experiência em Educação a Distância*. PGIE-UFRGS Informática na Educação: Teoria & Prática, V. 4 N° 2, Porto Alegre, Dezembro, 2001.
- ASSIS, ANDRÉ KOCH TORRES – Coleção CLE (v.22) do Centro de Lógica, Epistemologia e História da Ciência da UNICAMP, 1998.
- BARRELLA, F. & PRADO, M. E. "Da repetição à recriação: uma análise da formação do professor para uma Informática na Educação", 1996
- BARRETO. BENIGNO e XAVIER. CLAUDIO. Física Aula por aula. Vol 3: 1ª ed. FTD São Paulo. 2008.
- BONJORNO, J. R; ROBERTO, R. A; V.; RAMOS, C. M. Física: História & cotidiano. São Paulo: FTD, 2004
- CARRON,W.; GUIMARÃES, O. Física: Volume único. 2ª ed. São Paulo: moderna 2003
- GASPAR, A. Física. São Paulo: Ática, 2002
- GAVA, Tânia Barbosa Salles; MENEZES, Crediné Silva de. Ambientes Cooperativos para Aprendizagem orientada a Projeto. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO. 10. 1999, Curitiba
- Grupo de Reelaboração do Ensino de Física – GREF, 2000.
- MOREIRA, M. A. Teorias de Aprendizagem. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 1999
- NOVAK, Joseph Donald. *A Theory of education*. Ithaca, N.Y., Cornell. University Press, 1977.

PAPERTS, **A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática**. Porto Alegre, Artes Médicas, 1994. **Logo: computadores e educação**. São Paulo, Brasiliense, 1985.

TAVARES, Romero. LUNA, Gil. Mapas conceituais: uma ferramenta pedagógica na consecução do currículo. ????

TOLEDO, RAMALHO, NICOLAU. Os fundamentos da Física. Vol. 3: 7ª ed. São Paulo: Moderna 1999.

RONALDO, NICOLAU, TOLEDO. Física Básica. Vol único: 3ª ed: São Paulo 2009.

VALADARES, E.C. e MOREIRA, A.M., Caderno Brasileiro de Ensino de Física **21**, 359 (2004).

VALENTE, J.A., **Computadores e conhecimento: repensando a educação**. Campinas, Gráfica Central da Unicamp, 1993. **O Professor no Ambiente Logo: Formação e Atuação**. Campinas, NIED – Unicamp, 1996. **O Computador na sociedade do conhecimento**. Campinas, 1997

Valente, J.A. (1996). *O Professor no Ambiente Logo: formação e atuação*. Campinas: Gráfica da UNICAMP.

Valente, J.A. (1993a). Por Quê o Computador na Educação? Em J.A. Valente, (org.) *Computadores e Conhecimento: repensando a educação*. Campinas: Gráfica da UNICAMP.

Valente, J.A. (1993b). Formação de Profissionais na Área de Informática em Educação. Em J.A. Valente, (org.) *Computadores e Conhecimento: repensando a educação*. Campinas: Gráfica da UNICAMP.

# **ANEXOS**

Marque a resposta que mais se aproxima de sua opinião.

1- Você tem conhecimento da constante eletrostática no vácuo?

a)  Sim b)  Não

2- Qual a sua maior dificuldade em entender a lei de Coulomb?

- a)  Está em relação aos conhecimentos com a área de Matemática.
- b)  Esta em relação aos conhecimentos teóricos da respectiva disciplina.
- c)  O professor não transmite bem o conteúdo.
- d)  Você não tem interesse em aprender Física.
- e)  Outros.

---

---

---

3- Você acha que o tempo de aula é suficiente para o entendimento do respectivo assunto?

- a)  Sim
- b)  Não
- c)  Sim, porém o professor não aproveita todo o tempo possível.
- d)  Não, porém o professor aproveita o máximo possível.
- e)  Outros.

---

---

---

---

4- Você já ouviu falar em Objetos de Aprendizagem? Caso “SIM” O que?

a)  Sim b)  Não

---

---

---

5- Seu professor já ministrou aulas envolvendo Objetos de Aprendizagem? Quais objetos ele utilizou?

a)  Sim b)  Não

---

---

---

- 6- Você acha que seu aprendizado fica mais eficaz com a utilização do Objeto de Aprendizagem em relação à Lei de Coulomb? Por quê?  
a)  Sim b)  Não

---

---

---

- 7- Você já ouviu falar, na sala de aula, sobre o mapa de conceitos? O que você ouviu falar?  
a)  Sim b)  Não

---

---

---

- 8- O que o mapa de conceitos ajudou no seu aprendizado da lei de Coulomb?  
a)  Organizador de ideias.  
b)  Saber os conceitos Físicos sobre o respectivo assunto.  
c)  Resumo da matéria.  
d)  Saber o contexto histórico.  
e)  Outros.

---

---