



**Universidade Federal de Santa Catarina**

**CENTRO TECNOLÓGICO**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO**

**DISCIPLINA: ARQ1001 – METODOLOGIA CIENTÍFICA APLICADA (2012/3)**

**PROFESSORA: DRA. SONIA AFONSO**



# **A ESTRUTURA DAS REVOLUÇÕES CIENTÍFICAS**

**Thomas S. Kuhn**

**Alunas:**

**Aniara Bellina Hoffmann**

**Clarissa Armando dos Santos**

**Érica Monteiro**

**Franciele Fantini**

**Giseli Zuchetto Knak**

# APRESENTAÇÃO DO AUTOR



Figura 01: Kuhn.

## **Thomas Kuhn (1922-1996)**

Thomas Kuhn nasceu nos Estados Unidos. Pós-graduou-se em Física Teórica, mas em função de um curso experimental, interessou-se pela História da Ciência, tema ao qual dedicaria sua vida. Kuhn frequentou a Sociedade de Fellows da Universidade de Harvard, lecionou sobre o tema por uma década e condensou no presente livro seu questionamento sobre a visão ortodoxa do progresso científico como a acumulação gradual do conhecimento. Em vez disso, propôs que a ciência se desenvolve através de períodos bem definidos (KUHN, 1978)(Filósofos, 2009).

# 3. A Ciência Normal como Resolução de Quebra-Cabeças

- ❖ Característica mais impressionante dos problemas normais de pesquisa: reduzido interesse em produzir grandes novidades – no domínio dos conceitos ou no dos fenômenos.
- ❖ **A gama de resultados esperados é sempre pequena se comparada com as alternativas que a imaginação pode conceber (p. 58).**
- ❖ Projeto com resultado que **não coincide** com uma margem estreita de alternativas é considerado uma pesquisa fracassada – fracasso do cientista.
- ❖ No século XVIII → experiências, com instrumentos pouco conhecidos que produziam resultados que não eram nem coerentes, nem simples. Somente com experiências posteriores, já com um paradigma determinado, é que se confirmavam as características dos fenômenos que as experiências iniciais apresentavam.
- ❖ Diante desta situação, diversos pesquisadores poderiam conceber experiências diferentes que chegassem a resultados assimiláveis através da articulação do paradigma, gerando resultados pouco surpreendentes, pois era possível prevê-los de antemão.

# 3. A Ciência Normal como Resolução de Quebra-Cabeças

❖ Se o objetivo da ciência normal não consiste em descobrir novidades substantivas de importância capital e se o fracasso em aproximar-se do resultado antecipado é geralmente considerado como um fracasso pessoal do cientista.

## Por que dedicar tanto trabalho a esses problemas? (p.58)

❖ Para os cientistas, os resultados obtidos pela pesquisa normal são significativos, pois contribuem para aumentar o alcance e a precisão com os quais o paradigma pode ser aplicado.

❖ Resolver um problema da pesquisa normal é **alcançar o antecipado de uma nova maneira.** Isso requer a solução de todo tipo de complexos quebra-cabeças instrumentais, conceituais e matemáticos (p. 59).

❖ No Dicionário, quebra-cabeças é apresentado como jogo de quebra-cabeças ou ainda palavras cruzadas.

Quais as características que esses exemplos partilham com os problemas da ciência normal?

# 3. A Ciência Normal como Resolução de Quebra-Cabeças

- ❖ O critério que estabelece a **qualidade de um bom quebra-cabeças** nada tem a ver com o fato de seu resultado ser interessante ou importante.
- ❖ Os problemas importantes geralmente não são quebra-cabeças, principalmente porque geralmente **não possuem solução possível** (ex. cura do câncer).
- ❖ O **valor intrínseco** não é critério para um quebra-cabeça. Já a certeza de que este possui uma **solução** sim.
- ❖ Uma das razões pelas quais a ciência normal parece progredir tão rapidamente é que seus praticantes concentram-se em problemas que somente a sua falta de engenho pode impedir de resolver
- ❖ Se os problemas da ciência normal são quebra-cabeças, não precisamos mais perguntar por que os cientistas os enfrentam com tal paixão ou devoção.
  
- ❖ **Um homem pode se sentir atraído pela ciência por diversas razões:**
  - a) desejo de ser útil;
  - b) excitação da exploração de um novo território;
  - c) esperança de encontrar ordem;
  - d) impulso para testar o conhecimento estabelecido.

# 3. A Ciência Normal como Resolução de Quebra-Cabeças

❖ O indivíduo empenhado num problema de pesquisa possui diversas motivações e é incitado pelo fato de que se for habilidoso conseguirá solucionar um quebra-cabeças que ninguém resolveu ou não resolveu tão bem.

❖ **Quebra-cabeças x ciência normal.** Para ser classificado como quebra-cabeças: a) não basta ter solução assegurada; b) deve obedecer a regras que limitam a natureza das soluções aceitáveis, assim como passos necessários para obtê-las; c) deve organizar peças de maneira que se complementem sem vazios.

❖ A existência de uma sólida rede de compromissos ou adesões – conceituais, teóricas, metodológicas e instrumentais – é uma das fontes principais da metáfora que relaciona à ciência normal à resolução de quebra-cabeças. (p. 65)

❖ Esses compromissos proporcionam ao praticante de uma especialidade amadurecida regras que lhe revelam a natureza do mundo e de sua ciência, permitindo-lhe assim concentrar-se com segurança nos problemas esotéricos definidos por tais regras e pelos conhecimentos existentes.

❖ **A ciência normal é uma atividade altamente determinada, mas não precisa ser integralmente ligada às regras. As regras derivam de paradigmas, mas os paradigmas podem dirigir a pesquisa mesmo sem regras. (p. 66)**

## 4. A Prioridade de Paradigmas

- ❖ O autor descreve que ao fazermos uma investigação histórica cuidadosa de um determinada especialidade num determinado momento a mesma revela um conjunto de ilustrações recorrentes e quase padronizadas de diferentes teorias nas suas aplicações conceituais, instrumentais e na observação; essas são os **paradigmas da comunidade** (revelado nos manuais, conferências e exercícios de laboratório).
- ❖ Para encontrar **as regras comuns ao grupo** o historiador deve comparar os paradigmas da comunidade entre si e em seguida compará-los com os relatórios de pesquisa habituais do grupo; visando descobrir que elementos isoláveis, explícitos ou implícitos, os membros dessa comunidade podem ter *abstraído* de seus paradigmas mais globais, empregando-os depois em suas pesquisas.

“ [...] a determinação da paradigmas compartilhados não coincide com a determinação das regras comuns ao grupo.” (p. 68)

Os cientistas podem:

Concordar com a  
*identificação* de um  
paradigma



Não obter um acordo  
quanto a *interpretação*  
desse paradigma



Isto não impede que o  
paradigma **oriente** a  
pesquisa

## 4. A Prioridade de Paradigmas

"A ciência normal pode ser parcialmente determinada através da inspeção direta dos paradigmas. Esse processo é frequentemente auxiliado pela formulação de regras e superposições, **mas não depende dela**. Na verdade, a existência de um paradigma nem mesmo precisa implicar a existência de qualquer conjunto completo de regras." (p. 69)

**Sem um corpo adequado de regras,  
o que limita o cientista a uma tradição específica da ciência normal?**

" Os cientistas trabalham a partir de modelos adquiridos através da educação ou da literatura a que são expostos posteriormente, muitas vezes sem conhecer ou precisar conhecer quais características que proporcionaram o *status* de paradigma comunitário a esses modelos. Por atuarem assim, os cientistas não necessitam de um conjunto completo de regras (...). O fato de os cientistas usualmente não perguntarem ou debaterem a respeito do que faz com que um **problema** ou uma **solução** particular sejam considerados legítimos nos leva a supor que, nem a questão, nem a resposta são considerados relevantes para suas pesquisas. **Os paradigmas podem ser anteriores, mais cogentes e mais completos que qualquer conjunto de regras para a pesquisa que deles possa ser claramente abstraído.**" (p. 70 e 71)



## 4. A Prioridade de Paradigmas

### ❖ Razões para acreditar que os paradigmas poderiam determinar a ciência normal sem a intervenção de regras :

a) Uma grande dificuldade que encontramos para descobrir as regras que guiaram **tradições** específicas da ciência normal.

b) Os conceitos, as leis e as teorias são encontrados numa unidade histórica e pedagogicamente anterior, onde são apresentados juntamente com suas **aplicações** e através delas.

c) Enquanto os paradigmas permanecem **seguros**, eles podem funcionar sem que haja necessidade de um acordo sobre as razões de seu emprego (as regras devem assumir importância sempre que os paradigmas parecerem inseguros).

d) Razão que permite atribuir uma prioridade aos paradigmas em relação as regras e pressupostos partilhados por um grupo científico:

“As regras explícitas, quando existem, em geral são comuns a um grupo científico bastante amplo – algo que não precisa ocorrer com os paradigmas.” (p. 74)

“Mesmo os que, trabalhando no mesmo campo de estudos ou em campos estreitamente relacionados (...) podem adquirir paradigmas bastante diferentes no curso de sua especialização profissional.” (p.74)

## 5. A Anomalia e a Emergência das Descobertas Científicas

**Ciência Normal → solução de quebra-cabeças = cumulativa**

**“ (...) ampliação contínua do alcance e da precisão do conhecimento científico.” (p. 77).**

**A ciência normal não se propõe a descobrir novidades, se bem sucedida não as encontra, apenas quando surgem anomalias no paradigma é que invenções são necessárias.**

**Anomalias são inconsistências do paradigma com a natureza.**

# 5. A Anomalia e a Emergência das Descobertas Científicas

## Paradigma Atual

Pesquisa Científica

Pré-paradigma

Novo Paradigma

Consciência da anomalia

Constatação: a natureza violou o paradigma

Exploração da anomalia

Crise Paradigmática: acúmulo de novas teorias

Teoria aceita pela maioria, mas não completamente provada ou explorada.

Retoma-se a pesquisa com intuito de refinar o paradigma. Elucidar as suas questões.

Anômalo convertido para o esperado

revolução científica

assimilação da nova teoria

## 5. A Anomalia e a Emergência das Descobertas Científicas

### Exemplo: A descoberta do Oxigênio.

- 1770 - C. W. Scheele<sup>1</sup>: amostra quase pura do gás, mas foi publicado muito depois de outros terem anunciado a descoberta;
- 1774 - J. Priestley<sup>2</sup>: óxido nitroso; 1775, descobriu que era um gás comum impuro;
- 1775 - Lavoisier<sup>3</sup>: descobriu o ar puro; 1777, sugestionado por Priestley, descobriu que o gás era oxigênio, o segundo maior componente da atmosfera;

Quem descobriu e quando foi descoberto o oxigênio?

## 5. A Anomalia e a Emergência das Descobertas Científicas

**Exemplo: A descoberta do Oxigênio.**

- **J. Priestley<sup>1</sup> foi o primeiro a isolar o gás, mas na forma impura, e supondo deste modo, qualquer um que engarrafou o ar atmosférico teria feito a mesma descoberta;**
- **Lavoisier<sup>2</sup> tem os mesmos problemas, apesar de ter isolado o que ele chamou de “o próprio ar, inteiro” (1777), afirmou que o oxigênio era um princípio de acidez atômico;**
- **Então o oxigênio fora descoberto em 1777?**
- **O princípio da acidez foi banido da Química após 1810. Antes dessa data o oxigênio já era uma substância química padrão.**
- **Afinal o que é descobrir? Supomos que seja simples, ver ou tocar.**

## 5. A Anomalia e a Emergência das Descobertas Científicas

- Qualquer tentativa de datar a descoberta ou afirmar quem a descobriu seria arbitrária, pois, a descoberta científica é “um acontecimento complexo, que envolve o reconhecimento tanto da *existência de algo, como de sua natureza*” (p. 81). Portanto somente quando todos os conceitos relevantes são preparados é que a natureza e a existência do que ocorre pode ser encontrada.

A descoberta envolve um processo de assimilação conceitual, mas se pode afirmar que envolve uma modificação no paradigma?

- A importância da Teoria da Combustão pelo Oxigênio de Lavoisier<sup>1</sup> em 1777, não foi tanto a descoberta em si, mas que essa Teoria foi a ‘pedra angular’ para a Revolução Química.

# 5. A Anomalia e a Emergência das Descobertas Científicas

Paradigma Atual

Pré-paradigma

Teoria da combustão do Oxigênio

Revolução Química

Emergência de um novo paradigma

Novo Paradigma da Ciência Química

Registro em carta lacrada à Academia Francesa em 1772.

Algo errado Teoria Flogística<sup>2</sup>

Lavoisier<sup>1</sup>

← Essa seria uma consciência prévia de algo que depois, Lavoisier<sup>1</sup> estava preparado para descobrir, pois, verificou um gás que Priestley<sup>3</sup> foi incapaz de perceber.

<sup>1</sup>: França, 1743-1794 (químico); <sup>2</sup>: teoria que acreditava existir um fluido particular que, antes da teoria de Lavoisier, se supôs inerente aos corpos para explicar a combustão; <sup>3</sup>: Inglaterra, 1733-1804 (cientista e teólogo);

# 5. A Anomalia e a Emergência das Descobertas Científicas

As descobertas são feitas quando se percebem anomalias no paradigma.



Figura 01: Lavoisier.

**Lavoisier**  
Descoberta do oxigênio



Figura 03: Roentgen.

**Roentgen**  
Descoberta do raio-X

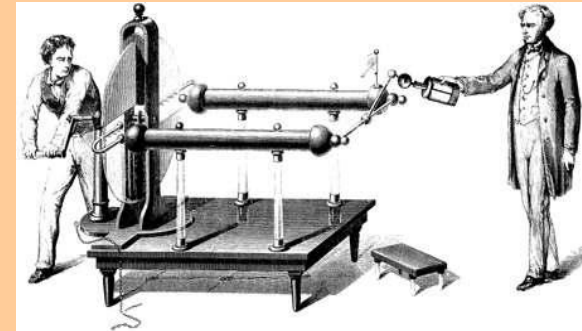


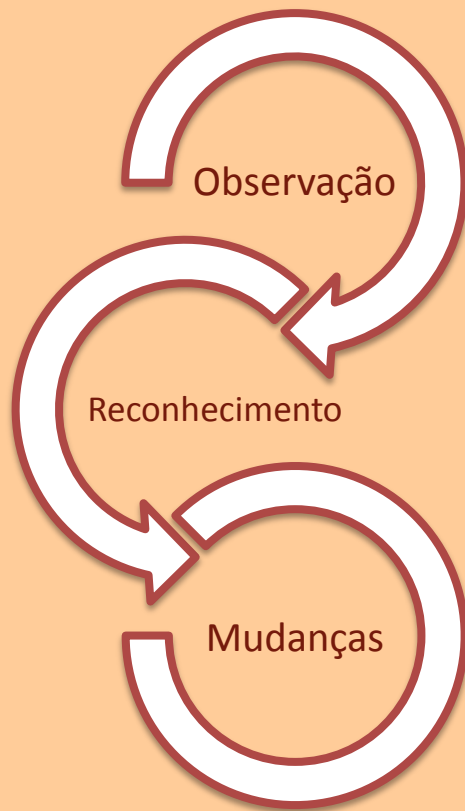
Figura 04: Garrafa de Leyden.

**Garrafa de Leyden**  
Reformulação da teoria elétrica



# 5. A Anomalia e a Emergência das Descobertas Científicas

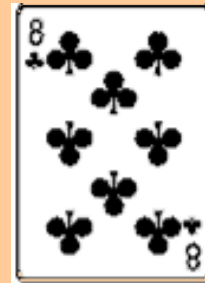
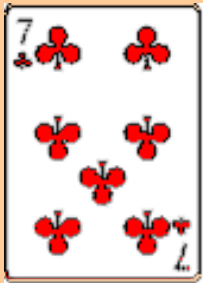
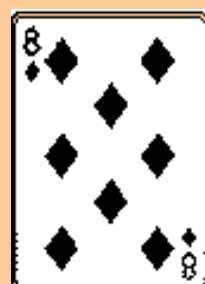
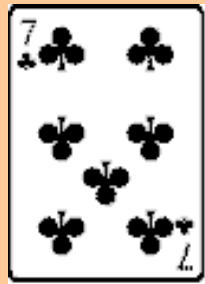
## Características das descobertas:



1. Consciência prévia da anomalia;
2. Emergência gradual de reconhecimento conceitual e observacional;
3. Mudança das categorias e procedimentos paradigmáticos.

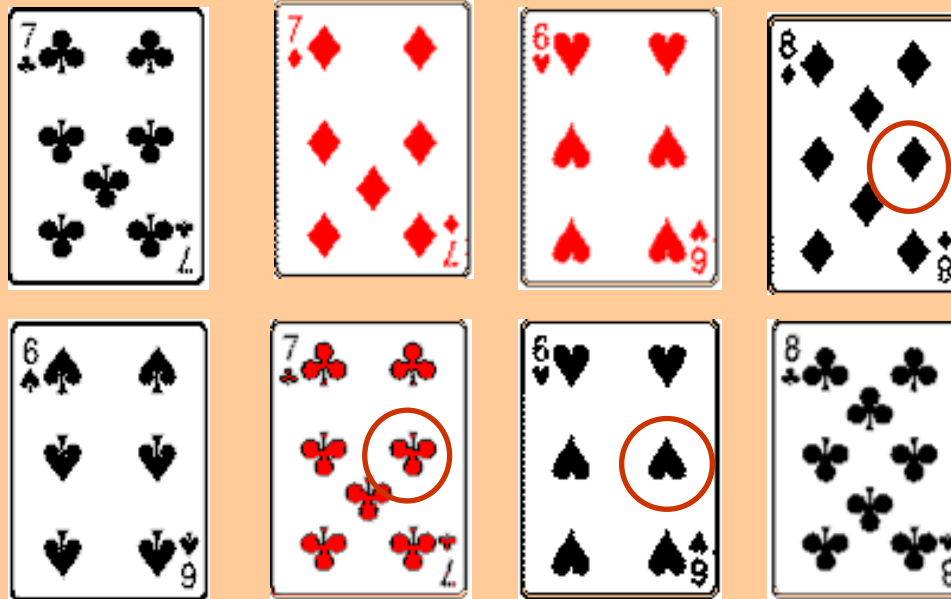
# 5. A Anomalia e a Emergência das Descobertas Científicas

Cartas de Bruner e Postman.



# 5. A Anomalia e a Emergência das Descobertas Científicas

## Cartas de Bruner e Postman.



**Observação curta:**  
O cérebro encaixa o observado no paradigma.

**Observação longa:**  
O cérebro percebe a anomalia.

“Seja como metáfora, seja porque reflita a natureza da mente, essa experiência psicológica proporciona um esquema maravilhosamente simples e convincente do processo de descoberta científica” (Kuhn, 1989)

# 5. A Anomalia e a Emergência das Descobertas Científicas



# 5. A Anomalia e a Emergência das Descobertas Científicas

## Nas palavras de Kuhn...

### A Ciência Normal:

- não é dirigida para as novidades;
- mas pode ser muito eficaz para provocá-las;
- porque só aquele que sabe com precisão o que esperar é capaz de reconhecer que algo saiu errado;
- evidenciando a forma completa com que essa atividade tradicional prepara o caminho para sua própria mudança (KUHN, 1978).

# 6. As Crises e a Emergência das Teorias Científicas

Todas as descobertas

Capítulo  
05

Mudanças de Paradigmas

= Construtivos e Destrutivos

**DÚVIDA**

Os avanços só foram possíveis porque algumas crenças ou procedimentos anteriores foram descartados e, simultaneamente, substituídos por outros (p.93).

O CAPÍTULO

Examina mudanças similares, mais amplas, que resultam na invenção de **novas teorias**.

A emergência de **novas teorias**, inevitavelmente, amplia nossa compreensão da natureza das descobertas.

AS DESCOBERTAS EXAMINADAS, ANTERIORMENTE, NÃO FORAM RESPONSÁVEIS PELAS ALTERAÇÕES DE PARADIGMAS VERIFICADAS EM REVOLUÇÕES COMO:

Copernicana;  
Newtoniana;  
Química e,  
Einsteiniana.

TAMPOUCO PELAS MUDANÇAS DE PARADIGMA MAIS LIMITADAS:

Teoria Ondulatória da luz  
Teoria dinâmica do calor  
Teoria eletromagnética de Maxwell

# 6. As Crises e a Emergência das Teorias Científicas

## QUESTIONA

“Como podem tais teorias brotar da ciência normal, uma atividade que não visa realizar descobertas e menos ainda produzir teorias?” (p.94).

Se a consciência da anomalia → Tem um papel na emergência de novos tipos de fenômenos.  
A consciência semelhante → É um pré-requisito para todas as mudanças de teoria aceitáveis

**“A EVIDÊNCIA HISTÓRICA É TOTALMENTE INEQUÍVOCA” (p. 94)**

- A Astronomia ptolomaica estava numa situação escandalosa antes dos trabalhos de Copérnico.
- Galileu contribuiu ao estudo do movimento através das dificuldades na teoria aristotélica pelos críticos escolástico.
- A nova teoria de Newton sobre a luz e a cor partiu da descoberta de que nenhuma das teorias pré-paradigmáticas explicavam o comprimento do espectro.

Estes casos, geraram um estado de crise crescente → A emergência de novas teorias é precedida por um período de insegurança profissional.

“Esta insegurança é gerada pelo fracasso constante dos quebra-cabeças da ciência normal em produzir os resultados esperados” (p.95)

**Fracasso** de regras = Busca de **novas** regras

# 6. As Crises e a Emergência das Teorias Científicas

## CASOS SOBRE A MUDANÇA DE PARADIGMAS: O Surgimento da Astronomia Copernicana

O sistema de Ptolomaico era o mais utilizado para medição de estrelas e dos planetas e cálculo aproximados.

- Problemas do sistema Ptolomaico com relação aos ajustes às melhores observações disponíveis.
- Principais problemas da pesquisa astronômica normal → observaram que a complexidade da astronomia estava aumentando mais rapidamente que sua precisão e que as discrepâncias corrigidas em um ponto poderiam aparecer em outro.
- As dificuldades eram conhecidas lentamente, dada ausência da imprensa, a comunicação entre os astrônomos era restrita.
- No início do século XVI, crescia o número de astrônomos que reconheciam que o paradigma astronômico estava fracassando nas aplicações a seus próprios problemas tradicionais.
- Pré-requisito para rejeição do paradigma ptolomaico por parte de Copérnico com buscas de um substituto.
- Área que concentrava muita atenção, estava em crise, ocorria pela primeira vez o fracasso.



# 6. As Crises e a Emergência das Teorias Científicas

## Emergência da teoria de Lavoisier sobre combustão do oxigênio

Em 1770,  
houve crise na Química:

- Química Pneumática
- Relações de Peso

Desenvolvimento de várias técnicas  
Proliferações de versões de uma teoria  
sintomas de crise

Em 1772, Lavoisier entregou a sua famosa nota selada ao secretário da academia Francesa. Nela, havia um problema, , que por muitos anos estivera no limiar da consciência dos químicos, convertera-se num quebra-cabeça extraordinário e sem solução

## A crise da física do fim do século XIX: Emergência da teoria da relatividade

Fim do século  
XVIII

- Diversos estudiosos da Filosofia da Natureza criticaram Newton por ter mantido uma versão atualizada da concepção clássica do espaço absoluto

Os problemas técnico da teoria relativista do espaço começaram aparecer na ciência normal com a aceitação da teoria ondulatória, 1815.

O resultado final foi a proliferação de teorias para demonstrar a crise. Neste contexto, emergiu a teoria da relatividade de Einstein.

Em cada um desses casos uma nova teoria surgiu somente após um fracasso caracterizado na atividade normal da resolução de problemas (p. 103).

O significado da crise consiste exatamente no fato de que indicam que é chegada a ocasião para renovar os instrumentos (p. 105).

# Referências Bibliográficas

KUHN, T.S. **A estrutura das revoluções científicas**. 2ª ed. São Paulo: Perspectiva, 1978. 257 pgs.

Filósofos, vida e obra. Publicação on line. Disponível em: <http://filsofos-vidaobra.blogspot.com.br/2009/08/thomas-kuhn.html> Acesso em: 17/10/2012.

# Lista de Figuras

Figura 01: Kuhn. Disponível em: <<http://polegaropositor.com.br/wp-content/uploads/2011/09/pd-thomas-kuhn.jpg>> Acesso: 17/10/2012.

Figura 02: Lavoisier. Disponível em: [http://4.bp.blogspot.com/-vgPUuBA73nl/Ta4VoJc\\_lml/AAAAAAAAAIC8/aVy832PTrWs/s1600/Lavoisier.jpg](http://4.bp.blogspot.com/-vgPUuBA73nl/Ta4VoJc_lml/AAAAAAAAAIC8/aVy832PTrWs/s1600/Lavoisier.jpg)/ Acesso: 17/10/2012.

Figura 03: W. Röntgen. Disponível em: <http://hypescience.com/27195-primeiros-raios-x/> Acesso: 17/10/2012.

Figura 04: Garrafa de Leyden. Disponível em: <http://www.geocities.ws/saladefisica5/leituras/leyden.html> Acesso: 17/10/2012.