



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

**DISCIPLINA F 809**

**INSTRUMENTAÇÃO PARA ENSINO**

**Orientador:** Prof. Dr. André Koch Torres de Assis, Homepage: <http://www.ifi.unicamp.br/~assis/>

**Coordenador da Disciplina:** Prof. Dr. José J. Lunazzi

Data: 15/11/06

***Origem da Corrente Elétrica - A Invenção da Pilha***



**Relatório Final**

**CenoP-Assis\_RF1.pdf**

Aluno: Ceno P. Magnaghi, RA 026635

Email: [cpmag@superig.com.br](mailto:cpmag@superig.com.br)

## Sumário

	pg
1 Introdução .....	3
2 Contexto Histórico .....	3
3 Fundamentos Teóricos .....	4
4 Descrição do Aparato .....	6
5 Realização do Experimento .....	8
6 Conclusões .....	9
7 Agradecimentos .....	10
8 Referências .....	10
9 Anexos .....	11

## 1. Introdução

A corrente elétrica é, sem nenhuma dúvida, o pilar fundamental sobre o qual crescem e se desenvolvem as sociedades modernas, mesmo que em muitos lugares ela só tenha chegado recentemente ou ainda não tenha chegado.

A história moderna considera oficialmente a descoberta de um aparelho para a produção de corrente elétrica contínua como tendo ocorrido em março de 1800. Foi nesta data que o cientista italiano Alessandro Volta (1745-1827) enviou uma carta à Royal Society de Londres descrevendo sua invenção, por ele chamada de '*eletro-motor*'. Posteriormente ela ficou melhor conhecida como '*pilha*', pelo seu formato característico, na versão inicial, constituído por uma pilha de discos de metais.

## 2. Contexto Histórico

Para bem compreender o ambiente existente na época da invenção da pilha quanto ao conhecimento da eletricidade, é importante salientar que até então, a única forma de eletricidade conhecida era a eletricidade estática, que se manifestava através de descargas descontínuas naturais (raios) ou artificiais (garrafa de Leiden).

É evidente que nesta situação muitos cientistas se dedicassem a estudar este fenômeno físico mal conhecido para conseguir uma compreensão mais profunda da sua natureza.

Entre as teorias mais aceitas no século XVIII estão a do físico francês Charles Dufay (1698-1739), que acreditava existirem dois tipos de eletricidade explicando assim os fenômenos de atração e repulsão, e a teoria do americano Benjamin Franklin (1706-1790), que acreditava na existência de um único '*fluido elétrico*' existente em equilíbrio em todos os corpos (pelo excesso deste fluido, um corpo seria eletrizado positivamente, enquanto a sua falta geraria uma eletrização negativa).

É neste ambiente científico dos últimos anos do século XVIII que ocorreu a invenção da pilha, em consequência de uma polêmica surgida entre dois cientistas italianos sobre a origem de alguns fenômenos de natureza elétrica que ocorriam nos animais.

Luigi Galvani (1737-1798), professor de anatomia na Universidade de Bologna, tinha realizado uma série de experimentos demonstrando que nos músculos das coxas de uma rã produziam-se contrações quando estes eram ligados aos nervos lombares por meio de um arco bimetálico, fechando o circuito. Isto levou Galvani a formular a hipótese da existência de um '*fluido elétrico animal*' localizado nos músculos e que o corpo funcionasse como uma 'garrafa de Leiden' ao ser descarregada por um arco metálico.

Alessandro Volta, que foi nomeado em 1778 professor de Física Experimental na Universidade de Pavia, já tinha desenvolvido anteriormente uma ampla atividade teórica e experimental sobre a eletricidade. Vale a pena lembrar especialmente que em 1782 publicou o artigo “*Del modo di rendere sensibile la più debole elettricità sia naturale che artificiale*” que continha uma das primeiras relações matemáticas da eletricidade, isto é, a relação entre a capacidade de um condensador,  $C$ , a carga elétrica,  $Q$ , e a tensão,  $T$ . Esta relação é dada por:  $Q = C \times T$ . Hoje em dia a tensão  $T$  é mais reconhecida pelo símbolo  $V$ , justamente em homenagem a este cientista.

Ao tomar conhecimento dos experimentos de Galvani, Volta inicialmente aceita a hipótese da existência de uma “*eletricidade animal*” e que os metais atuam somente como condutores. Mas posteriormente, ao verificar que são necessários dois metais diferentes, Volta começa a formular a hipótese de que os metais possam ser “*eletro-motores*”, isto é, que a eletricidade não seja produzida no interior dos animais, mas pelo contato entre metais diferentes.

Ele escreve então um artigo onde estabelece claramente a idéia de que os metais são os verdadeiros motores da eletricidade. Logo em seguida, em outro artigo, chega à conclusão de que os condutores de primeira classe (metais) de espécies diferentes têm um poder eletromotor gerado no ponto de contato entre eles e os condutores de segunda classe (úmidos).

Volta continua nessa linha de pesquisa mostrando que a diferença dos condutores é necessária para a produção de eletricidade. Isto é, ele considera o contato metálico como o verdadeiro motor da eletricidade, sem levar em conta fenômenos de natureza química.

Foi seguindo esta linha de experimentos que, entre 1795 e 1799, ele desenvolve a ‘*pilha*’, tal como descrita por ele em várias cartas e artigos. Traduzimos parcialmente no Parágrafo 4 sua primeira descrição pública deste instrumento.

### 3. Fundamentos Teóricos

Hoje em dia, o conhecimento íntimo da matéria, adquirido através do desenvolvimento da física e principalmente da química, permite concluir que a corrente elétrica de uma pilha não é produzida nem por um desequilíbrio do fluido elétrico existente nos animais (como sustentado por Galvani), nem pelo mero contato entre duas substâncias condutoras (como no modelo de Volta), mas simplesmente pela transformação de energia química em energia elétrica.

Com efeito, a transformação espontânea de energia em uma pilha ocorre como consequência de um tipo de reação química chamada de ‘*óxido-redução*’, muito comum na natureza e responsável, entre outras coisas, pela oxidação dos metais sob a ação da atmosfera (por exemplo: a ferrugem).

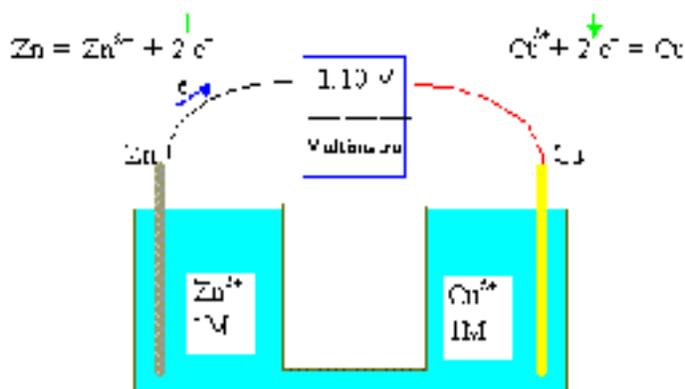
No caso da pilha de Volta podemos considerar o seguinte princípio de funcionamento (Ref. 3):

Quando uma barra de zinco é colocada em uma solução de água com sal (chamada *eletrólito*), o Zn metálico apresenta a tendência de perder elétrons de acordo com a reação:



Similarmente, quando uma barra de cobre é colocada em uma solução de eletrólito, o cobre metálico também apresenta a tendência de perder elétrons. Porém observa-se que a tendência do zinco de perder elétrons é mais forte do que aquela do cobre (se diz então que o cobre é mais eletronegativo que o zinco). Portanto, ao fechar externamente o circuito com um fio condutor, verifica-se um fluxo de elétrons entre as barras de zinco e de cobre, neste sentido.

*Estabelecemos então, externamente à solução, a passagem da corrente elétrica!!*



Ao mesmo tempo, internamente à solução, observam-se as seguintes reações:

No pólo negativo, chamado ânodo, a reação de oxidação,  $\text{Zn}^0 \rightarrow \text{Zn}^{++} + 2\text{e}^-$ .

No pólo positivo, chamado cátodo, a reação de redução,  $\text{Cu}^{++} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}^0$ .

De modo que a reação total nesta que é chamada de ‘Célula Voltaica’ ou também ‘Galvânica’, corresponde à seguinte equação química:



A energia química que é desenvolvida por esta reação é a responsável pela geração da corrente elétrica e pela energia elétrica a ela associada. O estudo químico desta reação mostra que ela é uma reação espontânea. Este é o motivo pelo qual, ao se fechar o circuito externo de uma pilha, a corrente elétrica começa a fluir automaticamente.

## 4. Descrição do Aparato

Para descrever o equipamento usado nesta experiência, não encontramos nada melhor do que as palavras que o próprio Volta utilizou para detalhar o seu aparato, ref. 4:

### 4.1 PILHA TIPO COLUNA

*“Procuro uma dúzia de pequenas placas redondas ou discos de cobre, de latão, ou melhor, de prata, mais ou menos de uma polegada de diâmetro... e igual número de discos de estanho, ou muito melhor de zinco com a mesma forma e largura, digo mais ou menos porque não é necessária uma precisão rigorosa: tanto o diâmetro quanto a forma, são arbitrários, mas temos que prestar atenção para que possam ser dispostos facilmente uns sobre os outros, na forma de coluna. Além disso, preparo um grande número de discos de papelão ou de couro ou de qualquer outro material esponjoso capaz de absorver e de reter água ou outro líquido e permanecer encharcado.*

*Tendo todas essas peças em bom estado, os discos metálicos bem colocados e secos e os não metálicos bem molhados simplesmente com água, ou, muito melhor, com água salgada, e tendo enxugado todo o conjunto para que não haja gotejamento, resta finalizar com uma disposição adequada, a qual é simples.*

*Disponho então horizontalmente como base uma mesa qualquer e sobre essa mesa um disco metálico, por exemplo, de prata, sobre este um disco de zinco e em seguida um de papelão molhado, depois um outro de prata, acima dele um de zinco e posteriormente um disco de papelão molhado. Continuo assim, da mesma maneira, acoplando um disco de prata com um de zinco, e sempre na mesma seqüência, isto é, sempre a prata embaixo e o zinco acima, ou vice-versa, de acordo como foi o começo, e intercalando a cada um destes pares um disco de papelão molhado, e continuo até formar com várias destas camadas uma coluna que possa se sustentar sem cair.*

*Continuando a elevar esta coluna com cerca de quarenta dessas camadas ou pares metálicos já será suficiente não somente para carregar um condensador através de um simples contato a ponto de provocar uma faísca, como também para causar um ou vários pequenos choques nos dedos que toquem as extremidades (topo e base) desta coluna... e cada um desses choques assemelha-se ao leve choque causado por uma garrafa de Leiden, levemente carregada”.*

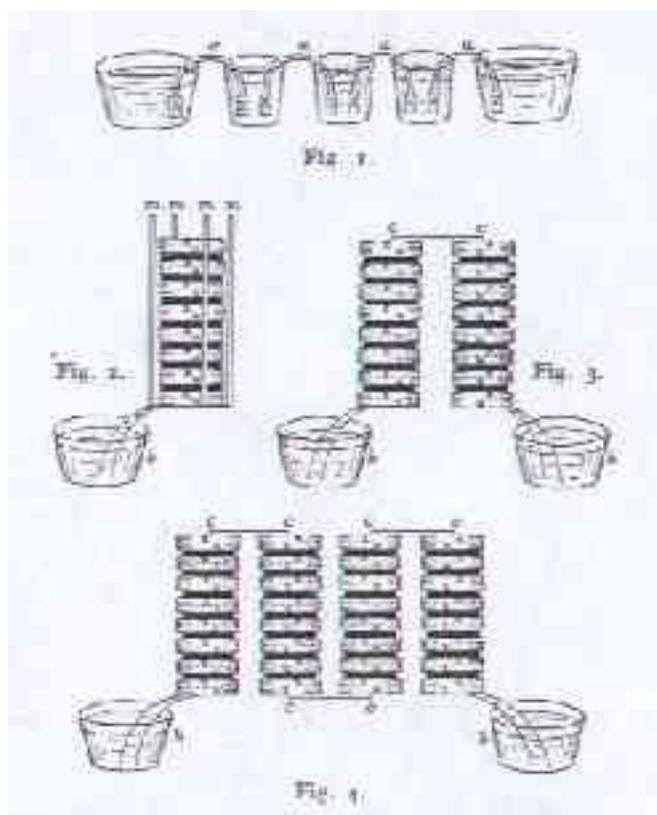
Contudo, este aparelho apresentava o inconveniente de uma duração relativamente curta devido à secagem dos discos de papelão. O problema foi resolvido substituindo-se os discos por taças contendo água salgada. Os eletrodos mantinham a mesma seqüência do modelo anterior e eram ligados por um condutor metálico.

#### 4.2 PILHA TIPO TAÇAS

*“ Dispõe-se uma série de taças ou copos de qualquer material, excluindo os metais: taças de madeira, argila, ou melhor de cristal (pequenos copos para beber são os mais adequados) cheios até a metade com água pura ou melhor salgada; essas taças são postas em comunicação uma com a outra por meio de pontes bi-metálicas, nas quais uma extremidade colocada em uma das taças é de cobre vermelho ou amarelo ou melhor de cobre prateado; a outra que está na taça seguinte é de estanho, melhor de zinco...*

*Os dois metais que formam os arcos são unidos sobre as partes imersas no líquido que devem tocar com uma superfície extensa e limpa; é conveniente que a lâmina seja de uma polegada quadrada, ou pouco inferior; o restante do arco pode ser mais estreito podendo até ser um simples fio metálico. Pode também ser de um terceiro metal, diferente dos dois que estão imersos no líquido das taças.*

*Uma série de vinte, quarenta, sessenta destas taças ligadas desta maneira e dispostas seja em linha reta, seja em linha curva ou curvadas de qualquer maneira, formam um novo aparelho, o qual substancialmente é a mesma coisa do outro tipo coluna”.*



## 5. Realização Experimental

Para a realização da parte experimental foram usados materiais similares àqueles indicados por Volta e descritos no parágrafo anterior. Foi dada ênfase à realização de testes com os dois tipos de aparelho:

- 1) Pilha tipo ‘coluna’.
- 2) Pilha tipo ‘coroa de taças’.

A parte experimental teve como objetivo a verificação prática do funcionamento da pilha “original” nos dois tipos acima mencionados, bem como a conclusão quantitativa de algumas observações feitas pelo inventor que não puderam ser realizadas na época por falta dos instrumentos necessários.

Os resultados obtidos estão apresentados no Anexo 9.2, onde verificamos também que o “mero contato entre metais diferentes” não é suficiente para a geração da corrente elétrica, sendo para isso necessária a presença de um líquido condutor onde os metais possam desenvolver as reações que transformam a energia química em elétrica.

Para mostrar de maneira mais atraente o funcionamento da pilha (principalmente em uma aula destinada ao ensino médio), pode-se lançar mão de corpos conhecidos (frutas ou verduras como limão, tomate, batata, etc. servem muito bem ao propósito). Estas substâncias, devidamente conectadas com as placas de cobre e zinco, produzem o efeito de uma pilha, permitindo medir a diferença de potencial ou fazendo funcionar um pequeno aparelho.

## 6. Conclusões

Pelos resultados obtidos em nossos experimentos reproduzindo as condições indicadas e as observações qualitativas de Volta sobre o processo de geração da corrente elétrica, foi possível verificar a simplicidade e a praticidade desta invenção. Lembramos que o inventor da pilha não possuía instrumentos de medição para poder qualificar melhor a eletricidade – o voltímetro ainda não tinha sido inventado!

Considerando que hoje possuímos, mesmo nos mais simples laboratórios, instrumentos de medição inimagináveis naquela época, verificamos inclusive quantitativamente algumas propriedades da corrente elétrica e da matéria que Volta percebeu claramente em seus experimentos, mas que não pôde enunciar de maneira quantitativa.

Por exemplo, na nossa realização experimental, foi possível confirmar quantitativamente aquilo que Volta descreveu somente de maneira qualitativa:

A) “... é suficiente molhar uma mão em uma das taças e um dedo da outra mão em qualquer outra taça bastante longe da primeira, para que o efeito seja tão mais forte quanto mais as duas taças estiverem longe uma da outra, isto é, que haja um maior número de taças intermediárias...”

É claro que o enunciado acima corresponde à conhecida **lei da força eletromotriz, E, a saber:  $E_{total} = E_1 + E_2 + E_3 + \dots$** , para forças eletromotrizes dispostas em série.

B) “... os dois melhores metais para essas experiências, isto é, prata e zinco, pois se fossem prata e chumbo ou estanho, somente obter-se-ia a metade do efeito, a menos que um número muito maior (de elementos) não suprisse a menor força de cada par.”

É fácil ver nesta observação experimental de Volta o primeiro esboço da classificação dos metais de acordo com a sua **atividade eletroquímica** (posteriormente medida em “Volt”).

Portanto, mesmo que a teoria do “mero contato entre metais diferentes” desenvolvida por Volta como sendo a origem da corrente elétrica não tenha se mantido, ou mesmo que o próprio Volta tenha tido conhecimento da possível relação entre reações químicas e corrente elétrica, sem contudo dar ao fato a devida importância, a descoberta da ‘pilha’ permanece como um marco fundamental na história da humanidade. Ela permitiu aos cientistas, durante estes 200 anos, não somente aprimorar o conhecimento íntimo da matéria, mas também desenvolver sobre essa base, a maioria dos aparelhos que hoje nos permitem viver de maneira mais agradável.

## 7. Agradecimentos

Ao concluir este trabalho queremos expressar nosso reconhecimento pelo apoio recebido por todas as pessoas que contribuíram para a realização do mesmo; agradecemos especialmente ao

Prof. Dr. Renato Atílio Jorge, do Instituto de Química, pela orientação recebida e pelas discussões sobre os princípios básicos de eletroquímica e operacionais da pilha, bem como pela permissão de uso dos Laboratórios. Agradecemos também ao Sr. Pedro Miguel R. Santos do LEB e ao Sr. Antonio C. Costa do Laboratório de Ótica pelo apoio na realização prática da aparelhagem e ao Sr Jorge L. Pires da Oficina Mecânica do IFGW pela confecção das peças necessárias.

## 8. Referências

1. Ganot, A.: Trattato Elementare di Física Sperimentale ed Applicata e di Meteorologia (Milano, Dott. Francesco Vallardi Tipografo-Editore, 1859).
2. Università di Pavia: Collana di Storia della Scienza – Le Invenzioni di Volta.
3. <http://web.tiscalinet.it/danhome/pila.htm>
4. <http://echo.mpiwg-berlin.mpg.de/content/electricity>
5. [http://www.funsci.com/fun3\\_it/elettro/elettro.htm](http://www.funsci.com/fun3_it/elettro/elettro.htm)
6. Linus Pauling: Química General (Madrid, Ed. Aguilar, 1961).

## 9. Anexos

**Anexo 1 - Carta de Alessandro Volta dirigidà a Sir Joseph Blanks (Royal Society),**

tradução italiana do original francês, parcial, obtida de:

<http://echo.mpiwg-berlin.mpg.de/content/electricity>

**SULL' ELETTRICITÀ ECCITATA  
DAL SEMPLICE CONTATTO DI SOSTANZE CONDUTTRICI  
DI DIVERSA NATURA  
IN UNA LETTERA DI ALESSANDRO VOLTA  
A SIR JOSEPH BANKS**

Da Como nel Milanese, 20 marzo 1800.

Dopo un lungo silenzio, di cui non cercherò di scusarmi, ho il piacere di comunicarvi, Signore, e, per vostro mezzo, alla Società Reale, alcuni risultati sorprendenti ai quali sono arrivato, proseguendo le mie esperienze sull'elettricità eccitata dal semplice contatto mutuo di metalli di specie differente, e pure da quello di altri conduttori, altrettanto differenti fra loro, sia liquidi, sia contenenti qualche umore, al quale essi debbono propriamente il loro potere conduttore. Il principale di questi risultati, e che comprende a un dipresso tutti gli altri, è la costruzione di un apparecchio che per gli effetti, cioè per le commozioni che è capace di far provare nelle braccia, ecc., assomiglia alle bottiglie di Leida, e meglio ancora alle batterie elettriche debolmente caricate, che agirebbero tuttavia senza posa, o la cui carica, dopo ciascuna esplosione, si ristabilirebbe da se stessa, che godrebbe, in una parola, di una carica indefettibile, di un'azione, o impulso perpetuo sul fluido elettrico; ma che d'altronde ne differisce essenzialmente, sia per quest'azione continua che gli è propria, sia perchè, invece di consistere, come le bottiglie e le batterie elettriche ordinarie, in una o più lastre isolanti, strati sottili di quei corpi reputati essere i soli elettrici, armati di conduttori o corpi così detti non elettrici, questo nuovo apparecchio è formato unicamente da parecchi di questi ultimi corpi, scelti pure tra i migliori conduttori, e perciò i più distanti, secondo quanto si è sempre creduto, dalla natura elettrica. Sì, l'apparecchio di cui vi parlo, e che vi meraviglierà senza dubbio, non è che l'accostamento di un numero di buoni conduttori di differente specie, disposti in un certo modo, 30, 40, 60 pezzi, o più, di rame, o meglio d'argento, applicati ciascuno ad un pezzo di stagno, o, il che è molto meglio, di zinco, e un numero uguale di strati d'acqua, o di qualche altro umore che sia miglior conduttore dell'acqua semplice, come l'acqua salata, la lisciva, ecc., o dei pezzi di cartone, di pelle ecc., bene imbevuti di questi umori: questi strati interposti a ogni coppia o combinazione dei due metalli differenti, una tale successione alternata, e sempre nel medesimo ordine, di queste tre specie di conduttori, ecco tutto ciò che costituisce il mio nuovo strumento; che imita, come ho detto, gli effetti delle bottiglie di Leida, o delle batterie elettriche, procurando le medesime commozioni di queste; esso in verità, rimane molto al di sotto delle attività delle dette batterie caricate ad un alto livello, quanto alla forza e rumore delle esplosioni, alla scintilla, alla distanza alla quale può effettuarsi la scarica, ecc., eguagliando solamente gli effetti di una batteria caricata a un grado assai debole, una batteria che tuttavia ha una capacità immensa; ma d'altronde sorpassa infinitamente la virtù e il potere di queste medesime batterie, nel fatto che non ha bisogno, come queste, di essere caricato prima, per mezzo di una elettricità estranea, e nel fatto che è capace di dare la commozione tutte le volte che lo si tocchi convenientemente, qualunque sia la frequenza di questi tocamenti.

Quest'apparecchio, simile nella sostanza, come farò vedere, e proprio come l'ho costruito, pure nella forma, all'organo elettrico naturale della torpedine, dell'anguilla tremante, ecc. assai più che alla bottiglia di Leida e alle batterie elettriche conosciute, questo apparecchio, dico, vorrei chiamarlo Organo elettrico artificiale. E in verità non è esso, come quello, composto unicamente da corpi conduttori ? non è esso, del resto, attivo di per

se stesso, senza alcuna carica precedente? Senza il soccorso d'una qualunque elettricità eccitata da alcuno dei mezzi conosciuti finora; in azione incessante e senza tregua; capace infine di dare ad ogni momento commozioni più o meno forti, secondo le circostanze, commozioni che raddoppiano a ogni contatto, e che, ripetute così con frequenza, o continuate per un certo tempo, producono lo stesso intirizzimento delle membra che fa provare la torpedine, ecc.?

Vengo a darvi qui una descrizione più dettagliata di questo apparecchio, e di qualche altro analogo, come pure delle esperienze relative più notevoli.

Mi procuro qualche dozzina di piccole lastre rotonde, o dischi, di rame, di ottone, o meglio di argento, di un pollice, più o meno, di diametro, (ad esempio, delle monete) ed un numero eguale di lastre di stagno, o, il che è molto meglio, di zinco, e presso a poco della medesima forma e grandezza: dico presso a poco perchè non è affatto richiesta una precisione, e, in generale, la grandezza, come la forma, dei pezzi metallici è arbitraria: si deve soltanto aver riguardo di poterli disporre comodamente gli uni sopra gli altri in forma di colonna. Preparo inoltre un numero abbastanza grande di dischi di cartone, di pelle, o di qualche altra materia spugnosa, capace di assorbire e di ritenere molto dell'acqua o dell'umore dal quale bisognerà, per il successo delle esperienze, che essi siano ben intrisi. Queste fette o dischi, che chiamerò dischi ammoliti, li faccio un po' più piccoli che i dischi o piastre metalliche, affinché, interposti tra questi nel modo che dirò subito, essi non debordino.

Avendo sotto mano tutti questi pezzi in buono stato, vale a dire i dischi metallici ben adatti e secchi, e gli altri non metallici ben imbevuti d'acqua semplice, o, il che è molto meglio, d'acqua salata, e asciugati in seguito leggermente, perchè l'umore non sgoccioli, non ho che da disporli come conviene; e questa disposizione è semplice e facile.

Pongo dunque orizzontalmente su una tavola, o una base qualunque, uno dei piatti metallici, per esempio uno d'argento, e su questo primo ne adatto un secondo di zinco, su questo secondo stendo uno dei dischi ammoliti, poi un altro piatto d'argento, seguito immediatamente da un altro di zinco, al quale faccio seguire ancora un disco ammolito. Continuo così, alla stessa maniera, accoppiando un piatto d'argento con uno di zinco, e sempre nel medesimo senso, cioè a dire, sempre l'argento sotto e lo zinco sopra; o viceversa, secondo come ho incominciato e interponendo a ciascuna di queste coppie un disco ammolito; continuo, dico, a formare con parecchi di questi piani una colonna tanto alta che possa sostenersi senza crollare.

Ora, se essa arriva a contenere circa 20 di questi piani, o coppie di metalli, essa sarà già in grado, non solamente di far dare all'elettrometro di Cavallo, aiutato dal condensatore, dei segni oltre i 10 o 15 gradi, di caricare questo condensatore con un semplice contatto al punto di fargli dare una scintilla ecc., ma anche di percuotere le dita con le quali si toccano le sue due estremità (la testa e il piede di una tale colonna), con uno o più piccoli colpi, e più o meno frequenti, secondo che si ripetono questi contatti; ciascuno di quei colpi assomiglia perfettamente a questa leggera commozione che fa provare una bottiglia di Leida debolmente caricata, o una batteria caricata ancora più debolmente, o infine una torpedine estremamente languente, che imita ancora meglio gli effetti del mio apparecchio, per la successione di colpi ripetuti che essa può dare senza posa.

**Anexo 2 – Cópia de manuscrito original de Volta**



### Anexo 3 - Dados Experimentais

PILHA DE VOLTA:		PARTE	EXPERIMENTAL A:		TESTES	SEM ELÉTRIC A	
TESTE 1: Medição de		Voltagem	Eletródos:	Cu	Zn*	(folha de flandres)	
Tipo: Cuba	Quantidade:	Uma	Eletrólito:	Água com NaCl		(sal comum)	
Tempo (min)	0	15	30	45	60	75	90
V (Volt)	0,67	0,66	0,69	0,71	0,71	0,71	0,70
TESTE 2: Medição de		Voltagem	Eletródos:	Cu	Zn*		
Tipo: Cuba	Quantidade:	Duas	Eletrólito:	Água com NaCl		(sal comum)	
Tempo (min)	0	15	30				
V (Volt)	1,62	1,65	1,64				
TESTE 3: Medição de		Voltagem	Eletródos:	Cu	Zn*		
Tipo: Cuba	Quantidade:	Duas	Eletrólito:	Água com CH <sub>3</sub> COOH		(Vinagre)	
Tempo (min)	0	15	30				
V (Volt)	1,92	1,92	1,86				
TESTE 4: Medição de		Voltagem	(Cu / Zn)				
Tipo: Coluna	Quantidade	de Discos	1	2	3	4	5
V (Volt)	0,85	1,70	2,65	3,50	4,35		
TESTE 5: Contato a seco entre os metais		PARTE EXPERIMENTAL B:		TESTES	COM ELÉTRIC A		
		energizado		CORRENTE			
TESTE 1		Aparelho :		Relógio Digital			
Aparato: Cuba	Elementos:	2	Eletródos:	(Cu / Zn)	Eletrólito:	Água com NaCl	

Tempo (min)	0	10	20	30	40	50	60
V (Volt)	1,75	1,75	1,75	1,76	1,75	1,78	1,75

**TESTE 2** *energizado*  
**Aparelho :** *Diodo tipo LED*  
Aparato:  
Discos Elementos: 5 pares Eletrodos: (Cu / Zn) Eletrólito: Água com NaCl

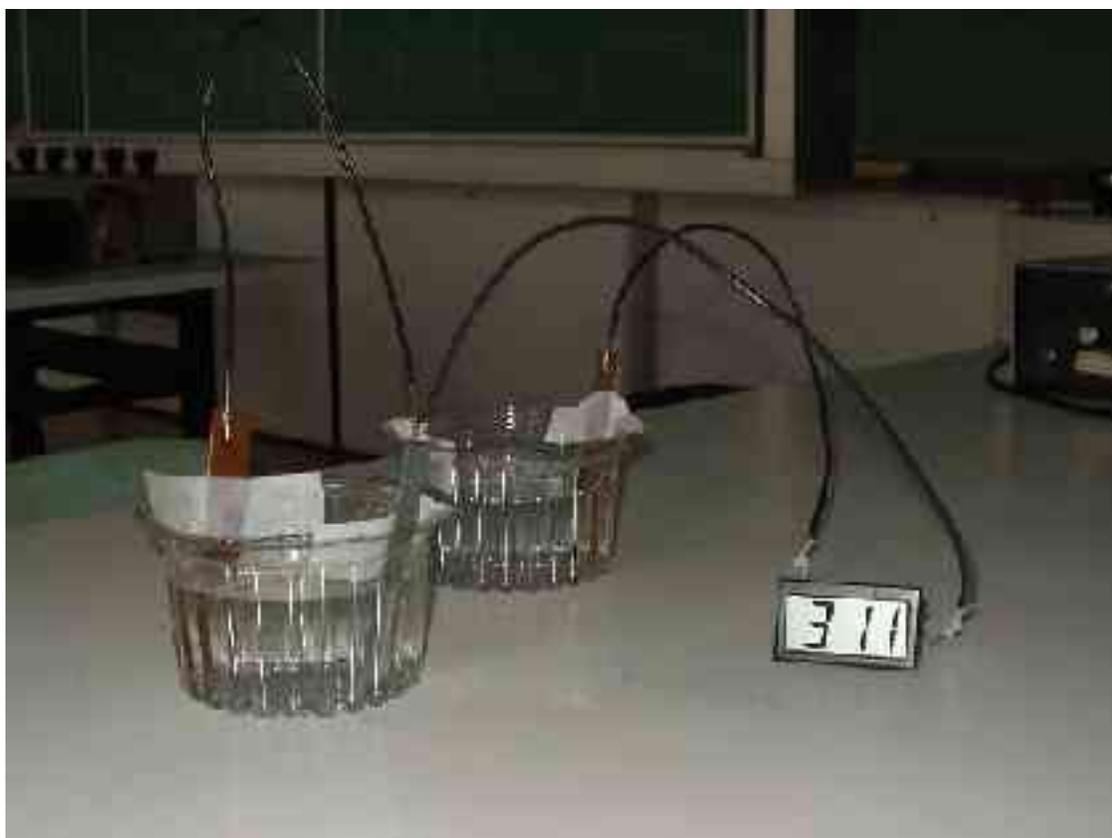
Tempo (min)	20	40	60	80	100	120
V (Volt)	4,30	4,40	4,35	4,35	4,40	4,30

## Anexo 4 - Fotografias da montagem do aparato

### A) Tipo Coluna



## B) Tipo Taças



## Anexo 5 – Comentários e Respostas

### F 809A - Instrumentação para Ensino

---

#### Portfólio - Portfólio de Grupo / Comentário

[Busca](#) [Ajuda](#)

 [Ceno Pietro Magnaghi](#)

 CenoP-Assis\_RP.pdf

Emissor	Data
<a href="#">Jose Joaquin Lunazzi</a>	02/10/2006 19:01:13

#### Comentário

Responder as seguintes questões:

- Introduz o termo "eletrolito" sem definir, como é?
- Como sabe que passam elétrons de um lado a outro, não poderia ser que estão passando no sentido contrário? Está colocando equações com termos de ganho e perda de elétrons que o leitor leigo pode não acreditar.
- Que material é a "Folha de Flandres"?
- Volta sabia francês? Teria escrito à Royal Society em francês ele mesmo ou alguém traduziu para ele?

<< Anterior Próximo

### F 809A - Instrumentação para Ensino

---

#### Portfólio - Portfólio de Grupo / Comentário

[Busca](#) [Ajuda](#)

 [Ceno Pietro Magnaghi](#)

 CenoP-Assis\_RP.pdf

Emissor	Data
<a href="#">Ceno Pietro Magnaghi</a>	12/11/2006 20:41:43

#### Comentário

Prof. Lunazzi,

em resposta aos seus comentários de 02/10 sobre o Relatório

Parcial, posso agora responder o seguinte:

- 1) O termo "eletrolito" foi devidamente explicado na versão final do relatório
- 2) O sentido correto da passagem dos elétrons e da corrente está indicado pelo multímetro (ou Voltímetro) ligado ao sistema, além da explicação teórica colocada no Relatório Final
- 3) Para os leigos colocamos explicações didáticas adequadas; as equações são para quem tem um conhecimento melhor
- 4) "Folha de Flandres" é um material muito usado no Brasil para construção de canaletas, calhas e até de telhado de barracões e é constituído por uma chapa fina de aço recoberta com zinco para evitar a oxidação. Existem muitas calhas feitas com esse material na Unicamp. Usei este material como fonte de Zinco para a pilha.
- 5) Volta conhecia francês muito bem. Anexei ao Relatório Final a cópia digital de um manuscrito dele, em francês contendo inclusive os desenhos originais da pilha.

