

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
RIO GRANDE DO SUL
CAMPUS CANOAS
CURSO TÉCNICO EM INFORMÁTICA INTEGRADO AO ENSINO MÉDIO

FILIPE DE OLIVEIRA DE FREITAS

**Elaboração e Construção de uma Tabela Periódica
Interativa**

Canoas, 7 de dezembro de 2016.

FILIPPE DE OLIVEIRA DE FREITAS

Elaboração e Construção de uma Tabela Periódica Interativa

Relatório Técnico apresentado como requisito parcial para obtenção do grau de Técnico em Informática pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Campus Canoas.

Prof.^a Silvia de Castro Bertagnolli
Orientadora

Prof.^a Alexandra Duprates Steiner
Coorientadora

Canoas, 7 de dezembro de 2016.



Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul
Câmpus Canoas

DOCUMENTO DE CESSÃO DE DIREITOS AUTORAIS

Eu, Filipe de Oliveira de Freitas, Identidade nº _____, CPF nº _____
autorizo a divulgação do Trabalho de Conclusão de Curso – TCC, por mim elaborado,
intitulado **Elaboração e Construção de uma Tabela Periódica Interativa**, na
biblioteca e no site oficial do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
Rio Grande do Sul – Câmpus Canoas, por tempo indeterminado e sem ônus para a
Instituição

Canoas. 07 de dezembro de 2016

.....

AGRADECIMENTOS

A minha orientadora, pelas correções, incentivos, grande apoio e motivação ao longo do desenvolvimento deste trabalho. Devo-a muito pelo meu crescimento pessoal e ser humano que sou atualmente.

A minha querida mãe, Nara Milbrath, a qual devo agradecimentos por este trabalho e todas as conquistas de minha vida. Sem ela não conseguiria nada.

Aos meus eternos amigos Amanda Costa, Guilherme Prezzi, Nathália Gazzo, Rafael Borba e Stephano Ramos, pela paciência, apoio e motivação neste trabalho bem como em todos os outros no decorrer do curso.

Por fim, ao IFRS – *Campus* Canoas, pelas diversas oportunidades, enorme aprendizado técnico, crescimento pessoal, espaço e verba cedidos.

RESUMO

O Ensino da Tabela Periódica de forma contextualizada e conectada à realidade do aluno é essencial para uma aprendizagem efetiva. Ao realizar uma análise da literatura é possível encontrar inúmeras soluções e alternativas para o ensino deste conteúdo: *softwares* e jogos educativos, uso de recursos midiáticos, repositórios e objetos educacionais, laboratórios de experimentação virtual, robótica educacional (RE), etc. Nos últimos anos, a RE está sendo utilizada como recurso na educação para viabilizar o desenvolvimento de produtos interativos. Nesse contexto, surge este trabalho, que tem como foco desenvolver uma tabela periódica física, interativa e acessível para complementar o Ensino de Química na sala de aula, utilizando para tanto artefatos robóticos. Todo o trabalho teve origem a partir de uma coleta de dados, usando um questionário estruturado, onde foram apontadas as principais dificuldades apresentadas por alunos de cursos Técnicos Integrados ao Ensino Médio do IFRS *Campus* Canoas (aproximadamente 70 alunos). A partir desses dados iniciou-se uma pesquisa bibliográfica sobre os temas relacionados: Ensino de Química, RE, design de interação e plataforma Arduino (e seus módulos e *shields*). Após, realizou-se a pesquisa exploratória composta por vários testes de componentes e integração de componentes. Outra etapa importante foi a definição de algumas de suas características: (i) adoção da representação clássica da tabela periódica, pois essa é a metáfora mais abordada para ela; (ii) uso de luzes e cores (através do uso de LEDs/RGB - *Light Emitting Diode/Red Green Blue*) para identificação de família, período, eletronegatividade, entre outros conceitos; (iii) elementos destacáveis o que permite ao aluno estabelecer relações e identificar conceitos relacionados (por exemplo, família de um elemento). Uma característica fundamental da tabela é o uso da tecnologia *Radio-Frequency Identification* (RFID) que permite identificar cada elemento da tabela de forma única, possibilitando sinalizar, quando ele é encaixado na tabela e se ele está ou não no local correto. Visando incorporar características básicas de acessibilidade a tabela contará ainda com estímulos sonoros, letras em braile e estímulos visuais. Espera-se que a tabela aqui proposta possa ser utilizada como uma ferramenta interativa e pedagógica, que favoreça a discussão dos conceitos científicos por ela abordados e que possibilite uma aprendizagem contextualizada e lúdica.

Palavras-Chave: Tabela Periódica. Ensino de Química. Plataforma Arduino

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Tabela Periódica PUCRS	12
Figura 2 – Altura dos elementos na patente de Silva	16
Figura 3 - Fundo desnivelado da patente de Silva.....	17
Figura 4 - Tabela Periódica em Degradê para o Ensino de Química	17
Figura 5 - Elementos na tabela da UFJF	18
Figura 6 - Tabela da UFJF iluminada.....	18
Figura 7 – Elemento Alumínio da Tabela de Chaves.....	19
Figura 8 - Diversos elementos da Tabela de Chaves.....	20
Figura 9 - Sistema de Encaixes da Tabela de Chaves	20
Figura 10 - Arduino Mega	24
Figura 11 - RFID-RC522.....	24
Figura 12 - RFID no protótipo.....	25
Figura 13 - <i>Light-emitting Diode</i>	25
Figura 14 - LED RGB conectado	26
Figura 15 - Conectores USB-A	26
Figura 16 - Conector Pogo	27
Figura 17 - Código Arduino de leitura de cartões	28
Figura 18 - Teste de múltiplos leitores	29
Figura 19 - Primeira versão de um elemento.....	29
Figura 20 - Protótipo Impresso do Elemento Carbono.....	29
Figura 21 – Tabela Periódica do Protótipo.....	30
Figura 22 - A base do protótipo.....	30
Figura 23 - Elemento em posição incorreta.....	31
Figura 24 - Versão atual do protótipo.....	31
Figura 25 - Protótipo no conceito de grupo.....	32
Figura 26 - Protótipo no conceito de período	32
Figura 27 - Elementos em posição incorreta	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tabela comparativa entre trabalhos.....	21
--	----

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Dados Obtidos com a Aplicação do Questionário Inicial	22
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3D	Tridimensional
GPS	<i>Global Positioning System</i> (Sistema de Posicionamento Global)
IFRS	Instituto Federal do Rio Grande do Sul
LED	<i>Light Emitting Diode</i> (Diodo Emissor de Luz)
MDF	<i>Medium-Density Fiberboard</i>
PLA	Plástico Poliacido Láctico
PUCRS	Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
RE	Robótica Educativa
RFID	<i>Radio-Frequency IDentification</i> (Identificação por Radiofrequência)
RGB	<i>Red, Green and Blue</i> (Vermelho, Verde e Azul)
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
TICs	Tecnologias da Informação e Comunicação
UFJF	Universidade Federal de Juiz de Fora
USB	<i>Universal Serial Bus</i>

SUMÁRIO

RESUMO.....	5
LISTA DE FIGURAS.....	6
LISTA DE TABELAS.....	7
LISTA DE GRÁFICOS	8
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	9
1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVOS	14
2.1 GERAL.....	14
2.2 ESPECÍFICOS	14
3 METODOLOGIA.....	15
4 TRABALHOS RELACIONADOS	16
4.1 TABELA PERIÓDICA EM DEGRADÊ PARA O ENSINO DA QUÍMICA	16
4.2 TABELA PERIÓDICA INTERATIVA DO CENTRO DE CIÊNCIAS/UFJF	18
4.3 BANCADA ELETRÔNICA DE ELEMENTOS QUÍMICOS DA TABELA PERIÓDICA PARA ALUNOS COM SURDEZ E CEGUEIRA.....	19
4.4 TABELA COMPARATIVA ENTRE TRABALHOS	20
5 SOLUÇÃO ELABORADA.....	22
5.1 INTRODUÇÃO.....	22
5.2 OS CONCEITOS QUÍMICOS.....	23
5.3 O HARDWARE	23
5.4 O SOFTWARE.....	28
5.5 TESTES REALIZADOS.....	28
6 CONCLUSÕES.....	34
REFERÊNCIAS	36
APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO INICIAL.....	39
APÊNDICE B – INSTALAÇÃO	41
SOFTWARE.....	41
HARDWARE	42
APÊNDICE C – CONCEITOS QUÍMICOS	43

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, os níveis educacionais são organizados em consonância com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), Lei Federal nº 9.394/96. Conforme estabelece a LDB, o ensino no Brasil é dividido em: (i) Educação Básica, constituída pela Educação Infantil (destinada para crianças de até 5 anos), pelo Ensino Fundamental (iniciando-se aos 6 anos e com duração de 9 anos), pelo Ensino Médio (com duração mínima de 3 anos) e Educação Profissional Técnica de Nível Médio; (ii) Educação Superior.

Os componentes curriculares obrigatórios para o Ensino Fundamental e Médio estão organizados em diversas áreas do conhecimento (BRASIL, 2013). Sendo que este trabalho tem como foco o desenvolvimento de uma solução tecnológica para a área das Ciências da Natureza, mais especificamente para a área de Química.

Ao analisar alguns trabalhos encontrados na literatura (SANTANA, 2008), (TRASSI *et al.*, 2001), (PINHEIRO *et al.*, 2015) e (LOCATELLI, ZOCH e TRENTIN, 2015) é possível perceber que o Ensino de Química no modelo tradicional concentra-se na memorização de nomes e símbolos. Porém, essa abordagem não está em consonância com as orientações educacionais complementares estabelecidas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+s):

As interpretações quânticas da estrutura dos átomos e moléculas, assim como das ligações químicas, são necessárias e constituem uma fundamentação que até mesmo permite a compreensão das propriedades da tabela periódica. Entretanto, por conta de sua complexidade, é preciso especial cuidado para evitar que sua apresentação meramente formal, sem uma preocupação mais conceitual, possa levar à simples memorização de idéias mal compreendidas (BRASIL, 2002, p. 105).

Com base nessa afirmação percebe-se claramente a necessidade de utilizar recursos pedagógicos que favoreçam uma aprendizagem significativa e contextualizada. Porém, a tabela periódica convencional em duas dimensões, que é apresentada em livros didáticos utilizados nas salas de aula, não é um instrumento muito eficaz no ensino dos conceitos da química para alunos. Segundo Godoi, Oliveira e Codognoto (2010, p. 24):

De acordo com o relato dos professores da disciplina, o assunto Tabela Periódica e propriedades periódicas é visto pelos alunos simplesmente como uma tabela que traz algumas informações que eles têm que estudar e decorar para tirar a nota do bimestre e, depois, não mais precisarão dela. Isso provavelmente ocorre porque os alunos têm dificuldade para entender o que está disposto nessa tabela e fazer correlações entre as informações lá contidas.

A Tabela Periódica é uma ferramenta aglutinadora de conceitos na área de química abordando várias definições, tais como: átomo, número de massa, raio, valência, prótons,

elétrons, número de oxidação, bem como outros conceitos que norteiam os demais conteúdos dessa disciplina (GUCH, 2013).

Visando reduzir as dificuldades encontradas na aprendizagem da tabela periódica algumas soluções vêm mostrando que objetos de aprendizagem conseguem auxiliar e facilitar o ensino da tabela periódica, tais como: jogos de cartas ou em tabuleiro (GODOI; OLIVEIRA; CODOGNOTO, 2010), tabelas virtuais online ou em aplicativos para celulares (MONTENEGRO, 2013), tabelas físicas, com elementos destacáveis ou coloridos, que ficam à disposição em grandes exposições (CÉSAR; REIS; ALIANE, 2015). As representações físicas e interativas da tabela periódica conseguem trazer uma reprodução de duas dimensões desta ferramenta, frequentemente encontrada em livros e materiais didáticos, para uma tridimensional, aproximando conceitos para o cotidiano do aluno. Algumas dessas tabelas ainda apresentam objetos onde determinado elemento é encontrado na natureza ou em produtos usados no cotidiano (CÉSAR; REIS; ALIANE, 2015).

O principal problema de algumas dessas soluções é seu tamanho, por isso ficam em amplas salas de exposições, como, por exemplo, as tabelas que se encontram no Museu de Ciência e Tecnologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS) (Figura 1) e na Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz)¹. Para se ter acesso aos espaços dessas exposições, na maioria das vezes, é necessário o agendamento e gastos com deslocamento.

Figura 1 - Tabela Periódica PUCRS



Fonte: CAMILIO, 2014

César, Aliane e Reis (2015, p. 185) identificaram esse problema ao desenvolverem uma tabela periódica para o Centro de Ciências da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF):

[...] em alguns casos, deparamo-nos com a ausência da escola agendada para a visitação por falta de recursos para locação do ônibus e do apoio dos órgãos competentes para o custeio deste.

A partir disso, geram-se obstáculos no ensino dos conceitos químicos que poderiam ser proporcionados por uma tabela periódica interativa física em um ambiente informal.

¹Refere-se à exposição “Elementar: a química que faz o mundo” ocorrida neste local nos anos de 2011 e 2014

Para resolver problemas pontuais de algumas tabelas interativas existentes e transformá-la em uma ferramenta que possa ser levada para a sala de aula, pensou-se na solução proposta por este trabalho que será o desenvolvimento de uma tabela física interativa, através de prototipagem eletrônica. Assim, os elementos químicos, nela contidos, serão representados por uma pequena caixa que conterá Diodos Emissores de Luz (LEDs - *Light Emitting Diode*) que possibilitarão mudar a cor de determinado elemento, sendo que somente alguns deles serão destacáveis. A tabela poderá mudar de cor de acordo com o conceito que o professor deseja abordar, trazendo uma dinamicidade à aprendizagem e estimulando o aluno visualmente, além de aumentar a gama de conceitos que ela poderá abordar.

Com essa tabela o professor também poderá destacar alguns elementos da base, entregando-os aos alunos e requisitando que os mesmos sejam recolocados no lugar correto, levando o aluno a lembrar de alguns conceitos previamente estudados, como número de prótons, uma vez que cada caixa de elemento conterá apenas seu símbolo, e sua representação em braile. Quando o aluno coloca um elemento de volta à base, em seu local correto, a pequena caixa assumirá a cor de seu devido espaço de acordo com a configuração de cor vigente, caso o elemento seja colocado em uma posição errada ele assumirá a cor vermelha indicando um erro. Estímulos sonoros serão disparados durante esta ação visando incorporar ao produto algumas questões relacionadas à acessibilidade.

O trabalho prossegue apresentando no Capítulo 2 os objetivos, no Capítulo 3 a metodologia que foi utilizada para o desenvolvimento do trabalho, no Capítulo 4 são descritos alguns trabalhos relacionados, no Capítulo 5 é detalhada a solução elaborada para o protótipo proposto; finalmente, o Capítulo 6 descreve as conclusões obtidas com o desenvolvimento do trabalho.

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

Desenvolver o protótipo de uma tabela periódica física, interativa e acessível para complementar o ensino de química, mais especificamente no conteúdo relativo à tabela periódica.

2.2 ESPECÍFICOS

- Identificar através de pesquisa quais conceitos a tabela interativa poderá abordar.
- Identificar quais componentes eletrônicos poderão fazer parte da solução elaborada.
- Realizar testes unitários, de integração e sistema, contemplando tanto *hardware* quanto *software*.
- Documentar os avanços do projeto usando o caderno de campo e outros documentos vinculados ao Trabalho de Conclusão de Curso (TCC).
- Elaborar e aplicar um questionário com alunos de curso técnicos de nível médio, de diferentes áreas do conhecimento, para levantar as dificuldades mais recorrentes.

3 METODOLOGIA

O presente trabalho propõe o desenvolvimento do protótipo de uma tabela periódica interativa utilizando como base dispositivos eletrônicos e robóticos. A mesma permitirá que os conteúdos possam ser abordados em sala de aula de forma teórica e prática, possibilitando contextualizar a aprendizagem através de um recurso lúdico, tendo então sua natureza caracterizada como pesquisa aplicada.

Para o desenvolvimento do trabalho, foi realizada uma pesquisa bibliográfica da área buscando elencar as maiores dificuldades, e outros estudos e soluções vinculados a esse tema. Fazendo-se uso de estudos de caso que denotam a realidade vivida pelo corpo discente, elencados através de questionários, logo, seus objetivos possuem caráter exploratório e seus procedimentos têm caráter de pesquisas bibliográfica e de levantamento.

Quanto a sua abordagem, foi adotada a quantitativa, pois foram levantados diversos dados através de instrumentos de levantamento padronizados, como o questionário, para uma coleta de dados mais precisa, sem o envolvimento do questionador através de perguntas abertas e fechadas.

Após a aplicação do questionário vários trabalhos relacionados a este foram avaliados e analisados, conforme apresenta o Capítulo 4, de modo a identificar possíveis soluções a serem propostas.

Após estudos bibliográficos e de trabalhos existentes, como mostra o Capítulo 4, iniciou-se a fase de testes dos componentes e a montagem da solução proposta, os quais serão descritos no Capítulo 6.

4 TRABALHOS RELACIONADOS

Este capítulo apresenta trabalhos que possuem relação com o trabalho proposto. Primeiramente, foram selecionados os trabalhos que envolviam objeto de aprendizagem e o ensino da tabela periódica na disciplina de química. Então, buscou-se identificar os trabalhos que mais se aproximavam do proposto, ou seja, possuíam uma representação da tabela periódica contendo elementos destacáveis, cores dinâmicas e interatividade.

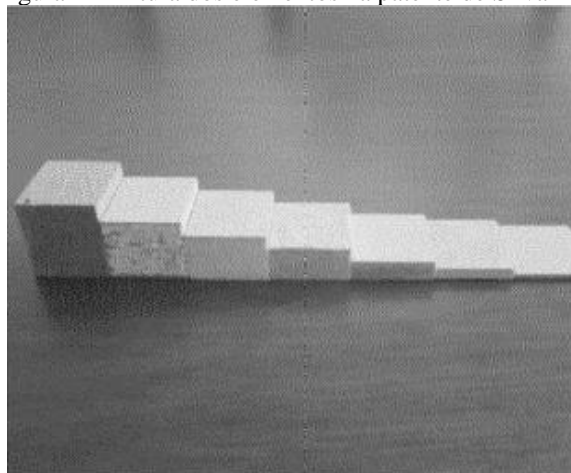
A seção 4.1 descreve o produto de Silva (INPI, 2016) que desenvolveu uma tabela periódica, em que seus elementos possuem diferentes alturas e informações em braile. A seção 4.2 descreve o trabalho de César, Reis e Aliane (2015) que desenvolveram uma tabela periódica física, interativa e tridimensional para o Centro de Ciências da UFJF com o objetivo de levar aos visitantes um momento de interação e descontração com as informações e curiosidades sobre os elementos químicos de maneira mais prática e divertida. A seção 4.3 descreve o trabalho de Chaves et al. (2015) que desenvolveram uma tabela física, interativa, portátil e acessível com o objetivo de levar os conhecimentos abstratos da química também para pessoas com surdez e cegueira.

4.1 TABELA PERIÓDICA EM DEGRADÊ PARA O ENSINO DA QUÍMICA

A patente de Silva (INPI, 2016), descreve uma tabela periódica em três dimensões como ferramenta de auxílio no ensino de química para alunos com deficiência visual ou baixa visão, com leituras em braile para identificação dos elementos.

Neste produto, são representados individualmente os elementos representativos. Cada um é uma pequena caixa móvel, contendo em braile seu símbolo, número de elétrons livres e seu número atômico. Estas peças possuem alturas diferentes entre si, sete alturas para os sete períodos da tabela periódica, como esquematiza a Figura 2.

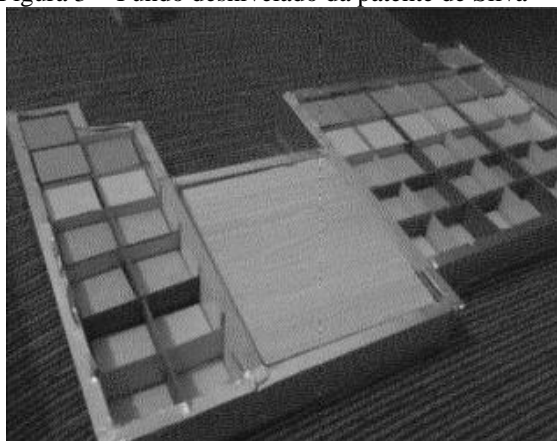
Figura 2 – Altura dos elementos na patente de Silva



Fonte: INPI, 2016

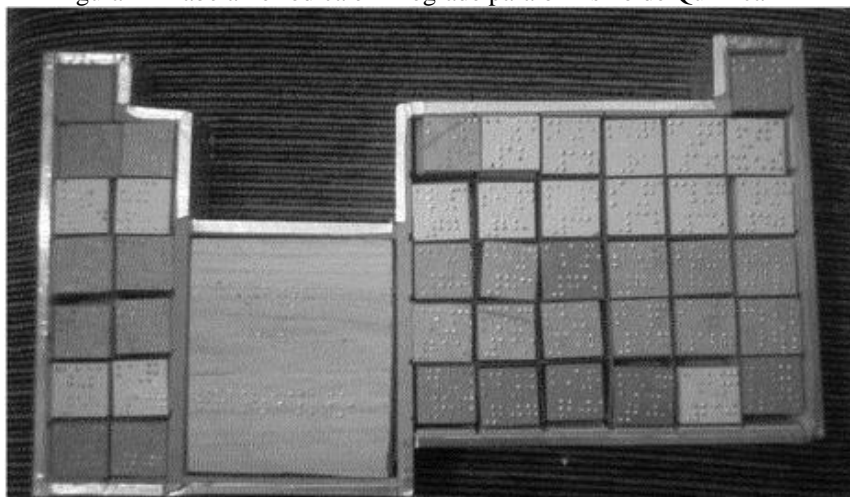
O fundo da tabela possui profundidades variadas, de modo a suprir a diferença de cada peça, Figura 3, resultando em uma superfície plana quando todos os elementos estiverem nela dispostos (Figura 4).

Figura 3 - Fundo desnivelado da patente de Silva



Fonte: INPI, 2016

Figura 4 - Tabela Periódica em Degraude para o Ensino de Química



Fonte: INPI, 2016

No produto, os alunos podem destacar um elemento representativo e aprender algumas características do mesmo através do Baile, se torna mais fácil também a reposição deste elemento na tabela uma vez que os elementos de cada período possuem altura iguais entre si, mas distintas entre períodos.

Segundo o autor, seu produto tem como objetivo:

Suprir a carência que alunos com deficiência ou baixa visão, do ensino médio, possuem no aprendizado da química, na tradução das informações e na sua independência. Proporcionando assim as mesmas oportunidades que todos os demais possuem perante a lei de igualdade e direitos, principalmente na educação. (INPI, 2016, p. 2)

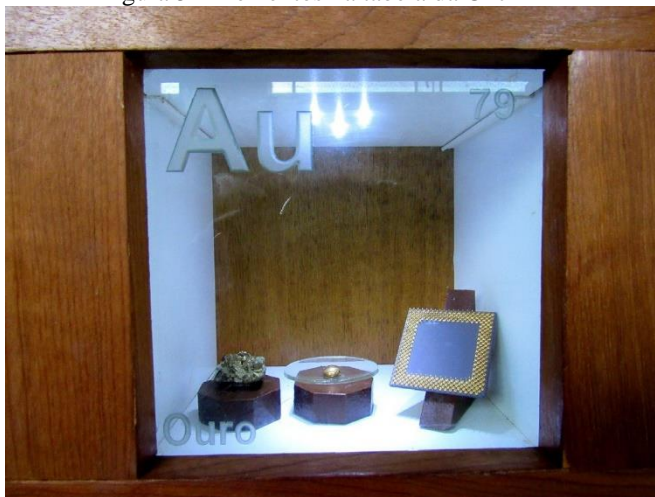
O trabalho proposto por Silva (INPI, 2016) aborda uma questão muito importante o ensino de Química para alunos portadores de deficiência visual. O trabalho aqui proposto tem a proposta de incluir braile para cada símbolo facilitando a sua identificação entre os demais.

4.2

4.2 TABELA PERIÓDICA INTERATIVA DO CENTRO DE CIÊNCIAS/UFJF

O trabalho de César, Reis e Aliane (2015) descreve o processo de desenvolvimento de uma tabela periódica interativa para o centro de ciências da UFJF. Esse produto consiste em uma tabela completa de 3,2 metros de comprimento por 2,2 metros de altura, onde cada elemento é uma caixa fechada com vidro onde está gravado seu respectivo símbolo, nome e número atômico. Nas caixas ainda é possível encontrar minerais, aplicações cotidianas e formas naturais de cada elemento, conforme ilustra a Figura 5.

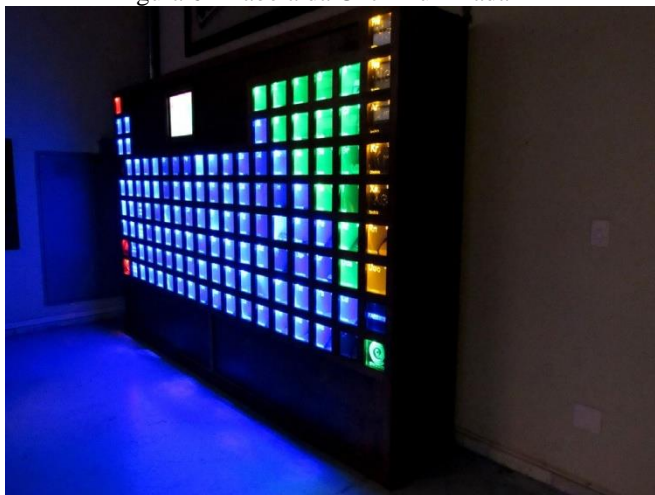
Figura 5 - Elementos na tabela da UFJF



Fonte: CÉSAR; REIS; ALIANE, 2015

No topo da tabela há uma tela sensível ao toque, onde se pode selecionar um elemento, ao fazer isso, apenas seu correspondente na tabela física ficará iluminado e informações sobre sua história e propriedades aparecem na tela. Através do monitor é possível também fazer com que a tabela física fique colorida de acordo com o conceito de grupos (Figura 6).

Figura 6 - Tabela da UFJF iluminada



Fonte: CÉSAR; REIS; ALIANE, 2015

Como resultado, os autores perceberam um grande interesse pela tabela por parte dos alunos e professores pois a tabela aborda de uma forma interativa e com exemplos do cotidiano os fatos teóricos vistos em sala de aula. Os autores ressaltam ainda que:

A utilização dessa forma de estudo da classificação periódica tem permitido uma troca de saberes muito rica entre estudantes, professores e mediadores, uma vez que conta com um espaço e tempo diferentes da sala de aula, livre de preocupações como, por exemplo, a simples memorização de conteúdos (CÉSAR; REIS; ALIANE, 2015, p. 186).

O maior problema deste trabalho são as dimensões da tabela, que inviabilizam que a mesma seja levada para a sala de aula. Nesse sentido, a tabela proposta tem como foco um protótipo com tamanho reduzido que possa ser usado de forma prática pelos alunos.

4.3 BANCADA ELETRÔNICA DE ELEMENTOS QUÍMICOS DA TABELA PERIÓDICA PARA ALUNOS COM SURDEZ E CEGUEIRA

O trabalho de Chaves et al. (2015)⁵, desenvolvido no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão *Campus* Caxias, descreve o processo de desenvolvimento de uma bancada eletrônica para o ensino de química voltado para alunos com surdez e cegueira. O produto consiste em uma maleta que contém, pequenas peças de *Medium-Density Fiberboard* (MDF) onde estão gravadas, individualmente, as letras do alfabeto bem como o nome de determinados elementos químicos da tabela periódica. Cada peça de MDF possui também sua representação em braile e libras, como pode-se observar nas Figuras 7 e 8.

Figura 7 – Elemento Alumínio da Tabela de Chaves



Fonte: CHAVES *et al.*, 2015

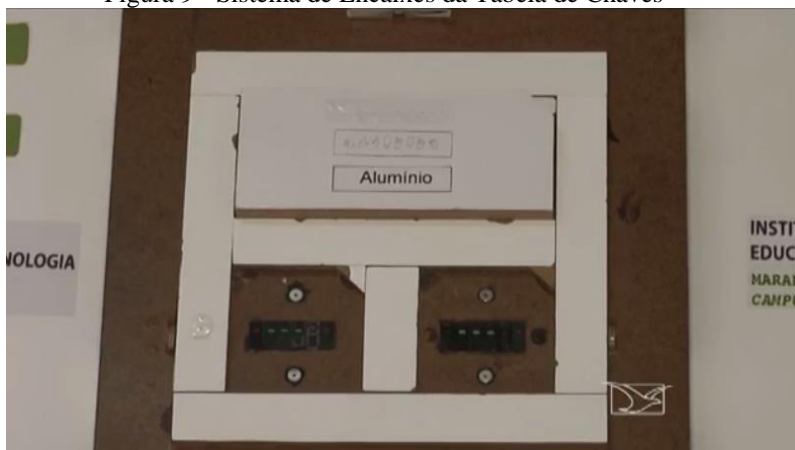
⁵ Tentou-se um contato com os autores via *email* para a requisição de informações mais completas, porém não houve nenhuma resposta por parte do destinatário.

Figura 8 - Diversos elementos da Tabela de Chaves

Fonte: CHAVES *et al.*, 2015

O aluno posiciona então o bloco contendo o nome do elemento em um espaço reservado para o mesmo, logo após, posiciona-se os blocos contendo as letras do alfabeto latino com o intuito de que elas formem o símbolo do respectivo elemento. Os símbolos são formados por até duas letras, logo, a bancada possui um sistema de LEDS e vibração para cada encaixe de caractere. Caso o aluno encaixe o caractere na posição correta o LED se acenderá e a bancada vibrará, caso contrário, isso não ocorrerá. O sistema de encaixes encontra-se esquematizado na Figura 9, nela o bloco contendo o nome completo do elemento já se encontra na posição correta.

Figura 9 - Sistema de Encaixes da Tabela de Chaves

Fonte: CHAVES *et al.*, 2015

Segundo os autores, foi relatado por parte dos alunos portadores de deficiência que o produto favorece a sua inclusão, pois traz autonomia e é uma ferramenta prazerosa para o estudo de química.

4.4 TABELA COMPARATIVA ENTRE TRABALHOS

A Tabela 1 ilustra um comparativo realizado entre os três trabalhos analisados e o trabalho proposto. Para elucidar o conteúdo nela contido, “Trab. 1” refere-se ao trabalho de Silva (INPI, 2016), seção 5.1; “Trab. 2” refere-se ao trabalho de César, Reis e Aliane (2015), seção 5.2; “Trab. 3” refere-se ao trabalho de Chaves *et al.* (2015), seção 5.3; “Proposto” refere-se ao trabalho proposto pelo autor neste documento.

Tabela 1 - Tabela comparativa entre trabalhos

	Trab. 1	Trab. 2	Trab. 3	Trabalho Proposto
Elementos destacáveis	✓	✗	✓	✓
Colorida dinamicamente	✗	✓	✗	✓
Interativa	✓	✓	✓	✓
Acessível	✓	✗	✓	✓
Portátil	✓	✗	✓	✓
Exemplar do Elemento ⁶	✗	✓	✗	✗
Eletrônica	✗	✓	✓	✓
Quantidade de conceitos abordados ⁸	5	3	2	9
Dimensões ⁹	33 cm	3 m	70 cm	1,35 m
	1,81 cm	2 m	40 cm	1,02 m
Material utilizado	Papelão	Madeira, Acrílico	MDF	PLA

Fonte: Autoria Própria

⁶ Exemplo de ocorrência do elemento na natureza, por exemplo, processador de computador exemplificando o elemento Ouro

⁸ Os conceitos abordados por este trabalho serão detalhados no Capítulo 5, Seção 5.2

⁹ As dimensões do “Trab. 3” são aproximadas.

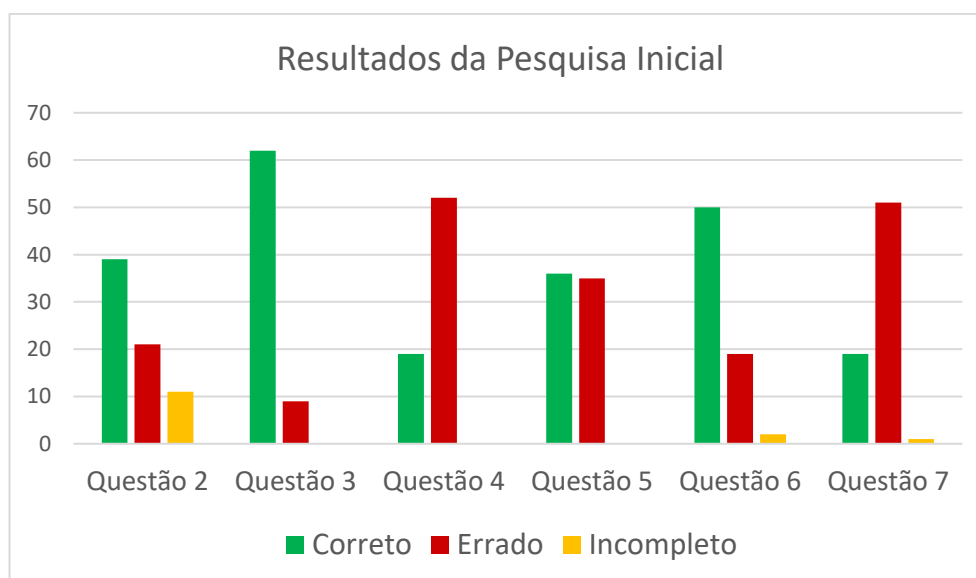
5 SOLUÇÃO ELABORADA

5.1 INTRODUÇÃO

O primeiro passo para o desenvolvimento do trabalho foi uma coleta de dados inicial, que compreendeu a elaboração de um questionário, que possuía como foco identificar os principais conceitos relacionados com a tabela periódica e que foram “esquecidos” após terem sido estudados em anos anteriores. O questionário (disponível no Apêndice A) foi construído utilizando figuras e perguntas, e abordou sete questões referentes à tabela periódica, seus períodos e grupos, famílias, entre outros conceitos pertinentes.

A partir da sua aplicação com três turmas de Ensino Médio do Instituto Federal de Ciência e Educação do Rio Grande do Sul *Campus* Canoas, totalizando 71 alunos, pode-se perceber que os conceitos que os alunos explicaram de forma incorreta ou incompleta foram: eletronegatividade (Questão 2), família ou grupo (Questão 4), número atômico (Questão 5) e raio atômico (Questão 7), como ilustra e quantifica o Gráfico 1.

Gráfico 1 - Dados Obtidos com a Aplicação do Questionário Inicial



Fonte: Autoria Própria

Com este questionário, foi possível levantar dados que nortearam o desenvolvimento do protótipo. Verificou-se através dos resultados, que os discentes apresentaram dificuldade ao caracterizar os conceitos de grupo e raio atômico. Estas definições são prioridades no desenvolvimento do protótipo. Na versão atual, destes dois, foi implementado o conceito de grupo.

Pretendia-se aplicar este questionário novamente, com os alunos que utilizariam o protótipo, buscando-se o comparativo entre as turmas que tiveram ferramenta, aqui proposta, para o estudo com as que não tiveram. Porém, vários problemas foram encontrados durante o desenvolvimento da solução proposta e ocorreram atrasos, o que inviabilizou a sua aplicação este ano. Espera-se que com a continuidade do trabalho o mesmo possa ser aplicado em 2017.

De posse dos dados iniciais e conhecimento sobre trabalhos relacionados, iniciou-se a fase de implementação e estudo de tecnologias que pudessem ser empregadas para retratar conceitos químicos.

Várias tecnologias têm sido utilizadas como abordagens pedagógicas complementares aos modelos tradicionais de aprendizagem, pois elas têm se mostrado adequadas e efetivas na apropriação do conhecimento. Além disso, o seu uso tem aumentado nos últimos anos devido à crescente busca da inclusão digital dos alunos por parte das escolas.

Conforme já mencionado, no Ensino de Química é possível encontrar várias soluções tecnológicas adotadas para complementar a aprendizagem: *softwares* e jogos educativos, uso de recursos midiáticos, repositórios e objetos educacionais, laboratórios de experimentação virtual, entre outros recursos encontrados na literatura (LOCATELLI, ZOCH e TRENTIN, 2015). Para o desenvolvimento deste trabalho optou-se por criar um artefato robótico, que é o protótipo de uma tabela periódica física e interativa, que utiliza recursos e componentes eletrônicos, de modo a simplificar e contextualizar a aprendizagem.

Para o desenvolvimento do protótipo, escolheu-se a plataforma de prototipagem eletrônica Arduino, devido ao seu *software* e *hardware* serem *open-source*, comunidade ativa e abrangência de estudos e materiais de suporte sobre seus componentes, módulos bem como peças eletrônicas. Os recursos de *hardware* e *software* serão detalhados nas próximas seções.

5.2 OS CONCEITOS QUÍMICOS

Juntamente com a coorientadora deste trabalho, foram definidos nove conceitos que o protótipo poderá abordar, os quais compreendem:

- Raio atômico
- Eletronegatividade
- Eletropositividade
- Energia de ionização
- Ponto de fusão e ebulição
- Afinidade eletrônica
- Localização (períodos e famílias)
- Representatividade
- Símbolo químico

Como dito anteriormente, os conceitos de eletronegatividade e raio atômico, são os que mais geraram dúvidas entre os alunos, na pesquisa realizada. Na Seção 5.3 será relatado o desenvolvimento do *hardware* do protótipo.

5.3 O HARDWARE

Todo o *hardware* do protótipo utiliza como base a plataforma Arduino, que foi criada para a prototipagem eletrônica. Ela foi desenvolvida por Massimo Banzi, Tom Igoe, David Cuartielles, Gianluca Martino, David Mellis e Nicholas Zambetti, no ano de 2005, na Itália, para o desenvolvimento de protótipos de baixo custo (DI RENNA, *et al.*, 2013).

O Arduino possui a capacidade de estender suas funcionalidades de operação através de componentes, módulos e *shields*. Estes dois últimos, são outras pequenas placas

eletrônicas capazes de, por exemplo, realizar comunicações *Bluetooth®*, de Ethernet, radiofrequência, *Global Positioning System* (GPS) entre outros. (ARDUINO, 2016)

A Figura 10 ilustra a placa Arduino Mega, a qual foi utilizada para desenvolver a solução proposta para este trabalho. Inicialmente, pensou-se em utilizar uma placa Arduino Uno, mas o número de pinos disponível era insuficiente para conectar todos os componentes eletrônicos necessários.

Figura 10 - Arduino Mega

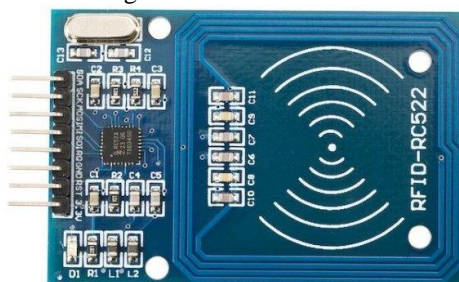


Fonte: ARDUINO, [201-?]

O uso da plataforma Arduino por si só não permite controlar e identificar os elementos químicos que serão destacados da base da tabela, assim foi necessário utilizar o recurso de RFID (*Radio-Frequency IDentification*) ou, Identificação por Radiofrequência, que é uma tecnologia que usa radiofrequência para a identificação de objetos ou pessoas. Essa tecnologia possui inúmeras aplicabilidades, tais como logística e segurança, por exemplo (VIOLINO, 2005).

No caso deste trabalho, esta tecnologia foi utilizada para identificar cada um dos elementos destacáveis da tabela de forma única, pois só assim seria possível determinar se o elemento estava sendo encaixado na posição correta ou não. Durante o desenvolvimento do protótipo utilizou-se o módulo de leitura RFID-RC522, como ilustra a Figura 11. Este módulo é utilizado basicamente para comunicação sem contato utilizando a frequência de 13,56MHz. Além disso, ele permite ler e escrever em cartões que seguem o padrão Mifare (CIA, 2014).

Figura 11 - RFID-RC522



Fonte: PIHLGREN, 2015

Com uma base de leitura *RFID-RC522*, testou-se a funcionalidade de escrita e leitura de vários cartões Mifare. Estes cartões possuem um código de identificação único, logo,

percebeu-se que esta tecnologia poderia ser utilizada para identificar cada elemento na tabela interativa, assim reconhecendo se o elemento está posicionado no local correto.

Na Figura 12 é possível analisar como esta tecnologia foi empregada na elaboração do protótipo, o elemento será encaixado na base, que por sua vez, lê a *tag* RFID no através do leitor, então, o Arduino reconhece o elemento químico. Caso ele esteja na posição correta da tabela o mesmo emitirá uma luz verde, caso contrário, acenderá uma luz vermelha.

Figura 12 - RFID no protótipo



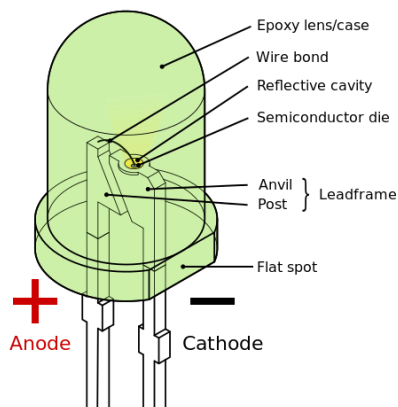
Fonte: Autoria Própria

Outro componente eletrônico utilizado para elaborar a solução foram os LEDs *Red, Green and Blue* (RGB). Com LEDs RGB é possível obter qualquer cor, viabilizando a dinamicidade das diversas cores que a tabela possuía para ilustrar os conceitos químicos.

Esse é um recurso muito utilizado em todos os aparelhos eletrônicos para a emissão de luz através da passagem de corrente. Segundo McRoberts (2011): “LEDs vêm de todos os tipos de cores e níveis de luminosidade, incluindo a parte ultravioleta e infravermelha do espectro (como nos LEDs do controle remoto de sua TV).”.

A Figura 13 esquematiza as principais partes que compõe um LED, bem como a identificação de seus pólos negativo e positivo.

Figura 13- *Light-emitting Diode*



Fonte: INDUCTIVELOAD, 2009

Na Figura 14 tem-se o esquema que permite identificar como o LED RGB fica conectado na caixa representativa do elemento químico.

Figura 14- LED RGB conectado



Fonte: Autoria Própria

Durante o desenvolvimento do protótipo muitos foram os *plugs* pesquisados para realizar a conexão do elemento com a base de encaixe, como conectores Molex e pinos de barramento. Esta conexão é necessária para energizar os LEDs contidos na caixa do elemento. Para a solução, utilizou-se *plugs Universal Serial Bus (USB)* do tipo A, o encaixe fêmea para os elementos e o macho para a base. A Figura 15 mostra um conector USB-A nas suas duas versões.

Figura 15 - Conectores USB-A



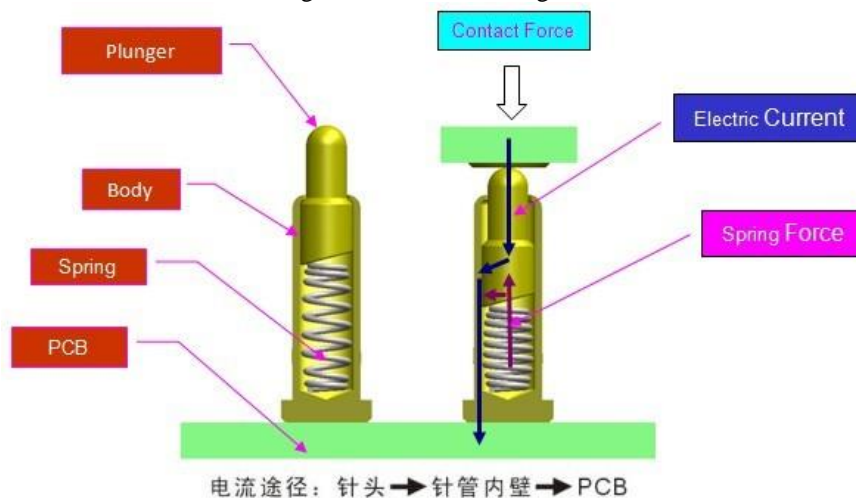
FEMALE

MALE

Fonte: TRAADLOESTINTERNET, 2009

Entretanto, conectores USB podem desgastar-se ao longo de sua vida útil devido ao atrito da conexão macho-fêmea. O *plug* ideal para a solução é o Pogo. Diferentemente do USB, um conector por encaixe, o Pogo estabelece sua conexão através do contato. A Figura 16 ilustra as principais características do conector Pogo.

Figura 16 - Conector Pogo



Fonte: AMOS SCIENCE, [201-?]

Um dos grandes problemas encontrados no desenvolvimento do protótipo foi a definição dos conectores, bem como a sua compra. Inicialmente, tentou-se comprar o conector Pogo, mas ele apresentava um custo muito elevado (aproximadamente trinta dólares para cada elemento destacável), além disso como esse conector não é vendido no Brasil ele teria que ser importado o que levaria um tempo aproximado de 3 meses. Isso seria inviável, pois o referido conector foi encontrado em agosto e não seria possível utilizá-lo para no desenvolvimento do protótipo, o qual deveria ter uma versão para testes em novembro.

Optou-se então por utilizar o conector USB, o qual estava disponível em algumas lojas e não estava em outras. Algumas lojas possuíam o conector Fêmea no ângulo de 90°, mas era necessário o de 180°; o mesmo ocorrendo com o conector macho. Conseguimos realizar a compra final desses conectores somente em setembro e isso acabou afetando os prazos para o desenvolvimento do protótipo.

Além desses problemas, um dos que mais afetou o desenvolvimento do protótipo foi o de “aderência”, pois o elemento químico é desenvolvido com Plástico Poliacido Láctico (PLA) e o conector é de metal, logo unir esses elementos não foi uma tarefa fácil. O uso de cola “Bonder” não foi possível, pois a cola acaba trincando o plástico, o uso de “Epoxi” não possibilitava encaixar os elementos e a cola quente não dava sustentação duradoura. Mesmo assim, optou-se pelo uso da cola quente, pois entre os três recursos analisados foi o que ficou mais viável.

5.4 O SOFTWARE

De acordo com Di Renna et al. (2013, p. 3) as bibliotecas e a linguagem da plataforma podem ser explicadas da seguinte forma:

Ele [O Arduino] é baseado em uma placa microcontrolada, com acessos de Entrada/Saída (I/O), sobre a qual foram desenvolvidas bibliotecas com funções que simplificam a sua programação, por meio de uma sintaxe similar à das linguagens C e C++.

Uma dificuldade no desenvolvimento do *software*, foi a utilização de diversos leitores RFID, visto que esta aplicação não havia sido encontrada em tutoriais disponíveis na *Internet*. Na Figura 17 encontra-se a solução criada e implementada pelo autor, que percorre um vetor de leitores, contendo diversos objetos MFRC522, verificando se foi acoplado um elemento sobre eles.

Figura 17 - Código Arduino de leitura de cartões

```
// Procura por novos cartões
int y;
boolean flag=false;
while(true){
    for(y=0;y<((sizeof(leitores)/sizeof(leitores[0])));y++){
        if(leitores[y].PICC_IsNewCardPresent()){
            if(leitores[y].PICC_ReadCardSerial()){
                flag=true;
                break;
            }
        }
    }
    if(flag) break;
}
```

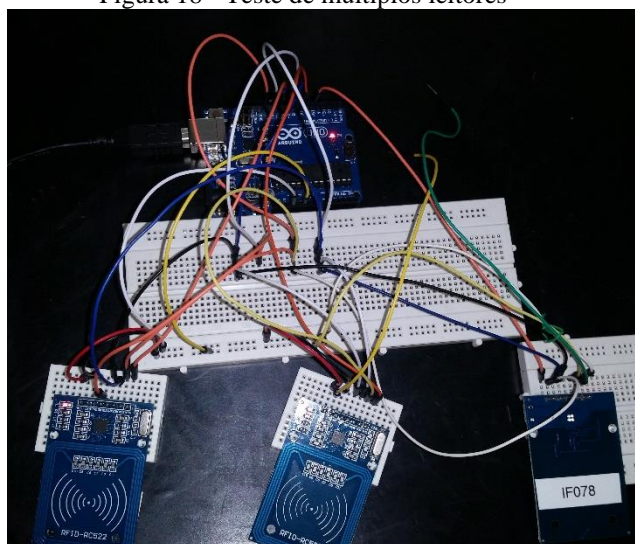
Fonte: Autoria Própria

Na seção seguinte, são apresentados os testes com os diversos componentes para o desenvolvimento do protótipo

5.5 TESTES REALIZADOS

Para o desenvolvimento do protótipo, inicialmente testou-se a leitura e gravação de cartões Mifare 1K. Durante estes testes, descobriu-se que o quarto bloco de cada setor (*trailer block*), armazena as chaves de segurança para gravação de dados nos blocos restantes daquele setor, por isso não poderiam ser sobrescritos. Na Figura 18 é possível encontrar o esquema realizado para fazer a leitura com três leitores MFRC522 utilizando uma placa Arduino UNO.

Figura 18 - Teste de múltiplos leitores



Fonte: Autoria Própria

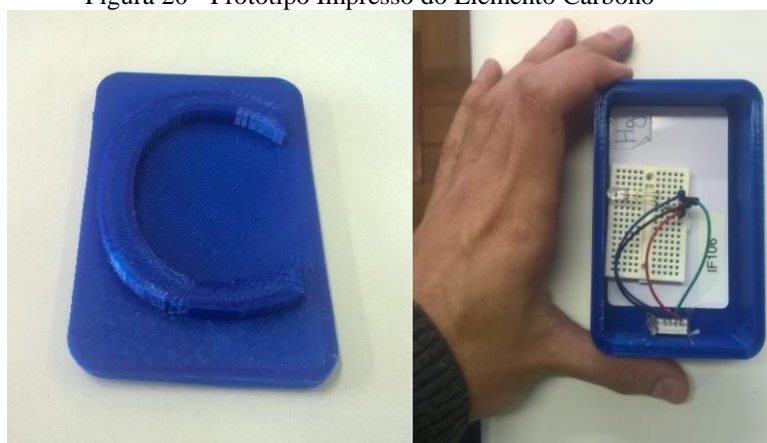
Para desenvolver o protótipo, utilizou-se de uma impressora tridimensional (3D) para imprimir em plástico (PLA) a caixa representativa de um elemento. A Figura 19 esquematiza a primeira versão deste caixa, a Figura 20 ilustra sua versão atual.

Figura 19 - Primeira versão de um elemento



Fonte: Autoria Própria

Figura 20 - Protótipo Impresso do Elemento Carbono



Fonte: Autoria Própria

Estes elementos, em uma futura versão do protótipo, estarão dispostos no formato de uma tabela periódica convencional, como esquematiza a Figura 21.

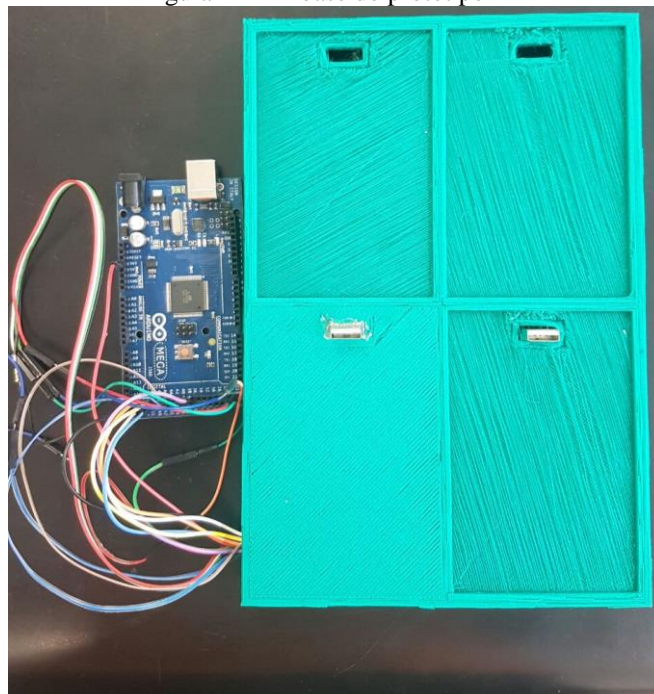
Figura 21 – Tabela Periódica do Protótipo



Fonte: Autoria Própria

A Figura 22 ilustra a base de conexão do protótipo, impressa em PLA. Já a Figura 23, esquematiza um elemento em uma posição incorreta, e a dispersão da luz do LED através da tampa de PLA transparente.

Figura 22 - A base do protótipo



Fonte: Autoria Própria

Figura 23 - Elemento em posição incorreta



Fonte: Autoria Própria

A versão atual do protótipo, contempla a representação dos elementos que vão do grupo 14 ao 16, contemplando os períodos 2 e 3, um total de 6 elementos, como ilustra a Figura 24.

Figura 24 - Versão atual do protótipo



Fonte: Autoria Própria

Nesta versão, do protótipo foram implementados dois conceitos químicos: grupo, Figura 25, e período, Figura 26. Os grupos correspondem às colunas da tabela periódica, pois como é possível observar na Figura 25 cada coluna da tabela está iluminada com uma cor diferente das demais colunas do protótipo

Figura 25 - Protótipo no conceito de grupo



Fonte: Autoria Própria

De forma semelhante à Figura 25, é possível verificar que na Figura 26, as linhas estão iluminadas utilizando a mesma cor, o que representa claramente o conceito de período.

Figura 26 - Protótipo no conceito de período



Fonte: Autoria Própria

Na Figura 27 é possível verificar que dois elementos estão representados com a cor vermelha, indicando que a posição dos mesmos está incorreta dentro da tabela periódica.

Figura 27 - Elementos em posição incorreta



Fonte: Autoria Própria

No próximo capítulo estão descritas algumas conclusões obtidas com o desenvolvimento deste trabalho, bem como os trabalhos futuros e necessidades de alterações levantadas durante o seu desenvolvimento.

6 CONCLUSÕES

Com base nos relatos da coorientadora deste trabalho e observando os resultados do questionário aplicado, percebeu-se que o aprendizado da tabela periódica ocorre de maneira superficial. Os discentes aprendem este conteúdo apenas para as provas em sala de aula, decorando-o, não percebendo que este conteúdo é de vital importância para um entendimento geral da química, e, além disso, não percebem que a importância deste conhecimento para os anos seguintes de estudo no ensino médio. Assim, uma tabela periódica interativa pode ser utilizada como um recurso complementar à aprendizagem e uma solução lúdica e dinâmica para o ensino em sala de aula.

Com base nos objetivos estabelecidos pode-se afirmar que:

- (i) O desenvolvimento da periódica interativa permite abordar diversos conceitos, como os brevemente descritos no capítulo anterior, e os descritos no Apêndice C;
- (ii) A identificação dos componentes eletrônicos demandou mais tempo do que o esperado, além disso, duas grandes dificuldades foram encontradas: a primeira diz respeito à passagem de energia entre a base e o elemento através de um conector, percebe-se que se faz necessário a utilização de conectores de contato, diminuindo assim o desgaste dos mesmos ao retirar e recolocar um elemento em sua posição, isso pode ser resolvido utilizando-se os conectores Pogo. Já a segunda possui relação com a impressão dos elementos da tabela usando tecnologia 3D - para a impressão de partes do protótipo, utilizou-se o modelo 3DCloner ST. Algumas vezes, durante o lento trabalho de impressão destas peças, a impressora apresentou problemas, perdendo sua calibragem e danificando a peça. Isto levou ao descarte e recomeço do trabalho, custando tempo para progressão do protótipo;
- (iii) Vários testes foram realizados contemplando ora o hardware e ora o software, de modo a construir a solução final composta por vários componentes eletrônicos;
- (iv) Todas as etapas e atividades foram devidamente documentadas no caderno de campo e no Google Drive usando diversos tipos de arquivo para essa documentação – vídeos, imagens, modelos Fritzing, etc.;
- (v) Este trabalho foi publicado em algumas feiras e seminários, no presente ano. Em agosto, se fez presente na X Mostra de Ciências e Tecnologias do IFSul - Campus Charqueadas (MOCITEC). Em setembro, o trabalho foi apresentado na V Feira de Ciências e Inovação Tecnológica do IFRS – Campus Canoas (IFCITEC). Por fim, em novembro o trabalho esteve na IV Mostra de Robótica do IFRS, inserida no I Salão de Pesquisa, Extensão e Ensino. Durante estes eventos, diversas foram as contribuições de ouvintes, para melhorar a tabela. Por exemplo, a fim de diminuir a quantidade total de portas que seriam utilizadas na Arduino, sugeriu-se a multiplexação de portas. Seria necessário então, o desenvolvimento de um protocolo de comunicação, entre Arduino, RFID e LEDs.

A partir dessa análise pode-se estabelecer diversos trabalhos futuros:

- (i) A implementação dos diversos conceitos que podem ser abordados pela tabela no protótipo;
- (ii) A implementação da multiplexação e do protocolo de comunicação entre os elementos;
- (iii) Substituir a base em PLA por MDF visando maior durabilidade. Bem como a impressão de mais caixas transparentes;
- (iv) Testar o protótipo em sala de aula com 3 turmas de Ensino Médio do Instituto Federal de Ciência e Educação do Rio Grande do Sul (IFRS) *Campus* Canoas, sendo sua aplicação realizada por um profissional da área de Química, que era um dos objetivos esperados para o ano de 2016.
- (v) Realizar o estudo de integração do protótipo com um computador, ou aplicativo para celular, para a mudança de conceitos ilustrado na tabela e ampliação da quantidade de conceitos abordados.

O desenvolvimento deste trabalho possibilitou explorar os recursos da plataforma Arduino no desenvolvimento de uma solução pedagógica, que pode ser uma alternativa aos métodos tradicionais de ensino.

REFERÊNCIAS

AMOS SCIENCE. **sjyl1.jpg**. [201-?]. Formato JPEG. Disponível em: <<http://www.amoscn.com/images/wfy/sjyl1.jpg>>. Acesso em: 07 nov. 2016.

ARDUINO. **Shields**. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoShields>>. Acesso em: 07 nov. 2016.

ARDUINO. **A000066_iso_both.jpg**. [201-?]. Formato JPEG. Disponível em: <https://www.arduino.cc/en/uploads/Main/A000066_iso_both.jpg>. Acesso em: 07 nov. 2016.

BRASIL. Ministério da Educação. **PCN+ Ensino Médio-Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Humanas e suas tecnologias**. 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão. Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. Conselho Nacional da Educação. Câmara Nacional de Educação Básica. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica**/Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Diretoria de Currículos e Educação Integral. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013.562p.

CAMILIO, Lucas. **Lucas_Camilio_tabela_periodica.jpg**. 2014. Formato JPEG. Disponível em: <2.bp.blogspot.com/-b5P-20nFI1Q/U6oojn-i1vI/AAAAAAAAACq4/r5giCvMRAHc/s1600/Lucas_Camilio_tabela_periodica.jpg>. Acesso em: 12 abr. 2016.

CÉSAR, Eloi T.; REIS, Rita de C.; ALIANE, Cláudia S. de M.. Tabela Periódica Interativa. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 37, n. 3, p.180-186, ago. 2015. GN1 Genesis Network. <http://dx.doi.org/10.5935/0104-8899.20150037>. Disponível em: <qnesc.sbq.org.br/online/qnesc37_3/05-EQM-68-14.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2015.

CHAVES, J. S. et al. Bancada eletrônica de elementos químicos da tabela periódica para alunos com surdez e cegueira. In: Congresso Brasileiro de Química, 55., 2015, Goiânia. **55° CBQ: Congresso Brasileiro de Química**. São Paulo: ABQ, 2015. Disponível em: <<http://www.abq.org.br/cbq/2015/trabalhos/13/8184-18493.html>>. Acesso em: 16 maio 2015.

CIA, Arduino e. **Controle de acesso com módulo RFID RC522**. 2014. Disponível em: <<http://www.arduinoecia.com.br/2014/12/control-de-acesso-modulo-rfid-rc522.html>>. Acesso em: 21 nov. 2016.

DI RENNA, Roberto Brauer et al. Introdução ao kit de desenvolvimento Arduino. **Tutoriais PET-Tele (Universidade Federal Fluminense–UFF), Niterói**, 2013.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo (Org.). **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da Ufrgs, 2009. 120 p. Disponível em:

<<http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf>>. Acesso em: 05 abr. 2016.

GODOI, Thiago Andre de Faria; OLIVEIRA, Hueder Paulo Moisés de; CODOGNOTO, Lúcia. Tabela Periódica - Um Super Trunfo para Alunos do Ensino Fundamental e Médio. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 32, n. 1, p.22-25, fev. 2010. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc32_1/05-EA-0509.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2016.

GUICH, Ian. **O Guia Completo Para Quem Não É C.D.F.: Química**. Rio de Janeiro: Alta Books Editora, 2013. 400 p.

INDUCTIVELOAD. **LED,_5mm,_green_(en).svg**. 2009. Formato SVG. Disponível em:<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f9/LED%2C_5mm%2C_green_%28en%29.svg>. Acesso em: 12 nov. 2016.

INPI (Brasil). Rodrigo Pedrosa da Silva. **Tabela Periódica Em Degrade Para O Ensino Da Química**. BR nº 102014015934-7 A2, 27 jun. 2014, 10 fev. 2016. 2016.

LOCATELLI, Aline. ZOCH, Alana Neto. TRENTIN, Marco Antonio Sandini. TICs no Ensino de Química: Um Recorte do “Estado da Arte”. **Revista Tecnologias na Educação**—Ano 7, número 12, Jul.2015.

MCROBERTS, Michael. Arduino básico. **Editora Novatec**, v. 344755160, 2011.

MONTENEGRO, Juliana Arbex. **O Uso Da Tabela Periódica Interativa Como Aplicativo Para O Ensino De Química**.2013. 96 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ensino em Ciências da Saúde e do Meio Ambiente, Fundação Oswaldo Aranha Centro Universitário de Volta Redonda – RJ, Volta Redonda, 2013. Disponível em: <web.unifoa.edu.br/portal_ensino/mestrado/mecsma/arquivos/2013/3.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2016.

PIAGET, J. A. **A equilibração das estruturas cognitivas: problema central do desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Zahar, 1976

PIHLGREN, Jan. **rfid-lasare-for-arduino.jpg**. 2015. Formato JPEG. Disponível em: <<http://www.pihlgren.se/images/rfid-lasare-for-arduino.jpg>>. Acesso em: 13nov. 2016.

PINHEIRO, I. A. M. et al. Elementum - Lúdico como ferramenta facilitadora do processo ensino-aprendizagem sobre tabela periódica. **Holos**, 8, n. 31, 2015. 80-86.

PRENSKY, Marc. Digital natives, digital immigrants part 1. **Onthehorizon**, v. 9, n. 5, p. 1-6, 2001.


SANTANA, E. M. **A Influência de Atividades Lúdicas na Aprendizagem de Conceitos Químicos**. Seminário Nacional de Educação Profissional e Tecnológica. [S.l.]: [s.n.]. 2008. p. 1-12.

TRAADLOESTINTERNET. **usb-male-female.jpg**. 2009. Formato JPEG. Disponível em: <<http://www.traadloestinternet.dk/images/usb-male-female.jpg>>. Acesso em: 13nov. 2016.

TRASSI, R. C. M. et al. Tabela Periódica Interativa: "um estímulo à compreensão". **Acta Scientiarum**, 23, n. 6, 2001. 1335-1339.

VIOLINO, Bob. Whatis RFID?. **RFID Journal**, v. 1, 2005. Disponível em: <<http://www.rfidjournal.com/articles/pdf?1339>>. Acesso em: 07nov. 2016.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO INICIAL

 INSTITUTO FEDERAL Rio Grande do Sul Campus Canoas	QUESTIONÁRIO PARA CONHECIMENTO DE ASSUNTOS E ESCOPO – TCC
	Aluno: Filipe de Oliveira de Freitas
	Orientadora: Silvia de Castro Bertagnolli
	Coorientadora: Alexandra Duprates Steiner
	07/12/2016

Uma questão para lhe conhecer:

Idade: _____

Nos planos de ensino de Ciências do 9º ano do ensino fundamental e de Química do 1º ano do ensino médio geralmente está previsto o estudo da Tabela Periódica em diferentes níveis de aprofundamento. Diante desse contexto gostaria que você, voluntário, convidado a contribuir para essa pesquisa responda sinceramente as questões abaixo:

- Conforme o assunto tabela periódica foi abordado em aula considera:**
 - ☐ Interessante.
 - ☐ Dispensável.
 - ☐ Cansativo, monótono, repetitivo.
- Diante do desenho ajude o personagem a localizar pelo menos uma família ou grupo e um período indicando através de uma seta, indicando se é um período ou grupo:**



Fonte: Autor Desconhecido

- Quais nomes de grupo ou família você conhece?**

4. O que você entende por “eletronegatividade”?

Explique:

5. O que você entende por raio atômico?

Explique:

6. O átomo apresenta partículas de carga negativa chamada elétrons. Esses elétrons encontram-se distribuídos em diferentes níveis de energia. Nesse contexto o que você entende por elétrons de valência?

Explique:

7. O que você entende por número atômico?

Explique:

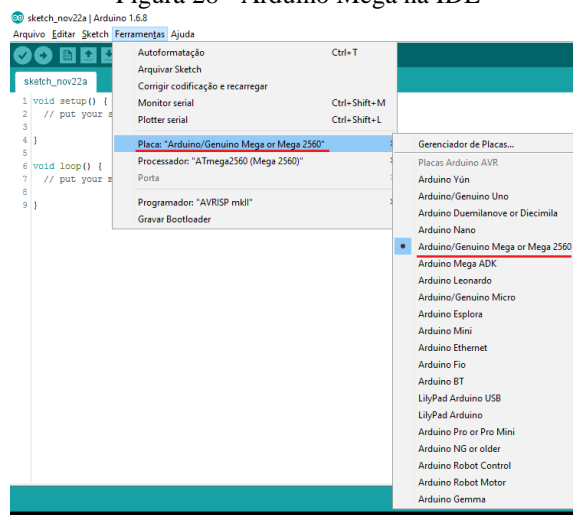
*Muito obrigado pela sua colaboração na realização dessa pesquisa.
Questionário Para Conhecimento De Assuntos e Escopo – TCC
Filipe de Oliveira de Freitas
07/12/2016*

APÊNDICE B – INSTALAÇÃO

SOFTWARE

1. Instale a [Arduino IDE](https://www.arduino.cc/en/Main/Software) (disponível em: <https://www.arduino.cc/en/Main/Software>)
2. Faça o *download* do arquivo [Prototipo.ino](https://goo.gl/63GU7o) (disponível em: <https://goo.gl/63GU7o>);
3. Abra na IDE o arquivo do passo anterior;
4. Conecte a Arduino Mega via USB e defina-a na IDE, conforme Figura 28.

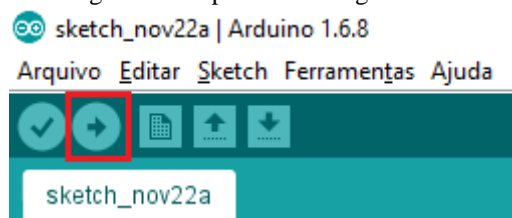
Figura 28 - Arduino Mega na IDE



Fonte: Autoria Própria

5. Faça o *upload* do código no botão de seta, conforme Figura 29.

Figura 29 - Upload de código na IDE

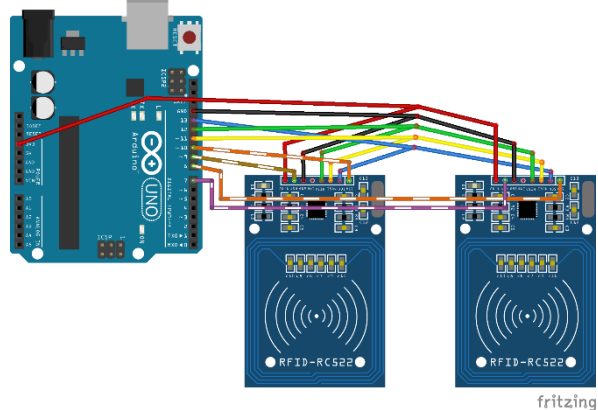


Fonte: Autoria Própria

HARDWARE

1. Conecte o *RFID MFRC522*, conforme Figura 30.

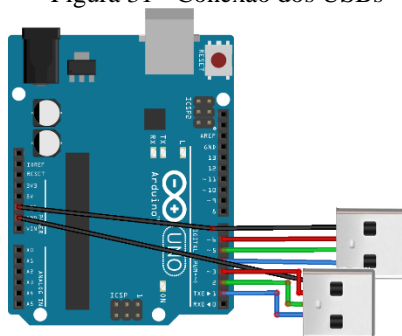
Figura 30 - Conexão dos RFIDs



Fonte: Autoria Própria

2. Conecte os USBs, conforme Figura 31.

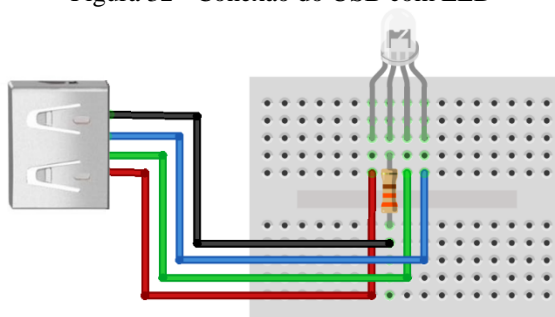
Figura 31 - Conexão dos USBs



Fonte: Autoria Própria

3. No elemento, conecte o USB fêmea com o LED, conforme Figura 32.

Figura 32 - Conexão do USB com LED



Fonte: Autoria Própria

4. Imprima em uma impressora 3D os arquivos: *Base.stl* e *Elemento.stl* (disponíveis em: <https://goo.gl/63GU7o>);
5. Posicione no elemento o *hardware* da etapa 3, juntamente com um cartão RFID Mifare 1K;

APÊNDICE C – CONCEITOS QUÍMICOS

Figura 33 – Elementos classificados pela origem do nome

Tabela Periódica
Elementos classificados pela
origem do nome

■ Pré-químico
 ■ Propriedade
 ■ Minério
 ■ Mitologia
 ■ Corpo celeste
 ■ Cor
 ■ Geográfico
 ■ Criado

Disponível em: <<http://auladecampocbjn20093b5.blogspot.com.br/>>

Figura 34 - Representação convencional

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

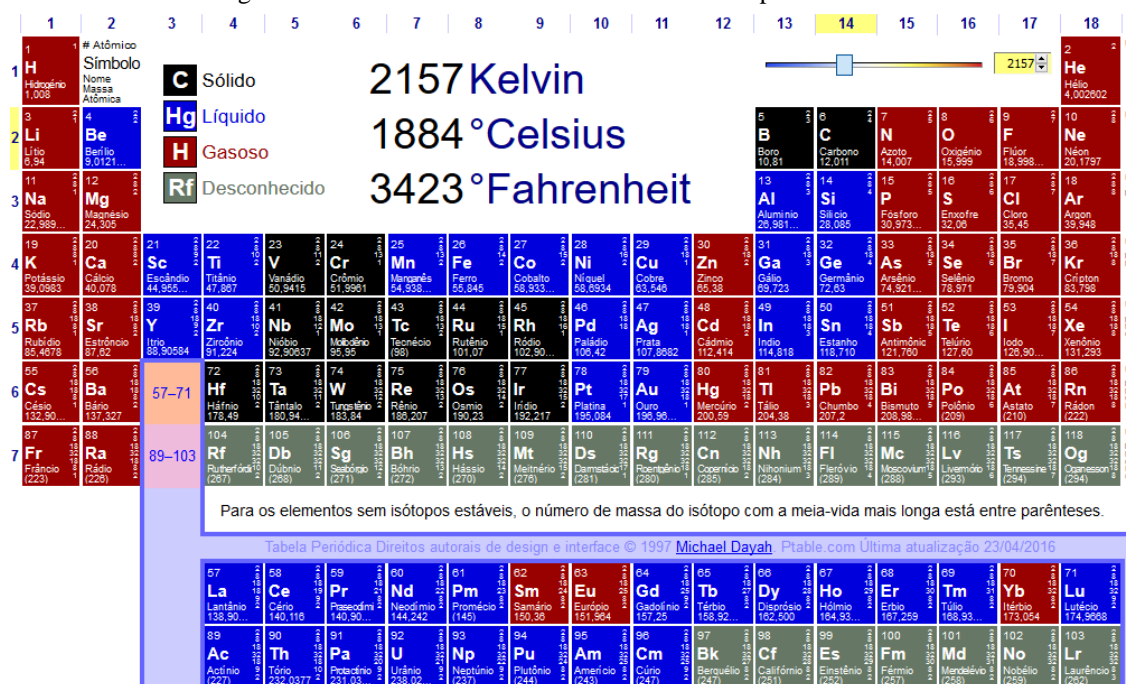
16

17

18

Disponível em: <<http://www.ptable.com/?lang=pt>>

Figura 35 - Estado físico do elemento em dada temperatura

Disponível em: <<http://www.ptable.com/?lang=pt>>