



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE ARTES E COMUNICAÇÃO  
DEPARTAMENTO DESIGN

**PROJETO DE CONCLUSÃO:**

**Como o céu tornou-se azul:**

Uma análise diacrônica de dispositivos periféricos em computadores pessoais:  
passado, presente e futuro.

TCC apresentado ao Departamento de  
Design da Universidade Federal de  
Pernambuco, como requisito parcial para  
obtenção do título de bacharel em design.

Orientador: D. Sc. Walter Franklin Marques Correia

Aluno: José Henrique S. C. Leão

Recife, PE

2023

*O passado traz consigo um índice misterioso, que o impele à redenção.  
Pois não somos tocados por um sopro do ar que foi respirado antes?  
Não existem, nas vozes que escutamos, ecos de vozes que emudeceram?  
Não têm as mulheres que cortejamos irmãs que elas não chegaram a conhecer?  
Se assim é, existe um encontro secreto, marcado  
entre as gerações precedentes e a nossa.  
Alguém na terra está à nossa espera.  
Nesse caso, como a cada geração, foi-nos concedida  
uma frágil força messiânica para a qual o passado dirige um apelo.  
Esse apelo não pode ser rejeitado impunemente.*

## RESUMO

O objetivo do presente trabalho é trazer à luz a evolução paulatina das invenções que, ao longo do tempo, viriam a se tornar ubíquas na utilização de computadores pessoais: o teclado, o layout QWERTY e o mouse. Durante essa pesquisa, foi possível compreender aspectos que impactaram esse processo para além do design de produtos, e para além dos produtos em si. Fatores mercadológicos, culturais e socioeconômicos tiveram um papel fundamental no desenrolar da história. Além da transformação tecnológica dos dispositivos, foram analisadas algumas tentativas de irromper com a norma no tocante ao fator de forma e usabilidade desses produtos, buscando compreender seus erros e acertos. Por fim, foi realizada uma breve análise crítica sobre a pesquisa baseada nas ideias de Bernd Lobach e Patrick W. Jordan, a fim de apontar os fatores diretamente ligados aos produtos que influenciaram seu desempenho.

**Palavras-chave:** Análise diacrônica de produtos, dispositivos periféricos, sistemas operacionais, usabilidade, invenções, inovação, fator de forma

## **ABSTRACT**

This study aims at casting light towards the gradual evolution of the inventions which, over time, would become the ubiquitous means to utilizing personal computers: the keyboard, the QWERTY layout, and the mouse. During this research, it was possible to understand aspects that impacted this process beyond product design, and beyond products themselves. Market, cultural and socioeconomic factors played a fundamental role in the unravel of this story. Besides the technological transformation of the devices, some attempts of breaking with the norm regarding form factor of the devices were analyzed, looking to comprehend their mistakes and successes. Finally, a brief critical analysis was carried out on the research based on the ideas of Bernd Lobach and Patrick W. Jordan, in order to point out the factors directly linked to product characteristics that influenced their performance.

**Keywords:** Diachronic analysis of products, peripheral devices, operating systems, usability, inventions, innovation, form factor

## SUMÁRIO

<b>1. Introdução.....</b>	<b>1</b>
1.1. Justificativa.....	4
1.2. Objetivos.....	5
1.2.1. Objetivo geral.....	5
1.2.2. Objetivos específicos.....	5
1.3. Metodologia.....	6
<b>2. O surgimento da computação pessoal: 1970 - 1990.....</b>	<b>14</b>
2.1. A computação na década de 1970.....	14
2.2. A revolução dos microcomputadores.....	17
<b>2.3. História dos teclados: Máquinas de escrever, tipógrafos de permutação, QWERTY, Dvorak e a força comercial.....</b>	<b>24</b>
2.4. Introdução.....	24
2.5. Primeiras explorações.....	25
2.6. O telégrafo de impressão.....	26
2.7. O tipógrafo de permutação.....	28
2.8. A bola de escrita de Hansen.....	31
2.9. Christopher Sholes e o QWERTY.....	34
2.10. Trustes e força comercial.....	37
2.11. A máquina de Blickensderfer.....	40
2.12. Para além do QWERTY.....	44
2.13. Primeiras abordagens ergonômicas.....	47
2.14. O estenótipo e digitadores de legendas.....	52
2.15. Feedback tátil, tecnologias de ativação e o valor simbólico.....	56
<b>3. O que foi criado nos últimos anos?.....</b>	<b>64</b>
3.1. Computer vision e touchless.....	65
3.1.1. Leap Motion.....	66
3.1.2. Pointable.....	67
3.1.3. Ultraleap.....	68
3.1.4. Win & I.....	69
3.2. Realidade virtual e realidade aumentada (VR/AR).....	69
3.2.1. Immersed.....	70
3.2.2. Google Glass.....	72
3.2.3. nReal Glasses.....	72
3.2.4. HiiDii Glasses.....	74
3.2.5. eBeam.....	74
3.3. Wearables.....	75
3.3.1. TapStrap 2.....	76
3.3.2. TapXR.....	77
<b>4. Análise de resultados.....</b>	<b>78</b>
4.1. Introdução.....	78

4.2. Fundamentação teórica.....	79
4.2.1. O modelo de usabilidade de Jordan.....	79
4.2.2. Lobach e o design industrial.....	81
<b>5. Conclusão e trabalhos futuros.....</b>	<b>92</b>
<b>6. Referências.....</b>	<b>95</b>



unidade de processamento. Se não precisamos mais, hoje, realizar esse tipo de trabalho, e se hoje a interação com computadores é mais natural e humanizada em comparação àquela de 50 anos atrás, o mérito se dá em grande parte à elaboração e evolução dos *dispositivos periféricos*.

Entende-se por dispositivo periférico todo dispositivo removível e auxiliar que funciona em conjunto com um computador pessoal (J. BARRETO, 1996). Normalmente divididos em 3 tipos: entrada, saída e armazenamento.

An input device converts incoming data and instructions into a pattern of electrical signals in binary code that are comprehensible to a digital computer. An output device reverses the process, translating the digitized signals into a form intelligible to the user. At one time punched-card and paper-tape readers were extensively used for inputting, but these have now been supplanted by more efficient devices.

Britannica, T. Editors of Encyclopaedia. "peripheral device.", 2022.

Os dispositivos de *1. entrada* codificam interações humanas em dados binários compreensíveis pelo computador, os de *2. saída* decodificam dados computados para compreensão humana e os de *3. armazenamento* são utilizados para persistir e transportar dados.

Tabela 1 - Classificação básica de dispositivos periféricos

<b>Tipo</b>	<b>Exemplos</b>
Entrada	Teclado, <i>mouse</i> , <i>touchscreen</i> , <i>trackpad</i> , <i>joystick</i>
Saída	Tela, display de 8 segmentos, alto-falantes, buzzer, LED
Armazenamento	Disco rígido, <i>pen drive</i> , disquete, cartão magnético gravável

Fonte: *peripheral device* - britannica.com (2023).

Se há 50 anos não se imaginava que um dia existiriam computadores pessoais, destinados a uso doméstico de usuários não técnicos, da mesma forma há 15 anos, pouco se imaginava como seria radicalmente transformada a forma como interagimos com essas máquinas. A diminuição física de chips e processadores, a criação das telas de toque capacitivas e o aumento da velocidade e acessibilidade

da internet, em última análise, culminaram no surgimento e sucesso mercadológica dos *smartphones* em 2007.

Segundo dados divulgados pela Fundação Getúlio Vargas em 2014, já existiam mais *smartphones* no Brasil, do que brasileiros. Neste ano, eram 242 milhões de *smartphones* registrados na ANATEL contra 214 milhões de habitantes registrados pelo IBGE.

Já estamos distantes da época em que estávamos restritos a utilizar teclados e ponteiros para intermediar a interação humana com computadores pessoais. Tela de toque e controle por voz são meios agora consolidados. Meios como controle por impulsos nervosos e movimento ocular estão em desenvolvimento, e numerosos outros dispositivos com diferentes fatores de forma foram desenvolvidos nos anos recentes.

O estudo da usabilidade em design de produtos possui uma ligação intrínseca com todo esse processo. Partir de uma usabilidade misteriosa e passível de erros como os computadores da década de 70, até o uso de *smartphones* com interfaces de toque dinâmicas em uma linguagem acessível de hoje foi possível apenas com o trabalho de iteração constante de estudo de mercado, coleta de feedback, elaboração de soluções e implementação em um ciclo contínuo.

Uma das várias características de uma boa usabilidade, comumente chamada de *good UX*, é a concepção de soluções “fáceis de usar corretamente, e difíceis de usar incorretamente”. Da mesma forma, apresentando gradativamente suas complexidades e reduzindo a curva de esforço necessário para passar a utilizar um produto. (KRUG, 2000, p.107) (NORMAN, 2012, p. 12)

Usability design is the process of designing digital or physical products that are easy to use, effective, and satisfying for users. It involves understanding user needs, behavior, and context in order to create interfaces that are intuitive, efficient, and enjoyable to use.

Nielsen Norman Group, Introduction to Usability, 2012

Foi na década de 1980 que se estabeleceu o teclado e o *mouse* como dispositivos padrão em computadores pessoais. Desde então, esses dois dispositivos se mantêm presentes em virtualmente todos os computadores. Não por

falta de opções. Ao contrário, nos últimos 20 anos surgiram uma série de alternativas para controle de computadores. Mas nenhuma parece ter ganhado tração significativa.

Desde o lançamento do Macintosh com *mouse* pela Apple, o primeiro dispositivo largamente utilizado pelo público de consumo com teclado e *mouse*. Os principais dispositivos periféricos continuam sendo os mesmos. Mesmo apresentando restrições físicas que algumas alternativas não apresentam, sendo baseados em tecnologias concebidas há bastante tempo, e terem sido originalmente criados para controlar sistemas mais simples que os atuais, em aplicações práticas específicas, menos variadas que as atuais.

Buscar entender o que leva ao sucesso dos periféricos estabelecidos, o que os fez resistir à prova do tempo, e a falta de adoção das tentativas de inovação até então elaboradas é o objetivo deste trabalho.

### **1.1. Justificativa**

No início de 2020, o autor iniciou sua carreira profissional com elaboração e implementação de sistemas web e IoT. Desde então, teve contato direto com a elaboração de interatividade digital (UI/UX) seguindo diferentes abordagens processuais, mirando em diferentes tipos de público alvo e domínios específicos. A variabilidade dos projetos com os quais se envolveu nos últimos anos permitiu enxergar a flexibilidade do pensamento fundamental do Design Thinking (BROWN, T. 2009, cap. 1), possibilitando a geração de soluções eficientes em diferentes contextos. Não obstante, fica clara a ineficácia inerente a seguir moldes precariamente, precocemente ou inconscientemente escolhidos, apoiados apenas na norma.

Em desenvolvimento de software, a ideia de *design patterns* existe para servir como uma boa referência de soluções para certos problemas técnicos comuns. Entretanto, é necessária diligência na escolha desses padrões. A adequação ao problema é o principal requisito para identificar a aplicabilidade de um *design pattern* (GAMMA, E. 1994). Falhar nessa etapa (ou esquecer dela) cria problemas e o efeito reverso daquele pretendido (CROES, G. 2017). Em outras palavras - voltando-se ao mundo do design de produtos - todas as decisões tomadas durante o processo de

design, e as restrições sob as quais o projeto se prostra, devem ser conscientemente reconhecidas.

Entretanto, os projetos em que o autor se envolveu tinham a *web* como meio. A principal implicância disso, que serve de base para a justificativa deste trabalho, é que, apesar do meio possuir enorme potencial técnico para criar experiências de interação holísticas, todos os projetos executados parecem se concentrar, incontestadamente, dentro dos mesmos moldes: espera-se que o usuário esteja sentado em uma cadeira, em frente a uma mesa, olhando para uma tela, com um teclado, e um mouse.

Este trabalho se apresenta como uma manifestação da vontade do autor de voltar sua atenção a essa restrição auto-aplicada do desenho de soluções para a web: os dispositivos utilizados pelo consumidor final para interagir com as soluções, a fim de compreender como se formaram as bases daquilo que se tem como comum, e o cenário de tentativas de quebras com o padrão estabelecido.

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo geral**

Realizar uma revisão diacrônica da origem e evolução dos dispositivos periféricos de computadores pessoais comumente utilizados (teclado e mouse), buscando compreender os fatores que contribuíram para sua adoção em massa, e fazer uma breve análise de tentativas de disrupção com esse modelo ao longo da história.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Realizar uma revisão histórica sobre o surgimento e adoção em massa do teclado e do mouse, compreendendo a evolução das propostas e iterações efetuadas
- Pesquisar e categorizar os principais expoentes em inovação disruptiva de periféricos dos últimos 20 anos;
- Gerar conclusões, identificando potenciais justificativas para o desempenho de cada invenção baseado na pesquisa diacrônica previamente realizada. E recomendar próximos passos em design de periféricos baseados nos dados obtidos.

### 1.3. Metodologia

A metodologia de pesquisa utilizada neste trabalho segue as diretrizes recomendadas pelas autoras Lakatos e Marconi no livro Fundamentos da Metodologia Científica, de 1985. Que enfatiza a importância da definição clara do problema de pesquisa, a escolha de uma abordagem adequada para a coleta e análise de dados, bem como a validação dos resultados obtidos. Para cada fonte de informação utilizada neste trabalho foram seguidos os passos delineados para análise pragmática da informação.

Lakatos e Marconi propõem uma série de ferramentas para extração do cerne das informações e certificar-se de não extrapolar suas afirmações. O método é construído em cima de fontes textuais. Dessa forma, fontes não-textuais utilizadas neste trabalho (imagens, falas, áudio ou vídeo) foram transcritas para texto a fim de passarem pelo mesmo escrutínio da análise textual.

Segundo as autoras, a análise de um texto consiste em um processo progressivo de decomposição, divisão e interpretação da informação. A análise sistemática decompõe o texto em partes e divide os elementos chave, hierarquizando ideias e progressivamente interpretando ideias, desde a ideia geral até a ideia específica do texto. A análise de ideias secundárias, para além da ideia principal, análise de fatos específicos que fundamentam uma argumentação e análise de afirmação de causa e efeito segundo o autor do texto são elementos integrantes da interpretação de uma fonte.

Analisar significa estudar, decompor, dissecar, dividir, interpretar. A análise de um texto refere-se ao processo de conhecimento de determinada realidade e implica o exame sistemático dos elementos; portanto, é decompor um todo em suas partes, a fim de poder efetuar um estudo mais completo, encontrando o elemento-chave do autor, determinar as relações que prevalecem nas partes constitutivas, compreendendo a maneira pela qual estão organizadas, e estruturar as idéias de maneira hierárquica.

LAKATOS; MARCONI, Fundamentos da Metodologia Científica, 1985, p. 27-28

O método indutivo também se faz presente neste trabalho, de forma que não se parte de nenhuma premissa implícita. Ao contrário, apresenta-se todas as afirmações em inferências lógicas presentes no contexto da pesquisa. A partir da

correlação e generalização de dados obtidos de diferentes fontes, se induz um raciocínio que explique a relação entre eles.

Indução é um processo mental por intermédio do qual, partindo de dados particulares, suficientemente constatados, infere-se uma verdade geral ou universal, não contida nas partes examinadas. Portanto, o objetivo dos argumentos indutivos é levar a conclusões cujo conteúdo é muito mais amplo do que o das premissas nas quais se basearam.

LAKATOS; MARCONI, Fundamentos da Metodologia Científica, 1985, p.85

É importante destacar que a indução não é completa ou global. Ela apenas alega que o raciocínio proposto explica os dados até então apresentados (e abrangidos no trabalho), mostrando-se aberta a eventuais questionamentos e passível de ser provado inverdade.

Para este trabalho, foi inicialmente formulada uma questão de pesquisa clara, que orientou todo o processo. Ao longo deste, revisões bibliográficas na área de usabilidade para fundamentação teórica e pesquisas de benchmarking para manifestações práticas de produtos foram utilizadas para fundamentar as conclusões obtidas, que surgiram a partir de análises inferenciais, correlacionais, geração e teste de hipóteses (LAKATOS; MARCONI, 1985, p.99).

Ademais, este trabalho baseia-se fortemente no “paradigma indiciário” , um conjunto de ideias que propõem um método de análise heurística centrada no detalhe (ou, neste caso, nas invenções) como pistas, indícios, sinais, vestígios ou sintomas de fenômenos maiores que os objetos analisados, isto é, fenômenos aos quais possivelmente toda nova proposta de dispositivo está sujeita.

[...] Entretanto, outras fontes podem e devem ajudar no trabalho de construção da narrativa histórica e da análise sociológica, trata-se das fontes involuntárias, isto é, aquelas que não foram convidadas a testemunhar. Identificadas por acaso, muitas vezes teimam, insistem e se intrometem na pesquisa. Nesse caso, o pesquisador deverá fazer uso de sua intuição e sensibilidade para argüi-las com criatividade e inteligência, e estar atento aos atos falhos, as metáforas, as metonímias e aos deslocamentos.

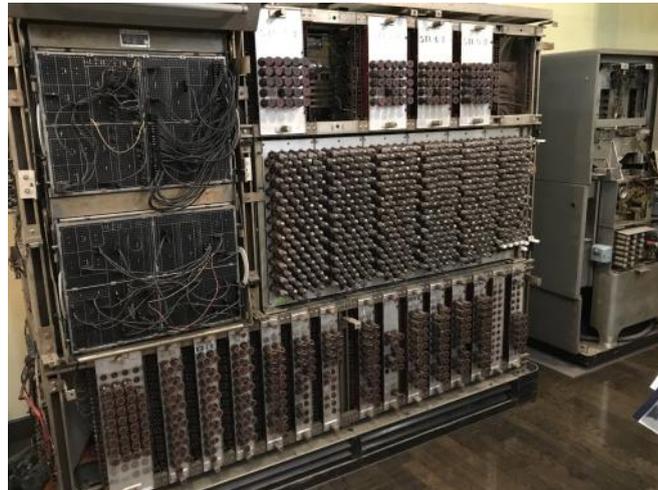
RODRIGUES, M, Breve definição de paradigma indiciário, Artigo para a UFES

## 2. O surgimento da computação pessoal: 1950 - 1990

### 2.1. A computação na década de 1950

Foi no fim da década de 1950 que o primeiro computador, à época no estilo *mainframe*, foi instalado no Brasil. Adquirido pela Prefeitura de São Paulo para modernizar a emissão de contas do Departamento de Águas e Esgotos (DAE) (V. BRETERNITZ, 2022). Modelo Univac 120, da Remington Rand. Tinha aproximadamente o tamanho de um armário e custava cerca de 1,5 milhões de dólares. Era um produto para *early adopters*. Empresas precisavam de um caso de uso muito específico e um orçamento altíssimo para adotar essas máquinas em seus processos.

Imagem 2: Computador Univac 120



Fonte: Takeshi Kimura (Arquivo pessoal)

Ao longo dos 20 anos seguintes, além da modernização tecnológica, o mercado também se via mais próximo de automatizar seus processos. O que antes era restrito a meia dúzia de empresas e instituições gigantes no Brasil, na década de 70 tornou-se mais comum. Ainda restrito a empresas de grande porte pelos custos em equipamentos e mão de obra envolvidos. Mas já era possível ver mais empresas usando computadores em suas principais sedes.

Cursos de especialização e mão de obra disponível também ajudaram nesse processo (PIRES, A., 2023). O interesse na formação de profissionais capacitados, à época, era de interesse das fabricantes para possibilitar a venda e operação de suas máquinas em empresas locais.

Na geração de computadores da década de 70, quando tornou-se mais comum a utilização de computadores por empresas brasileiras, a principal forma de programação e entrada de dados nos computadores à época era através de cartões perfurados ou rolos de fita magnética.

Ambos os meios têm capacidade de armazenar informações e poderiam ser usados para entrada de dados ou instruções de programação em computadores, normalmente na linguagem de programação FORTRAN. No caso dos cartões perfurados, inicialmente os programadores escreviam em um papel o programa. Então, um outro funcionário, o *digitador*, digitava esse programa linha a linha em uma máquina perfuradora de cartões. Cada linha do programa se traduzia em um único cartão perfurado (BRAGA, N. 2019).

Imagem 3: Máquina de perfurar cartões IBM 029 Card Punch.



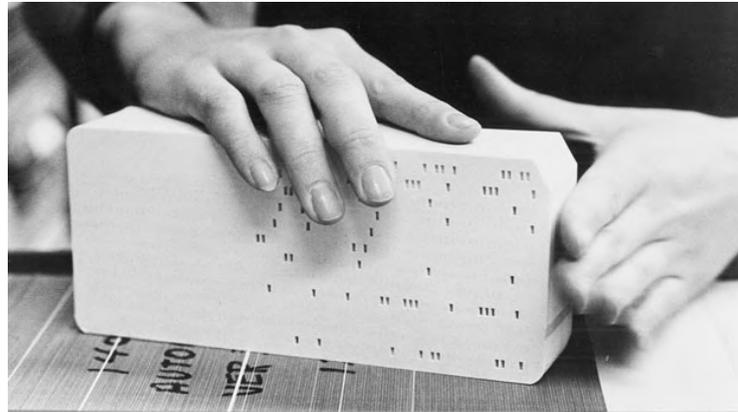
Fonte: twobithistory.org

Os cartões perfurados são uma tecnologia originalmente criada por Herman Hollerith na década de 1890. Hollerith foi um estatístico que, testemunhando que levaram 7 anos para contabilizar os resultados do censo americano de 1880, criou uma forma mais rápida para realizar essa contagem através de cartões perfurados e uma máquina com uma agulha que fechava circuitos elétricos quando passava por um espaço aberto no papel.

A ideia básica de Hollerith persistiu sendo utilizada por quase 100 anos até a década de 1980, quando se popularizaram meios mais práticos para a entrada de

dados em computadores. Hoje, os cartões comumente carregam o nome do seu criador: Cartões Hollerith, ou Holerite. (The United State Census Bureau, 2023)

Imagem 4: Cartões Hollerith IBM100.



Fonte: ibm.com

Para exibição dos resultados do programa após a execução, era comum que os computadores funcionassem em conjunto com uma impressora. Alternativamente, era possível gravar os resultados em rolos de fita magnética para uma possível releitura posterior (BRAGA, N. 2019).

No caso de erros de digitação por parte do digitador, erros lógicos por parte do programador, ou erros na ordenação dos cartões no momento da inserção do programa, o feedback de erro só era recebido algum tempo depois, quando todos os cartões haviam sido lidos e o computador tentava executar o programa. Mensagens de erro eram normalmente interpretadas usando um manual de códigos de erro, e costumavam levar bastante tempo para serem encontrados e corrigidos devido à falta de especificidade do feedback, e ao número de profissionais envolvidos em uma iteração no processo. (BRAGA, N. 2019).

Imagem 5: Impressora *IBM 1409 Line Printer*



Fonte: Columbia University (Steve Bellovin)

Até aqui, percebe-se que a operação de um computador envolvia não somente uma série de componentes separados, que juntos podiam ocupar numerosas salas comerciais para operar uma única máquina, como também a presença de vários profissionais apenas para as tarefas diárias envolvidas no uso de um computador. Boa parte do processo de codificação de entradas e decodificação de resultados tinham que ser feitos pelos usuários finais, e a resistência a falhas do processo era muito baixa. Pequenos deslizes comprometiam o funcionamento de todo o processo.

## **2.2. A revolução dos microcomputadores**

No fim da década de 1970 e no início da década de 1980 observou-se o início de uma drástica mudança na forma de consumo e relação do público final com computadores. Primariamente estimulada pela invenção do microprocessador, que permitiu a fabricação de computadores muito menores, e mais baratos.

Um dos mais populares e pioneiros modelos de computadores foi o Altair 8800, lançado pela MITS Electronics em 1975. Esse microcomputador tinha um fator de forma consideravelmente menor que os computadores tradicionais, mas requeria um dispositivo vendido separadamente, sem relação com a fabricante, para lidar com inputs e outputs do usuário: o "terminal". Este continha uma tela e um teclado pelo qual o usuário podia realizar entradas e observar as saídas do computador.

Imagem 6: Altair 8800 ligado a um terminal ASCII



Fonte: Chris Davis para Adwater & Stir

As atividades realizadas com o Altair 8800 pelos consumidores não eram muito numerosas, mas ainda impressionantes para a década de 1970. Compatível com programas para o sistema operacional CP/M, era capaz de carregar e executar dezenas de jogos e programas. Programas normalmente abrangiam atividades como planilhas e edição de texto, ou interpretadores de linguagens de programação como BASIC. Jogos eram primariamente baseados em texto e alguns, como o Pong, ganharam destaque especial. (DAVIS, C. 2017)

Apesar da capacidade técnica acima do esperado para a época, e um volume de vendas considerável nos Estados Unidos, o Altair 8800 continuou restrito apenas ao nicho de entusiastas. Primariamente pelo fato de não ser de fácil utilização e montagem. O usuário precisava ter algum conhecimento (ou disposição para aprender) sobre o dispositivo e computadores no geral. O Altair 8800 era vendido por volta de US\$450 que, convertido para valores atuais, equivale a cerca de US\$2.350 (BALES, R. 2022)

Foi apenas no ano de 1977, com o lançamento do Apple II pela Apple Computer, e o Tandy TRS-80, pela Tandy que os microcomputadores começaram a entrar na vida do público geral e não somente entusiastas da computação. O Apple II era consideravelmente mais portátil e mais amigável ao usuário leigo que as alternativas disponíveis à época. O microcomputador já vinha embutido com um

terminal, dois espaços para disquetes e consideravelmente menos opções de configuração disponíveis para o usuário, achatando a curva de aprendizado.

Imagem 7: Apple II



Fonte: TimeToast (<https://www.timetoast.com/>)

As atividades realizadas por usuários usando o Apple II não eram muito diferentes daquelas realizadas com o Altair 8800. Entretanto, eram feitas com qualidade superior, dadas as especificações técnicas superiores, *hardware* mais conciso, experiências de uso mais polidas e softwares proprietários. O famoso programa de planilhas VisiCalc foi um dos principais responsáveis pelo sucesso de vendas do Apple II. Sendo o primeiro software de planilhas largamente utilizado pelo público geral (HORMBY, T. 2006).

Poucos anos após o lançamento do Apple II, empresas já estabelecidas no mercado da computação corporativa como a IBM adentraram no mercado de computadores pessoais e criaram alternativas. Tecnicamente páreas e até superiores aos modelos da Apple. O IBM PC e o Tandy TRS-80 III foram os dois concorrentes mais relevantes no mercado de computadores pessoais na época. Nos primeiros anos, o TRS-80 III chegou a superar com folga o Apple II em número de vendas total, possivelmente pelo valor mais acessível (REIMER, J. 2012). Fabricantes desse mercado se encontravam em uma corrida comercial e tecnológica para impressionar consumidores não-entusiastas e tornar mais apelativa e acessível a utilização dessas máquinas (IEEE Computer Society History, The 1980s).

Imagem 8: Tandy TRS-80 III, de 1977

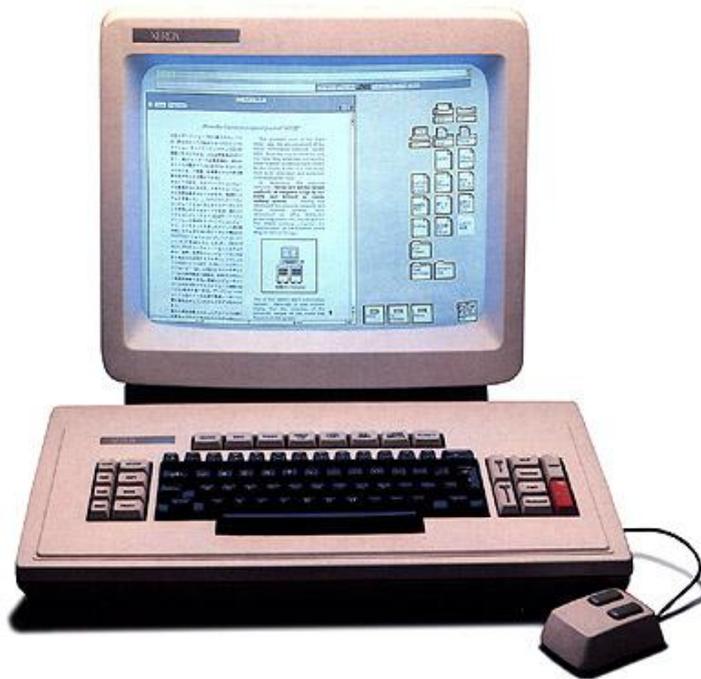


Fonte: Museu de Tecnologia Alterdata

O Xerox Star 8010 foi um dos mais significativos lançamentos de computadores pessoais na história. Lançado em 1981, foi o primeiro sistema deste porte a incluir o Mouse como dispositivo de entrada, além do tradicional teclado. O mouse já vinha sendo desenvolvido há muito, sendo o primeiro protótipo desenvolvido no Instituto de Pesquisa de Stanford na década de 60 baseado em uma tecnologia militar similar. Entretanto, foi a Xerox, primeiro com o Xerox Alto, e depois com o Xerox Star 8010 que trouxe a invenção ao mundo da computação pessoal.

O Xerox Star 8010 foi um fracasso comercial, principalmente pelo valor muito mais elevado que as alternativas da época, cerca de 4 vezes mais caro (DigiBarn Computer Museum, The Xerox Star 8010, 2023). Mas apresentava avanços tecnológicos brilhantes. A tela possuía resolução muito mais alta que o padrão da época (1024x808 pixels monocromáticos), e já apresentava avanços consideráveis na apresentação de interfaces gráficas e uso amigável.

Imagem 9: Xerox Star 8010, de 1981



Fonte: DigiBarn Computer Museum

A Apple, entretanto, inspirada no impressionante feito técnico e usabilidade do Xerox 8010, adicionou aos seus próximos produtos o que no Xerox 8010 faltava: acessibilidade comercial e uma boa campanha de vendas. Inicialmente com o experimento Apple Lisa, que durou poucos anos no mercado, e seu sucessor Macintosh. A icônica apresentação do Macintosh por Steve Jobs em 1984 foi a primeira vez em que o mundo testemunhou um computador pessoal com uma tela de resolução de 512x342 pixels (cerca de metade do Xerox Star 8010), porém maior densidade de pixels pelo tamanho da tela menor, e capacidade de exibir cores, a um preço acessível, com reprodução de mídia, acompanhado daquilo que viria a se tornar o padrão em dispositivos de entrada pelos próximos 40 anos: um teclado e um mouse.

Imagem 10: O primeiro Macintosh, de 1984



Fonte: Gus Henry, CMU School of Computer Science

Um dos pontos mais marcantes do Macintosh era o cuidado em representar diversas tipografias, interfaces gráficas, programas como o MacPaint e reprodução de mídia como nenhum concorrente à época fazia. O Macintosh foi o maior sucesso de vendas em computadores pessoais até então, vendendo mais de 70 mil unidades no primeiro ano, apesar do alto preço de venda (POLSSON, K., 2009). Além disso, foi o dispositivo responsável por popularizar o uso do mouse para o público geral.

Após o lançamento do Macintosh, concorrentes da Apple acompanharam os avanços tecnológicos e novos padrões de consumo introduzidos pela marca. Um dos principais concorrentes da época foi o Commodore Amiga 500, lançado apenas um ano após o lançamento do Macintosh em uma tentativa da Commodore de responder ao movimento da Apple e aproveitar a onda comercial favorável a computadores desse tipo. A IBM também lançou modelos direcionados para concorrer com o Macintosh, focando especialmente na acessibilidade comercial e fator de forma menor, com o IBM PCjr.

Imagem 11: Commodore Amiga 500



Fonte: Bill Bertram

Parcerias comerciais da década de 1980 também criaram as fundações para o que temos hoje como estabelecido no mundo do software: o acordo entre a IBM e a então novata Microsoft para licenciamento do sistema operacional DOS (que viria a se tornar o Windows) foi firmado. O Windows, apesar de ser um produto de software e não de hardware, foi (e ainda é) o principal concorrente da Apple e da família Mac. Especialmente por ter sido (e ser) compatível com uma vasta gama de modelos de computadores pessoais não restritos apenas à IBM. Dell, Compaq e Tulip eram outras fabricantes que ajudaram a popularizar o uso do Windows.

Imagem 12: Tulip PC executando Windows 1.02



Fonte: DC4 Computerverzameling in Nederland

Daí para frente, a partir da década de 1990, computadores pessoais já estavam estabelecidos como bem de consumo geral, software e hardware foram sendo tecnicamente aprimorados e a conectividade dos aparelhos evoluiu. Redes de computadores pré-internet como BBS para distribuição de dados e redes locais conectadas com dispositivos como impressoras domésticas passou a se popularizar cada vez mais.

### **2.3. História dos teclados: Máquinas de escrever, tipógrafos de permutação, QWERTY, Dvorak e a força comercial**

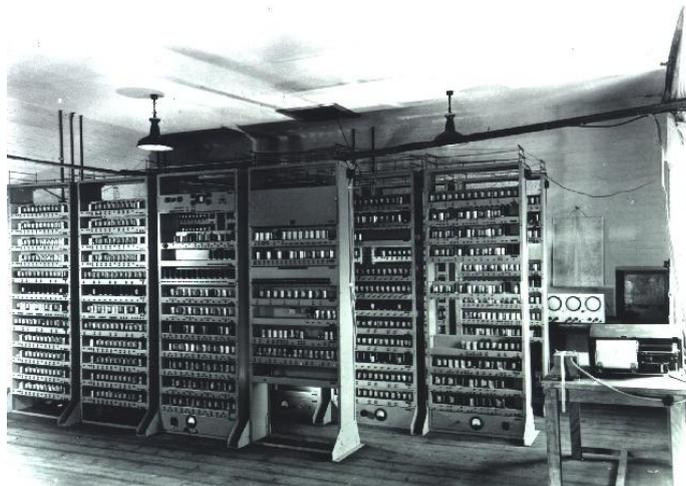
#### **2.4. Introdução**

Na seção anterior, foi revisada a história por trás da criação dos primeiros dispositivos que originariam os computadores contemporâneos, explorando a evolução das formas de entrada e elucidando o surgimento do *mouse*.

Um ponto, entretanto, chama a atenção: desde os primeiros dispositivos de entrada, os primeiros terminais ou máquinas de perfurar cartão, já eram utilizados teclados, não tão distantes do que temos hoje como lugar comum, inclusive com relação à disposição das teclas. A tecnologia e os mecanismos de acionamento mudaram radicalmente desde então, mas a interface exposta ao usuário, não.

Um dos primeiros computadores a vir ao mundo, o EDSAC, utilizava de um dispositivo chamado Teleprinter, já com a disposição de teclas que utilizamos até hoje.

Imagem 13: EDSAC e o Teleprinter



O Teleprinter foi originalmente projetado com o propósito de transmitir texto por rede telefônica, e foi apenas reaproveitado como forma de saída de dados para o ENIAC (MCLELLAN, 2017). Após isso, terminais de entrada e saída feitos especificamente para uso em computadores surgiram, e esses, da mesma forma, continuaram o mesmo legado do desenho de teclas.

Esta seção busca entender como veio a ser, e por que continua a ser utilizado o teclado de forma similar há mais de 70 anos.

## 2.5. Primeiras explorações

William Austin Burt foi um agrimensor norte-americano conhecido por também ser um inventor. Um de seus legados foi a Bússola Solar, patenteada em 1835 e tornando-se o padrão em agrimensura até ser substituída pelo GPS, mais de 100 anos depois (BINGHAM, 1924, p.132)..

Para o escopo deste trabalho, entretanto, a invenção de interesse por Burt foi um dispositivo patenteado em 1829. Burt, sendo um agrimensor, sabia bem o quão trabalhoso era escrever manualmente escrituras oficiais. Por vezes, essas escrituras precisavam ser copiadas uma, duas ou até três vezes.

Trabalhando em sua oficina, Burt eventualmente formulou uma melhoria: um dispositivo que chamou de Tipógrafo. À época, claro, a prensa de Gutenberg e peças utilizadas para impressão de tipos em massa já existiam há muito. Burt utilizou uma abordagem parecida, criando uma espécie de prensa rapidamente ajustável, sem a necessidade de montar placas inteiras de impressão

Imagem 14: O tipógrafo de Burt, de 1829



Fonte: [historyofinformation.com](http://historyofinformation.com) - "Typing a Letter Takes Longer than Writing by Hand"

O tipógrafo de Burt não atingiu sucesso comercial, e não foi amplamente adotado no seu fluxo de trabalho. O dispositivo não atingia velocidade de digitação satisfatória, já que era necessário operar uma manivela manualmente e prensar letras uma a uma. Apesar disso, é a primeira construção de algo próximo de uma máquina de escrever que se tem conhecimento (PETERS, 1979, p. 47).

## **2.6. O telégrafo de impressão**

David E. Hughes foi um músico e inventor londrino, que imigrou para os Estados Unidos com a família durante a infância. Hughes é mais conhecido pelo seu trabalho como criador do primeiro microfone funcional na década de 1870 (HUURDEMAN, 2003, p. 153). Antes disso, entretanto, em 1850 (21 anos após a criação do tipógrafo de Burt), Hughes registrava a patente de um novo dispositivo à época.

À época, o ápice tecnológico em comunicação era a utilização de código Morse através de telégrafos elétricos que transmitiam os pulsos. Os pulsos, então, eram recebidos por um operador e traduzidos para linguagem natural (HUURDEMAN, 2003, p. 145).

Hughes, enquanto músico e mecânico, pretendia criar um dispositivo capaz de transcrever as notas de um piano enquanto este era tocado, utilizando como base um dispositivo já existente à época, o Telégrafo de Impressão de House. Hughes não alcançou exatamente o que esperava, mas conseguiu aprimorar e viabilizar o desenho original de House. Dessa forma, Hughes criou e patenteou o Telégrafo de Impressão (Fundação Portuguesa das Comunicações, 2023).

Imagem 15: Telégrafo de Impressão de Hughes, década de 1850



Fonte: [davidedwarghughes.com](http://davidedwarghughes.com) - Hughes Telegraph #4

Em vez de imprimir notas musicais, o telégrafo de impressão era capaz de imprimir letras, números e alguns símbolos de pontuação. A proposta não era transmitir mensagens por longas distâncias, mas sim de acelerar o processo de escrita manual, similar ao objetivo de Burt, cerca de 20 anos antes.

O telégrafo de impressão organizava as teclas em um formato de piano. As teclas pretas, da esquerda para a direita, ordenadas em ordem alfabética, e as teclas brancas, da direita para a esquerda, continuando a sequência.

O operador do telégrafo precisava ter um bom tato e senso rítmico, pois a máquina trabalhava em um ritmo de impressão constante, baseado em um relógio interno. A máquina imprimia invariavelmente entre 40 e 60 palavras por minuto, em uma fita que saía de um rolo. Ao finalizar a impressão, o operador cortava a fita impressa em pedaços e colava em um papel próprio para envio da mensagem.

O telégrafo de impressão obteve extensa utilização comercial em linhas de comunicação de alto fluxo. Não apenas nos Estados Unidos, mas na Europa com a adoção pelo governo francês em 1861, e após isso no restante do continente (BEKTAS, 2000).

## **2.7. O tipógrafo de permutação**

Na mesma década, em 1855, no estado de Vermont dos Estados Unidos, o inventor norte-americano Benjamin Livermore trazia à luz o Tipógrafo de Permutação. Um dispositivo portátil, com cerca de 14cm de comprimento, chamado de “o primeiro dispositivo de entrada de texto mecânico portátil do mundo”. O dispositivo, além de portátil, podia ser operado com apenas uma mão, sem uso dos olhos, no bolso de um casaco (BUXTON, 2012).

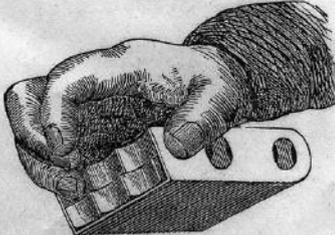
O pequeno dispositivo escrevia em um rolo de papel igualmente pequeno, utilizando uma iconografia própria para representar as letras do alfabeto inglês.

Imagem 16: Cartaz de divulgação do tipógrafo de permutação, década de 1880

**A NEW WONDER!**

Interesting and Instructive  
**EXHIBITION!**

**B. LIVERMORE,**  
INVENTOR OF THE

Permutation  Pocket  
**TYPOGRAPH,** **WRITING**  
or **Machine.**

Will give a Lecture at ..... on  
....., at o'clock,

On the arts of Writing and Printing, embracing many interesting facts connected with these arts, from their earliest history, and will  
**EXHIBIT HIS NOVEL INVENTION;**  
which, after seven years' study and persevering labor, he has brought to such perfection, that it will perform what appears  
**ALMOST A MIRACLE.**

The Machine, (only 4½ inches long, and 2½ broad, and 1½ deep,) will contain 20 feet of paper, the width of the Machine, on which it will write as much as is usually written with a pen on twenty sheets of writing paper. As to the Novelty and Promise of the Invention, see Testimonials below.

Mr. L. will write any sentence given him, while holding the Machine in his hand before the audience, or concealed in his pocket. He has Diagrams to explain the letters, and a  
**MAGIC BOARD,**  
on which he readily forms any sentence in his peculiar letters, and large enough to be seen by the audience.

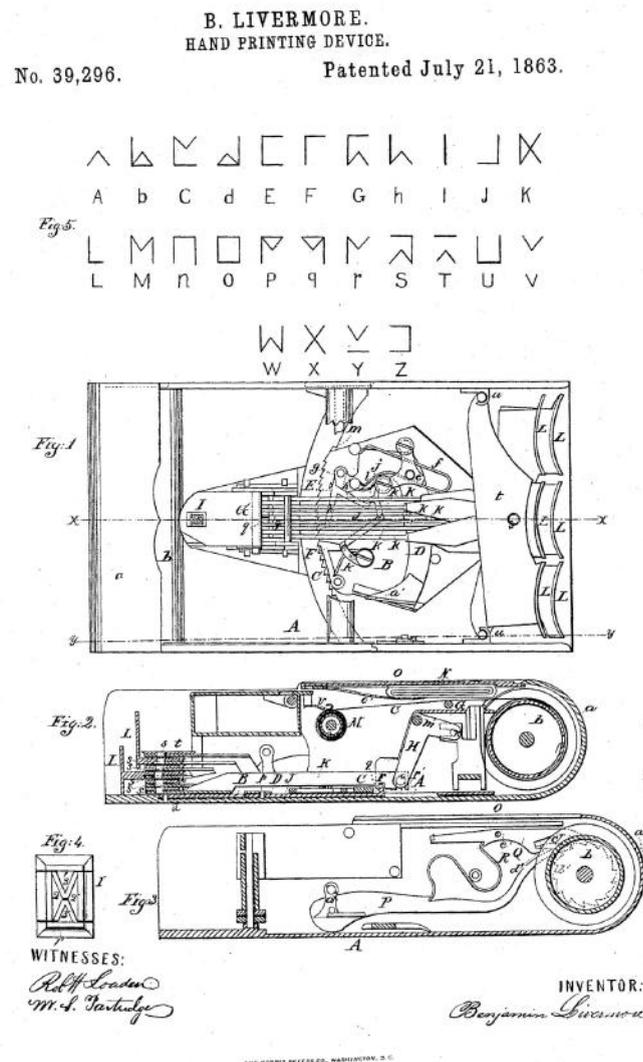
Fonte: kbd.news - Livermore's Permutation Typograph (1885)

O tipógrafo de Livermore é um exemplo desta primeira geração de máquinas de escrever, de um dispositivo que apostou em vantagens pragmáticas em relação ao que existia na época em detrimento de uma curva de aprendizado acentuada.

O aparelho possuía apenas 6 teclas, chamadas de "fingerpieces". Cada tecla, responsável por imprimir uma ou duas linhas no espaço atual de impressão. Essas

linhas, combinadas, formavam representações de letras do alfabeto que, com alguma prática, poderiam ser lidas fluentemente. Como as teclas não interferiam umas com as outras, era possível pressionar mais de uma de cada vez para acelerar o processo de digitação (LANG, 2020).

Imagem 17: Desenhos presentes no documento de patente do tipógrafo de permutação, 1863.



Fonte: kbd.news - Livermore's Permutation Typograph (1885)

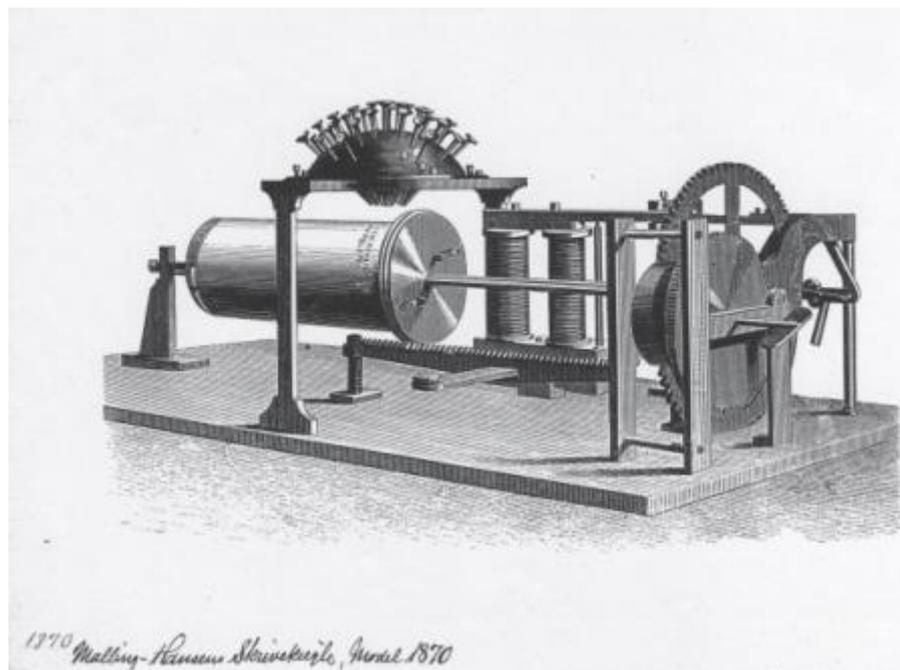
Livermore viajou pelos Estados Unidos para promover sua invenção, organizou eventos, exposições, mas não atingiu grande sucesso comercial pela falta de aplicação prática do dispositivo, visto que, para anotações pessoais, o uso do papel e caneta satisfazia as necessidades da época. E para uso em empresas ou escritórios, a portabilidade oferecida pelo aparelho não era relevante.

## 2.8. A bola de escrita de Hansen

À medida que a industrialização acelerava nos Estados Unidos e Europa, a demanda por velocidade de processamento e comunicação crescia. Nesse contexto, nos seguintes anos, diferente dos anos anteriores, os esforços para criar, aprimorar, comercializar e padronizar um dispositivo capaz de imprimir mais rápido que a escrita manual se tornam mais frequentes.

No ano de 1865, em Copenhague, Dinamarca, o reverendo Rasmus Malling-Hansen, então presidente do "Instituto Real de Surdos-Mudos" local, registrou a primeira versão de um dos maiores expoentes em máquinas de escrever do século 19: a bola de escrita, ou "skrivekugle" em dinamarquês.

Imagem 18: Modelo de 1870 da máquina de Hansen



Fonte: Wikimedia Commons (Public Domain)

O desenho do dispositivo evoluiu drasticamente nos 20 anos seguintes, reduzindo de tamanho, aumentando a ergonomia e melhorando a durabilidade, além de deixar de necessitar de energia elétrica, a partir do modelo de 1875 (NORMAN, 2023).

Este modelo, o mais conhecido e bem-sucedido, tinha um fator de forma bastante pequeno. Possuía 52 teclas dispostas em uma superfície esférica, que

lembrava uma alfineteira gigante. Na parte de baixo, tinha um mecanismo para apoiar e movimentar o papel em torno do ponto de escrita.

Imagem 19: Modelo de 1878 da máquina de Hansen



Fonte: Antiques Trade Gazette - Antique "writing ball" typewriter designed by principal of institute for the deaf stars in German auction

Um dos problemas práticos da bola de escrever era que não era possível enxergar o que fora digitado, no momento da digitação. Como vantagem, entretanto, o dispositivo oferecia um teto de velocidade de digitação mais elevado que alternativas da época, além da capacidade de escrever diretamente em uma folha de papel retangular, em vez de uma fita unidimensional (NORMAN, 2023).

Apesar de não ter sido comum fora da Europa, a Bola obteve bastante sucesso comercial. Foi utilizada, inclusive, por Friedrich Nietzsche, e foi largamente utilizada por escritórios londrinos até 1909. Pode-se dizer que o aparelho foi a primeira máquina de escrever portátil comercialmente bem-sucedida.

No caso de Nietzsche, é sabido que o motivo de sua procura pela máquina de escrever foi para lidar com seus problemas de saúde na década de 1880, época em que, segundo ele mesmo "ler e escrever por mais de 20 minutos causava muito

desconforto" (SAFRANSKI, 2002, p. 250). Essa observação é importante pois ilustra a aplicação nichada desse tipo de máquina, à época, para uso pessoal.

No livro "Nietzches Schreibkugel", por Dieter Eberwein, então vice-presidente da Sociedade Malling-Hansen (a empresa familiar do próprio Hansen), explica que a Bola era "a coisa mais próxima de um laptop no século XIX".

O livro "Hvem er Skrivekuglens Opfinde" (Quem é o inventor da bola de escrita, em tradução livre), escrito pela filha de Hansen, Johanne Agerskov, revela que o pai testou diferentes posicionamentos das teclas, para encontrar a combinação ideal para a maior velocidade de digitação. Ele acabou posicionando as teclas mais frequentemente utilizadas de forma a serem pressionadas pelos dedos mais fortes, e posicionou a maioria das vogais do lado esquerdo e as consoantes na direita.

Imagem 20: Disposição de teclas na máquina de Hansen



Fonte: Wikimedia Commons (Public Domain)

O layout de teclas escolhido por Hansen foi a primeira experimentação comercialmente viável de um layout de teclas desenhado exclusivamente para digitação de palavras. As decisões de posicionamento de teclas feitas por Hansen foram provavelmente largamente influenciadas pelas palavras na sua língua nativa,

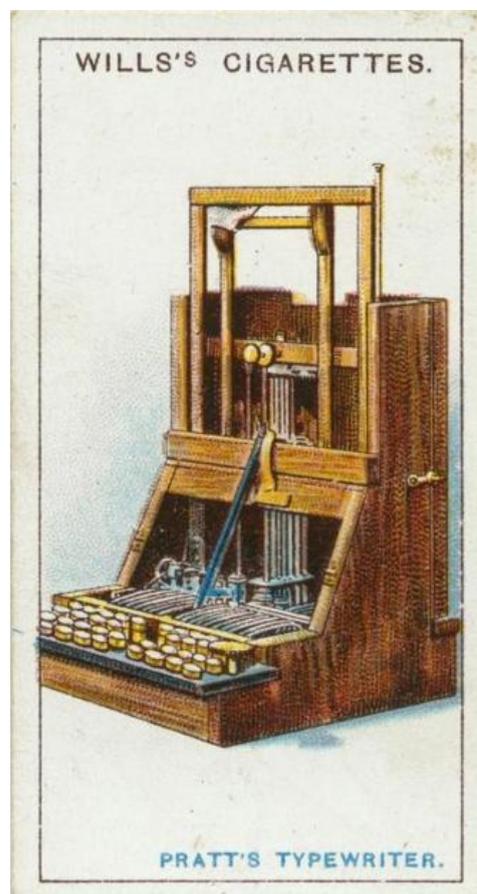
ou de países vizinhos já que, no teclado, é possível identificar caracteres não latinos, e seu mercado de consumo foi bastante localizado em termos geográficos.

## 2.9. Christopher Sholes e o QWERTY

A pessoa hoje vastamente conhecida como o criador da máquina de escrever, Christopher Sholes, foi um inventor, jornalista e político norte-americano, nascido em Mooresburg, Pensilvânia.

O envolvimento de Sholes com a invenção da máquina de escrever teve início na década de 1860. Sholes, como funcionário de uma imprensa local, desenvolveu uma máquina de impressão de números para auxiliar na impressão de números de série em livros, ingressos e outros itens (ODEN, 1917, p.19). A partir de uma parceria com o inventor Carlos Glidden, Sholes se engajou em desenhar e fabricar uma máquina de escrever. Sholes entrou em contato um artigo na revista London Engineering exibindo o Pterótipo de John Pratt, e usou o desenho do pterótipo como base de seus experimentos.

Imagem 21: Pterótipo de John Pratt, 1867



Fonte: typewriterdatabase.com - 186X Pterotype

As primeiras iterações de Sholes e Glidden não obtiveram sucesso. Durante os esforços dos dois de conseguir relevância comercial, a máquina chegou às mãos de James Densmore, que interessou-se e financiou a continuação do desenvolvimento do projeto em troca de 25% dos direitos. O interesse de Densmore na máquina era tênue. Em seu primeiro contato, avaliou a máquina como "boa para nada, exceto para provar que os princípios fundamentais são são." (sic) (ILES, 1912, p. 328). Eventualmente, entretanto, Sholes e Glidden chegaram em um protótipo de máquina similar ao conhecido hoje.

Cerca de 10 anos depois, Densmore já havia comprado os direitos da máquina em sua totalidade, e a fabricação ainda era feita em uma pequena oficina, com baixa vazão de produtos. Dessa forma, pleiteou contatos com proprietários de grandes fábricas da época. Densmore conseguiu a atenção de Philo Remington, então presidente da E. Remington and Sons., uma fabricante de armas e munições que buscava diversificar-se após o fim da Guerra Civil em 1868. Feito um acordo comercial altamente favorável à Remington, iniciou-se a manufatura em massa das máquinas de Sholes, chegando em larga oferta ao mercado em 1874 (CHANDLER, 2003, p.15).

Enquanto competidores ofereciam produtos competentes no cumprimento da tarefa que a máquina de Sholes se propunha, como a Bola de escrita de Hansen, de 1865, foi principalmente pelo empreendedorismo e contatos comerciais de Densmore, especificamente a parceria com a Remington, que sua máquina alcançou larga oferta e difusão. Em contraste, a bola de escrita de Hansen era fabricada à mão pelo próprio Hansen, aumentando drasticamente o custo e diminuindo a viabilidade.

Remington fez diversos ajustes no desenho entre a compra dos direitos e o lançamento do produto. Primeiro, o material da carcaça passou a ser uma madeira polida e gravada com padrões florais, comuns em outros produtos da empresa. Segundo, pequenas alterações na disposição das teclas: o QWERTY original, criado por Sholes.

Imagem 22: Máquina de escrever Sholes-Glidden (Remington No. 1)



Fonte: The History Center in Tompkins County - Sholes Glidden (1874)

A viabilidade comercial e diminuição de custos, aliada ao forte trabalho de divulgação e vendas por James Densmore e Remington, que incluíam eventos, feiras, cursos, patrocínios e vendas em grande escala para empresas, foi fator decisivo para a adoção das máquinas de escrever no fluxo de trabalho do final do século 19.

Esse movimento se observa com o censo norte-americano, que em 1870 registrou apenas 7 pessoas como datilógrafos profissionais. Em contraste com o de 1920, que registrou mais de meio milhão (FERGUSON, 1990). Em sua grande maioria mulheres, que inicialmente representavam a maior parte da força de trabalho clerical em ascensão na transição entre os séculos 19 e 20, com a acelerada industrialização.

Por falta de documentação, não se sabe com exatidão o racional por trás do desenho do QWERTY, criado por Sholes em 1887. A teoria mais aceita é que ele foi criado especificamente para evitar que os braços de máquinas de escrever ficassem presos. Entretanto, outros desenhos atingiam o mesmo objetivo, como aqueles propostos pelo próprio Sholes alguns anos antes na mesma década. O fato é que não existem evidências ou documentos mostrando o raciocínio por trás da evolução das primeiras versões do QWERTY.

Imagem 23: Vista superior do teclado de uma máquina Remington, início do século

20



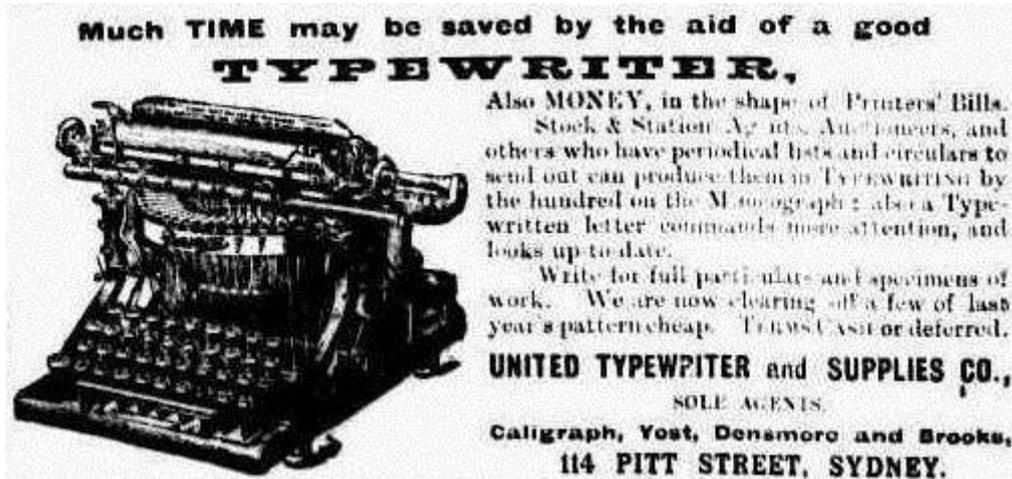
Fonte: National Museums Scotland - Re-typing History: The Sholes-Glidden Typewriter and the QWERTY Keyboard

Uma outra teoria improvável para a evolução da primeira versão do QWERTY de Sholes para a segunda, de Remington, é que a troca do “.” pela letra “R” na fileira de cima aconteceu para que os caixeiros viajantes (representantes de vendas) pudessem digitar "TYPEWRITER" utilizando apenas a fileira de cima do teclado, presumivelmente para impressionar futuros clientes (YASUOKA, 2011, p. 161-174).

### **2.10. Trustes e força comercial**

Nos anos de 1890, as grandes fabricantes de máquinas de escrever, Smith, Remington, Caligraph e Yost se juntaram em um truste comercial chamado de United Typewriter Company. A maior das empresas era a Remington. A Remington fabricava máquinas com teclados no modelo QWERTY, então a nova truste fez o mesmo, barateando custos de mudança e adoção de mercado.

Imagem 24: Anúncio assinado pela United Typewriter and Supplies



Much **TIME** may be saved by the aid of a good  
**TYPEWRITER,**

Also **MONEY**, in the shape of Printers' Bills, Stock & Station Agents, Auctioneers, and others who have periodical lists and circulars to send out can produce them in Typewriting by the hundred on the Monograph; also a Type-written letter commands more attention, and looks up-to-date.

Write for full particulars and specimens of work. We are now clearing off a few of last year's pattern cheap. Terms Cash or deferred.

**UNITED TYPEWRITER and SUPPLIES CO.,**  
SOLE AGENTS,  
Caligraph, Yost, Densmore and Brooks,  
114 PITT STREET, SYDNEY.

Fonte: OzTypewriter - How the Union Typewriter Trust's tentacles reached Australia

No fim do século 19 e no início do século 20, o ato de digitar não era onipresente como hoje. Apenas um pequeno nicho voltado para fins profissionais, aprendia a digitar. A digitação à época (e durante muito tempo depois) era ensinada em cursos técnicos de datilografia. Para os organizadores dos cursos (e para os estudantes), apenas fazia sentido que o ensino fosse em volta do teclado mais comum: o QWERTY.

A relevância comercial da United Typewriter, o volume de máquinas de escrever fabricadas à época e os cursos de profissionalizantes de datilografia se voltando ao QWERTY, aliado ao fato de ter sido o primeiro contato de boa parte da população com uma máquina de escrever, criou fortes raízes para estabelecimento do padrão no mercado e nos hábitos de consumo.

Especialmente nos primeiros modelos da máquina de escrever de Sholes, um dos problemas mais perceptíveis era a falta de portabilidade. Os modelos menos compactos dificilmente se apoiavam por completo em uma mesa de cabeceira. Não sem motivos, em meio à dominância notável das máquinas tipo Remington, e tendo estes perceptíveis problemas de engenharia, surgiram tentativas de redesenhar e causar uma ruptura do monopólio.

Algumas alternativas à máquina de escrever de Sholes e ao QWERTY ainda podiam ser vistas na década de 1890. Largamente, a bola de escrever de Hansen ainda tinha bastante relevância, a máquina de Hansen oferecia maior portabilidade e

ergonomia, enquanto as máquinas Remington, como contraponto davam a capacidade de enxergar aquilo que se digitava durante o ato.

A máquina de escrever de Meritt era uma dessas alternativas. Se encaixa na categoria de máquinas de escrever de “índice”, pois, em vez de um teclado, utilizava um ponteiro que o digitador punha acima do caractere desejado, pressionando um botão único de digitação.

Imagem 25 Máquina de Escrever de Meritt



Fonte: [antiquetypewriters.com](http://antiquetypewriters.com) - Meritt Typewriter

As Meritt possuíam um preço bem mais baixo e um funcionamento mais simples, apesar de uma velocidade e ergonomia muito inferiores. Mesmo assim, para consumidores menos exigentes e ainda não familiarizados com o teclado, foi um competidor comercialmente relevante. Um outro exemplo de máquina de escrever de índice foi a Mignon.

Imagem 26: Máquina de escrever Mignon



Fonte: The Antikey Chop - Mignon Typewriter

### 2.11. A máquina de Blickensderfer

Diante das numerosas alternativas à época, talvez a mais relevante tenha sido a máquina de escrever de Blickensderfer. Criada por George Blickensderfer, sobrinho do inventor do estenótipo. A máquina era não somente muito mais portátil, como também mais barata que as máquinas Remington. À época, uma Remington comum custava cerca de 100 dólares, enquanto a máquina de Blickensderfer custava apenas 35 (BICKERSTAFF, 2013).

A máquina de Blickensderfer reduziu drasticamente a complexidade e o número de peças comparado ao desenho de Sholes. Enquanto uma máquina Remington possuía cerca de 2.500 peças, a máquina de Blickensderfer possuía apenas 250.

Um dos principais feitos técnicos desta máquina foi repensar do zero o mecanismo de digitação. Em vez de braços conectados às peças que se inclinavam até bater no papel, no desenho de Blickensderfer existia uma roda que, ao se pressionar alguma das teclas, girava para uma posição tal que letra correta era impressa sobre o papel. Esse desenho tinha a vantagem objetiva de resolver

problemas das peças se prenderem umas nas outras, como ocorria nas máquinas de Sholes.

Imagem 27: Máquina de escrever Blickensderfer



Fonte: The Antikey Chop - Blickensderfer Typewriter

Além disso, o desenho da roda (chamada de typewheel) permitia que o usuário facilmente trocasse a fonte utilizada na escrita, e até trocar para alfabetos não latinos, o que seria muito mais trabalhoso nas máquinas de Sholes.

Imagem 28: Roda de tipos (typewheel) da máquina de Blickensderfer



Fonte: OzTypewriter - Changing the ink pad on a 1909 Blickensderfer 5 portable typewriter

Um outro ponto de interesse sobre a máquina Blickensderfer foi o layout de teclado proposto por seu criador. Sem o problema dos braços emperrando, Blickensderfer se viu livre para repensar o layout de forma direcionada a uma melhor experiência de digitação, em vez de usar isso para contornar um problema técnico.

Dessa forma, George Blickensderfer, como Hansen, desenvolveu e implementou um layout de teclado ergonomicamente consciente. Em seus estudos da língua inglesa, George determinou que 85% das palavras do inglês possuíam as letras D-H-I-A-T-E-N-S-O-R. Dessa forma, posicionou todas em uma única fileira, chamada de "home row", para minimizar movimentos desnecessários por parte do digitador, maximizando a eficiência.

Imagem 29: Detalhe do teclado de a máquina de Blickensderfer



Fonte: Wikimedia Commons (domínio público)

Com tantas vantagens sobre os competidores, a máquina chamou atenção e obteve relativo sucesso comercial, chegando a ter uma fábrica própria com cerca de 200 funcionários. As máquinas eram primariamente vendidas ao leste e oeste europeu, e ao Canadá. Os Estados Unidos foi comparativamente o mercado de menor penetração por elas, provavelmente pela dominação do monopólio Remington-Hammond-Yost representado pela United Typewriter Co.

Com a eclosão da primeira guerra mundial, o mercado internacional sofreu fortes mudanças. A empresa de Blickensderfer sentiu particularmente mais, já que a maior parte de seus consumidores eram europeus. Eventualmente, quando os Estados Unidos entraram na guerra, a fábrica converteu-se para fabricar munições e peças de armamentos. Após a morte de George, nesse mesmo ano, a empresa foi vendida pelos herdeiros e perdeu relevância.

Um ponto relevante a ser salientado é que a série de máquinas de escrever IBM Selectric, introduzida mais de 50 anos depois, ficou mais conhecida que a máquina de Blickensderfer, sobretudo nos Estados Unidos, e utilizava da mesma ideia da *typewheel*. Dessa forma, grande parte do público consumidor à época atribuiu a criação dessa tecnologia à IBM.

Imagem 30: Exemplo de *typewheel* da IBM selectric, apelidada de "Golf Ball"



Fonte: [ibm.com](http://ibm.com) - Icons of Progress - The Selectric Typewriter

## 2.12. Para além do QWERTY

Desde a invenção do layout QWERTY por Sholes e sua popularização no século 19, o padrão de mercado continuou o mesmo. Visto que o racional por trás da elaboração do QWERTY já não é mais relevante como foi à época.

O próprio Christopher Sholes, antes de sua morte, em 1889, criou um layout que dizia ser uma evolução do QWERTY, em tese atingindo os objetivos de forma mais satisfatória: o layout XPMCH. Mesmo assim, falhou em desbancar o layout já estabelecido.

Fazendo uma pequena tangente cronológica para a década de 1930, podemos mencionar o mais popular dos esforços para modernizar layouts de teclado, a proposta de Dvorak.

August Dvorak foi um professor de psicologia educacional, co-autor do prestigiado livro *Typewriting Behavior* (Comportamento da Digitação, em tradução livre), de 1936. O livro é um relatório profundo sobre a psicologia e fisiologia da digitação.

O interesse de Dvorak em layouts de teclado surgiu quando, na década de 1910, foi orientador de mestrado de Gertrude Ford. O mestrado de Gertrude, sobre erros de digitação, elucidou a ideia em Dvorak que o layout QWERTY precisava ser substituído. A disposição das teclas havia sido pensada exclusivamente para que

teclas frequentemente usadas juntas fossem o mais longe possível por uma limitação técnica das máquinas de escrever de Remington.

Dvorak, assim como Hansen 70 anos antes, buscou encontrar e aprimorar um layout que maximizasse a agilidade do digitador, reduzisse movimentos desnecessários e possíveis lesões por esforço repetitivo, focando pragmaticamente em ergonomia. Dvorak propôs a concentração das letras mais usadas na linha do meio do teclado, concentrando nela 70% do tempo de digitação.

Dvorak se envolveu em uma extensiva pesquisa para desenhar, de forma cientificamente embasada, um novo layout. Dvorak trabalhou junto com seu cunhado, William Dealey. Atendendo a seminários sobre a ciência do movimento, assistindo a gravações em câmera lenta de datilógrafos profissionais e meticulosos estudos sobre a língua inglesa, buscando compreender as letras e combinações mais usadas. Eles também estudaram sobre fisiologia e anatomia das mãos.

O resultado desse trabalho foi, cerca de 15 anos depois, o "Dvorak Simplified Keyboard".

Imagem 31: Distribuição de caracteres no Dvorak e QWERTY



Fonte: Linus Tech Tips

As medições de frequência foram feitas por Dvorak e seu cunhado com base na língua inglesa, na qual estima-se que os movimentos da mão se reduzem em 42% comparado ao tradicional QWERTY.

À partir da década de 1930 até os anos 1950, Dvorak se empenhou em diversos esforços para aumentar a notoriedade sobre seu layout. Ele buscava enviar datilógrafos treinados no layout Dvorak para competir em campeonatos de digitação

intercolegiais, além de ter conduzido uma série de experimentos e divulgado os resultados com a eficiência de seu layout.

Durante algum tempo na década de 1940, escolas em Tacoma, Washington, trocaram o QWERTY pelo Dvorak em suas aulas de datilografia. Entretanto, não durou muito tempo, e as aulas foram revertidas para o QWERTY após uma mudança de gestão (PARKINSON, 1972). Possivelmente pela falta de adesão em massa de outras escolas.

Durante a Segunda Guerra, servindo na marinha, Dvorak conduziu estudos avaliando o tempo de readaptação de datilógrafos para fazer a transição do QWERTY para o Dvorak. O estudo postulava que eram necessários apenas dez dias de treinamento para que uma pessoa datilógrafa alcançasse a mesma velocidade que havia com o QWERTY, no Dvorak (ANSON et al., 2004).

À década de 1950, Dvorak havia conseguido chamar atenção o suficiente para fazer empresas e organizações governamentais considerarem retreinarem seus datilógrafos no novo layout. Nesse contexto, a General Services Administration (GSA) financiou um estudo para determinar a viabilidade e benefícios oferecidos por essa troca. O estudo concluiu que os benefícios da troca para o Dvorak não eram tão relevantes quanto divulgado pelo autor, e que era mais benéfico investir em treinamentos de velocidade para datilógrafos que já estavam acostumados com o QWERTY.

A parcialidade dos experimentos conduzidos é duvidosa, já que, até a década de 1950, foi o próprio Dvorak que os conduziu em sua totalidade, e estava em seu interesse conseguir notoriedade para o layout. Ademais, os estudos financiados pela GSA tiveram como diretor Earle Strong, que especula-se haver tido atritos pessoais com o próprio Dvorak antes do fato (KISSELL, 2007).

Um estudo similar conduzido em 2015 pela Misericórdia University, na Pensilvânia, obteve resultados similares. O layout do Dvorak é objetivamente mais eficiente na forma como posiciona as teclas, mas concluiu-se que o layout é apenas um dos muitos componentes envolvidos na atividade de digitação, e o ônus do retreinamento superara o ganho de eficiência (ANSON et al., 2004).

Além do Dvorak principal, criado para a língua inglesa, foram desenvolvidas versões nacionalizadas, revendo o posicionamento das teclas para acomodar a frequência das letras em outras línguas. Alguns exemplos incluem o layout “BR-Nativo” (brasileiro), “Dvorak-FR” (Francês) e iDvorak (italiano). Além destes,

existem variações do Dvorak adaptados para o uso de uma só mão. Direcionado àqueles que, por uma ou outra razão, não dispõem de duas mãos. Também existem diversos esforços de terceiros independentes para internacionalizar o Dvorak para outras línguas, como o sv-dvorak (sueco), e o DvorakPolish (polonês). Layout mais nichados também surgiram, como a variação “Programmer Dvorak”, que propõe facilitar acesso a símbolos frequentemente utilizados em programação. O Programmer Dvorak vem instalado por padrão em algumas distribuições Linux.

O trabalho de Dvorak possivelmente inspirou outras famílias de layouts de teclado altamente especializados, mas que, similarmente, acabaram caindo em um nicho pequeno de consumo. Como exemplo, pode-se citar o layout alemão *Neo* e o francês *BÉPO*.

### **2.13. Primeiras abordagens ergonômicas**

No século 19, durante a ascensão da relevância das máquinas de escrever, foi possível testemunhar experimentações com uma série de fatores de forma diferentes para os aparelhos. Em sua maioria, não utilizavam de todo o potencial das mãos, como as máquinas Mignon, ou as Meritt. Um desenho em particular, entretanto, chama atenção: a Bola de Escrita de Hansen.

Ao relaxar as mãos, o formato que obtemos é uma pegada côncava, e não reta. O aparelho criado por Hansen respeitava essa propriedade e buscava se encaixar com mais conforto nas mãos. Desde a dominância das máquinas de Sholes até a segunda metade do século 20, não foram vistos aparelhos relevantes que propusessem um fator de forma diferente do plano regular apresentado pela maior parte dos teclados. À mesma medida, entretanto, não eram raros os casos de digitadores que adquiriam mazelas físicas como lesão por esforço repetitivo ou síndrome do túnel do carpo (JAIN, 1998, p. 229).

À partir da década de 80, empresas como a Maltron se introduziram no mercado ao redesenhar teclados convencionais a partir de uma abordagem ergonômica. Otimizando o fator de forma dos dispositivos para prover maior eficiência, conforto e longevidade na atividade laboral.

Imagem 32: Teclado Maltron Dual Hand Original



Fonte: [digitaldrops.com.br](http://digitaldrops.com.br) - Teclado Ergonômico Maltron

Os teclados Maltron (como muitos teclados ergonômicos à partir de então) não propunham um redesenho do layout de teclas como o Dvorak. Os teclados ainda usavam QWERTY, já que era o padrão mais bem difundido. Os teclados, porém, reposicionavam as teclas para resolver dois princípios fundamentais, identificados a partir de problemas com teclados tradicionais.

O primeiro princípio é o de compensar a diferença de tamanho e altura dos dedos no próprio teclado. Teclas comumente pressionadas pelo dedo médio são mais profundas, enquanto as do mindinho são mais elevadas. Isso cria o padrão visual que levou o nome de *key wells* (vales de tecla, em tradução livre). O teclado ganha uma terceira dimensão, acomodando mais naturalmente a anatomia das mãos.

O segundo princípio atendido é o posicionamento das teclas de forma ortogonal, em vez de diagonais. Teclas ortogonalmente posicionadas se alinham com o movimento natural dos dedos. As teclas serem posicionadas diagonalmente é mais uma das características legado deixadas pelo desenho da máquina de escrever de Sholes.

Outros produtos fabricados pela Maltron, como o Maltron Single-Hand, rearranjam a disposição das teclas para facilitar digitação com uma só mão.

Imagem 33: Teclado Maltron Single-Hand



Fonte: MIT Technology Review - Shift happens: Writing about the history of keyboards

Em teclados ergonômicos mais modernos, como o ErgoDox, a mesma ideia é seguida. Propondo ajustes apenas nas capacidades de personalização do teclado. Algumas teclas de atalhos extra são adicionadas (ou retiradas), e variações nos mecanismos de inclinação.

Imagem X: ErgoDox EZ com apoio de punhos e reclinadores



Fonte: Ben Frain Keyboards - ErgoDox EZ Ergonomic mechanical keyboard

Hoje, a Maltron continua com a proposta de criar teclados não convencionais, mas o mercado consumidor se concentra em pessoas com habilidades comprometidas que não podem usar um teclado comum por um ou outro motivo.

Imagem 34: Teclado Maltron Head/Mouth Stick



Fonte: made2aid.co.uk - Maltron Head/Mouth Stick keyboard

Um outro exemplo menos conhecido de teclados ergonômicos do final do século 20 é o DataHand. O DataHand está incluído nesta revisão por dois motivos: o primeiro, claro, por ser uma abordagem radicalmente diferente ao objeto de estudo, e o segundo, por ter sido um dos primeiros, se não o primeiro, dispositivo periférico a integrar em um só a funcionalidade de ponteiro e de digitação.

Introduzido em 1988 por Dale Retter, o DataHand propunha romper com o conceito de uma plataforma de teclas, para mais além que os teclados ergonômicos fabricados pela Maltron. A ideia era reduzir ao máximo os movimentos necessários para operar o teclado.

Imagem 35: DataHand Professional II



Fonte: orctopup.org - DataHand Keyboard

Para isso, o usuário deve inserir os dedos dentro de cavidades presentes no teclado. Cada cavidade é envolta de quatro botões. Cada botão é pressionado mexendo os dedos para um dos quatro lados. Além destes, um botão abaixo da ponta dos dedos pode ser pressionado. Dessa forma, o usuário (dado que possui coordenação motora o suficiente para movimentar os 10 dedos independentemente), pode digitar e movimentar o ponteiro do computador, alternando entre os modos de ponteiro ou teclado com um movimento do polegar.

O DataHand continuou sendo fabricado por cerca de 15 anos e chegou a lançar modelos sucessores, como o DataHand Professional e DataHand

Professional II. Estes modelos eram mais personalizáveis e podiam gravar e reproduzir macros (atalhos) para uso mais eficiente.

Por motivos a essa altura já previsíveis (alta curva de aprendizado, alto preço de venda, aliados a benefícios não tão evidentes), o DataHand viu pouquíssima adoção de mercado. No entanto, por sua aparência e proposta futurista, estrelou em filmes de ficção científica no fim da década de 90, como *Contact*, de Robert Zemeckis, *Rounders*, de John Dahl e *Shadow Conspiracy*, de George Cosmatos.

Imagem 36: Aparição do DataHand no filme Contact, de Robert Zemeckis



Fonte: deskthority.net - Keyboards in movies/TV series

Uma pequena quantidade de usuários fiéis do DataHand ainda pode ser encontrada em comunidades online. Hoje, existem projetos *open-source* publicados de versões DIY do DataHand. Não é mais possível comprar um DataHand novo, mas pode-se fabricar um utilizando uma impressora 3D, placas soldáveis e componentes eletrônicos de consumo. Os projetos mais famosos levam o nome de *Lalboard* e *Svalboard*.

#### **2.14. O estenótipo e digitadores de legendas**

Uma história paralela à evolução do teclado e dispositivos de entrada é a estenografia. A estenografia é uma subcategoria da taquigrafia. Taquigrafia refere-se a todo tipo de escrita de forma abreviada ou reduzida, para fins de velocidade de escrita. A estenografia, por outro lado, é a taquigrafia incrementada por máquinas. Em outras palavras, máquinas que digitam os alfabetos abreviados, buscando maior velocidade.

Ao longo do tempo, o estenógrafo e a abordagem por ele utilizada passaram por evoluções vindo de diversos inventores em tempos diferentes. O primeiro registro do uso de taquigrafia data da Roma antiga, em cerca de 80 a.C.. Marcus Tiro, um escravo do estadista romano Cícero, era encarregado de escrever manualmente os discursos de Cícero enquanto ele falava. Para isso, Tiro desenvolveu as "anotações tironianas". Tiro utilizava um alfabeto próprio com símbolos que representavam palavras.

Imagem 37: Símbolos do alfabeto tironiano e suas respectivas palavras em Latim.

	approbat		modestus		epistola
	comprobat		immodestus		litera
	improbus		modicus		litera
	probus		immodicus		syllaba
	probitas		commodus		tempus
	improbitas		incómodus		pertempus
	probabilis		accómodat		peridétépus
	reprobat		in modum		temporalis
	modus		admodum		extéporalis
	modulus		quéadmodú		homo

Fonte: Tironian Notes, Possibly the Earliest System of Shorthand -  
[historyofinformation.com](http://historyofinformation.com)

À partir dessa ideia, e de evoluções do alfabeto utilizado, foram inventadas máquinas no século 19 contemporâneas às primeiras máquinas de escrever mencionadas anteriormente. Não se encontra informação sobre a evolução do estenógrafo com facilidade, mas é sabido que a versão mais antiga de um estenógrafo similar aos modernos foi criada no início do século 20, pelo inventor norte-americano Ward Stone Ireland.

Imagem 38: Estenógrafo de Ward Stone Ireland, de 1913



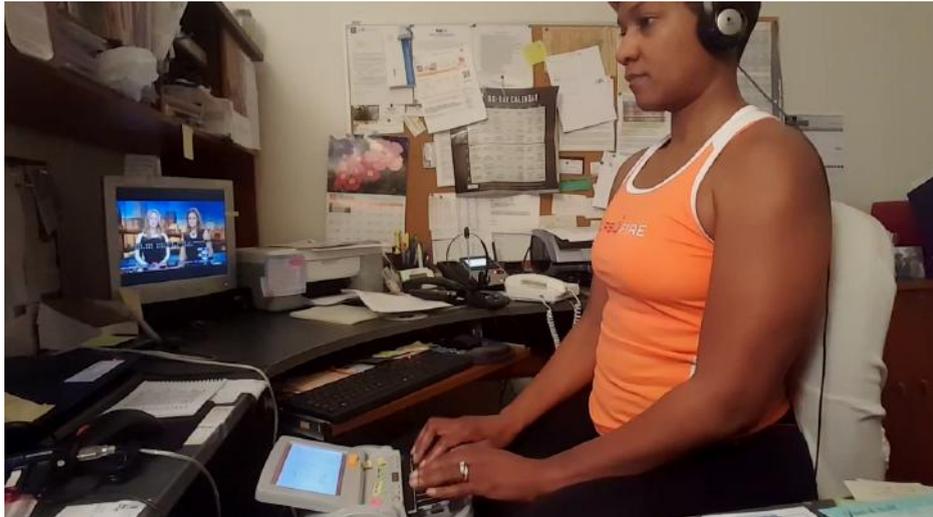
Fonte: 2020captioning.com

A digitação em estenografia se baseia na fonética das palavras, em vez de sua grafia. A partir da combinação simultânea de teclas que representam fonemas, o estenógrafo produz um documento que precisa, em um momento posterior, ser decodificado em palavras legíveis em linguagem natural.

As aplicações comerciais da estenografia até o século 20 foram mais ou menos as mesmas encontradas por Tiro na roma antiga: capturar discursos e falas em tempo real. Hoje, a estenografia se faz presente principalmente em tribunais, transcrevendo falas feitas em vara, e na televisão, para produção de legendas em tempo real, comumente chamadas de Closed Captions, ou CC.

Com eletrônicos modernos, não é mais necessário fazer a tradução do documento produzido pelo estenógrafo, já que esta é feita de forma computadorizada em tempo real. Em outras palavras, o estenógrafo é capaz de produzir documentos legíveis como uma máquina de escrever convencional.

Imagem 39: Estenografia aplicada a legendas em tempo real para televisão



Fonte: Realtime Broadcast Steno Captioning - Ingrid Hughes, YouTube

Hoje, com dispositivos modernos (inclusive open-source), é possível montar um estenótipo caseiro com componentes eletrônicos, ou comprar um compatível com computadores e utilizá-los para digitação no dia-a-dia como fazem hobbystas.

Para comparação, estenógrafos hobbystas conseguem alcançar velocidades acima das 200 palavras por minuto. Uma pessoa digita, em média, 60 palavras por minuto no QWERTY e o recorde mundial neste layout é de 241 palavras por minuto.

Imagem 40: Estenótipo DIY "SOFT/HRUF Splitography"



Fonte: [github.com/openstenoproject/plover](https://github.com/openstenoproject/plover)

A estenografia é um exemplo de tecnologia altamente especializada, onde se atingem velocidades de digitação extremamente rápidas em detrimento de menos comodidade e uma alta curva de aprendizado.

## 2.15. Feedback tátil, tecnologias de ativação e o valor simbólico

Durante a transição de funcionamento mecânico no fim do século 19, para máquinas de escrever elétricas no início do século 20, até os teclados digitais a partir da década de 70, foram apresentadas novas formas de enviar sinais de ativação de teclas do teclado ao receptor.

Os primeiros teclados dedicados a computadores utilizavam *reed switches* (interruptores de palheta, tradução livre). Esses reed switches são um componente eletrônico comumente utilizado em diversas aplicações, e seu funcionamento é simples. Duas lâminas condutoras envoltas em uma cápsula de vidro, ao entrarem em contato, fecham o circuito e deixam passar corrente elétrica.

Imagem 41: Exemplo de teclas com *reed switches*



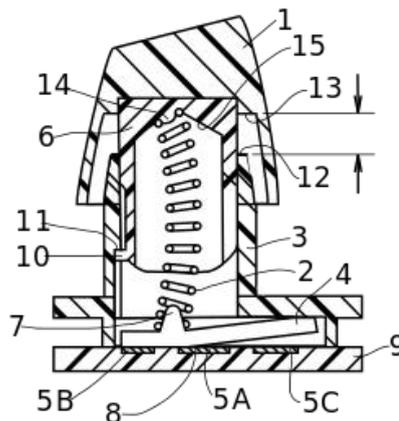
Fonte: YouTube - Chyrosran22 Fujitsu N860-8282 Review

Não demorou muito para que as fabricantes abandonassem esse mecanismo. Reed switches eram muito grandes, frágeis e, pelo fato de cada tecla precisar de um desses delicados componentes, encarecia consideravelmente o preço de venda do produto final.

No início da década de 80, a IBM registrava a patente de um novo mecanismo de ativação que, mais tarde, recebeu o nome comercial de *buckling springs*. Estes mecanismos foram popularizados por virem instalados na maioria dos teclados de consumo da IBM entre 1980 e 1986.

O ruído que produziam era bastante alto, mas os teclado fabricados com esse mecanismo viram boa recepção no mercado. Mesmo com alto ruído, os switches *buckling spring*, especificamente os instalados no teclado IBM Model M, foram os primeiros a serem largamente aclamados pelo público consumidor e por entusiastas pelas características de "som" e "feedback tátil" que davam às teclas.

Imagem 42: Desenho técnico do switch *buckling spring*



Fonte: Documento oficial da U.S. Patent 4,118,611

Imagem 43: Teclado IBM Model M

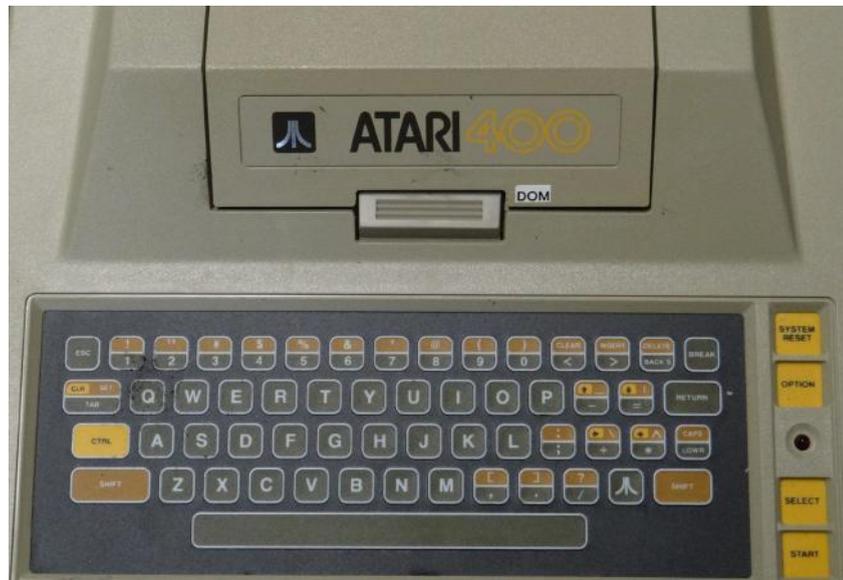


Fonte: Admiral Shark's Keyboards - Model M Space Saving Keyboards

Outro mecanismo que ascendeu na década de 80, e até hoje é largamente utilizado (como parte de um mecanismo melhorado), é a ativação por membrana. Ganhando grande destaque no baixo custo de fabricação, esse mecanismo funciona

por, em vez de tornar cada tecla um mecanismo separado e independente, construir o teclado inteiro em uma membrana de borracha de peça única, que ao pressionar uma ou outra região, fecha um circuito eletrônico e envia um sinal.

Imagem 44: Teclado de membrana do Atari 400



Fonte: The Reuseum - Atari 400

A peça única de borracha pode ser bastante fina, precisando apenas passar os condutores de eletricidade até um controlador central. Nesses teclados, existe pouco ou nenhum feedback tátil. Normalmente esses dispositivos dispõem de outras formas de feedback para sinalizar ativação, como som ou imagem.

Na mesma década, os switches Cherry, na década de 1980, ganharam notoriedade após virem como instalação padrão nos teclados do Commodore Amiga 2000.

Cherry AG é uma empresa alemã em atividade desde a década de 1950. Durante as primeiras décadas de existência, fabricou uma vasta gama de componentes eletrônicos como sensores e módulos automotivos. A partir da década de 1970, passou a fabricar teclados como principal atividade. O ponto de maior relevância, entretanto, é uma parte específica de seus teclados: os switches Cherry MX.

A Cherry foi a primeira fabricante a introduzir uma família de switches de teclado codificados pela cor. Hoje, é comum outros fabricantes como Gateron, Kalih, Outemu e Razer seguirem o mesmo conceito. A categorização em cores se traduz

ao consumidor como pacotes de características que facilitam a compreensão das diferentes opções oferecidas pela fabricante, além de trazer um valor de identidade às peças.

Imagem 45: Tabela descrevendo atributos de switches Gateron pela cor

	Type	Operating force	Pre-travel	Travel distance	Sound level	Feel
 Red Switch	Linear	45 ±15 gf	2.0 ±0.6 mm	4.0 mm Max.	Low	Light pressing force, no bump
 Brown Switch	Tactile	55 ±15 gf	2.0 ±0.6 mm	4.0 mm Max.	Medium	Medium pressing force, tactile bump
 Blue Switch	Clicky	60 ±15 gf	2.3 ±0.6 mm	4.0 mm Max.	Loud	Medium pressing force, tactile bump
 Black Switch	Linear	60 ±15 gf	2.0 ±0.6 mm	4.0 mm Max.	Low	Strong pressing force, no bump
 Yellow Switch	Linear	50 ±15 gf	2.0 ±0.6 mm	4.0 mm Max.	Low	Medium pressing force, tactile bump
 Green Switch	Clicky	80 ±15 gf	2.3 ±0.6 mm	4.0 mm Max.	Loud	The strongest pressing force, tactile bump
 White/Clear Switch	Linear	35 ±15 gf	2.0 ±0.6 mm	4.0 mm Max.	Low	The lightest pressing force, no bump

Fonte: [gateron.co](http://gateron.co) - Which Gateron should I choose?

De forma geral, é utilizada uma lista de parâmetros para definir a sensação tátil de um switch mecânico tipo Cherry:

- **Força de operação:** quantidade de pressão necessária para registrar o acionamento da tecla. É medida em grama-força (gf)
- **Pré-viagem:** distância que a tecla deve ser pressionada até que o acionamento seja registrado. É medida em milímetros.
- **Distância de viagem:** quantidade total de deslocamento que a tecla pode percorrer desde a posição inicial até o ponto mais baixo do switch. Medida em milímetros.
- **Comportamento:** Descrição da sensação tátil. Normalmente categorizado em três tipos: o primeiro, “linear”, tem pressão constante do início ao fim do acionamento. O segundo, “tátil”, possui uma leve saliência ou "degrau" durante o acionamento, proporciona maior feedback tátil. E o terceiro, chamado de “clique”, é similar ao tátil, mas também produz um som audível distintivo no ponto de ativação.

- **Nível de ruído:** Descrição do som produzido pelo acionamento da tecla. Normalmente categorizados em baixo, médio ou alto em termos de volume. Além de agudos ou abafados.

Nesse contexto, existem, hoje, grandes comunidades de entusiastas de teclados que se concentram em construir produtos personalizados, com materiais, teclas e switches escolhidos minuciosamente, a fim de criar experiências táteis, sonoras e visuais únicas.

Além de introduzir uma codificação de cores, os switches tipo Cherry MX trouxeram a vantagem de criar um padrão bem difundido para encaixe da carcaça das teclas, chamadas de *keycaps*. Passaram a surgir indivíduos, pequenas e médias empresas especializadas em fabricar keycaps compatíveis com o encaixe. Dessa forma, entusiastas se empenham em personalizar o teclado da forma como preferirem.

Imagem 46: Montagem de um teclado personalizado



Fonte: YouTube - Dr. Debox - Custom Mechanical Keyboards With Holy Panda Switches

Imagem 47: Keycaps personalizados Jelly Key



Fonte: jellykey.com Artisan Keycaps

Apesar de switches tipo Cherry possuírem um feedback tátil superior aos de membrana, eles são mais ruidosos. Um grupo considerável de consumidores leva o alto nível de ruído como uma vantagem (feedback tátil e auditivo), e subjetivamente os atribui a uma experiência sensorial satisfatória. Entretanto, existem situações onde o ruído inviabiliza sua utilização, como escritórios e locais compartilhados.

Nesse contexto, surgiram os elementos chamados de *rubber domes* (redomas de borracha, em tradução livre). Essa abordagem funciona posicionando uma peça de borracha abaixo das teclas, similar a uma ventosa de duas posições, ao pressionar a tecla, o usuário tem o feedback tátil da borracha indo de uma posição a outra, sem o ruído causado pelas peças plásticas e molas dos switches Cherry. Abaixo das redomas, a abordagem funciona de forma parecida com as membranas simples.

Imagem 48: Exemplo de rubber domes na década de 80



Fonte: sharktastica.co.uk - IBM Buckling Grey Standard Sleeves

Hoje, a maioria dos teclados de baixo custo usam mecanismos bastante parecidos com rubber domes da década de 80. Em laptops, por exemplo, as teclas normalmente possuem os domos de borracha por baixo, além de estabilizadores chamados de *scissors*, para reduzir a flexibilidade para os lados e centralizar o movimento no eixos vertical. Cabe salientar que, na maioria dos casos, a utilização de rubber domes implica na utilização de um teclado de membrana por baixo para conduzir os sinais. Esse foi um bom meio-termo encontrado entre custo de fabricação e uma experiência de uso satisfatória.

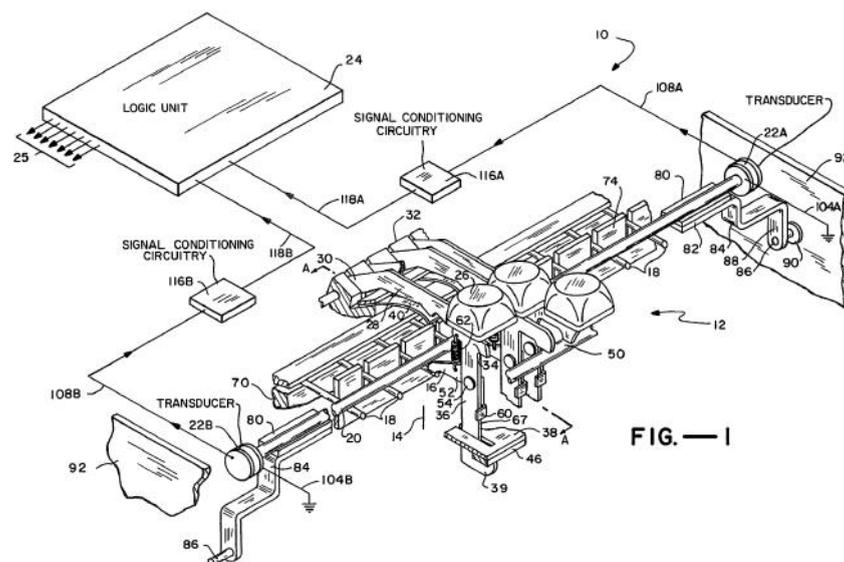
Imagem 49: Exemplo de scissor switches em teclado de laptop



Fonte: Hackaday - Scissor-switches por Kristina Panos

Uma menção honrosa cabe aos switches ultrasônicos, presentes nas máquinas Smith-Corona Ultrasonic. Lançada em 1983, foi a primeira (e uma das únicas) máquinas de escrever com teclados baseados nessa tecnologia. O mecanismo funciona a partir de uma barra acústica por trás do teclado. Cada tecla bate em uma parte diferente dessa barra, produzindo uma frequência diferente de vibração. Essa vibração é capturada por dois transdutores, um em cada ponta. A combinação da frequência detectada pelos dois é, então, transferida para a unidade lógica eletrônica que envia o sinal de qual tecla foi pressionada.

Imagem 50: Esquema de funcionamento dos switches ultrasônicos



U.S. Patent Mar. 29, 1983 Sheet 1 of 8 4,378,552

Fonte: kbd.news - Smith-Corona Ultrasonic 1500

A falta de mais exemplares com esse mecanismo se dá provavelmente pela alta complexidade de fabricação, aliado a benefícios não muito claros comparado a mecanismos de ativação mais simples disponíveis à época.

Foram discutidos, aqui, os principais representantes da família de switches mecânicos e de membrana surgidos entre os anos de 1970 e 2000. Tecnologias de ativação não citadas incluem switches por força magnética (Hall Effect, Tople), e os modernos switches ópticos, como os Gateron KS-15 e Razer Optical, que funcionam cortando e abrindo o caminho de uma luz emitida por diodos abaixo de cada tecla.

### 3. O que foi criado nos últimos anos?

Desde a expansão comercial da máquina de Sholes, até o início do século 21, foram poucas as tentativas de ruptura com o modelo estabelecido para o fator de forma de dispositivos de entrada. Os teclados ergonômicos da Maltron e o layout Dvorak se encaixam mais como adaptações ou variações desse modelo do que rupturas.

Um dispositivo que se destaca, porém, mesmo não tendo obtido ampla adoção, é o DataHand. Experimentações como essa, dado que são fundamentadas em boas ideias, possuem o potencial de criar um novo capítulo na história dos dispositivos de entrada para computadores. Isso se torna mais verdade à medida que novas aplicações surgem, como assistentes pessoais virtuais, computação com realidade aumentada, e diferentes contextos nos quais se aplicam o uso de sistemas operacionais, como uma sala de aula, ou um estúdio de gravação.

Dessa forma, cabe realizar uma breve revisão dos principais expoentes em rupturas de fator de forma nos últimos anos para controle de computadores pessoais, bem-sucedidos ou não, e realizar uma breve análise de seus erros e acertos, buscando melhor fundamentar possíveis futuras iterações em dispositivos dessa natureza. Este é o objetivo desta seção.

### 3.1. Computer vision e touchless

Dispositivos que caem nesta categoria se baseiam largamente em tecnologias baseadas em interpretação de input de vídeo, também chamado de computer vision.

Em termos simplificados, computer vision é um campo multidisciplinar que tem como objetivo central interpretar imagens digitais advindas de diferentes tipos de câmeras (câmeras de vídeo, scanners 3D, sensores LiDAR, câmeras de temperatura, entre outras), transformando-as em dados estruturados que podem ser utilizados para uma vasta gama de aplicações na computação (KLETTE, 2014). No caso desta análise, o foco está em realizar o controle de sistemas operacionais.

Essa abordagem permite alcançar o que é conhecido com experiências touchless, isto é, sem a necessidade do toque. O usuário controla dispositivos apenas com gestos e movimentos. A termo de ilustração, o produto mais conhecido desta categoria (apesar de não alinhar-se com o escopo deste trabalho) é o Microsoft Kinect.

Imagem 51: Microsoft Kinect



Fonte: ResearchGate.net - An Open Source Framework to Manage Kinect on the Web

### 3.1.1. Leap Motion

Talvez um dos mais conhecidos esforços dos anos 2010 na categoria Touchless é o LeapMotion. O dispositivo possui uma pegada espacial pequena, e deve ser posicionado onde normalmente ficaria o teclado em uma mesa. Com uma série de câmeras e sensores, o LeapMotion é capaz de detectar movimentos e gestos das mãos, capturando precisamente a posição dos dedos e enviando as informações para uso em software.

Imagem 52: LeapMotion



Fonte: [developer.leapmotion.com](http://developer.leapmotion.com)

Existem poucas aplicações práticas criadas para o LeapMotion além das demonstrações técnicas feitas pela própria fabricante. O LeapMotion Orion, por exemplo, é uma aplicação para demonstração das capacidades técnicas do aparelho. A demonstração proporciona ao usuário a habilidade de criar e interagir com formas geométricas em um ambiente virtual 3D enquanto mostra a posição das mãos e dos dedos capturadas pelo aparelho.

Imagem 53: LeapMotion Orion



Fonte: Canal oficial da LeapMotion no YouTube

Existiu um esforço considerável em criar ferramentas e documentação técnica para possibilitar desenvolvimento de terceiros com a tecnologia da empresa, mas não se encontram numerosas aplicações relevantes.

### 3.1.2. Pointable

Uma das mais promissoras aplicações ao LeapMotion foi um esforço independente chamado de Pointable, criado primariamente para controle de mídia e para abrir programas específicos no computador. O Pointable mostrou-se como uma mínima aplicação funcional do LeapMotion.

Imagem 54: Demonstração de atalhos de mídia do Pointable



Fonte: Canal "Pointable" no YouTube

Os usos do Pointable, entretanto, eram muito limitados, realizando apenas controle do ponteiro e execução de programas e mídia. O controle do ponteiro para aplicações genéricas era de baixa precisão, e não existe uma forma de inserir texto, a não ser utilizando teclados em tela, mas a com falta de precisão e velocidade, isso se torna inviável.

Assim como o produto em que se baseia, o Pointable também não viu vasta adoção prática, e funcionou como mais uma demonstração de possibilidades técnicas.

### 3.1.3. Ultraleap

Hoje, é possível encontrar reclamações de que a empresa abandonou a manutenção dos kits de desenvolvimento de software do LeapMotion, e que é difícil criar integrações com o aparelho por conta disso. Fóruns de desenvolvimento são pouco ativos e o suporte parece escasso.

Em 2019, a empresa foi adquirida pela Ultrahaptics e renomeada para Ultraleap. O produto continua sendo sensores super-especializados em detecção de mãos e dedos, direcionado a aplicações de terceiros.

A Ultraleap também possui soluções para negócios: a utilização de seus sensores para instalações de experiências touchless em espaços públicos.

Imagem 55: Demonstração do Ultraleap 3Di

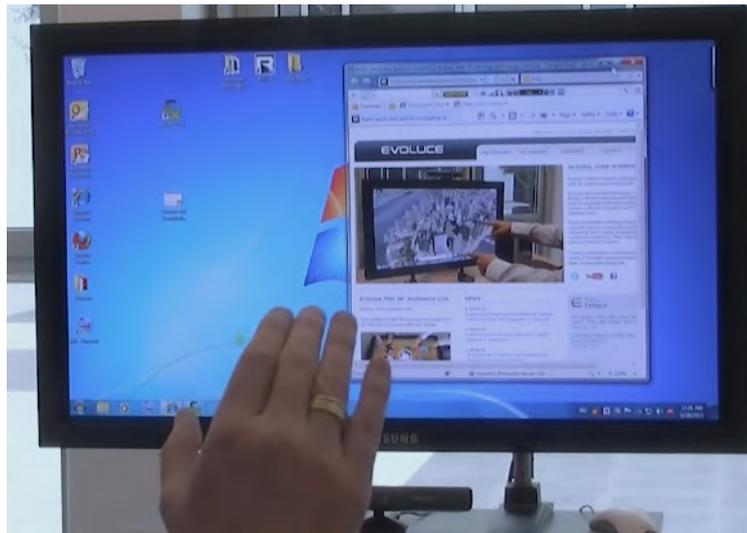


Fonte: [ultraleap.com](http://ultraleap.com)

### 3.1.4. Win & I

Em 2011, um ano após o lançamento do primeiro LeapMotion, a empresa alemã Evoluce desenvolveu um software que funciona em conjunto com o Microsoft Kinect, do Xbox 360, para controlar atividades cotidianas no Windows 7. Uma proposta similar ao Pointable. O produto levou o nome de Win & I.

Imagem 56: Demonstração oficial do Win & I



Fonte: Canal oficial da Evoluce no YouTube

Apesar de ter sido criado por outra empresa e utilizar outro dispositivo, o resultado final foi bastante similar ao Pointable: controles imprecisos e limitados, necessitando repetir os movimentos diversas vezes para obter uma resposta, inviabilizando o uso da tecnologia em detrimento ao teclado e mouse.

O Win & I obteve maior repercussão na mídia, e é possível observar diversas análises da época em sites de tecnologia. Quase todas muito negativas.

### 3.2. Realidade virtual e realidade aumentada (VR/AR)

Outra abordagem possível para dispositivos de entrada é a imersão completa em ambientes virtuais, chamada de realidade virtual ou Virtual Reality (VR), ou a extensão de ambientes reais com elementos virtuais, chamado de realidade aumentada ou Augmented Reality (AR).

O autor Ralf Doerner, em seu livro *Virtual and Augmented Reality* de 2022, define o termo Extended Reality (XR) para abranger ambos AR e VR, além de um terceiro tipo, chamado de Mixed Reality (MR). O Mixed Reality é uma extensão do

AR em que elementos virtuais conseguem interagir com elementos reais e vice-versa, criando uma experiência mais imersiva.

A aplicação de maior popularidade da ideia do AR nos últimos anos foi, provavelmente, o jogo Pokémon GO, que simulava a ideia de criaturas vivendo em certas partes do mundo (através da tecnologia de geolocalização), e colocadas no chão em um ambiente real através da câmera.

Imagem 57: Pokémon GO



Fonte: phys.org

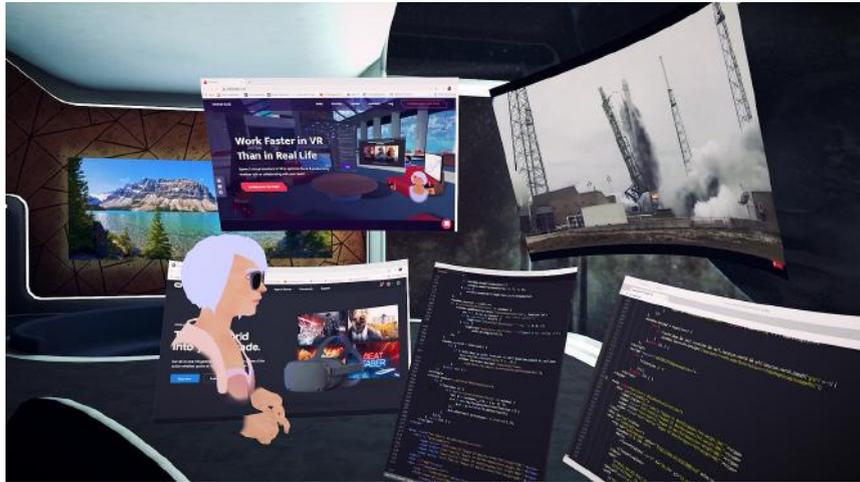
Para o propósito desta seção, serão analisados especificamente dispositivos que habilitam interação com sistemas operacionais cotidianos, como Windows, Mac ou Linux, no contexto em que se analisa sua possível paridade com o uso de teclados e mouses.

### 3.2.1. Immersed

Uma das mais promissoras propostas dos últimos anos em extensão de experiências desktop com AR é o Immersed, criado pela empresa de software Zendesk.

A ideia básica do Immersed é proporcionar ao usuário uma experiência tátil real com a expansividade sem limites da realidade virtual. Para isso, o sistema faz uso de teclados físicos (qualquer teclado genérico), e opcionalmente um mouse, aliado a um óculos VR de qualidade mediana, sem uma marca em especial.

Imagem 58: Demonstração do Immersed com várias telas



Fonte: [immersed.zendesk.com](https://immersed.zendesk.com)

Dessa forma, o dispositivo substitui apenas a exibição gráfica de telas. Ele pode criar qualquer número de telas virtuais em qualquer tamanho e posição nos 360 graus. O software dispõe de algumas ferramentas para tornar mais factível sua utilização através da mescla entre realidade virtual e real, provendo a opção de fazer um “corte” na projeção virtual para exibir objetos físicos. Normalmente isso se aplica para que o usuário possa ver o teclado em que está digitando. A funcionalidade leva o nome de Reality Mixer.

As análises encontradas na internet a respeito do Immersed são, em geral, positivas. As tecnologias de hardware em óculos de realidade virtual evoluíram drasticamente nos últimos anos com a ideia do Metaverso e o investimento do Facebook/Meta nos óculos Quest e a compra do Oculus Rift pela mesma empresa. Nesse cenário, o software Immersed entra como uma transposição dessa tecnologia e investimento para uma aplicação de trabalho cotidiano em computadores pessoais.

Além do Immersed, existe outra solução para controle de desktops em ambientes virtuais chamada de BigScreen. Esta, entretanto, se restringe a controles de videogame ou os do próprio Quest Pro 2 para controlar o sistema, o que limita suas aplicações práticas pelos mesmos motivos que afetaram as opções Touchless citadas anteriormente.

### 3.2.2. Google Glass

Em meados de 2012, a Google divulgou o conceito do Google Glass: um óculos com capacidade de exibir uma tela em frente aos olhos do usuário. O produto possibilitaria uma integração não invasiva de elementos virtuais sem obstruir a visão do usuário do mundo real. Além de possuir uma câmera para captura de imagens e gravação de vídeo.

Ao lançar o produto publicamente em 2014, a Google recebeu duras críticas pela baixa qualidade da experiência proporcionada, além do altíssimo preço de venda (cerca de R\$14.000,00 nos modelos mais avançados). Dois anos depois, a empresa anunciou que não fabricaria mais o produto.

Imagem 59: Google Glass Enterprise Edition 2



Fonte: [performancesolutions.com.br](http://performancesolutions.com.br)

### 3.2.3. nReal Glasses

Apesar do fiasco comercial e publicitário do Google Glass, a ideia central por trás do produto inspirou sucessores espirituais. Nesse cenário, em 2019, a empresa chinesa nReal divulgou os nReal Glasses, trazendo de volta ideias introduzidas pelo Google Glass anos antes. O fator de forma é consideravelmente maior que o do

Google Glass, mas bem menor que um óculos de realidade virtual comum. Se aproximando de óculos escuros convencionais com um pouco mais de tamanho.

A proposta dele é pouco ambiciosa, porém realista: exibir uma única tela em frente aos olhos do usuário e funcionar como óculos escuros ao mesmo tempo. Com a tecnologia disponível hoje, o produto naturalmente se posiciona com uma vantagem natural em relação aos originais Google Glass, além de que um escopo de uso reduzido significa um maior polimento na experiência criada.

Imagem 60: nReal Glasses



Fonte: amazon.com

As análises sobre este produto são largamente positivas. Alegando-se cumprir bem com sua proposta. O preço de venda é também muito menor que os Google Glass originais, ou a maioria dos óculos de realidade virtual modernos. É uma boa alternativa portátil para exibição de vídeo, com duas ressalvas.

Primeiro, os óculos só funcionam através de cabo e não possuem bateria interna. E segundo, não provê nenhum mecanismo de controle além daqueles dos dispositivos que está exibindo, como computadores ou videogames.

A única situação em que os óculos proporcionam uma experiência de input própria é em seu aplicativo para smartphones, que utiliza os giroscópios do celular

para operar um pequeno sistema operacional capaz de navegar na web e realizar atividades simples.

#### **3.2.4. HiiDii Glasses**

Além dos óculos nReal, foi divulgado em 2020 o conceito HiiDii Glasses pela empresa GWD Bio-Intelligence. Estes nunca chegaram a ser produzidos de fato, mas a ideia geral é utilizar do movimento dos olhos para movimentar cursores em telas, e piscadas para realizar interações.

Imagem 61: HiiDii Glasses



Fonte: Canal oficial da GWD Bio-Intelligence no YouTube.

#### **3.2.5. eBeam**

O eBeam é um sistema para sala de aulas que propõe criar lousas interativas, de forma que um apresentador pode desenhar e interagir com uma imagem virtual projetada em uma lousa, utilizando uma caneta especial. Foi criado em meados de 2002 pela empresa estadunidense Luidia.

Além de um espaço de desenho infinito, o produto proporciona a capacidade de salvar e recuperar quadros, e ferramentas básicas de manipulação de imagem digital, de forma pouco invasiva e familiar com a forma como professores normalmente desenham em lousas.

Imagem 62: Lousa interativa eBeam



Fonte: Anúncio de um eBeam semi novo, Shopee

O sistema obteve vasta adoção em escolas ao redor do mundo. O produto se fez particularmente presente em escolas particulares do Brasil, e a maior parte do material encontrado na internet hoje sobre este sistema é em português brasileiro, criado entre os anos 2015 e 2019 por representantes de vendas. Não existem análises aprofundadas sobre o sistema, mas é possível encontrar comentários de professores em matérias e vídeos, e quase sempre são positivos.

A empresa criadora do eBeam não existe mais e seu site não está mais ativo, e também não é mais possível encontrar o produto à venda, exceto em classificados de produtos usados.

### **3.3. Wearables**

Wearables, ou dispositivos “vestíveis”, em tradução livre, são aqueles que se acoplam em uma parte do corpo para serem utilizados. Nessa categoria se encaixam smartwatches, smartbands, monitores de frequência cardíaca e postura, e óculos de realidade virtual. Os óculos citados na categoria anterior, além de VR/AR, se encaixam na categoria wearables.

Os dispositivos vestíveis normalmente ficam próximos da superfície da pele, e tomam vantagem da posição em que se encontram. Como exemplo, pode-se citar o gadget de monitoramento postural Upright Go S, que se posiciona abaixo da nuca para detectar inclinações que indicam má postura.

Imagem 63: Upright Go S



Fonte: Upright Go S review: a nudge toward better posture - byteside.com

### 3.3.1. TapStrap 2

No âmbito de dispositivos vestíveis para controle de desktops, o TapStrap 2 provavelmente é um dos que mais chamou a atenção nos últimos anos pela sua proposta pouco convencional.

Lançado em 2019 pela empresa TAPWITHUS, a ideia do TapStrap é utilizar um anel com sensor de movimento em cada um dos dedos de uma mão e, a partir disso, digitar sem necessidade de uma superfície específica.

Imagem 64: TapStrap 2



Fonte: The Tap Strap 2 turns your hand into a keyboard and mouse - cnn.com

O TapStrap não busca emular uma experiência parecida com teclados. Ao contrário, propõe uma forma totalmente diferente de digitar. Cada letra é digitada usando uma combinação específica de dedos, e pode-se trocar entre diferentes modos de operação: letras, símbolos, mouse e gestos.

Olhando aos dispositivos abordados anteriormente, a proposta do TapStrap parece uma mistura entre o tipógrafo de permutação de Livermore e o DataHand, à medida em que todas as letras podem ser digitadas com uma só mão à partir da combinação de dedos, e que um só dispositivo serve como teclado e como ponteiro.

As análises do TapStrap 2 são mistas. A qualidade de fabricação, preço de venda e estética são pontos normalmente trazidos como benéficos. Por outro lado, a altíssima curva de aprendizado e adaptação ao dispositivo pesam negativamente. Não à toa. Usuários precisam aprender um novo método de digitação do zero para utilizar a ferramenta e não existe transposição de conhecimento.

A velocidade de digitação, mesmo após a fase de adaptação, dificilmente se compara a um teclado convencional, já que só se utiliza uma mão, e mais de um dedo para digitar uma única letra. A operação de mouse também não é satisfatoriamente precisa, segundo análise.

O desempenho comercial do produto até o momento se mantém no mercado de nicho de entusiastas para tecnologia, à medida que não. Apesar de não ser uma métrica precisa, os anúncios do TapStrap na Amazon somam abaixo de duas mil vendas. Possíveis motivos para isso podem ser inferidos ao ler as análises como mencionado anteriormente.

A empresa por trás do TapStrap, TAPWITHUS, continua em atividade. Produzindo material publicitário, fabricando e distribuindo o produto. Além do TapStrap 2, a TAPWITHUS está em campanha de divulgação e pré-vendas de um sucessor: o TapXR.

### **3.3.2. TapXR**

Em 2021, a estadunidense TAPWITHUS inicia a campanha de divulgação de um novo conceito: o TapXR. Esse dispositivo busca suceder o TapStrap 2 com um redesign complexo em seu fator de forma e ergonomia, mantendo as ideias básicas por trás do primeiro.

Imagem 65: TapXR



Fonte: tapwithus.com

A diferença mais visível entre os dois é a ausência dos anéis nos dedos, trocada por um sensor de luz para obter dados sobre a posição dos dedos. Isso traz maior conforto em usos estendidos que os anéis, além de possibilitar maior superfície para bateria e componentes internos sem prejudicar drasticamente a experiência.

Como o produto ainda não foi lançado, não existem análises de terceiros e o único material disponível é o divulgado pela própria empresa. O preço de pré-venda é o dobro do preço do TapStrap 2.

## **4. Análise de resultados**

### **4.1. Introdução**

Nas seções anteriores, foram realizadas uma série de revisões diacrônicas a respeito da evolução dos microcomputadores pessoais, o surgimento do mouse, a origem e evolução dos teclados modernos, e tentativas de disrupção criadas entre o fim do século 20 e a atualidade. Incluindo, em alguns casos, comentários sobre as referências utilizadas para concepção de novas invenções.

Foi possível observar a paulatina e gradual evolução dos dispositivos hoje tidos como lugar-comum, assim como a gradual adoção e dominância de mercado enquanto alternativas, à época mais relevantes, foram desaparecendo do mercado. Seja por pura força mercadológica, seja pela formação de hábitos e cultura de consumo.

Munido dessa contextualização, o objetivo desta seção é realizar uma análise crítica, buscando cruzar as linhas do tempo, criar paralelos e identificar padrões no ciclo de vida de algumas das invenções de maior relevância para, dessa forma, traçar um panorama geral de onde estamos e para onde estamos direcionados com relação a dispositivos periféricos de larga adoção.

## **4.2. Fundamentação teórica**

Para realizar a análise crítica dos dados coletados, faz-se necessária uma fundamentação teórica como apoio nos pontos elucidados. A análise realizada trouxe tanto pontuações sobre usabilidade e adoção dos produtos em si, como a relação que eles tiveram com outros produtos da época. Também trouxe pontos de movimentação comercial e cultural. Por isso, é ideal que os modelos selecionados englobem esses aspectos.

Dessa forma, os dois modelos selecionados foram O Modelo de Usabilidade de Jordan (An Introduction to Usability, Patrick W. Jordan, 1998), e as reflexões do tripé funcional dos produtos trazida por Bernd Lobach em Industrial Design, de 2000.

### **4.2.1. O modelo de usabilidade de Jordan**

Patrick W. Jordan é um autor e consultor britânico nas áreas de design de produto, marketing e branding. Jordan possui contribuições relevantes na área do design emocional, com o livro *Designing Pleasurable Products*, de 2000, e na área do design universal (acessibilidade), tendo co-criado a conferência internacional *Include* no início dos anos 2000. Hoje, a conferência continua sendo hospedada pela Royal College of Art, virtualmente, a cada dois anos.

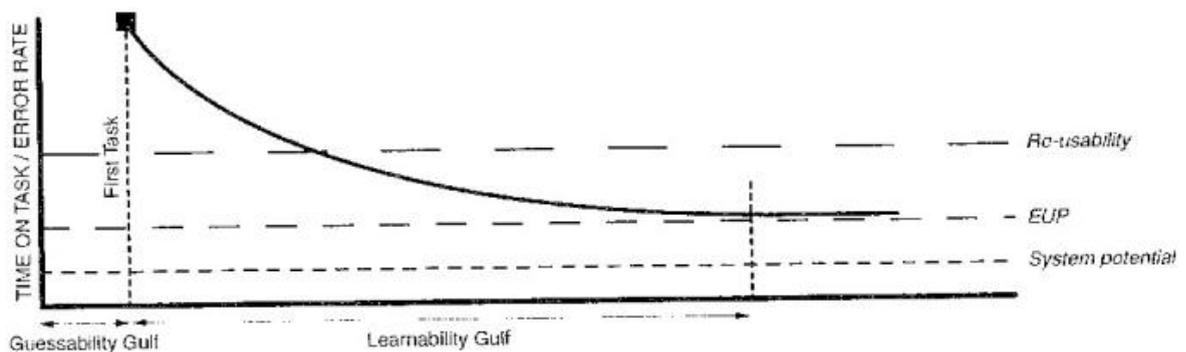
Os pontos trazidos por Jordan no seu livro de 1991, *An Introduction to Usability*, são uma boa visão geral de atributos e fenômenos a se observarem durante a avaliação da usabilidade produtos especialmente no tocante ao fenômeno da adoção e aprendizado (uma pedra angular para as análises deste trabalho). Uma de suas propostas é a sistematização desse fenômeno em cinco componentes:

1. **Suposição:** a medida de fricção para que o usuário suceda na realização de uma atividade pela primeira vez.
2. **Aprendizagem:** a fricção para o atingimento de uma boa competência na realização de uma atividade, não sendo a primeira vez.

3. **Desempenho:** o nível médio de desempenho atingido por usuários experientes na realização de atividades com o produto.
4. **Potencial do sistema:** O nível máximo teórico de desempenho possível para completar determinada tarefa com o produto
5. **Reusabilidade:** Quantificação da possível redução de desempenho após o usuário não utilizar o produto por um período relativamente longo.

Abaixo encontra-se um gráfico ilustrando alguns desses componentes: o tempo de Suposição como *Guessability Gulf*, o tempo de aprendizagem como *Learnability Gulf*, e o Desempenho Médio como *EUP*.

Imagem 66: Curva idealizada de aprendizado de Jordan



Fonte: An Introduction to Usability, Jordan, 1991

Com esses atributos, é possível avaliar a dificuldade de adoção versus o potencial de desempenho atingido por usuários.

Além da curva de aprendizado, nesta mesma obra, Jordan também postula dez princípios da usabilidade a serem observados:

1. **Consistência:** um produto deve apresentar sua interface de forma similar àquelas já utilizadas pelo usuário (ex.: controles de um veículo)
2. **Compatibilidade:** um produto deve ter um modo de operação compatível com as expectativas do usuário baseado no seu conhecimento cultural (ex.: significado das cores, vermelho x verde)
3. **Consideração dos recursos dos usuários:** um produto deve projetar sua operação de modo a considerar os recursos disponíveis pelo usuário no

momento da utilização (ex.: produtos com feedback de áudio normalmente utilizados em locais barulhentos, como canteiros de obra)

4. **Feedback:** um produto deve fornecer feedback claro ao usuário sobre as ações realizadas, sucesso, falha e consequências (ex.: feedback tátil e sonoro em teclas)
5. **Prevenção e recuperação de erros:** um produto deve buscar minimizar a possibilidade de erro e, caso este aconteça, oferecer meios rápidos de recuperação (ex.: corretor ortográfico em celulares)
6. **Controle do usuário:** um produto deve ser projetado de forma que o usuário possa alterar seu comportamento para maximizar a performance (ex.: ajustes em um assento)
7. **Clareza visual:** um produto deve apresentar sua interface de forma que a informação visual possa ser facilmente interpretada (ex.: utilização de princípios gráficos da Gestalt, combinação de linguagem imagética e verbal, utilização de ícones...)
8. **Priorização de funcionalidade e informação:** as atividades mais relevantes, ou frequentemente utilizadas, devem ter seu acesso facilitado em detrimento de atividades menos frequentes (ex.: tamanho dos botões em um controle remoto)
9. **Transferência de tecnologia:** reaproveitar o aprendizado do usuário de outro contexto para garantir a usabilidade de um produto (ex.: utilização do layout de teclados de computadores em smartphones)
10. **Clareza:** um produto deve fornecer dicas sobre seu modo de operação (ex.: iconografia em tampas de garrafas Tetra Pak)

Com esses princípios, Jordan fornece uma boa base para análise crítica de produtos.

#### 4.2.2. Lobach e o design industrial

Bernd Lobach é um sociólogo e designer de produtos alemão. Nascido em 1941 em Wuppertal, é professor na Escola Superior de Artes Aplicadas de Braunschweig desde 1975. Sua contribuição mais notória é o prestigiado livro conceitual-didático design Design Industrial, de 1976. Até os dias de hoje, seu modelo de separação persiste relevante pela simplicidade e abrangência.

De forma geral, Lobach defende que um bom produto de design deve atender a três funções básicas: prática, estética e simbólica.

1. **Função prática:** a capacidade pragmática de um produto de atender a uma necessidade de uso. Incluindo qualidade nas interações e ergonomia.
2. **Função estética:** diz respeito a sentimentos, sentidos e sensações despertadas por um produto. Estilo de época e contexto visual. Um produto pode despertar uma série de sensações positivas ou negativas, o importante é que estejam de acordo com as intenções do projetista. (ex.: capa de álbuns de heavy metal, design de carros de luxo)
3. **Função simbólica:** Associação do produto (ou aspectos do produto) a significados implícitos, normalmente culturais. (ex.: associação culturais de marcas a prestígio social).

O modelo de usabilidade de Jordan de 1991 se concentra principalmente no escrutínio da função prática. Lobach, com sua base teórica em sociologia e estudos culturais, inclui as funções estética e simbólica em seu modelo.

Revisados ambos os modelos, busca-se agora explorar três questões sobre o material pesquisa: dominação, disrupção e futuro.

#### **4.3. Dominação**

Diante da revisão diacrônico-histórica realizada previamente, um ponto torna-se extremamente claro: a dominação não se justifica apenas pelas potencialidades ou características dos produtos. Ao contrário, este é um fator comparativamente pouco relevante com os que parecem ter sido as principais forças motrizes do crescimento (ou desaparecimento) de dispositivos ao longo do tempo: economia, cultura, política e negócios.

O primeiro ponto de atenção a esse fenômeno trazido neste trabalho ocorre com o surgimento do Xerox 8010. O aparelho era consideravelmente mais avançado que os demais da época, era de mais amigável utilização e pragmaticamente mais potente, além de trazer uma inovação nunca antes vista em computadores pessoais, que se provou tão eficiente a ponto continuar sendo utilizada até os dias de hoje: o *mouse*.

O Xerox 8010 foi um fracasso comercial, e o computador que ficou conhecido por popularizar a utilização do mouse foi o Macintosh. O Macintosh era muito menos equipado que o Xerox 8010, mas seu preço era mais acessível, não somente pelas especificações mais baixas, mas pelas parcerias da Apple com indústrias de fabricação em massa e logística/distribuição

Além dos fatores mercadológicos, é relevante levar em conta a publicidade impressionante feita pela Apple na época, com a conhecida *keynote* “Hello, I am Macintosh” de 1984. O produto tinha uma roupagem mais compacta, uma identidade criada em torno dele, e a marca da Apple já havia ganhado certa reputação entre entusiastas de tecnologia na época. Satisfazendo com sobra as funções estética e simbólica de Lobach.

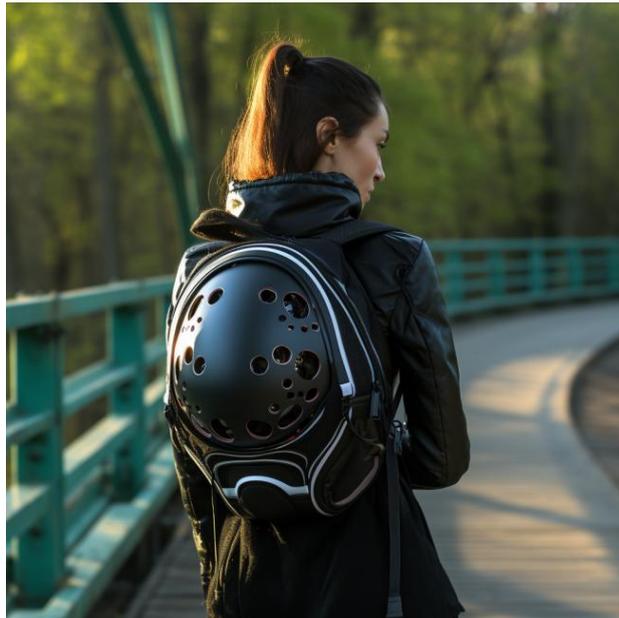
Cerca de 100 anos antes, um fenômeno similar ocorreu no período após a Guerra da Secessão. Não houvesse Densmore conseguido a parceria comercial com as indústrias Remington (e não houvesse a Guerra da Secessão terminado justamente nessa época, e as indústrias buscando redirecionar sua produção bélica), possivelmente os teclados hoje utilizados seriam bastante diferentes, tanto em layout de teclas como em fator de forma. A máquina de Blickensderfer, por exemplo, era um competidor relevante que atendia às necessidades da época tão bem quanto, ou melhor, que as máquinas de Sholes/Remington. Da mesma forma, se a Remington não fosse a maior e mais influente empresa na junção do truste United Typewriter Co., possivelmente hoje não se utilizaria o QWERTY, mas o layout utilizado na época pela Yost, Smith ou Caligraph.

De difícil quantificação, mas um fato que provavelmente contribuiu para o sucesso das máquinas Remington foi a consonância da função estética de Lobach das Remington No.1 com a proposta do produto. À época, datilografia e máquinas de escrever eram atividades quase totalmente restritas a mulheres. Uma das alterações introduzidas por Remington no desenho original de Sholes foi a adição de um acabamento floral *japonizado* e adição de um pedal para operar o retorno de carruagem da máquina. Ambas adições foram inspiradas em máquinas de costura da época, que possuíam essas características.

Hoje, é difícil imaginar como um teclado com fator de forma esférico poderia tornar-se o padrão, ou um teclado de índice. Mas isso ocorre pelo fato de que, ao

longo de quase dois séculos, toda a indústria, pesquisa e cultura se moldou em torno disso. Os produtos mais bem sucedidos foram aqueles que construíram em cima daquilo que já se tinha como *status quo*. A dificuldade na projeção desse futuro justifica-se largamente pelo tempo em que esses dispositivos se mantêm como o padrão, e conseqüentemente toda a cultura e tecnologia construída em volta deles.

Imagem 67: Conceito de mochila para laptops esféricos



Fonte: Midjourney

Imagem 68: Conceito de teclado moderno, caso a bola de Hansen houvesse se tornado o padrão no século 20



Fonte: Midjourney

Durante esses dois séculos, não somente os produtos e ofertas de empresas evoluíram e tornaram-se mais acessíveis, mas a cultura, educação e hábitos de consumo moldaram-se em torno dessas ofertas. No século 19, isso se observa com a presença de cursos de datilografia e instituições de ensino que se estabeleceram em torno do modelo QWERTY e máquinas Remington. No século 20, o público geral passando pelo aprendizado desse modelo (inclusive em escolas) significa bilhões de pessoas investidas em um único padrão. No século 21, temos um mercado de nicho crescente completamente voltado para teclados mecânicos, sobretudo teclados planos em QWERTY.

[...] se nos perguntarmos com quem o investigador historicista estabelece uma relação de empatia. A resposta é inequívoca: com o vencedor. Ora, os que num momento dado dominam são os herdeiros de todos os que venceram antes. [...] Os despojos são carregados no cortejo, como de praxe. Esses despojos são o que chamamos bens culturais.

BENJAMIN, W, Sobre o conceito de história, Tese 7, 1985

Desde a dominação do mercado internacional pela Remington, todos os produtos com propósito similar que obtiveram sucesso foram largamente baseados no desenho da Remington. Desde as Blickensderfer, até os teclados modernos, e teclados virtuais em *smartphones*. Aqui, os conceitos de “consistência” e “transferência de tecnologia” trazidos por Jordan aplicam-se com clareza. De certa forma, a concentração do mercado em apenas um tipo de teclado traz um benefício considerável aos consumidores. Ao se tornar suficientemente fluente em um layout de teclado, todos os dispositivos se tornam acessíveis ao sujeito.

#### **4.4. Disrupção**

Ao longo de todo o período analisado por este trabalho não faltaram exemplos de propostas de disrupção com o modelo difundido. Em busca de melhorias pragmáticas em eficiência, custo ou interatividade. A maior parte desses esforços, entretanto, ficou longe de obter sucesso comercial. Talvez o exemplo mais claro desse fenômeno encontra-se na história do layout Dvorak.

O layout QWERTY possui falhas ergonômicas sistemáticas, que eram, na época, limitações técnicas do desenho de Sholes. Isso já era claro na década de

1940, e já era considerado um problema antigo. Dvorak, ao reelaborar o layout com extrema diligência científica, parecia ter chegado em um modelo que tornaria o QWERTY obsoleto.

A barreira enfrentada por Dvorak, entretanto, foram as mesmas forças motrizes que elevaram o modelo de Sholes ao patamar em que hoje se encontra, explorados na seção anterior. Na época, digitar ainda não havia se tornado uma habilidade aprendida sem um propósito profissional, mas já existia um mercado altamente estabelecido de profissionais, cursos, políticas, contratos e uma *supply chain* de produtos fabricados com esse padrão.

Isso alia-se à fricção política enfrentada por Dvorak ao tentar difundir seu modelo. Já que foi o próprio inventor que conduziu a maior parte das pesquisas envolvendo o layout no século 20, e o diretor de pesquisa Earle Strong parecia ter uma vontade pessoal de abafar a difusão.

[...] Mas o esquecimento e o desaparecimento são, em muitas ocasiões, o produto da ação consciente daqueles que se encontram, pela sua posição, na possibilidade de construir e impor uma narrativa para suas histórias.

GRIBAUDI, M, Causalidade e responsabilidade da história, 1998

A história do fracasso do Dvorak é tema de estudo de trabalhos e discussões didáticas. Cursos de administração utilizam essa história para ilustrar a dificuldade de mudança, e economistas utilizam como exemplo do fenômeno "network effect" (CLEMENTS, 2005)

Apesar da falta de adoção, é possível encontrar entusiastas que migraram para este layout. Além disso, institucionalmente, o layout faz parte da lista de opções de qualquer sistema operacional moderno. De certa forma, é como se o mundo estivesse preso em uma migração dormente para um modelo mais eficiente. Migração esta que provavelmente nunca vai se concluir. Desse ponto de vista, pode-se traçar mais um paralelo entre a história do Dvorak e um caso parecido: o IPv6.

O protocolo IP (Internet Protocol) define um modelo de endereçamento de 32 bits por endereço, gerando endereços similares a "192.168.1.1". Cada uma das seções dos endereços pode ir de 1 a 255, sendo o primeiro endereço "1.1.1.1" e o

último "255.255.255.255". Isso significa que existem 4,3 bilhões de endereços IP únicos. Esse protocolo foi criado na década de 70. Para comparação, a população mundial à época era de 3,6 bilhões de pessoas. Seria possível dar um IP para cada indivíduo na Terra com sobra, e naquela época dispositivos conectados à internet eram muito escassos, comumente restringindo-se a um por instituição. Nesse contexto, 4,3 bilhões parecia um número quase impossível de ser alcançado.

Na década de 90, a utilização da internet por indivíduos cresceu exponencialmente. Em 1998, já havia ficado claro que esgotariam-se os endereços IPv4 únicos muito em breve. Nesse contexto, a Internet Engineering Task Force (IETF), aliado a especialistas de todo o mundo, elaboraram o protocolo IPv6. O novo protocolo definia endereços de 128 bits, gerando endereços como "2001:0db8:85a3:0000:0000:8a2e:0370:7334". O número de IPv6 únicos possíveis é virtualmente inesgotável, em 340 undecilhões ( $3,4 \times 10^{38}$ ).

A migração parecia óbvia, já que o IPv6 solucionava um problema prático, além de oferecer maiores capacidades técnicas de segurança. Entretanto, o custo de migração era alto. Uma grande quantidade de infraestrutura de rede (hardware e software) foi projetada para funcionar com IPv4. Atualizar todo esse equipamento é um processo oneroso. Além disso, profissionais de TI ao redor do mundo não tinham treinamento satisfatório em IPv6. Isso, aliado ao fato de que a maioria das telefônicas não oferecia suporte a IPv6 em seus primeiros anos de existência, forçou organizações a encontrarem uma solução de migração mais paulatina.

Dessa forma, tecnologias como o NAT e CGNAT surgiram como alívios temporários para a exaustão de IPs públicos. Hoje, usuários comuns normalmente não têm um IP público, mas sim um endereço que é apenas válido dentro da rede da telefônica que provê o serviço de internet. Essa solução foi rapidamente adotada na época (por ser de fácil implementação, de forma a não criar ruptura) e, hoje, é tão bem difundida que a migração para o IPv6 é desconsiderada em muitos casos. Dessa forma, similarmente ao layout Dvorak, muitos serviços oferecem o IPv6 como alternativa ao IPv4, mas o mais antigo continua sendo a primeira opção e normalmente é utilizado apesar de ser objetivamente inferior ou ultrapassado. Muitos provedores de internet sequer oferecem suporte a IPv6.

Construindo nesse raciocínio, e observando os exemplos do DataHand, Maltron Dual-Hand e alguns dispositivos mais recentes como o TapStrap 2, torna-se evidente que uma disrupção completa com o estado atual é muito improvável de obter sucesso, por uma longa lista de motivos, independentemente de quão melhor a proposta disruptiva seja comparada à atual.

O TapStrap 2, especificamente, assim como o DataHand, é um produto pouco apelativo e ineficiente em termos de *função prática*. Aplicando os conceitos de Jordan, o tempo de *primeira utilização* e *aprendizado* é exaustivamente longo comparado ao *potencial teórico* de eficiência que o produto oferece. Como alternativa, um usuário pode investir em um teclado QWERTY com um fator de forma diferente, e boa parte do seu conhecimento é transferido instantaneamente.

O mesmo pensamento se estende à maioria dos dispositivos modernos abordados neste trabalho. Não somente a curva de aprendizado mostra-se como uma barreira, mas a falta de compatibilidade com o cenário tecnológico atual descarta quaisquer chances práticas de adoção em massa.

Por fim, fazendo uma análise voltada ao indivíduo usuário e sua relação com o meio de trabalho (que o ocorrer de forma massiva torna-se um fenômeno próprio para além do indivíduo), é válido retomar o conceito de dispositivo trazido pelo filósofo e sociólogo Giorgio Agamben.

Dispositivo passa a ser "qualquer coisa que tenha de algum modo a capacidade de capturar, orientar, determinar, interceptar, modelar, controlar e assegurar os gestos, as condutas, as opiniões e os discursos dos seres viventes." Dividindo todo o existente em duas grandes categorias, os viventes e os dispositivos, Agamben trata de revelar como o dispositivo atua naquilo que denomina processo de subjetivação: "Chamo sujeito o que resulta da relação e, por assim dizer, do corpo a corpo entre os viventes e os dispositivos." [...] isto é, um ciclo completo de subjetivação (um novo sujeito que se constitui a partir da negação de um velho)

AGAMBEN, O que é o contemporâneo?, 2009, Prefácio

Agamben define dispositivos como fenômenos não somente físicos, mas profundamente sociais. De forma alteram a forma individual de existir, agir e se comunicar no mundo. Muito além disso: a relação do indivíduo para com os dispositivos altera o indivíduo em si (chamado processo de "subjetivação"), quiçá

enquanto identidade. Trocar ou migrar dispositivos largamente utilizados torna-se oneroso do ponto de vista que um grande número de indivíduos já estão socialmente ligados às alterações causadas por dado dispositivo e sua forma de operação. Isso traz à cena aspectos que vão muito além do que a compra de um produto, ou o fechamento de um contrato massivo de vendas entre instituições, ou até mesmo a superioridade técnica/potencial de um produto em detrimento de outro. A adoção em massa é multifacetada entre não somente o produto e economia, mas uma plethora de outros fatores socioculturais.

#### 4.5. Futuro

Diante da revisão histórica, e da análise feita anteriormente, fica claro que o caminho para evolução de dispositivos periféricos adotados em massa não é pela disrupção, e sim pela *migração*. Quaisquer propostas que não oferecerem compatibilidade total com o oceano de tecnologias existentes (software e hardware) muito provavelmente não verão sucesso.

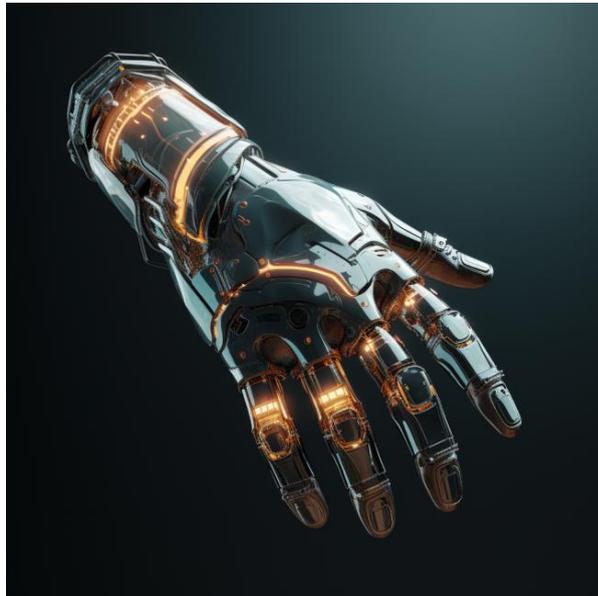
Além da compatibilidade técnica, a *transferência de tecnologia* é mais um fator que mostra-se crucial para o sucesso. Usuários e, sobretudo, instituições, não vão adotar novas tecnologias que representam um custo elevado de migração em termos de treinamento humano. Especialmente sem uma forma de migração gradual eficiente.

Aspectos mercadológicos e econômicos também devem ser levados em consideração. Não somente é necessária produção em massa eficiente para criar acessibilidade econômica (e logística eficiente), mas a introdução de um novo paradigma significa o abandono do atual. Empresas bem estabelecidas no *status quo* não abrirão mercado com facilidade para a entrada de tecnologias concorrentes se não puderem adaptar-se competitivamente, no caso de patentes muito restritivas.

Como já ocorreu previamente entre o tipógrafo de Livermore e o TapStrap 2, separados por mais de 130 anos, mas compartilhando a ideia central de tipografia por permutação, mostra-se prolífica a volta de olhares para experimentações (fracassadas ou não) do passado para elaboração de releituras dos fundamentos postulados à época. Voltar o olhar ao passado pode desbloquear potencialidades, ideias e conexões que de outra forma não viriam a ser.

Um exemplo isolado e hipotético de artefato periférico que atenderia aos requisitos destacados acima seria uma luva com sensores de movimento, microfone e acionadores táteis.

Imagem 69: Conceito de luva controladora



Fonte: Midjourney

Esta proposta encontra-se dentro dos pontos aqui levantados como requisitos, a partir da observação de experiências passadas neste espaço:

- **Feedback tátil:** conforme identificado na pesquisa, feedback tátil é um fator decisivo para uma boa experiência de uso de teclados modernos. Uma luva equipada com acionadores táteis (similares aos presentes em iPhones modernos) podem emular a sensação tátil de se pressionar uma tecla, ou arrastar os dedos por cima das teclas de um teclado invisível.
- **Transferência de tecnologia:** possivelmente o ponto mais importante da lista, essa proposta pode reutilizar todo o conhecimento e memória muscular do usuário em digitação e até utilização de um mouse, emulando experiências tradicionais de teclados e mouses. Este é o principal responsável pelo achatamento da curva de adoção.
- **Compatibilidade total:** por operar em protocolos padrões de teclados e mouses (de forma transparente ao sistema operacional), todo o software normalmente operado por teclados e mouses torna-se compatível com esta

proposta, eliminando a necessidade de se escrever software específico e eliminando um dos pontos de ruptura que influenciou fortemente o fracasso de adoção do LeapMotion.

- **Utilização não invasiva:** por se tratar de uma luva, é um objeto que se mostra transparente no quesito pegada espacial. O usuário pode segurar objetos enquanto opera e mantém as mãos livres.
- **Wearable vs. computer vision:** A maior barreira técnica encontrada pelas primeiras experimentações de computer vision para controle de computadores, como destacado anteriormente com o LeapMotion e Win & I, é a falta de precisão e consistência. Por este dispositivo hipotético ficar em contato direto com as mãos, a detecção de movimentos e gestos torna-se muito mais precisa sem a necessidade de interpretar input de vídeo em tempo real.
- **Baixa curva de aprendizado vs. alto potencial teórico:** Por possuir alta transferência de tecnologia, o custo de aprendizado é baixo e a eficiência inicial é equiparada com a abordagem atual. Além disso, tratando-se de um dispositivo sem fio e independente de superfícies, oferece um ganho notório em comodidade aos usuários. Ademais, a capacidade de digitar e operar usando comandos de voz de forma transparente ao software traz mais um ponto de comodidade. Esta positiva proporção entre ônus de adoção e potencial assegura que esta proposta não cairia nos mesmos erros do TapStrap 2 de 2019, ou do DataHand, de 1990.

Um ponto não atendido por essa proposta, em uma primeira análise, seria o custo de fabricação/preço de venda elevado, correndo o risco de tomar o mesmo rumo do então fascinante Xerox Star 8010.

Por isso, reduzir o escopo, simplificar o esquema técnico e baratear materiais pode ser possível para tornar este produto acessível e aumentar drasticamente suas chances de sucesso.

Imagem 70: Conceito de luva controladora simplificada



Fonte: Midjourney

Este é apenas um exemplo. Outros conceitos de produtos podem ser idealizados mantendo esses requisitos em mente, e os demais pontos de interesse identificados na pesquisa. Dessa forma, os erros cometidos no passado tornam-se aprendizados para projetos do futuro.

## 5. Conclusão e trabalhos futuros

No presente trabalho foi realizada uma análise crítica a partir de uma análise diacrônica da origem e evolução de dispositivos periféricos para computadores pessoais. Identificando-se, sobretudo, os erros e acertos de casos do passado, além de aspectos outrora não tão óbvios que influenciam o ciclo de vida e adoção de uma tecnologia disruptiva.

À partir de uma análise embasada nas ideias de Jordan e Lobach e uma revisão histórica, foram identificados padrões mercadológicos e o real impacto do contexto socioeconômico na história dos produtos, trazendo à luz o fato de que produtos e soluções não são criados no vácuo - é necessário levar em conta uma série de outros fatores circunstanciais.

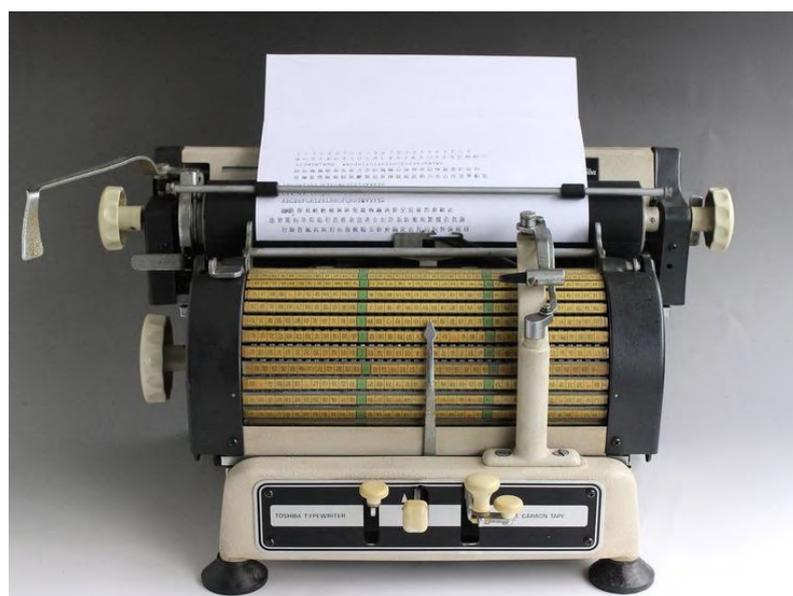
Revisar o surgimento e a evolução desses dispositivos provoca indagações, também, sobre o conceito de criatividade. O Telégrafo de Impressão de Hughes organizava as teclas em um formato de piano, pois era o piano a referência que

Hughes, como músico, tinha de uma plataforma com botões. Naturalmente, e paulatinamente, os desenhos foram evoluindo à medida que os inventores enriqueciam seus repertórios visuais com criações do passado, como observado com o comumente creditado Christopher Sholes e o Pterótipo, existente antes da máquina de escrever. Revisar essas histórias com foco em compreender profundamente o processo criativo e referências por trás destes aparelhos é um exemplo de trabalho futuro.

Anteriormente, foi mencionada com brevidade a história da estenografia e o estenótipo, uma vertente da datilografia que acontece em paralelo e é aplicada em contextos diferentes. Um mergulho mais profundo na evolução desta prática é um outro possível trabalho futuro.

Durante a elaboração deste trabalho, não foram mencionadas máquinas de escrever orientais. Estas tiveram uma evolução e raciocínio bastante diferentes das máquinas ocidentais, principalmente por não seguirem a estrutura das línguas latinas ocidentais. Um exemplo ilustrativo é a engenhosidade evidente da máquina Toshiba H1400, de 1950, para a língua japonesa. Seria proveitosa uma pesquisa dedicada a máquinas de escrever orientais, ou versões e adaptações orientais de mecanismos criados no oriente, em línguas latinas.

Imagem 71: Máquina de escrever japonesa Toshiba de 1950



Fonte: Anúncio no ebay.com

*O cronista que narra os acontecimentos,  
sem distinguir entre os grandes e os pequenos,  
leva em conta a verdade de que nada do que um dia aconteceu  
pode ser considerado perdido para a história.  
Sem dúvida, somente a humanidade redimida  
poderá apropriar-se totalmente do seu passado.  
Isso quer dizer: somente para a humanidade redimida  
o passado é citável, em cada um dos seus momentos.  
Cada momento vivido transforma-se numa citation à Vordre du jour.*

**BENJAMIN, Magia e técnica, arte e política, 1985**

## 6. Referências

GAMMA, E. **Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software**. 1994, p. 19. Disponível em: [https://www.amazon.com.br/Design-Patterns-Elements-Reusable-Object-Oriented/dp/0201633612/ref=asc\\_df\\_0201633612](https://www.amazon.com.br/Design-Patterns-Elements-Reusable-Object-Oriented/dp/0201633612/ref=asc_df_0201633612). Acesso em: 04 maio 2023.

BROWN, T. **Change by Design: How Design Thinking Transforms Organizations and Inspires Innovation**. 2009, Cap. 1. Disponível em: <https://www.amazon.com.br/Change-Design-Transforms-Organizations-Innovation/dp/0061766089>. Acesso em: 04 maio 2023.

SAFRANSKI, 2002. **Nietzsche: A Philosophical Biography**. W. W. Norton & Company.

ILES, 1912. **Leading American Inventors**.

YASUOKA, 2011. **On the prehistory of QWERTY**.

CHANDLER, 2003. **A Nation Transformed by Information**. Disponível em: <https://www.amazon.com/Nation-Transformed-Information-Colonial-Present/dp/0195128141>. Acesso em: 04 maio 2023.

FERGUSON, 1990. **A Time Line of American Typography**. In: Design Quarterly, n. 148, p.23-54.

BUXTON, 2012. **Technical Perspective Innovative Interaction: From Concept to the Wild**. Disponível em: <https://www.billbuxton.com/Innovative%20Interaction.pdf>. Acesso em: 04 maio 2023.

KLETTE, Reinhard. **Concise Computer Vision**. 2014.

DOERNER, 2022. **Virtual and Augmented Reality - Foundations and Methods of Extended Realities (XR)**. Disponível em: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-79062-2>. Acesso em: 04 maio 2023.

JORDAN, P. **An Introduction to Usability**. 1991. Disponível em: <https://www.amazon.com.br/Introduction-Usability-Patrick-W-Jordan/dp/0748407626>. Acesso em: 04 maio 2023.

BARRETO, J. 1996. **Página web sobre periféricos** Disponível em: <http://www.inf.ufsc.br/~j.barreto/cca/perifer/perifericos.htm>. Acesso em: 04 maio 2023.

Computer History Museum. **Timeline of Computer History**. 2023. Disponível em: <https://www.computerhistory.org/timeline/computers/>. Acesso em: 04 maio 2023.

BRETERNITZ, V. **1957: O primeiro computador chegava ao Brasil**. 2022. Disponível em: <https://embarcados.com.br/1957-o-primeiro-computador-chegava-ao-brasil/>. Acesso em: 04 maio 2023.

PIRES, A. Blog Memória do Futuro. **Multinacionais foram pioneiras na formação em tecnologia**. 2023. Disponível em: <https://www.memoriadofuturo.com.br/2019/09/02/multinacionais-fomentaram-tecnologia-no-recife-da-decada-de-1970/>. Acesso em: 04 maio 2023.

The United States Census Bureau. **Herman Hollerith**. 2023. Disponível em: [https://www.census.gov/history/www/census\\_then\\_now/notable\\_alumni/herman\\_hollerith.html](https://www.census.gov/history/www/census_then_now/notable_alumni/herman_hollerith.html). Acesso em: 04 maio 2023.

Instituto Newton C Braga. **O IBM 360**. Disponível em: [www.youtube.com/watch?v=N8bjclcSOB0](http://www.youtube.com/watch?v=N8bjclcSOB0). Acesso em: 04 maio 2023.

IEEE Computer Society History. **The 1980s**. Disponível em: <https://www.computer.org/about/cs-history/1980s>. Acesso em: 04 maio 2023.

HORMBY, T. 2006. **Visicalc and the rise of the Apple II** Disponível em: <https://lowendmac.com/2006/visicalc-and-the-rise-of-the-apple-ii/>. Acesso em: 04 maio 2023.

DAVIS, C. 2017. **But what could you actually do with an Altair 8800?** Disponível em: <https://adwaterandstir.com/2017/08/14/but-what-could-you-actually-do-with-an-altair-8800/>. Acesso em: 04 maio 2023.

BALES, R. 2022. **Complete history of the MITS Altair 8800** Disponível em: <https://history-computer.com/altair-8800-complete-history-of-the-mits-altair-8800/>. Acesso em: 04 maio 2023.

REIMER, J. 2012. **Personal Computer Market Share 1975-2010**. Disponível em: <https://jeremyreimer.com/rockets-item.jsp?p=137>. Acesso em: 04 maio 2023.

DigiBarn Computer Museum. **The Xerox Star 8010**. 2023. Disponível em: <https://www.digibarn.com/collections/systems/xerox-8010/>. Acesso em: 04 maio 2023.

CROES, G. **Don't Use Design Patterns**. 2017. Disponível em: <https://medium.com/the-coding-matrix/https-medium-com-the-coding-matrix-do-not-use-design-patterns-35bcff59dbb5>. Acesso em: 04 maio 2023.

POLSSON, K. 2009. **Chronology of Apple Computer Personal Computers**. Disponível em: <https://web.archive.org/web/20090821105822/http://www.islandnet.com/~kpolsson/applehis/appl1984.htm>. Acesso em: 04 maio 2023.

The Henry Ford's Innovation Nation. **History of Typewriters**. Acesso em: 04 maio 2023.

Shift Happens. **Permutation Typograph Simulator**. Disponível em: <https://shifthappens.site/#play-with-permutation-typograph>. Acesso em: 04 maio 2023.

Kbd News. **Livermore's Permutaiton Typograph**. Disponível em: <https://kbd.news/Livermore-s-Permutation-Typograph-1885.html>. Acesso em: 04 maio 2023.

Arts and Culture Google. **Hughes Printing Telegraph**. Disponível em: <https://artsandculture.google.com/asset/hughes-printing-telegraph-david-edward-hughes/eAEcsju9zNZ9SQ>. Acesso em: 04 maio 2023.

MCLELLAN, 2017. **ENIAC, EDSAC and Colossus... and the Difference Engine**. Disponível em: [https://community.cadence.com/cadence\\_blogs\\_8/b/breakfast-bytes/posts/eni-ac-edsac-colossus-difference-engine-2017](https://community.cadence.com/cadence_blogs_8/b/breakfast-bytes/posts/eni-ac-edsac-colossus-difference-engine-2017). Acesso em: 04 maio 2023.

PETERS, 1979. **World's First Writing Machine**. The Sheboygan Press. Sheboygan, Wisconsin.

HUURDEMAN, 2003. **The Worldwide History of Telecommunications**. John Wiley & Sons.

BEKTAS, 2000. **The Sultan's Messenger: Cultural Constructions of Ottoman Telegraphy, 1847-1880**. In: Technology and Culture, Vol.41, p. 669-696. The Johns Hopkins University Press.

CHANDLER, 2003. **A Nation Transformed by Information**. [www.amazon.com/Nation-Transformed-Information-Colonial-Present/dp/0195128141](http://www.amazon.com/Nation-Transformed-Information-Colonial-Present/dp/0195128141).

FERGUSON, 1990. **A Time Line of American Typography**. In: Design Quarterly, n. 148, p.23-54.

BICKERSTAFF, 2013. **Blickensderfer 6 Typewriter designed by George Canfield Blickensderfer**. Powerhouse Museum Collection.

PARKINSON, 1972. **The Dvorak Simplified Keyboard: Forty Years of Frustration**. [web.archive.org/web/20100325162647/http://infohost.nmt.edu/~shipman/ergo/parkinson.html](http://web.archive.org/web/20100325162647/http://infohost.nmt.edu/~shipman/ergo/parkinson.html).

KISSELL, 2007. **The Dvorak Keyboard Controversy**. [web.archive.org/web/20140809232116/http://itotd.com/articles/651/the-dvorak-keyboard-controversy/](http://web.archive.org/web/20140809232116/http://itotd.com/articles/651/the-dvorak-keyboard-controversy/).

LIEBOWITZ et al., 1990. **The Fable of the Keys**. Journal of Law & Economics, vol. XXXIII. [personal.utdallas.edu/~liebowit/keys1.html](http://personal.utdallas.edu/~liebowit/keys1.html).

ANSON et al., 2004. **Efficacy of Alternate Keyboard Configurations: Dvorak vs. Reverse-QWERTY**.

JAIN, 1998. **Inscription Fantasies and Interface Erotics: A Social-Material Analysis of Keyboards, Repetitive Strain Injuries and Products Liability Law**. Hasting Women's Law Journal, Volume 9.

KLETTE, Reinhard. 2014. **Concise Computer Vision**.

JORDAN, P., 1991. **An Introduction to Usability**. [www.amazon.com.br/Introduction-Usability-Patrick-W-Jordan/dp/0748407626](http://www.amazon.com.br/Introduction-Usability-Patrick-W-Jordan/dp/0748407626).

Fundação Portuguesa das Comunicações, 2023. **Hughes Printing Telegraph** [artsandculture.google.com/asset/hughes-printing-telegraph-david-edward-hughes/eAEcsju9zNZ9SQ](https://artsandculture.google.com/asset/hughes-printing-telegraph-david-edward-hughes/eAEcsju9zNZ9SQ).

LANG, 2020. **Livermore's Permutation Typograph**. [www.langustefonts.com/history/livermore.html](http://www.langustefonts.com/history/livermore.html).

NORMAN, 2023. **Rasmus Malling-Hansen Invents the Hansen Writing Ball, the First Commercially Produced Typewriter**. [www.historyofinformation.com/detail.php?id=5383](http://www.historyofinformation.com/detail.php?id=5383).

Royal Institute of Art, 2022. **Include Conference**. [www.rca.ac.uk/news-and-events/events/include-2022/](http://www.rca.ac.uk/news-and-events/events/include-2022/).