

# Efeitos da Leitura em Mídia Digital Sobre Velocidade de Leitura e Compreensão Textual

Fabício Guerra<sup>1,2</sup>, Flavius Gorgônio<sup>2</sup>, Dalton Guerrero<sup>1</sup>, Jorge Figueiredo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Software Practices Laboratory (SPLab)  
Universidade Federal de Campina Grande

<sup>2</sup>Laboratório de Inteligência Computacional Aplicada a Negócios (Labican)  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

{fabricio10, flgorgonio}@gmail.com, {dalton, abrantest}@dsc.ufcg.edu.br

**Abstract.** *This article aims to observe the effects of different digital reading strategies by comparing them to conventional paper reading. Reading speed and reading comprehension are used as criteria for comparing reading strategies. This work is important due to the fact that texts have been more and more presented in digital media for several purposes. Also, many online courses strongly rely on reading texts in digital form. An experiment was conducted with computer science students in order to compare four different reading strategies, three of them being on digital form. Only one of the digital strategies had equivalent comprehension scores compared to paper reading. No digital strategy had better results with regards to reading speed performance.*

**Resumo.** *Este artigo tem por objetivo observar os efeitos de diferentes estratégias de leitura digital em comparação à leitura em papel, considerando as perspectivas de velocidade de leitura e compreensão textual. Esse tipo de estudo se faz importante pois cada vez mais texto é apresentado de forma digital e muitos cursos de educação à distância apoiam-se fortemente nesse tipo de leitura. Projetou-se um experimento com estudantes da área de informática no intuito de comparar quatro diferentes estratégias de leitura, três delas digitais. Apenas uma das estratégias digitais obteve resultados de compreensão equivalentes aos da leitura em papel. Nenhuma estratégia digital obteve performance melhor do que a de leitura em papel em termos de velocidade de leitura.*

## 1. Introdução

Este artigo enquadra-se no contexto da leitura em sua forma e suas mídias subjacentes, analisando-a em termos de sua velocidade e de sua compreensão, considerando diferentes formas de apresentação de texto, como mídia convencional (papel) e mídia digital.

Fatores que influenciam a leitura vêm sendo objeto de pesquisa de vários trabalhos. No que diz respeito à velocidade de leitura, o advento de tecnologias que permitem analisar com maior precisão os movimentos dos olhos e a atividade cerebral durante o processo de leitura foi um fator impactante para a realização de diversas pesquisas. Sob esta perspectiva, há estudos sobre a influência do tamanho da linha na compreensão de textos na web [Dyson and Haselgrove 2001], sobre a relação do

campo visual (quantidade de caracteres efetivamente visualizados) na velocidade de leitura [Rayner et al. 2010, Yokoi et al. 2012] ou mesmo sobre o direcionamento do movimento dos olhos no aprendizado a partir de conteúdo multimídia [Jarodzka et al. 2013] - além de estudos inteiramente dedicados às atividades cerebrais envolvidas na leitura desde a visualização e formação de palavras até o acesso a seus significados [Dehaene 2012].

Com respeito à compreensão textual, conforme esperado, diversos estudos datam de muito antes da popularização dos dispositivos digitais. Em um trabalho bastante influente na área, Hoover (1990) decompõe a leitura em dois componentes: decodificação e compreensão linguística. Seguindo essa linha, Connors (2009) aponta um novo componente ao seu modelo de compreensão textual, o controle da atenção. Temas mais específicos como dislexia [Vellutino et al. 2004] ou leitura em um segundo idioma [Lindsey et al. 2003] também são abordados em textos relacionados e publicados posteriormente.

Todos estes estudos - sejam com respeito à velocidade de leitura, sejam com respeito à compreensão textual, sejam com respeito a novas formas de apresentação de conteúdo - trazem em si uma motivação comum: a importância de seus resultados em âmbito educacional. Isso pode refletir-se na produção mais direcionada de material didático [Hoover and Gough 1990], no desenvolvimento de atividades que dêem suporte ao aprendizado durante o processo de leitura [Connors 2009] ou mesmo na definição de novas formas de interação virtual para estudantes e professores [Hwang et al. 2014].

Admitindo a leitura em meio digital como uma realidade da qual não podemos fugir, este trabalho estabelece comparações entre algumas de suas formas, relacionando-as à leitura convencional, em papel. Muitos textos digitais são uma mera impressão em telas de dispositivos tecnológicos do que já era impresso em papel e, ao trazermos essa realidade para o âmbito educacional, faz-se importante uma investigação acerca dos seus possíveis efeitos e das possibilidades que a tecnologia oferece para a exibição de conteúdo. Comparamos, assim, mecanismos de apresentação textual que diminuam a quantidade de movimento dos olhos em face dos meios de leitura baseados na impressão de linhas e páginas. Para este propósito, foi realizado um experimento que consistiu, basicamente, na comparação de tempos de leitura e pontuações de compreensão textual para diferentes *estratégias* de leitura: leitura em papel, leitura *normal* em meio digital sem animações e leitura em meio digital com animações.

Uma das estratégias testadas com a diminuição dos movimentos dos olhos apresentou resultados piores de velocidade de leitura em relação às outras opções, ao passo que a leitura em papel, no quesito compreensão de texto, não foi superada por nenhuma das leituras em meio digital estudadas - uma delas conseguindo, entretanto, ter resultados estatisticamente equivalentes. A leitura *normal* em tela de computador apresentou resultados piores que a leitura realizada em papel (quanto à velocidade e à compreensão), o que não deixa de ser preocupante, considerando a enorme quantidade de material disponível em meios digitais nesse formato.

## 2. Revisão da Literatura

Em termos gerais, este trabalho testa meios inconventionais de apresentação de conteúdo a humanos em relação à retenção desse conteúdo e à velocidade de leitura. Mais uma vez analisamos, nas linhas que se seguem, outros autores que já abordaram de alguma forma

esse tema, mas desta feita trazendo à discussão maiores detalhes acerca de suas pesquisas e eventuais reflexos delas na composição deste trabalho.

Rayner *et al.* (2010) apresentam estudos sobre o campo visual (*perceptual span* - quantidade de texto efetivamente visualizado durante o processo de leitura), permitindo que leitores rápidos e lentos leiam visualizando diferentes quantidades de texto “por vez” verificando os efeitos disso na velocidade de leitura. O trabalho conclui que leitores rápidos visualizam mais texto (têm um campo visual maior) que leitores lentos. O objetivo, entretanto, não é o de descobrir uma forma diferente de exibir texto (apesar de, efetivamente, fazê-lo) e sim de descobrir quanto texto visualizamos “por vez” a cada sacada de olhar durante a leitura. Não há menção, também, a questões de aprendizado dos textos utilizados. Yokoi *et al.* (2012), no mesmo sentido, realizaram experimentos que indicam que não só campo visual, mas também a eficiência na compreensão como um todo das várias palavras constantes no campo visual podem ser fatores determinantes na velocidade de leitura. Isto pode indicar, por exemplo, que animações que exibem uma palavra por vez possivelmente não incorrerão em uma velocidade de leitura mais eficaz. Em consequência desses resultados, são testados, neste trabalho, uma forma de leitura que exhibe o texto palavra a palavra, sempre na mesma posição, e outra que exhibe o texto numa coluna progressiva que respeita as dimensões do campo visual, permitindo que mais de uma palavra seja vista por vez.

Dyson e Haselgrove (2001) apresentam um experimento com diferentes leiautes para textos lidos em navegadores web e indicam que um tamanho de linha médio em torno de 55 caracteres dá suporte a uma leitura mais efetiva em termos de compreensão textual quando a leitura é feita em velocidades normais e rápidas (resultado que teve impacto neste trabalho, mais nitidamente ao analisar-se as formas de leitura impressas em papel e em tela de computador). A velocidade de leitura, entretanto, não fora uma variável-resposta, mas sim um fator, dando ênfase à compreensão do texto, ainda que não tenha sido feita nenhuma análise dos perfis dos sujeitos submetidos à leitura - formação, aspectos culturais etc.

Dehaene (2012), por sua vez, não testa especificamente novas formas de apresentação de conteúdo mas estabelece, em seu bem conhecido estudo neurocientífico do ato de ler, que as limitações na movimentação dos olhos são um fator incontornável para aprimorar-se a velocidade de leitura enquanto os textos forem apresentados nas formas convencionais, em linhas e páginas. Aponta, ainda, para a possibilidade de, no futuro, a tecnologia vir a oferecer meios diferentes de apresentação, com as linhas passando em frente a telas de computador.

Há também trabalhos mais diretamente centrados no âmbito educacional, trabalhos que observam a inclusão de fatores tecnológicos ao processo de leitura e seus reflexos em termos de aprendizado. As soluções propostas são bastante variadas. Em uma delas [Uluyol and Agca 2012], é testada a inclusão de códigos de barra nos livros convencionais, códigos que, lidos via dispositivos móveis, podem acionar conteúdos multimídia (com figuras e animações) relacionados ao que se está lendo. Os resultados favorecem a solução proposta, mas baseiam-se fortemente na premissa de que a fonte primária dos estudantes para a busca de informações são materiais impressos, premissa devidamente fundamentada pelos autores mas que pode não vir a sustentar-se ao longo dos anos. Fatores como a interatividade de animações também são analisados na literatura. Diferentes

tipos de animação, com graus gradativamente variados de interatividade, foram testados com estudantes de medicina no aprendizado de um assunto complexo [Song et al. 2014]. Os resultados mostram que a possibilidade mais elaborada de interação, ao contrário do que se poderia supor, apresenta resultados piores que a forma mais simples, com possibilidades de interação bem-definidas (adiantar, atrasar etc.). Este resultado contra-intuitivo é explicável pela Teoria da Carga Cognitiva [Sweller 1994]. Todas as interações nas animações utilizadas neste experimento foram as mais simples possíveis, justamente para evitar uma sobrecarga cognitiva não relacionada ao conteúdo em si ou à sua assimilação (conhecida como *extraneous load*).

### 3. Proposta de Trabalho

A nossa proposta foi investigar os efeitos da leitura em mídia digital, analisando-a em termos de velocidade de leitura e compreensão textual. O procedimento metodológico compreendeu a identificação de diferentes estratégias de leitura e a formulação de questões de pesquisa que endereçassem esses dois pontos, formulação seguida do delineamento de hipóteses que, por sua vez, foram testadas estatisticamente com dados oriundos de um experimento. Esta seção trata mais especificamente da descrição das estratégias de leitura, das questões de pesquisa, hipóteses delas derivadas e do projeto do experimento. A análise estatística dos dados será discutida na seção seguinte.

Em poucas linhas, é possível descrever o experimento deste trabalho como consistindo em submeter diferentes pessoas à leitura de um mesmo texto, sendo coletados os tempos de leitura e a pontuação de compreensão (através de um pós-teste). O texto foi apresentado a cada pessoa seguindo uma entre quatro possíveis estratégias de apresentação textual e os dados coletados após a leitura foram usados para a análise estatística acerca de cada estratégia.

Assim, um grupo de controle realizou a leitura convencional, em papel, e três grupos experimentais realizaram a leitura em computador, mas com três estratégias diferentes para a apresentação do texto. Para uma boa compreensão do restante deste documento e sobretudo dos rótulos utilizados nos gráficos, definimos, a seguir, como cada uma destas quatro estratégias de leitura serão referenciadas deste ponto em diante:

**papel** leitura convencional, realizada numa folha de papel A4, fonte Arial, tamanho 12

**digitalSimple** leitura realizada com o texto impresso em tela de computador, num navegador web, fonte Arial, tamanho 12

**reedy** leitura realizada através do aplicativo *Reedy*<sup>1</sup>, que exhibe o texto palavra a palavra, com velocidade de exibição ajustável pelo usuário

**teleprompt** texto exibido progressivamente em uma coluna estreita com capacidade para aproximadamente 3 linhas de cerca de 17 caracteres. As linhas de cima vão desaparecendo lentamente conforme o texto progride, num efeito conhecido como *fade*, e as de baixo vão aparecendo gradativamente.

As questões de pesquisa, investigadas pelo experimento para encontrar-se a melhor estratégia de leitura, foram as seguintes:

**Q1** Qual é a estratégia de leitura mais rápida?

<sup>1</sup><http://goo.gl/rn8Nwi>

**Q2** Qual é a estratégia de leitura mais efetiva em termos de compreensão textual?

O procedimento metodológico para a análise das questões de pesquisa incluiu a formulação de hipóteses, cuja refutação/aceitação através de testes estatísticos - efetuados de acordo com um projeto de experimento - pôde gerar novas hipóteses a serem testadas para uma análise mais profunda, formando uma espécie de *árvore de inferência* [Platt 1964].

Das questões de pesquisa **Q1** e **Q2**, seguiram-se as seguintes hipóteses (apenas as hipóteses nulas estão escritas):

**H1-0** as médias dos tempos de leitura são as mesmas para todas as estratégias de leitura

**H2-0** as médias dos resultados dos testes de compreensão textual são as mesmas para todas as estratégias de leitura

De uma eventual refutação de H1-0, hipóteses nulas dela derivadas devem ser testadas, comparando as estratégias por igualdade de velocidade de leitura (velocidade medida em termos da variável-resposta tempo), duas a duas, perfazendo até seis novas hipóteses. Tais hipóteses endereçam especificamente a questão de pesquisa **Q1**. Analogamente, de uma eventual refutação de H2-0, novas hipóteses devem ser testadas comparando as estratégias de leitura por igualdade de pontuação de compreensão de texto. Tais hipóteses endereçam especificamente a questão de pesquisa **Q2**.

Para a investigação das hipóteses, projetou-se um experimento de fator único, com blocagem, e o fator variado foi a estratégia de leitura. Os níveis considerados para o fator são: papel, digitalSimples, reedy e teleprompt. As unidades experimentais (os sujeitos) são pessoas aptas a ler e os fatores de blocagem são o texto aplicado a cada leitura, o teste aplicado ao final de cada leitura, e a formação dos sujeitos - todos estudantes ou graduados em cursos na área de computação (das universidades federais de Campina Grande e do Rio Grande do Norte). As variáveis-resposta são o tempo de leitura do texto e a pontuação no teste de compreensão. As conclusões do experimento foram de escopo estreito, por suas características restritas de amostragem.

Na execução do experimento projetado, os sujeitos utilizados possuíam formação acadêmica na mesma área, com o objetivo de minimizar efeitos que a heterogeneidade de conhecimentos prévios (além de aspectos sociais e culturais) possa ter sobre os testes de compreensão textual, o que constituiria uma ameaça à validade do experimento (há pesquisadores que apontam a importância de não ignorar esses fatores [Hruby and Goswami 2011], mesmo havendo testes de capacidade cognitiva [Coll and Martí 2002] que possam nivelar os sujeitos sob uma perspectiva mais técnica). Ainda no sentido de contornar eventuais efeitos indesejados, foram escolhidas pessoas ligadas à área de computação em virtude da familiaridade delas com a leitura em dispositivos digitais e foram utilizadas configurações padronizadas nas máquinas de leitura - facultando-se aos sujeitos a possibilidade de aumentar ou diminuir o tamanho das fontes, conforme lhes parecesse mais confortável. Ao todo, o experimento contou com 111 participantes - 30 para a estratégia digitalSimples, 19 para papel, 38 para reedy e 24 para teleprompt.

O teste de compreensão foi aplicado a todos os sujeitos imediatamente após a leitura, nenhum deles tendo conhecimento prévio do texto - uma resenha cinematográfica de 655 palavras - e tampouco tendo acesso ao teste antes de finalizada a leitura. Ainda no

sentido de evitar ameaças à validade, os sujeitos foram orientados a ler o texto apenas uma vez. Todas as informações necessárias para a replicação do experimento estão disponíveis online<sup>2</sup>.

#### 4. Análise dos Resultados Obtidos

Nesta seção dá-se ênfase à análise dos dados oriundos da execução do experimento cujo projeto foi descrito anteriormente, sempre no intuito de responder às questões de pesquisa através dos testes de hipóteses. Nas análises, gráficos e testes referenciados nas linhas seguintes, denotamos o tempo de leitura por **tempo** (medido em segundos e utilizados para a análise da velocidade de leitura) e a pontuação de compreensão textual por **pontos** (medidos de 1 a 5). No total, 19 indivíduos participaram do experimento com a estratégia **papel**, 30 com a estratégia **digitalSimples**, 38 com a estratégia **reedy** e 24 com a estratégia **teleprompt**. O nível de confiança utilizado em todos os testes estatísticos foi de 95% (parâmetro *alfa* igual a 0.05).

##### 4.1. Questão de pesquisa Q1

Para a questão da velocidade de leitura, primeiramente foi analisado o gráfico de intervalos de confiança para a variável-resposta tempo, ilustrado na Figura 1. O objetivo foi testar a hipótese nula  $H_1-0$  de que as médias de todos os grupos são *estatisticamente* iguais. O gráfico dá indícios de que as médias dos grupos *não* são iguais, em especial pelo **tempo** da estratégia **reedy**. Ignorando-se essa estratégia, os demais valores de **tempo** parecem advir de uma mesma população. Trata-se de um indício visual. Testes estatísticos foram aplicados para obterem-se resultados precisos.

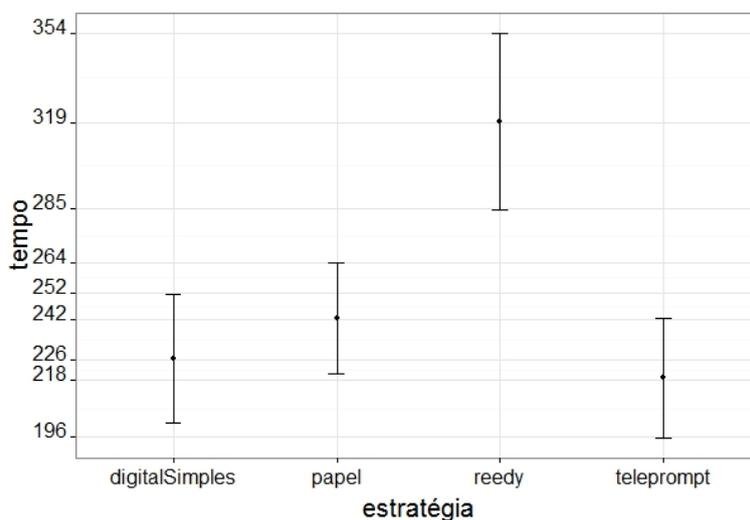


Figura 1. Intervalos de confiança para a variável-resposta tempo

Para a decisão sobre o teste utilizado para aceitar-se ou refutar-se a hipótese  $H_1-0$ , analisamos a normalidade das distribuições da variável tempo para cada uma das estratégias e a homocedasticidade entre as estratégias para esta mesma variável. Os resultados dos testes estão sumarizados na Tabela 1. Os dados indicam que as distribuições

<sup>2</sup><http://goo.gl/zXO4CN>

são normais para todas as estratégias analisadas, entretanto, as amostras não vêm de populações com a mesma variância (valor-p significativo para o teste de homocedasticidade), o que inviabiliza um teste *ANOVA* para a verificação da hipótese  $H1-0$ . Desta forma, foi realizado o teste *não-paramétrico* de *Kruskal-Wallis* sobre as amostras para testar a igualdade de médias - para testar se todas as amostras vêm de uma população com a mesma média. O teste apresentou valor não significativo, valor também ilustrado na tabela. Para testar as hipóteses derivadas da refutação de  $H1-0$ , foram excluídas as amostras com a estratégia reedy e realizado um teste *ANOVA* para aferir a igualdade das médias populacionais em relação às amostras restantes. O resultado deu não-significativo, o que indica que as médias de tempo de leitura para papel, digitalSimples e teleprompt são iguais, os valores individuais fazendo parte de uma mesma população. Resultados de todos estes testes constam na Tabela 1.

**Tabela 1. Resultados de testes para a variável-resposta tempo**

Estratégia	Teste	Valor-P
papel	Normalidade	0.1378
digitalSimples	Normalidade	0.7032
reedy	Normalidade	0.6694
teleprompt	Normalidade	0.6396
todas	Homocedasticidade	< 0.001
todas	Igualdade de Médias (Kruskal-Wallis)	< 0.001
todas menos reedy	Igualdade de Médias (ANOVA)	0.4301

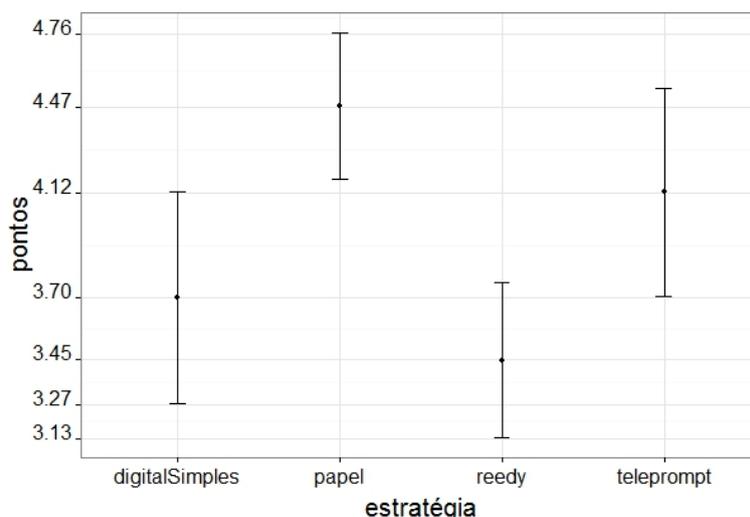
Desta forma, respondendo à questão de pesquisa **Q1**, as melhores estratégias de leitura em termos de velocidade de leitura foram papel, digitalSimples e teleprompt. A estratégia reedy mostrou-se a pior (tempo mais elevado de leitura), muito embora o aplicativo tenha sido desenvolvido justamente para diminuir o tempo de leitura (e consequentemente, aumentar a velocidade). Este resultado pode ser explicado pela pouca familiaridade dos sujeitos com a estratégia de leitura, que é a menos parecida com a leitura em papel.

#### 4.2. Questão de pesquisa Q2

Analogamente ao que foi feito quanto à velocidade de leitura, para a questão da compreensão textual foi, também, analisado o gráfico de intervalos de confiança, desta vez para a variável-resposta pontos, conforme ilustrado na Figura 2. O objetivo foi testar a hipótese nula  $H2-0$  de que as médias de todos os grupos são *estatisticamente* iguais quanto aos resultados dos testes de compreensão. O gráfico dá indícios de que as médias dos grupos *não* são iguais e testes estatísticos foram aplicados para obterem-se resultados precisos.

A Tabela 2 sumariza os resultados dos testes de normalidade e homocedasticidade, bem como os consequentes testes de igualdade de médias.

Pelos resultados dos testes, com todos os valores-p significativos para os testes de normalidade, concluímos que as distribuições da variável-resposta pontos não são normais, o que também inviabiliza a utilização de testes *ANOVA* (apesar do valor não-significativo para o teste de homocedasticidade). Procedeu-se, assim, com o teste *não-paramétrico* de *Kruskal-Wallis* sobre as amostras para testar a igualdade de médias. O resultado está na primeira linha da Tabela 3.



**Figura 2. Intervalos de confiança para a variável-resposta pontos**

**Tabela 2. Resultados de testes para a variável-resposta pontos**

Estratégia	Teste	Valor-P
papel	Normalidade	< 0.001
digitalSimples	Normalidade	< 0.001
reedy	Normalidade	< 0.001
teleprompt	Normalidade	< 0.001
todas	Homocedasticidade	0.05621

Refutou-se, assim a hipótese H2-0, o que levou, de acordo com a metodologia definida, ao teste de hipóteses derivadas, comparando as estratégias duas a duas. A Tabela 3 ilustra, também, os resultados destes testes dois a dois. De acordo com as características das distribuições (todas não-normais), optamos pelo teste não-paramétrico de Wilcoxon para a comparação das médias de pontos entre duas estratégias específicas para hipóteses derivadas. Os testes foram monocaudais, as hipóteses alternativas sendo dirigidas pelos indícios do gráfico da Figura 2 e, para facilitar a compreensão, a interpretação dos resultados dos testes consta na terceira coluna da tabela.

**Tabela 3. Resultados de testes para igualdade de médias da variável-resposta pontos**

Estratégias	Valor-P	Resultado
todas	< 0.001	ao menos uma das médias é diferente das demais
papel x digitalSimples	0.01084	papel é maior que digitalSimples
papel x reedy	< 0.001	papel é maior que reedy
papel x teleprompt	0.1681	papel é igual a teleprompt
digitalSimples x reedy	0.1686	digitalSimples é igual a reedy
digitalSimples x teleprompt	0.08493	digitalSimples é igual a teleprompt
reedy x teleprompt	0.006008	reedy é menor que teleprompt

De acordo com os resultados, temos que a única estratégia de leitura em meio

digital que não se mostrou inferior à leitura em papel foi a estratégia teleprompt. Na comparação dela com as demais opções digitais, entretanto, não houve diferenças com respeito à estratégia digitalSimple. Respondendo à questão de pesquisa Q2, as melhores estratégias de leitura em termos de compreensão textual foram papel e teleprompt, mas a leitura em papel convencional ainda parece ser a melhor opção nesse quesito.

## 5. Conclusões

Em termos educacionais, o resultado mais importante deste trabalho foi o de que a simples impressão de um texto numa tela de computador, subjugando qualquer das várias possibilidades tecnológicas que o meio oferece, traz prejuízo à compreensão textual se comparada à leitura convencional, impressa em papel. O escopo dos resultados é restrito, conforme já frisado anteriormente, pois utilizou um texto simples, que exige pouca capacidade cognitiva, e foi aplicado a pessoas de uma área específica, a da informática - pessoas que, no entanto, apresentam imensa familiaridade com a leitura em computador pois trazem essa prática em sua própria formação acadêmica.

Em termos de velocidade de leitura, novas animações podem ser propostas ou novos fatores relevantes podem ser estudados para que os números se aproximem de resultados descritos em outros trabalhos. O limite inferior do melhor intervalo de confiança em termos de tempo de leitura aponta uma velocidade de cerca de 200 palavras por minuto (convertido o tempo de acordo com a quantidade de palavras do texto). O resultado está bem distante da velocidade dos bons leitores apontados por Dehaene (2012), que lêem entre 400 e 500 palavras por minuto. A distância é muito grande, mesmo considerando-se eventuais diferenças entre os idiomas (as leituras do trabalho de Dehaene são em francês), e torna-se maior ainda se levarmos em conta que o mesmo trabalho aponta que esta velocidade pode dobrar com a redução dos movimentos dos olhos, o que não se comprovou experimentalmente - talvez por falta de familiaridade dos sujeitos com as soluções propostas.

Voltando à questão educacional, uma análise sobrepondo a razão aos testes estatísticos indica que, se num texto mais simples a compreensão foi prejudicada de alguma forma, em textos mais complexos poderá ao menos ser igualmente prejudicada, senão até em proporções maiores. Se os sujeitos forem alheios à área de informática e com menos contato com a leitura digital, o quadro pode ficar ainda mais grave.

Esse raciocínio não é, de modo algum, uma defesa dos métodos tradicionais de leitura em papel, mas um alerta para a necessidade de uma transição para a tecnologia mediada pela ciência, aí incluindo as várias disciplinas que podem contribuir para a produção de material didático - da pedagogia à neurociência. Esse intermédio científico é importante pois a tecnologia acrescenta um novo fator em um campo onde a variedade de fatores que têm efeito sobre o aprendizado, afora a tecnologia em si, já leva a alguns resultados experimentais conflitantes [Zhang and Sternberg 2011].

A solução digital proposta que conseguiu um desempenho experimental similar à leitura em papel pode não ser a ideal, pode funcionar apenas para textos simples ou para um público específico - tudo isso motiva a realização de trabalhos futuros, seja através da replicação do experimento aqui documentado, seja através de sua extensão, com novas soluções propostas ou combinações de novas soluções com estas.

## Referências

- Coll, C. and Martí, E. (2002). Aprendizagem e desenvolvimento: a concepção genético-cognitiva da aprendizagem. In César Coll, Álvaro Marchesi, J. P., editor, *Desenvolvimento psicológico e educação: Psicologia da educação escolar*, volume 2, pages 45–59. Artmed.
- Conners, F. A. (2009). Attentional control and the simple view of reading. *Reading and Writing*, 22(5):591–613.
- Dehaene, S. (2012). *Os Neurônios da Leitura*. Penso, 1st edition.
- Dyson, M. C. and Haselgrove, M. (2001). The influence of reading speed and line length on the effectiveness of reading from screen. *Int. J. Hum.-Comput. Stud.*, 54(4):585–612.
- Hoover, W. A. and Gough, P. B. (1990). The simple view of reading. *Reading and writing*, 2(2):127–160.
- Hruby, G. G. and Goswami, U. (2011). Neuroscience and reading: A review for reading education researchers. *Reading Research Quarterly*, 46(2):156–172.
- Hwang, G.-J., Kuo, F.-R., Chen, N.-S., and Ho, H.-J. (2014). Effects of an integrated concept mapping and web-based problem-solving approach on students' learning achievements, perceptions and cognitive loads. *Computers & Education*, 71:77–86.
- Jarodzka, H., van Gog, T., Dorr, M., Scheiter, K., and Gerjets, P. (2013). Learning to see: Guiding students' attention via a model's eye movements fosters learning. *Learning and Instruction*, 25:62–70.
- Lindsey, K. A., Manis, F. R., and Bailey, C. E. (2003). Prediction of first-grade reading in spanish-speaking english-language learners. *Journal of Educational Psychology*, 95(3):482.
- Platt, J. R. (1964). Strong inference. *Science*, (146):347–353.
- Rayner, K., Slattery, T. J., and Bélanger, N. N. (2010). Eye movements, the perceptual span, and reading speed. *Psychonomic bulletin & review*, 17(6):834–839.
- Song, H. S., Pusic, M., Nick, M. W., Sarpel, U., Plass, J. L., and Kalet, A. L. (2014). The cognitive impact of interactive design features for learning complex materials in medical education. *Computers & Education*, 71:198–205.
- Sweller, J. (1994). Cognitive load theory, learning difficulty, and instructional design. *Learning and instruction*, 4(4):295–312.
- Uluyol, C. and Agca, R. K. (2012). Integrating mobile multimedia into textbooks: 2d barcodes. *Computers & Education*, 59(4):1192–1198.
- Vellutino, F. R., Fletcher, J. M., Snowling, M. J., and Scanlon, D. M. (2004). Specific reading disability (dyslexia): What have we learned in the past four decades? *Journal of child psychology and psychiatry*, 45(1):2–40.
- Yokoi, K., Tomita, T., and Saida, S. (2012). Improvement of Reading Speed and Change of Eye Movements. *Kansei Engineering International Journal*, 11(3):101–107.
- Zhang, L. and Sternberg, R. (2011). Learning in a cross-cultural perspective. *Learning and Cognition in Education*, page 16.