

# INVESTIGACIONES SOBRE LECTURA

2 2021

INVESTIGACIONES SOBRE LECTURA ISL ISSN 2340-8685

E-Textbooks vs. Print textbooks: un estudio neurocientífico/E-Textbooks vs. Print textbooks: A neuroscientific study.....	1
Literatura y pensamiento crítico/ Literature&Critical thinking	.....32
Álbum ilustrado y pensamiento crítico/ The picturebook&Critical thinking	.....51
Lenguaje profesional y lector/ Professional language&reader	.....75
Educación para la ciudadanía y literatura/ Citizenship education& literature.....	95

## **CONSEJO DE EDITORES/ EDITORIAL BOARD**

### **Directora/ Chief**

- Elena del Pilar Jiménez Pérez, UMA, España

### **Editor jefe/ Editor in Chief**

- Roberto Cuadros Muñoz, US, España

### **Editoras/ Editor**

- Ester Trigo Ibáñez, UCA, España
- María Isabel de Vicente-Yagüe Jara, UM, España

### **Editores técnicos/ Technical editor**

- Manuel Francisco Romero Oliva, UCA, España
- Raúl Gutiérrez Fresneda, UA, España

### **Secretaria/ Secretary**

- Natalia Martínez León, UGR, España

### **Editores versión en inglés/ Editor English version**

- Pedro García Guirao, Universidad de Ostrava, Chequia
- Inmaculada Santos Díaz, UMA, España

### **Comité Editorial/ Editorial committee**

- Keishi Yasuda, U. Ryukoku, Japón
- Ruth Fine, The Hebrew University of Jerusalem, Israel
- Elizabeth Marcela Pettinaroli, Rhodes College, Estados Unidos
- Abdellatif Limami, U. de Rabat, Marruecos
- Salvador Almadana López del Moral, Instituto Cervantes, Praga, Chequia
- Yrene Natividad Calero Leo, Asociación Internacional de Promotores de Lectura, Perú
- Mercedes Garcés Pérez, U. Marta Abreu, Las Villas, Cuba
- Rubén Cristóbal Hornillos, Liceo XXII José Martí de Varsovia, Polonia
- Aldo Ocampo González, Centro de Estudios Latinoamericanos de Educación Inclusiva, Chile
- Victoria Rodrigo Marhuenda, Georgia State University, Estados Unidos
- Antonio Gómez Yebra, U. de Málaga, España
- Pedro García, Guirao, Universidad de Ostrava, Chequia
- David Caldevilla Domínguez, U. Complutense de Madrid, España

### **Comité Científico (Miembros)/ Scientific Committee (Committee)**








- Almudena Barrientos Báez, U. de Iriarte, España
- Inmaculada Clotilde Santos Díaz, UMA, España
- Efrén Viramontes, E. N. Ricardo Flores Magón, México
- Ester Trigo Ibáñez, UCA, España
- Marek Baran, U. de Lodz, Polonia
- Cacylia Tatoj, U. de Silesia, Polonia
- Leyre Alejaldre Biel, U. de Columbia, Estados Unidos
- Eva Álvarez Ramos, UV, España
- Hugo Heredia Ponce, UCA, España
- Fernando Azevedo, U. do Minho, Portugal
- María Victoria Mateo García, UAL, España
- Gloria Santiago Méndez, UMA, España
- Marta Sanjuán Álvarez, U. de Zaragoza, España
- Xaquín Núñez Sabaris, U. do Minho, Portugal
- Ana Cea Álvarez, U. do Minho, Portugal
- Inmaculada Guisado Sánchez, UNEX, España
- María Auxiliadora Robles Bello, UJAEN, España
- Magdalena López Pérez, UNEX, España
- Milagrosa Parrado Collantes, UCA, España
- Paula Rivera Jurado, UCA, España
- Begoña Gómez Devís, UV, España
- Carme Rodríguez, U. de Liverpool, Reino Unido
- Manuel Francisco Romero Oliva, UCA, España

- María de los Santos Moreno Ruiz, UJA, España
- Natalia Martínez León, UCA, España
- Alba Ambrós Pallarés, UB, España
- Francisco García Marcos, UAL, España
- Pablo Moreno Verdulla, UCA, España
- Àngels Llanes Baró, U. Lérida, España
- Antonio García Velasco, UMA, España
- Isabel García Parejo, UCLM, España
- Roberto Cuadros Muñoz, US, España
- Soraya Caballero Ramírez, ULPGC, España
- Carlos Acevedo, Fundación Apalabrar, Chile
- Paula Andrea Agudelo Palacio, I.E. Caracas de Medellín, Colombia
- Graciela Baca Zapata, UAM, México
- Edgar Enrique Balanta Castilla, U. de Cartagena, Colombia
- Raquel Benítez Burraco, US, España
- Hernán Bermúdez Ruiz, U. Nacional de Bogotá, Colombia
- Alejandro Bolaños García-Escribano, U.C. L., R.U.
- Pablo Francisco Mora Venegas, U. del Atlántico, Colombia
- Miryam Narváek Rivero, U. Peruana de Ciencias, Perú
- Erika Jossy Choke Vilca, U. Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú
- Carlos Brañez Mendoza, E. P. Don Bosco, Bolivia
- Manuel Cabello Pino, UHU, España
- Daniel Cardoso Jiménez, UAEM, México
- Williams Danilo Clemente Huanquis, IEP Claretiano, Perú
- Rubén Cristóbal Hornillos, Liceo José Martí de Varsovia, Polonia
- Julieta Fumagalli, U. de Buenos Aires, Argentina
- Enrique Gutiérrez Rubio, U. Palacký Olomouc, Chequia
- Brizeida Hernández Sánchez, U. de Salamanca, España
- Daniela Liberman, U. de Palermo, Italia
- Juan Cruz Ripoll Salceda, U. de Navarra, España
- Victoria Rodrigo Marhuenda, Georgia State University, Estados Unidos
- Yudith Rovira Álvarez, U. de Pinar del Río, Cuba
- Carmen Toscano Fuentes, U. de Huelva, España
- Pedro Dono López, U. do Minho, Portugal
- Virginia Calvo, U. de Zaragoza, España
- Marjana Sifrar Kalan, U. de Liubliana, Eslovenia
- Zósimo López Pena, U. Internacional de La Rioja, España
- María Teresa Santamaría Fernández, U. Internacional de La Rioja, España
- Cristina Milagrosa Castillo Rodríguez, U. de Málaga, España
- Belén Ramos, U. de Córdoba, España
- Jorge Verdugo, U. de Nariño, Colombia
- Sergio Vera Valencia, U. Castilla La Mancha, España
- María Remedios Fernández Ruiz, U. de Málaga, España
- Almudena Cantero Sandoval, UNIR, España

### **Comité ético/ Ethics Committee**

- Antonio Díez Mediavilla, U. de Alicante, España
- Natalia Martínez León, U. de Granada, España
- Ester Trigo Ibáñez, U. de Cádiz, España
- Roberto Cuadros Muñoz, U. de Sevilla, España
- Juan de Dios Villanueva Roa, U. de Granada, España
- Manuel Santos Morales, Asociación Española de Comprensión Lectora, España
- María Auxiliadora Robles Bello, UJAEN, España
- Juana María Morcillo Martínez, UJAEN, España
- Francisco Palacios Chávez, AECL, España.

## INDEXACIÓN/ INDEXING

<p><u>ESCI</u> Clarivate</p> 
<p><u>Scopus</u> Elsevier</p> 
<p><u>Latindex</u></p> 
<p><u>Google Scholar</u></p> 
<p><u>Dialnet</u></p> 
<p><u>MIAR, DOAJ, Sherpa, CIRC, Dulcinea, ERIH...</u></p> 
<p><u>FECYT</u></p> 



### EDITAN/ Published by

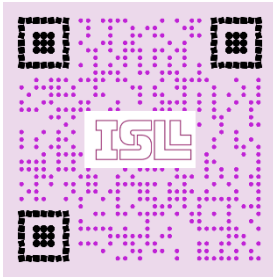
Asociación Española de Comprensión Lectora y Universidad de Málaga  
 Investigaciones Sobre Lectura (ISL) es una revista científica que se edita semestralmente

### CONTACTO/ Contact



Apdo. 5050, 29003, Málaga  
 Edición: [isl@comprensionlectora.es](mailto:isl@comprensionlectora.es)  
 Dirección: [isl@uma.es](mailto:isl@uma.es)  
 ISSN: 2340-8685  
 © 2014-2021





# ISLL



## INVESTIGACIONES SOBRE LECTURA

ENG/ESP

ISSN: 2340-8665

### E-Textbooks vs. Print textbooks: A neuroscientific study on reading and completing exercises in primary school students

**Juan Lucas Onieva López**

<https://orcid.org/0000-0001-7843-9054>

*Universidad de Málaga, Spain*

**Eugenio Maqueda Cuenca**

<https://orcid.org/0000-0002-7480-4795>

*Universidad de Málaga, Spain*



**Andrea Felipe Morales**

<https://orcid.org/0000-0002-1191-1585>

*Universidad de Málaga, Spain*

**María Aurora García Ruiz**

<https://orcid.org/0000-0002-4267-4412>

*Universidad de Málaga, Spain*



<https://doi.org/10.24310/isl.vi16.13683>



**Reception:** 13/10/2021

**Acceptation:** 22/10/2021

**Contact:** [juanlucas@uma.es](mailto:juanlucas@uma.es)

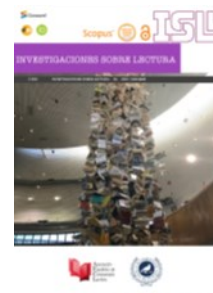
#### Abstract:

Textbooks remained as the most widely used didactic materials in schools and, for some years now, its digital format has tried to find a niche in the classroom, given that children and young people are increasingly receptive to technological developments. Within these technological innovations, pupils live engaging and stimulating experiences that share with others in a natural and active way, therefore it is normal for them to find the traditional didactic resources they use in their schools as not very motivating. Aiming at finding out if textbooks are perceived as attractive materials to the participants of this study and what emotional effects caused them in the pupils, we have carried out a case study in which five neuromarketing devices were placed on the participants during reading and performance process (post-reading tasks) in both paper and digital textbooks. The data obtained revealed different physical and emotional reactions with high scores in the case of the on-paper learning, both in frontal asymmetry, electrodermal activity and pupillary dilation. Regarding the emotional parameters, there were participants with very high levels of stress and rejection, especially with the on-screen learning (E-textbook), while others obtained high enjoyment scale scores, specifically with the book in paper format.

**Keywords:** neuroscience, psycholinguistics, textbook, reading, educational technology

Onieva López, J. L., Maqueda Cuenca, E., Felipe Morales, A., & Garrido Berlanga, M. A. (2021). E-Textbooks vs. Print textbooks: A neuroscientific study on reading and completing exercises in primary school students. *Investigaciones Sobre Lectura*, 16, 1-31.

# E-Textbooks vs. Print textbooks: A neuroscientific study on reading and completing exercises in primary school students



## INTRODUCTION

Neuroscience is an incipient and prolific science that promises a true revolution and a paradigm shift at the heart of understanding the human being –conceived from different perspectives: biology, psychology, social, and even spiritual (Ibarrola, 2017). The relationship established between Neuroscience and Education has resulted in what Mora (2007) defined as Neuroeducation, which tries to unify disciplines such as Epistemology, Neurology, Cognitive Sciences, Learning Psychology and Pedagogy, to understand and promote the improvement of learning and a better organization of teaching. According to this approach, those disciplines cover issues related to learning processes, student memory, impulsive behavior, bad behavior, learning problems and academic performance. One example of the above is the pioneering study carried out with three-to-five children using functional magnetic resonance imaging (MRI), where John S. Hutton (2015) and his collaborators found that, when listening to new stories, children that have been read aloud regularly at home, showed high activation in brain areas related to mental imaging and semantic processing, unlike those who lacked such experience. Juan Mata (2016) addresses what happens in the brain while reading a fictional story. Similarly, researchers from Emory University showed to what extent reading a novel produced a significant increase in neuronal connectivity in the region of the somatosensory and motor cortex, and that high connectivity revealed how reading texts can influence human thinking, emotions, and behavior (Berns et al, 2013). Neuroscience is not only helping to better understand the human brain but also, as in the above-mentioned research, trying to offer data on how the brain learns or, as in the present article, how to improve teaching materials that students access daily.

The neuroscientific study proposed in this article is based on the reading process (both in digital and paper format) of a small group of students, with the intent to know their reactions and if there are differences between book formats. This study originated from the fact that a large part

of children and young people interact intuitively with a wide variety of software, applications, and devices that facilitate communication, as well as other functions related to the use of files, information, visualization and editing and publication of presentations, photographs, and videos. This variety of multimedia resources enables students to obtain immediate reinforcement (Ortiz, 2011, p. 153), hence they tend to find little motivating traditional learning resources such as textbooks. For this reason, many educational centers are trying to use ICT resources to favor and improve the teaching and learning processes of the different curricular subjects. Nonetheless, as Cebrián (2011, p.23), and Martínez & Sánchez (2011, pp.123-124) indicate, technological innovation, *per se*, does not imply pedagogical innovation, or guarantee that learning is significant, relevant, or functional. The quality of teaching is determined firstly by the quality of the learning that reinforces, secondly by its design and thirdly by the pedagogical projects in which it is inserted (Vera, 1997; Vera & Moreno, 2013, p.280). To achieve quality teaching, teachers have important tasks to perform guiding, innovating, organizing, stimulating, motivating, as well as being a role model, an interlocutor, and a mediator in the classroom (Mendoza, 2003), and a “creator of learning opportunities” (Morales, 2006, p.49), among others. For the training of students with the use of ICT to be successful, Fernández, Tojar & Mena (2013) highlight teachers’ key role helping their students to manage their emotions when interacting with the devices (Ferré I Prats, 2014:239), as well as promoting proper use and good practices when dealing with ICT (Gutiérrez, 2014, p. 54), for developing digital student competences.

In this research, the participants were subjected to a process of reading in paper and digital format, as well as carrying out exercises proposed by the book, and evaluated during its completion. Reading is a process that increases the reader’s self-esteem and helps young people to grow in knowledge (Egüé, 1995). However, when this process becomes compulsory and monotonous, students hardly

read for fun (Suárez, 2001), and the little they read, turns to have a utilitarian function: studying to pass the different curricular subjects. Currently, two types of reading appear in this study: traditional or Gutenbergian reading (one that recognizes the pages, ink and paste of a book as a requirement); and digital reading (which implies the use of a device, tablet, or computer, and where coexist elements typical of the digital context such as the Internet, hyperlinks, online interaction, and multimedia elements (sounds, illustrations, and videos) (Romero, 2014). The production of e-books and, therefore, digital reading, has increased considerably in recent years, after the breakdown from traditional publishing industry with its conventional reading practices (Cordón, 2018). This new reality caused that young people have begun to prefer reading on the screen rather than in printed or plain texts (Bonvin, 2009).

Experts remain divided on the cognitive consequences of screen reading. Some foresee that the ability to read long texts and think deeply will decrease, while others believe that our intellectual capacity will increase exponentially (Bonvin, 2009). According to studies by Merga et al. (2017) and Myrberg (2017), children and young people who regularly access electronic devices hardly use them for reading, even if they are regular readers on paper, since they prefer Gutenberg reading. It is worth highlighting the studies of researchers who believe that, depending on the types of screen and applications, the levels of comprehension and the speed of reading complex content will vary. Posing a fight between traditional and digital reading is sterile: the traditional one is not disappearing but rather developing and transforming itself towards new practices and modalities, and the digital one is in a process of rediscovery in its complex virtual and hybrid scenarios, where new and traditional forms of reading merges (Levratto, 2017). However, reading digital texts requires developing a new thought processes and competences such as search criteria, selection, interpretation, reordering and association of content; but also, the prioritization of messages, understating multimedia language, multilingual texts in the same message, or the selection of a reading itinerary (Bonvin, 2009).

#### *Paper and Digital Forms: Textbooks as Curriculum Materials*

Curricular materials are understood as tools that serve as resources for learning and teaching development (Díaz, 2007), such as textbooks, guides, cards, didactic videos, or educational software (Area, 1999). Also, it is characterized by being “the expression of certain choice(s) and the

conception of cultural knowledge for teaching different curricular subjects” (Lomas & Vera, 2004, p.7). Textbooks, in their different formats (paper or digital) are the most widely used curricular material in schools (Díaz, 2007), to the point of being used as the main educational resource by 90% of schools (Travé, Pozuelos and Canal de León, 2013). In Spain, the Ministry of Education published the Royal Decree 1744/1998 of July 31, where in section 2 of the second article is mentioned the following:

[...] A textbook is understood to be the printed material, non-expendable, self-sufficient, intended to be used by students and that develops, in accordance with the methodological guidelines and corresponding evaluation criteria, the contents established by current educational regulations (p 30006).

Although its use is not mandatory, the textbook is characterized as an important technical and didactic aid that facilitates the pedagogical intervention of the teachers and the learning of the students in the classrooms. In textbooks are implicit the teaching strategies that the teaching staff must follow when presenting the information and provides the evaluation tests for the students (Zabalza, 1985, in Díaz, 2007; Lomas & Vera, 2004). Historically, textbooks guided school activities by presenting verifiable, well-structured quality content, adjusted to the educational center’s curricular project, and summarized in a document (Gimeno, 1998; Peirats, 2016; San Martín & Peirats, 2018). Achieving all the previous, calls for a specialized knowledge that only publishers handle through those specialists who are entrusted for the preparation of the textbooks (Valera, 2008, in San Martín & Peirats, 2018). This educational resource offers teachers a specific selection of cultural knowledge in which the teacher has not intervened, and which almost always are reflected and transmitted the dominant ideas about what the legitimate contents of schooling in our society should be (Lomas & Vera, 2004; Peirats, 2016). Therefore, its contents cannot be considered innocent or neutral, and its value is relative.

Among those critics reluctant to textbooks, can be mentioned Travé, Pozuelo & Cañal de León (2013); for them, this curricular material conceives school knowledge as a reduced copy of scientific knowledge. Its purpose is eminently cultural and propaedeutic and encourages repetitive rote learning of names, dates, and events. For Jover (2016, p. 1), books “are limited to beautifully packaged the curricula, but in a disaggregated and raw way”. Regarding the writing of the questions and exercises in the textbooks, Zárata (2019) states that questions in

Onieva López, J. L., Maqueda Cuenca, E., Felipe Morales, A., & Garrido Berlanga, M. A. (2021). E-Textbooks vs. Print textbooks: A neuroscientific study on reading and completing exercises in primary school students. *Investigaciones Sobre Lectura*, 16, 1-31.

textbooks are not challenging and do not contribute to the critical awareness of the reader, because they are entirely focused on the text. Textbooks have been considered as one of the most powerful control instruments of centralized school models (Peirats, 2016), with didactic approaches unrelated to teachers (Atienza, 1994), and that uses predetermined contents that have not been subjected to criticism and cannot be modified by users. This rigidity and lack of flexibility prevents the teacher from adapting the book to the context of his students to meet their needs (Travé, Pozuelos & Cañal de León, 2013; Pérez-Tornero & Pi, 2013; Díaz, 2007). In the same way, this resource avoids connecting the information that is being learned with practical and current challenges of the students' daily lives (López-Hernández, 2007).

As for digital textbooks, they are an integral tool for the acquisition of the digital competence (Silva, 2011) that uses a format that is fully accessible on the Internet and permanently connected to the Internet. It represents an important change in the relationship with the reader, "given that while the printed text enhances introspection, the digital one, more iconic than alphabetical, encourages secondary communication between its recipients by changing the reception space to tablets or computers" (San Martín & Peirats, 2018, p.13). Sotomayor (2015) distinguishes between two types of digital books: the flat digital book (which is a replica of the paper textbook), and the enriched book that, although like the flat one, has hypertexts and links to web resources with interactive activities and information of interest. Its main characteristics include multimodal elements (texts, hypertexts, hypermedia, and audiovisuals), which favor the literacy of students in different channels (Jewit, 2005; López-Andrada, 2013). Its didactic contents are flexible (López-Andrada, 2013) and the activities are characterized by being interactive and self-correcting, which allows the grading of the difficulty and the performance of reinforcement, extension, and evaluation activities (Silva, 2011). Sometimes, E-textbooks also encourage Internet searches for high culture coming from museums, libraries, exhibitions, images, videos, or dictionaries (Esteban, 2013). However, when it comes to the use of the Internet, in most of the consulted textbooks in digital format, the number of resources offered are limited, and are restricted to the biased selection of the publisher, then it is not allowed for the students exploring what the web can offer for their learning (Merino & Cassany, 2016; Esteban, 2013). There are some objections to digital textbook that have been compiled on *AulaPlaneta* website (Eduacion3.0, 2015). For example, it has been said that E-textbooks are

like paper textbooks; nonetheless, given that the first ones can be viewed on electronic devices, online distractions are a risk, or that E-textbooks are more expensive than the paper ones considering that for accessing its information there is the need for acquiring a tablet or a computer. On the contrary, the publishers *Planeta* and *Vicens Vives* have tried to demystify the above-mentioned objections by presenting on their official web pages the main advantages that digital textbooks can offer to students such as: student motivation, help for understanding the concepts from a multilingual approach; similarly, E-textbooks allow self-assessment, favor the acquisition of digital competences, can be consulted at any time without the need to be connected to the internet, its contents can be updated immediately; they represent a saving for families of €88 on average per student per year (according to *Idealo.es* website); and E-textbooks improve the health of students by lightening their backpacks (prevents back problems). In addition to allowing accessibility for people with disabilities (Gómez-García, 2017; Sotomayor, 2015), E-textbooks facilitate understanding more abstract processes and concepts (Esteban, 2013; Sotomayor, 2015; Merino & Cassany, 2016).

For López-Aranda (2013), not all are advantages of E-textbooks, bearing in mind that this format does not make the most of all the possibilities offered by digital technology. For example, it continues to offer rigid formats (PDF, video, or hyperlinks) controlled by the publisher. In this same line of thought, Merino & Cassany (2016) criticize that the contents are immobile, not allowing to edit, modify or sharing information, neither promote the interaction between users. Although younger pupils may find some motivation in the use of this digital and educational material, the self-correcting activities proposed by the publishers only highlight the result (correct or incorrect) without offering feedback on the errors (type, frequency, or severity). Once the exercises are completed, the digital book also does not help to identify if the student has truly acquired the knowledge, how long has taken to achieve it, or the exact number of attempts has taken to complete those exercises. Other disadvantages of the digital book are the need for an electronic device for its visualization, and not all students have the possibility of accessing such technology (internet or computers), nor do teachers have the necessary training or digital skills (Merino & Cassany, 2016). Moreover, constant staring at a screen for reading can cause health problems in the cervical or vision, as well as in the median nerve located in the wrist (Seomun et al, 2016). Furthermore, while "paper books are bought in a bookstore and are the property of the student

forever [...], with digital books, on many occasions, what is purchased is the user license, equivalent to renting the book for a limited time” (Sotomayor, 2015, p. 4).

## METHODOLOGY

### *Research Design*

For this research, a case study model approach was developed because it is ideal for conducting “in-depth investigations” (Lucca & Berríos, 2003, p. 229), and involves, as in the present research, the exploration of less widely researched issues (Punch, 1998, in Lucca & Berríos, 2003). Thanks to this methodology, participants –who can be isolated individuals as well as families or schools– help to identify factors associated with the behavior of individuals in a social environment and in a given context (Punch, 1998, in Lucca & Berríos, 2003). This model is recommended when there are teaching and learning problems, as well as in educational research (Merriam, 1988). In this way, it is possible to diagnose learning problems in students with certain characteristics, to implement educational innovations, or to evaluate curricular programs or materials (Lucca & Berríos, 2003). Among several types of case studies, a descriptive one was chosen, proved to be useful for presenting information about less widely researched topics (Merriam, 1988; Muñoz-Serván, 2000, in Lucca & Berríos, 2003), or innovative programs and practices whose findings can be used in comparisons and theory construction (Skate, 1995). Data presented in descriptive case studies are authentic, that is, unique and unrepeatable due to the characteristics of the participants, who live and develop in a given environment (Merriam, 1988). The aim of this methodological model is to understand the meaning of an in-depth experience. Nonetheless, the model is not intended to generalize the results obtained to the entire school population, since the sample size of participants is low.

### *Participants*

The sampling was of convenience, and the participants were selected for reasons of availability, accessibility, and budget. In total there were 3 participants, two girls and a 12-year-old boy. All of them were in the sixth grade of primary education in the same city, but in different schools. As they were minors, informed consent was requested from the respective legal guardians for their participation in the

research, as well as for the recording of all the sessions and the photographing of the minors.

### *Research Aim*

The research aimed at knowing through neuromarketing devices if there are differences or similarities in the brain responses of the participants when performing readings and exercises in both digital and paper textbooks.

### *Research Hypothesis*

Regardless of whether the participants read and completed the exercises using paper or digital textbooks, the results obtained through the 5 neuromarketing devices are similar.

### *Research Tools*

To collect the data, five devices were used. These instruments are employed in neuromarketing –an avant-garde method that investigates brain imaging to study behavior patterns and human decision-making (Pérez-Pérez, 2019). These devices provide a large amount of information, especially helping to understand “brain processes related to sensory perception, information processing, memory, emotion, attention, learning, rationality, emotions and mechanisms that interact in the learning and decision-making of the individual” (Braidot, 2013, p. 16, in Pérez-Pérez, 2019). The devices employed were:

- Fixed Eye Tracking System. It measures the visual extraction of the information perceived by the participants.
- EEG neuro-sensors. It is an encephalograph that collects brain activity on levels of “engagement”, “interest”, “attention”, “relaxation” and “stress”. It measures the motivation of the participants related to the approach or the avoidance of the element to which they are exposed from the alpha activity in the frontal parts of the brain. If the score is positive, it means that there has been “focus attention” or approach towards the element to which the individual is exposed. If the score is negative, it means that there has been a “withdrawal motivation”, understood as dislike or distancing towards the content viewed. In other words, when something interests the participant, alpha decreases, cortical tension increases, and pupillary dilation increases. And when it bores the participant, alpha waves go up, cortical tension drops, and pupillary dilation decreases.



- GSR measures electrodermal activity, collects through the skin the electrical activity of the peripheral nervous system in peaks of attention as an emotional response to external stimuli based on what the participant sees, hears, or perceives.
- Facial Expression Analysis (FEA). The latest generation software, *Affectiva AFFDEX*, collects the emotional responses of the participants through micro gestures, using a total of 18 different facial expressions to decode each micro gesture from Ekman & Friesen seven facial expression of emotion (1986). The software evaluated the following gestures for the present study: joy, smile, commitment, fear, contempt, and attention, as well as those related to positive, negative, and neutral expressions.
- Mobile eye tracking system. It extracts visual information with eye fixations highlighting those elements of greatest attention and interest to the participant. Considering that our pupil in its normal state of vision measures between 1.7 and 1.9 mm (depending on the size of the eye), it is considered that below 2 mm the pupil has not generated relevant additional dilation in response to a stimulus; in contrast, it increases when they are interested in something.

The precision and validity of these *Emotiv* technology devices has been already validated through independent studies, such as those by Khushaba, Wise, Kodagoda, Louvoere, Kahn & Townsend (2013), from the Australian University of Technology Sydney (UTS) and the University of Pennsylvania and University of Miami (USA); also, by Sourina & Liu's studies (2011), from the Nanyang Technological University, Singapore (NTU).

#### *Activities used with participants*

The five neuromarketing devices read the brain responses of the three participants to two different stimuli. The first was a Spanish paper textbook entitled "Project: The legend of the legacy. Spanish Language and Literature 6", from the first school term, and published by *Edelvives* publishing house (Martín-Sánchez et al., 2019). Participants 1 and 2 individually completed exercises 1 to 7 from the paper textbook on page 77, which dealt with language knowledge, and participant 3 completed exercises 2, 4, 8, 10b (pages 103-104) on reading comprehension.

The second stimulus was a digital textbook (or E-textbook) with the same characteristics as the previous paper book (same publishing house, subjects, course, and exercises). Participants 1 and 2 individually performed exercises 2 to 6 on reading comprehension (pages 69-71) in front of a computer screen, while participant 3 completed exercises 1 to 4 (page 75) on language knowledge.

#### *Results*

The data obtained in this research were extracted after employing five neuromarketing devices during the completion exercises with textbooks in digital and paper format. The order of exposure for those results is as follows: emotional parameters and frontal asymmetry, electrodermal activity, pupillary dilation, eye fixations and facial expressions.

#### *Emotional Parameters*

For obtaining the data related to the emotional parameters, a Neurosensory-EEG headband (with its fourteen-channel electroencephalograph) was employed, which collects the brain activity of the central nervous system. The information obtained refers to how participants felt during both the completion of the exercises and the reading of the texts, considering five basic emotional parameters (commitment, interest, attention, stress, and relaxation) that are scored on a generic scale from 0 to 1. The first two emotional parameters –commitment and interest– are the most important and significant, because thanks to them, the rest of the emotional parameters were assessed. Those are considered relevant only when above the 0.00-0.20 range.

For the three participants of this study, the parameters of commitment (conscious attention of the participant towards relevant stimulus) and interest (degree of attraction or aversion to stimulus) were very similar, when carrying out the readings and the exercises in the digital book (Figure 1). On the contrary, the results of the parameters of attention (feeling of physiological arousal) and stress (which can be considered as positive or negative, depending on the stimulus received) are somewhat more disparate. Participant 1 obtained a very low attention value (almost negative), together with the stress value that was very high. These two parameters are related to relaxation, which were very low, and which measures participant's ability to disconnect, rest and recover from intense concentration and continue with the task. For participant 1, the emotional experience while reading and completing exercises with the textbook showed overwhelm, fear or

anguish. For participants 2 and 3, the data are homogeneous, both in the rate of the basic emotional parameters (commitment and interest), as well as those of attention, stress, and relaxation.

With respect to the book in paper format (Figure 2), the three participants obtained homogeneous figures regarding the parameters of commitment and interest, as with the digital book. Regarding the other three parameters, although participant 1 obtained a higher level of attention than the rest of participants, the value of the stress parameter was again very high, and the relaxation one was

the lowest of the three participants, although without reaching the e-book values.

Participant 2 performance should be highlighted: he obtained a very high value for the stress parameter with the paper book. Conversely, participant 3 maintained a homogeneous average in all parameters, something that proves that the performance of the exercises and the readings did not cause any emotional alteration in her (whatever textbook format). Frontal Alpha Asymmetry (FAA) is a metric based on electroencephalograph (EEG) that began to be used in 1978 by Richard J. Davidson. It is widely accepted as a *motivational correlate*.

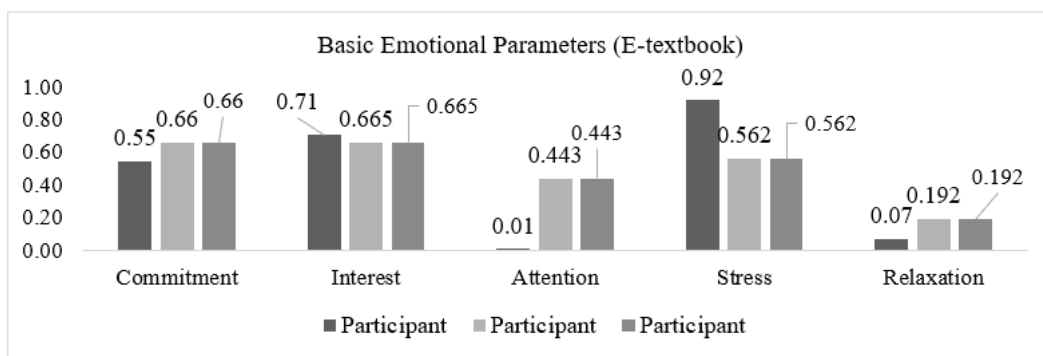


Figure 1. Index for Basic Emotional Parameters in all Participants (E-textbook)

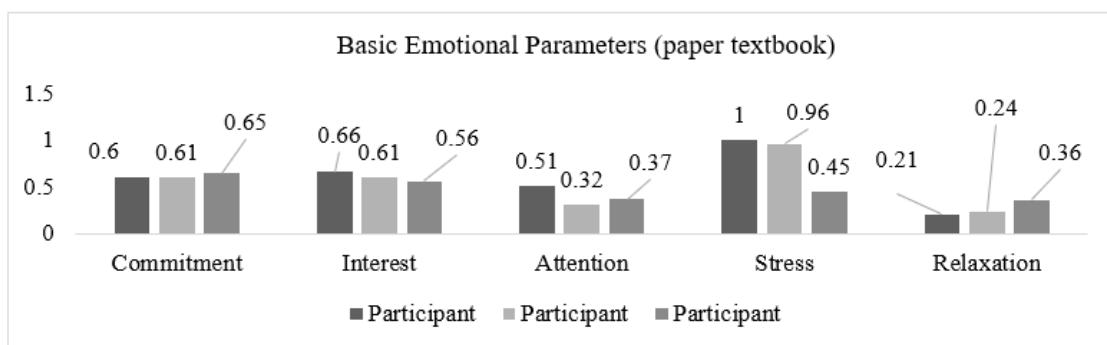


Figure 2. Index for Basic Emotional Parameters in all Participants (paper textbook)

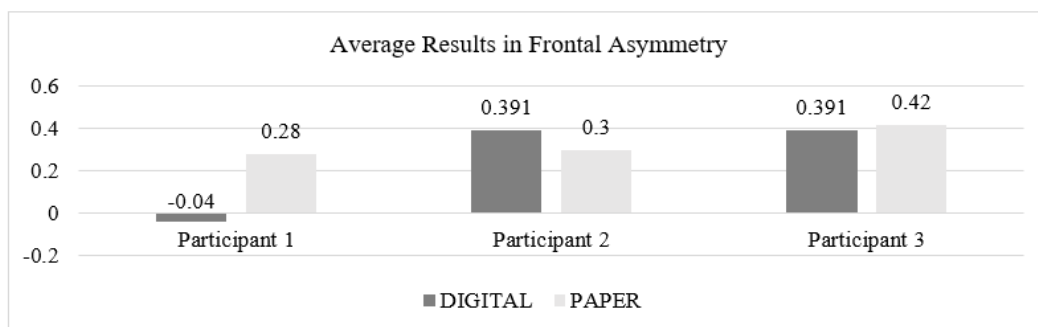


Figure 3. Average Results in Frontal Asymmetry (digital and paper formats)

Considering that with the visualization of an animated film the data usually oscillate between 0.6-0.7 points up to a maximum of 1 point, the data obtained can be considered positive, with an average level among the three participants of 0,34 (paper format), and 0,23 (e-format) (Figure 3).

#### Frontal asymmetry

It is worth to mention that participant 1 obtained an average of -0.04 (e-book), reaching much more negative peaks. As the score is negative, it means that there was a *withdrawal motivation*, understood as disgust, boredom or distancing towards the content viewed. Therefore, *alpha* waves rise, cortical tension decreases, and pupillary dilation decreases. This data can be related to the parameters of stress (very high), attention, and relaxation (very low) of the section of emotional parameters. As for participants 2 and 3, they obtained scores without great differences between e-book and paper book. These results are possibly related to the preferences and experiences of the participants, and therefore they felt less aversion towards textbook exercises and the readings in both formats. The positive data show that there was a *motivation of focus*, liking or attaching towards the paper textbook, rather than the digital one. That is, the participant's interest caused *alpha* waves to drop, cortical tension to rise, and an increase of pupillary dilation.

#### Electrodermal activity indicator

The technological device used to know the electrodermal activity of the participants was the GSR (*Galvin Skin Response*), which collects through the skin the electrical

activity of the peripheral nervous system in peaks of attention as an emotional response to external stimulus, depending on what the participant sees, hears, or perceives. Considering that these peaks of attention of the peripheral and parasympathetic nervous system lead to the production of a series of electrical charges or responses that are not controllable by the subject, the average that was produced has been high (Figure 4). These data denote a desire for interest, effort, and inner compensation. A desire to put effort into carrying out textbook exercises and readings with a low level of stress, and with a certain desire for enjoyment.

This attitude may be due to the playful environment and the relaxed atmosphere created by the researchers during the readings and exercises. In the case of participant 1, she obtained twice the peaks of attention with the paper book than with the digital one. Bearing in mind that this factor is not controllable by the participant, the data obtained are fully consistent with that of frontal asymmetry. Therefore, it can be affirmed that participant 1 enjoyed very little with the E-textbook. Figure 4 also shows an average of very high attention peaks during the reading and performance of exercises in paper format for the three participants, this being 17% higher than the e-book during the 12-minute average per participant that took the completion of the textbook exercises.

#### Pupillary dilation indicator

Pupillary dilation is another type of information offered by the electroencephalograph (EGG) or diadem through its fourteen channels, and which is collected from *Eye Tracking*.

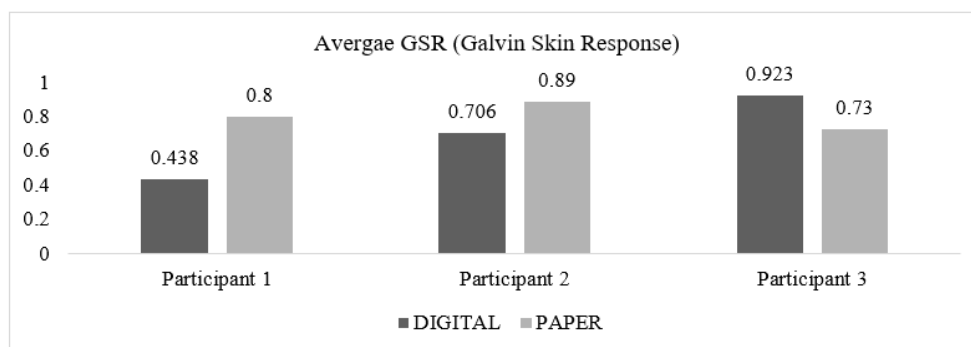


Figure 4. Average attention picks collected through participants' skin while carrying out textbook exercises and readings (digital and paper formats)

Considering that our pupil in her normal state of vision measured between 1.7 and 1.9 mm (depending on the size of the eye), it is considered that below 2 mm the pupil has not generated relevant additional eye dilation in response to a stimulus, either because she was not looking at anything or because she was looking at something that did not interest her. In contrast, pupillary dilation happened when there was a stimulus that provokes interest.

As shown in Figure 5, the pupillary dilation produced by the paper textbook is more intense than the one from the e-book. The response level of the paper textbook was more relevant (68% higher), since the digital textbook did not meet the expectations when there should be greater homogeneity between the paper and digital book, but there was not so much difference between them. As from the data obtained from the pupillary dilation, it is not possible to extract traits of the personality of the participants, since it is a very clear image of the incidence of the support on the perception of the eyes of the participants and the information provided by their brains, which it can be concluded that the participants liked the paper textbook more rather than the digital book.

In respect of the three participants, there is a lot of homogeneity between them, something that indicates that they were doing an activity that they liked or wanted, and their brain response mechanisms proved it with the high score oscillating between 4.16 points on average (paper book), and 2.48 (e-book). This difference is a consequence of the characteristics of the books in terms of content, aesthetics, and design.

#### *Eye-fixation duration*

The eye fixation offers information about the attention and the level of perception of the participants about the design,

aesthetics, illustrations, or drawings, as well as the type of font or the distribution of the elements mentioned on the paper or screen. The *Fixed Eye Tracking* (FET) was used with the digital book. The device was installed in the upper part of the computer screen and collected the ocular fixations in quantity and duration during milliseconds, both from the first ocular fixation and from the subsequent ones. It is an advanced, highly accurate eye tracking system that not only measures the visual extraction of information, but also offers an eye map of everything the participant sees. A *Mobile Eye Tracking* (MET) was used for the paper textbook. It was installed in the glasses worn by the participants, and its technological capacities are like *Fixed Eye Tracking* (FET). Although, unlike the fixed device, the mobile one facilitates total mobility with eye tracking, given that it allows participants' total autonomy of movements, being able to identify what they exactly can see, and what they cannot. When the average of all eye fixations is much lower than the first fixation, this is a clear sign of disappointment. What is expected is that the content attracts the participant at first and that the average is equal to or slightly higher than that from the first fixation.

Bearing in mind that from 175 fixations on, this can be considered a positive or favorable data, the data by format were good, although there was again an important lack of homogeneity between the paper book and the digital book (Figure 6). Participant 1 had an initial high fixation with the paper book, and the average of the subsequent fixations, despite being much lower, had a high offset. Participants 2 and 3 had expected values for the first fixation, and the mean is not significantly different. Regardless of whether the offset or lack of correspondence between the first ocular fixation and the average one, what is relevant is that both are high –even in the case of the average with the digital book, which is more homogeneous in the three participants.

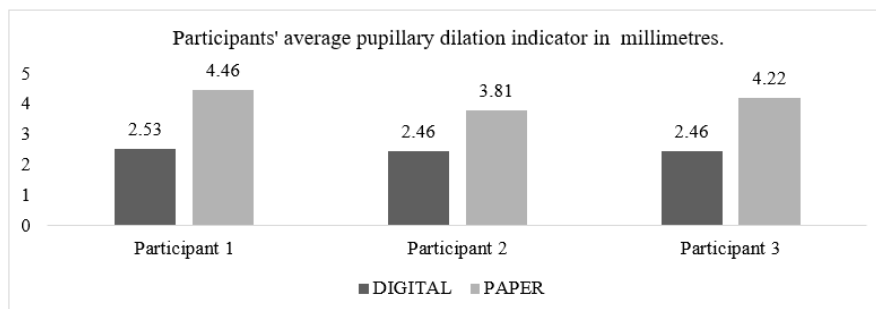


Figure 5. Average pupillary dilation indicator while carrying out textbook exercises (digital and paper formats)

In view of the above data, it can be concluded that both formats have emotionally influenced the participants. The extraction of ocular information can be considered significant, even notable for the three participants, which denotes that the data analyzed previously did not originate by exogenous factors, but by what participants were reading or by the characteristics of the type of text or the format of the books.

### Facial expression analysis

For the obtention of the data referring to facial expression, a Facial Action Coding System (FACS) was used through an artificial intelligence device that contains the latest generation *Affectiva AFFDEX* software. This software collects the emotional responses of the participants through micro gestures, using a total of eighteen different facial expressions to decode each micro gesture from Ekman and Frieese's classification of emotions (1986).

The software evaluated the following nine gestures for our study: joy, smile, commitment, fear, contempt, and attention, as well as more general expressions classified as

positive, negative, and neutral.

The study of gestural expressions has only been possible with the digital book. This is because the device that captures those expressions has a single location: the upper part of the computer screen. It should be clarified that the sum of the percentages of emotions cannot be 100, since sometimes the participants show a combination of gestures that can be present in at least two registers simultaneously.

As can be seen in Figure 7 and, considering what emotionally implies to carry out textbook exercises and at the same time reading in it, the gestures of the participants were in a very high percentage neutral with marked expressions of attention.

Although there were no gestures that expressed fear, there were certain expressions of contempt, specifically in participants 1 and 2. In the latter, these gestures lasted 10% of the time, and gestures related to happiness and smiling were lower than the rest of emotions. It is worth highlighting the gestures that imply commitment, and that are related to those of attention and neutrality, similar in the three participants.

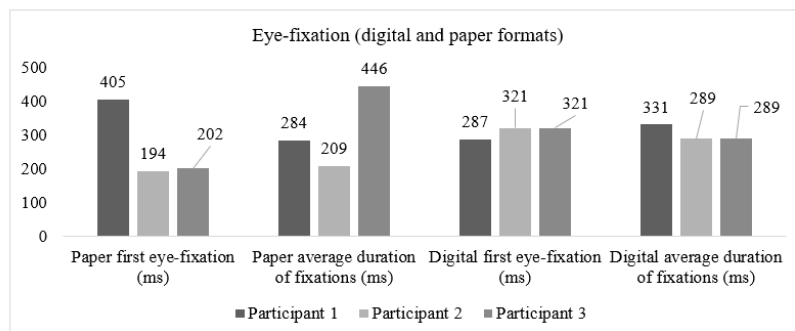


Figure 6. Initial eye-fixation duration and average while reading and carrying out textbook exercises (digital and paper formats)

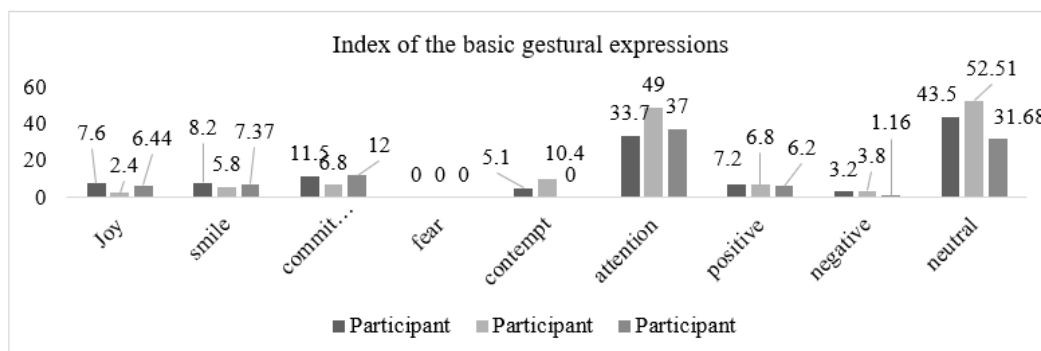


Figure 7. Percentage on the duration of gestural expressions while visualizing the E-textbook

In the case of participant 3, the neutrality and negative gestures were lower, and null in the case of the gesture of contempt, unlike the other two participants. These data are closely related to the emotional parameters, in which participant 3 obtained very homogeneous levels of commitment, interest, attention, stress and relaxation.

## DISCUSSION AND CONCLUSION

The three participants in our study showed homogeneously a high degree of attraction and conscious attention to the two didactic resources, as evidenced by the data of the parameters of *commitment* and *interest*, which are directly related to the data of the analysis of the facial expression and the average of eye fixations. Although, according to the data of the pupillary dilation and the average of the electrodermal activity, the digital textbook has not achieved the same level of acceptance and attention as the paper textbook, possibly because of its contents, aesthetics, and layout, rather than because of its function as a medium.

Taking into consideration the data of each of the participants, it should be stressed that participant 1 obtained a high stress score, and a low score in terms of relaxation in both formats, even a negative average level in frontal asymmetry in the case of the digital book. The data could be used for showing that either she was carrying out a rather difficult task and feared some negative consequence by not completing it correctly, or that the participant usually feels distressed before this type of activities with high levels of demand and conditioned by her immediate surroundings.

Participant 2 has obtained lower levels of attention due to their high ease to be distracted, as shown by pupillary dilation together with the data of emotional parameters. This level of lack of concentration is usually common for this type of activity due to the type of questions, with mechanical exercises and without feedback. Both participants 2 and 3 were more distracted than 1, with a low level of attention caused by different reasons. In the case of participant 2, given that it was easy for him to complete the exercises, he finished quickly with the intention of finishing as soon as possible; a very common practice among students subjected to this type of educational practice with textbooks. In the case of participant 3, the level of distraction was also high due to her personality, since she tends to be easily entertained.

In contrast, participant 1 was the one who concentrated the most on reading and performing the exercises and, therefore, obtained higher stress levels and lower relaxation levels. Contrary to those stated by Crawford (2006), Weissberg (2011), Taizan (2012), Bliss, et al (2013), and Merino & Cassany (2016), the digital textbook has not caused a major distraction in the students, since the concentration levels in the participants of our study have been high, as with the paper textbook.

Although the digital textbook is considered a source of motivation for students (Esteban, 2013; Sotomayor, 2015; Merino & Cassany, 2016) the data collected both by frontal asymmetry, as well as by electrodermal activity and dilation, show that the paper textbook has had a greater acceptance and involvement by our participants. As stated by Martínez-Bonafé (2002) and Sola & Murillo (2011, in Peirats et al., 2016), the digital textbook will not succeed in eclipsing the paper format, but rather the latter will survive and will be accompanied by both computers like tablets and mobiles. The contents, exercises or designs of the paper textbook have fostered a higher level of interest and commitment in the research participants, which is why it has been more effective than the digital textbook.

It can be concluded that digital textbooks have many possibilities to obtain levels of frontal asymmetry and pupillary dilation greater than those achieved in this study, if they improve aspects related to the content, the type of exercises, as well as visuals (aesthetics, colors, format, design, layout). The digital book does not imply, therefore, an improvement or innovative proposal in the classroom that will supplant the paper textbook, at least not at the moment. Possibly the conclusions of Esteban (2013) and López-Aranda (2013) should be considered when stating that the digital book, with its multiple possibilities, has not yet been fully developed or, if it does, it has not been done by offering some sufficiently attractive content, exercises, and designs. E-books have not yet taken advantage of all the possibilities offered by technology (López-Aranda, 2013; Wan Sulaiman & Mustafa, 2020) since, for example, continue presenting very rigid formats.

For future research, it should be considered the possibility of increasing the sample of participants and using textbooks in both formats (digital and paper) from different publishing houses. It would also be appropriate to carry out a similar study with books from different subjects and students from different courses and educational levels.

## Investigaciones Sobre Lectura (ISL) | 2021

**Authors' contributions:** Conceptualization, JLO; methodology, JLO; analysis statistic, JLO, EM, AF; research, JLO; preparation of the original manuscript, JLO, EM, AF, AG, AG; revision y edition, JLO, EM, AF, AG, AG. All authors have read and accepted the published version of the manuscript.

**Funding:** This research did not receive external funding.

**Acknowledgments:** DK/NO.



## REFERENCES

- Área-Moreira, M. (1999). Los materiales curriculares en el contexto de los procesos de diseminación y desarrollo del currículum. <https://cutt.ly/mEZ0UD0>
- Atienza, J.L. (1994). Materiales curriculares ¿para qué? *Signos*, 11. <https://cutt.ly/fEZ0BD0>
- AulaPlaneta (2015). Cinco falsos mitos sobre los libros de texto digitales. <https://cutt.ly/GEZ09qo>
- Berns, G. S., Blaine, K., Prietula, M. J., & Pye, B. E. (2013). Short- and long-term effects of a novel on connectivity in the brain. *Brain Connect*, 3(6), 590-600. doi: 10.1089/brain.2013.0166
- Bonvin-Faura, M.A. (2009). La lectura digital. *Diálogos de la Lengua*. <https://cutt.ly/xEZ2yzX>
- Cebrián de la Serna, M. (2011). Los centros educativos en la sociedad de la información y el conocimiento. En M. Cebrián de la Serna y M.J. Gallego Arrufat. (Ed.), *Procesos educativos con TIC en la sociedad del conocimiento*. Pirámide. pp.23-32.
- Córdon-García, J. A. (2018). Libros electrónicos y lectura digital: los escenarios del cambio. *Revista Palabra Clave la Plata*, 7(2), e044. <https://doi.org/10.24215/18539912e044>
- Cubells-Salas, F. (1989). Por una literatura auténticamente juvenil. En E. Ortega, *100 Gran Angular* (pp.16-29). SM.
- Díaz-Pardo, F. (2007). Presente y futuro de los materiales curriculares. *Revista de la Asociación de Inspectores de Educación de España*, 6. <https://cutt.ly/DEZ2S7h>
- Educación 3.0. (2014). ¿Cómo debe ser el libro de texto? AulaPlaneta. La integración de las TIC y los libros digitales en la educación. Barcelona: Gabinete de Comunicación y Educación de la Universidad Autónoma de Barcelona. <https://cutt.ly/8EZ2ZpK>
- Egüés Oroz, I. (1995). De los libros de texto y la lectura. *El Guiniguada*, 6-7, 221-228. <http://hdl.handle.net/10553/53688>

Onieva López, J. L., Maqueda Cuenca, E., Felipe Morales, A., & Garrido Berlanga, M. A. (2021). E-Textbooks vs. Print textbooks: A neuroscientific study on reading and completing exercises in primary school students. *Investigaciones Sobre Lectura*, 16, 1-31.

Ekman, P. & Friesen, W. (1986). A new pan-cultural facial expression of emotion. *Motivation and Emotion*, 10(2), 156-168. <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00992253>

Esteban-Abengozar, A. (2013). Uso del libro de texto digital en las asignaturas de lenguas (castellano-catalán). Estudio de caso en el centro de secundaria Duc de Montblanc (Rubí) (Trabajo de fin de máster). <http://www.recercat.cat/handle/2072/216887>

Fernández, M., Tojar, J. & Mena, E. (2013). Evaluación de buenas prácticas de tutorización e-learning. Funciones del teletutor y su papel en la formación. *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 43, 85-98. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.2013.i43.06>

Ferrés I Prats, J. (2014). *Las pantallas y el cerebro emocional*. Gedisa.

Gimeno-Sacristán, J. (1998). *El currículum: una reflexión sobre la práctica*. Morata.

Gómez-García, I. (2017). El libro de texto digital en la sociedad del conocimiento. *Telos Análisis*, 107, 121-125. <https://cutt.ly/pEZ9u6d>

Gutiérrez, I. (2014). Perfil del profesor universitario español en torno a las competencias en tecnologías de la información y la comunicación. *Píxel Bit. Revista de Medios y Educación*, 44, 51-65. Doi: 10.12795/pixelbit.2014.i44.04

Hutton, J. S., Horowitz-Kraus, T., Mendelsohn, A. L., DeWitt, T. & Holland, S. K. (2015). Home Reading Environment and Brain Activation in Preschool Children Listening to Stories. *Pediatrics*, 136(3), 466-478. doi: 10.1542/peds.2015-0359

Ibarrola, B. (2017). *Aprendizaje emocionante. Neurociencia para el aula*. SM.

Jewitt, C. (2005). *Technology, Literacy and Learning: A Multimodal Approach*. Routledge.

Jover, Guadalupe (2016). El libro de texto no es el currículo. *Cuadernos de Pedagogía*, 463. <https://bit.ly/32MULdx>

Khushaba, R.; Wise, C.; Kodagoda, S.; Louvoere, J.; Kahn, B.; & Townsend, C. (2013). Consumer neuroscience: Assessing the brain response to marketing stimuli using electroencephalogram (EEG) and eye tracking. *Expert Systems with applications*, 40(9), 3803-3812. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2012.12.095>

Levratto, V. (2017). Encuentro entre lectura en papel y lectura digital: hacia una gramática de lectura en los entornos virtuales. *Foro de Educación*, 15(23), 85-100. <http://dx.doi.org/10.14516/fde.555>

Lomas, C. & Vera, M. (2004). Los libros de Textos. *Revista Textos*, 36, 7-14. <https://cutt.ly/mEZ9bQf>

López-Aranda, C. (2013). El libro de texto digital: experiencias en el aula y visiones del profesorado. En el II congreso internacional virtual de educación lectora (CIVEL-2013). doi: 10.13140/RG.2.1.3174.8563

López-Hernández, A. (2007). Libros de texto y profesionalidad docente. *Revista de la Asociación de Inspectores de Educación de España*, 6. <https://cutt.ly/Zbv8Lfn>

Lucca-Irizarry, N. & Berríos-Rivera, R. (2003). *Investigación Cualitativa en Educación y Ciencias Sociales*. Publicaciones Puertorriqueñas.

Martínez-Bonafé, Jaume (2002). *Políticas del libro de texto escolar*. Morata.

Martín-Sánchez, O.; Araya, C.; García, M.; & Castillo, F. (2019). *Proyecto: La leyenda del legado. Lengua castellana y Literatura 6. Primer Trimestre*. Edelvives.

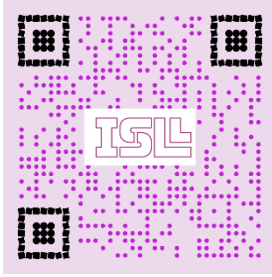
Onieva López, J. L., Maqueda Cuenca, E., Felipe Morales, A., & Garrido Berlanga, M. A. (2021). E-Textbooks vs. Print textbooks: A neuroscientific study on reading and completing exercises in primary school students. *Investigaciones Sobre Lectura*, 16, 1-31.



- Martínez, F. & Sánchez, M. (2011). Diseño de procesos y materiales de enseñanza con TIC para infantil y primaria: pizarra digital y objetivos de aprendizaje. En M. Cebrián de la Serna, M. Y Gallego Arrufat (coords.), *Procesos educativos con TIC en la sociedad del conocimiento*. Pirámide. pp. 121-136
- Mata, J. (2016). Neurociencia, lectura y literatura infantil. *Lazarillo: Revista de la Asociación de Amigos del Libro infantil y juvenil*, 34, 48-51. <https://cutt.ly/PEZ9Z8n>
- Mendoza, A. (Coord.) (2003). *Didáctica de la lengua y la literatura para primaria*. Pearson Education.
- Merga, M. K, Roni, S. M. & Cowan, E. (2017). The influence of access to eReaders, computers and mobile phones on children's book reading frequency. *Computer and Education*, 109, 187-196. <https://cutt.ly/if64Y3n>
- Merino, E. & Cassany, D. (2016). Libros de texto digitales de lenguas para el 1x1: recursos y discursos. *Lenguaje y Textos*, 43, 81-88. <https://doi.org/10.4995/lyt.2016.5943>
- Merriam, S. (1988). *Case Study Research in Education: A Qualitative Approach*. Jossey-Bass Inc.
- Meyer, K (2016). Reading Content on Mobile Devices. <https://cutt.ly/2EZ93Bh>
- Ministerio de Educación y Cultura (2001). Real decreto 1744/1998, de 31 de julio, sobre uso y supervisión de libros de texto y demás material curricular correspondientes a las enseñanzas de régimen general. Madrid. BOE 212, de 4 de septiembre de 1998, páginas 30005 a 30007 (3 págs.). <https://cutt.ly/AEZ3wf5>
- Mora, F. (2007). *Neurocultura. Una cultura basada en el cerebro*. Alianza
- Morales, P. (2006). Implicaciones para el profesor de una enseñanza centrada en el alumno. *Miscelánea Comillas*, 64(124), 11-38. <https://cutt.ly/cbv8x85>
- Myrberg, C. (2017). Why doesn't everyone love reading e-books? *Insights*, 30(3), 115-125. <http://doi.org/10.1629/uksg.386>
- Ortiz, A. (2011). Diseño y elaboración de materiales didácticos. En M. Cebrián De La Serna y M.J. Gallego Arrufat (Coords.), *Procesos educativos con TIC en la sociedad del conocimiento*. Pirámide.
- Peirats-Chacón, J.; Gallardo-Fernández, I. M.; San Martín-Alonso, A.; & Waliño-Guerrero, M. J. (2016). Análisis de la industria editorial y protocolo para la selección del libro de texto en formato digital. *Profesorado, revista de curriculum y formación del profesorado*, 20(1), 75-89. <https://cutt.ly/OEZ3g3o>
- Pérez-Leal, A. (sf.). Neurociencia y Educación: 5 aportaciones de la neurodidáctica a la educación. <https://cutt.ly/0EZ3zEt>
- Pérez-Pérez, R. M. (2019). Hacia una psicopolítica del mercado. El neuromarketing. *RAEIC, Revista de la Asociación Española de Investigación de la Comunicación*, 6(11), 46-67. doi: <https://doi.org/10.24137/raeic.6.11.4>
- Pérez-Tornero, J. M. & Pi, M. (2013). *La integración de las TIC y los libros digitales en la educación*. AulaPlaneta. <https://cutt.ly/eEZ3m3h>
- Romero, L. (2014). Lectura tradicional versus lectura digital. *Correspondencias & Análisis*, 4, 63-75. Doi: <https://doi.org/10.24265/cian.2014.n4.03>

Onieva López, J. L., Maqueda Cuenca, E., Felipe Morales, A., & Garrido Berlanga, M. A. (2021). E-Textbooks vs. Print textbooks: A neuroscientific study on reading and completing exercises in primary school students. *Investigaciones Sobre Lectura*, 16, 1-31.

- San Martín-Alonso, A. & Peirats-Chacón, J. (2018). Controversias en la transición del libro de texto en papel y electrónico a los contenidos digitales. *Revista de educación a distancia*, 56(5). Doi: <http://dx.doi.org/10.6018/red/56/5>
- Seomun, G.; Pyun, S.-B.; Lee, J.-A.; Kim, E.-J. & Noh, W. (2016). A Comparison of Carpal Tunnel Syndrome Between Digital and Paper Textbook Users in Elementary Schools. *WORK: A Journal of Prevention, Assessment & Rehabilitation*, 53(4), 909-915. Doi: <https://doi.org/10.3233/WOR-162278>
- Silva-Galán, J.M. (2011). Materiales y recursos digitales. *Cuadernos de pedagogía*, 418. <https://cutt.ly/CEXqr5e>
- Sotomayor-Martínez, C. (2015). Libros de texto digitales: consideraciones educativas. *Revista Funcae Digital*, 58. <https://cutt.ly/bEXqsmw>
- Sourina, O. & Liu, Y. (2011). A Fractal-based Algorithm of Emotion Recognition from EEG using Arousal-Valence Model. In Proceedings of the International Conference on Bio-Inspired Systems and Signal Processing (BIOSIGNALS-2011), 209-214. Doi: 10.5220/0003151802090214.
- Stake, R. (1995). *The art of case study research*. Sage Publications.
- Suarez-Muñoz, Á. (2001). Lectura, libros de texto y otras alternativas didácticas. *Campo Abierto, Revista de Educación*, 19, 91-104. <https://cutt.ly/oEXqnbnd>
- Travé-González, G.; Pozuelos-Estrada, F.; Canal de León, P. (2013). Análisis de materiales curriculares y práctica docente. *Cuadernos de Pedagogía*, 432. <https://cutt.ly/nEXqEK2>
- Vera, J. (1997). Cambio social y evaluación pedagógica de las tecnologías. *Revista Española de Pedagogía*, 207, 363-376. <https://cutt.ly/gbv8IoL>
- Zárate-Pérez, A. (2019). Habilidades de lectura crítica en los libros de texto de educación secundaria. *Revista Signos. Estudios de lingüística*, 52(99), 181-206. Doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-09342019000100181>



# ISLL



## INVESTIGACIONES SOBRE LECTURA

ENG/ESP

ISSN: 2340-8665

### Estudio neurocientífico sobre el proceso de lectura en estudiantes de educación primaria con libros de texto en papel y digital

**Juan Lucas Onieva López**

<https://orcid.org/0000-0001-7843-9054>

*Universidad de Málaga, España*

**Eugenio Maqueda Cuenca**

<https://orcid.org/0000-0002-7480-4795>

*Universidad de Málaga, España*



**Andrea Felipe Morales**

<https://orcid.org/0000-0002-1191-1585>

*Universidad de Málaga, España*

**María Aurora García Ruiz**

<https://orcid.org/0000-0002-4267-4412>

*Universidad de Málaga, España*



<https://doi.org/10.24310/isl.vi16.13683>



**Recepción:** 13/10/2021

**Aceptación:** 22/10/2021

**Contacto:** [juanlucas@uma.es](mailto:juanlucas@uma.es)

#### Resumen:

El libro de texto es el material didáctico más utilizado en las escuelas y, desde hace algunos años, su formato digital está tratando de hacerse un hueco en las aulas, ya que los niños y jóvenes se muestran cada vez más receptivos ante las novedades tecnológicas. Con ellas, viven experiencias atractivas y estimulantes que llegan a compartir con otros de forma natural y activa, por lo que es normal que encuentren poco motivadores los recursos didácticos tradicionales que usan en sus escuelas. Con el objetivo de conocer si los libros de texto son atractivos para los participantes de este estudio y qué efectos emocionales les provocaban, hemos realizado un estudio de casos en el que se colocaron a los participantes cinco dispositivos de neuromarketing durante el proceso de lectura y realización de ejercicios tanto en libros de texto en formato papel como digital. Los datos obtenidos mostraron diferentes reacciones, físicas y emocionales con altas puntuaciones en el caso del libro de texto en papel, tanto en la asimetría frontal, la actividad electrodermal y la dilatación pupilar. En cuanto a los parámetros emocionales, hubo participantes con niveles de estrés y rechazo muy altos, sobre todo con el libro de texto digital, mientras que otros obtenían puntuaciones de disfrute altas, concretamente con el libro en formato papel.

**Palabras clave:** neurociencia, psicolingüística, libro de texto, lectura, tecnología educativa

Onieva López, J. L., Maqueda Cuenca, E., Felipe Morales, A., & Garrido Berlanga, M. A. (2021). Estudio neurocientífico sobre el proceso de lectura en estudiantes de educación primaria con libros de texto en formato papel y digital. *Investigaciones Sobre Lectura*, 16, 1-31.



## Estudio neurocientífico sobre el proceso de lectura en estudiantes de educación primaria con libros de texto en papel y digital

### INTRODUCCIÓN

La Neurociencia es una ciencia incipiente y prolífica que augura una verdadera revolución y cambio de paradigma por la manera de entender al ser humano como un todo desde diferentes perspectivas: biológica, psicológica, social y espiritual (Ibarrola, 2017). La relación que se ha establecido entre Neurociencia y Educación ha dado lugar a lo que Mora (2007) ha definido como Neuroeducación, que trata de unificar disciplinas tales como la Epistemología, la Neurología, las Ciencias Cognitivas, la Psicología del Aprendizaje y la Pedagogía, con las cuales comprender y promover la mejora del aprendizaje y una mejor organización de la enseñanza. Desde este enfoque, se están tratando de abarcar temas relacionados con los procesos de aprendizaje, la memoria del alumnado, la conducta impulsiva, el mal comportamiento, los problemas de aprendizaje y de rendimiento académico. Un ejemplo de ello es el estudio pionero realizado con niños de tres a cinco años mediante imágenes por resonancia magnética funcional (IRMf), en el que John S. Hutton (2015) y sus colaboradores comprobaron que, al escuchar nuevas historias, los niños a los que se les leía en voz alta con asiduidad en sus hogares mostraban una activación alta en las áreas cerebrales relacionadas con la formación de imágenes mentales y el procesamiento semántico, a diferencia de aquellos otros que carecían de esa experiencia. Juan Mata (2016) aborda qué ocurre en el cerebro mientras se lee un relato de ficción. O investigadores de la Universidad de Emory evidenciaron cómo la lectura de una novela producía un incremento significativo de la conectividad neuronal en la región de la corteza somatosensorial y motora, y esa alta conectividad evidenciaba cómo la lectura de los textos puede influir en el pensamiento, las emociones y el comportamiento de los seres humanos (Berns et al, 2013). La Neurociencia no solo está ayudando a comprender mejor el cerebro humano, sino que con investigaciones específicas como las expuestas tratan de ofrecer datos sobre cómo aprende el cerebro o, como la de este artículo, mejorar los materiales didácticos a los que tienen acceso los estudiantes diariamente.

El estudio neurocientífico que planteamos en este artículo está basado en el proceso de lectura de un pequeño grupo de estudiantes, tanto en formato digital como papel, y conocer así sus reacciones y si existen diferencias entre los formatos de libros. Este estudio se origina como consecuencia de que gran parte de los niños y jóvenes interactúan intuitivamente con una gran variedad de software, aplicaciones y dispositivos que les facilitan la comunicación, así como otras funciones relacionadas con el uso de archivos, información, visualización y edición y publicación de presentaciones fotografías y vídeos. Esta riqueza de medios multimedia posibilita que el alumnado obtenga un refuerzo inmediato (Ortiz, 2011, p.153), por lo que suelen encontrar poco motivadores los recursos didácticos tradicionales como son los libros de texto. Por ello, muchos centros educativos están tratando de emplear recursos TIC para favorecer y mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje de las diferentes materias curriculares. Pero, como indican Cebrián (201, p.23) y Martínez y Sánchez (2011, pp.123-124) la innovación tecnológica en sí misma no implica una innovación pedagógica, ni garantiza que los aprendizajes sean significativos, relevantes o funcionales. La calidad de la enseñanza está determinada por la calidad de los aprendizajes que potencia, el diseño de estos y los proyectos pedagógicos en los que se inserta (Vera, 1997; Vera y Moreno, 2013, p.280). Y para ello, el docente tiene una labor importante, entre las que destacan las de guiar, innovar, organizar, estimular, motivar, así como ser modelo, interlocutor y mediador en el aula (Mendoza, 2003), y un “creador de oportunidades de aprendizaje” (Morales, 2006, p.49). Para que la formación del alumnado con el uso de las TIC sea exitosa, Fernández, et al. (2013) destacan importante labor del docente, que deberá ayudar a sus estudiantes a gestionar sus emociones al interactuar con los dispositivos (Ferré I Prats, 2014, p.239), así como a fomentar un uso adecuado y buenas prácticas con TIC (Gutiérrez, 2014, p.54), logrando desarrollar en ellos la competencia digital.

En nuestra investigación sometimos a los participantes a un proceso de lectura en formato papel y digital, así como a la realización de ejercicios propuestos por el libro que fueron evaluados durante su realización. La lectura es un proceso que aumenta la autoestima del lector y ayuda a los jóvenes a crecer en conocimientos (Egüé, 1995). Sin embargo, cuando este proceso se convierte en obligatorio y monótono, apenas leen por diversión (Suárez, 2001), y lo poco que leen adquiere una función utilitaria: estudiar para aprobar las diferentes materias curriculares. Actualmente atendemos a dos tipos de lectura: la lectura tradicional o gutenberiana (aquella que reconoce las páginas, la tinta y la pasta de un libro como requisito); y la lectura digital (que implica el uso de un dispositivo, tableta u ordenador, y en la que conviven elementos propios de lo digital como Internet, hipervínculos, la interacción en línea y elementos multimedia como los sonidos, ilustraciones y vídeos (Romero, 2014). La producción de libros electrónicos y, por tanto, la lectura digital, ha aumentado de manera considerable en los últimos años a partir de la ruptura con el campo editorial tradicional y las prácticas de lectura convencionales (Cordón, 2018). Esta realidad ha provocado que los jóvenes hayan comenzado a preferir leer en la pantalla a hacerlo en textos impresos o planos (Bonvin, 2009).

Los expertos están divididos sobre cómo puede afectarnos leer y pensar empleando mayoritariamente la pantalla. Hay quienes prevén que vaya a disminuir la capacidad de leer textos largos y de pensar en profundidad, mientras otros creen que aumentará exponencialmente la capacidad intelectual (Bonvin, 2009). Según los estudios de Merga, et al. (2017) y Myrberg (2017), los niños y jóvenes que acceden regularmente a dispositivos electrónicos apenas los usan para leer, aunque sean lectores regulares en papel, ya que prefieren la lectura gutenberiana. Caben destacar los estudios de investigadores que opinan que, dependiendo de los tipos de pantalla y de las aplicaciones, variarán los niveles de comprensión y la velocidad de lectura de contenidos complejos. Plantear una lucha entre la lectura tradicional y la digital es estéril: la primera no está desapareciendo sino más bien desarrollándose y transformándose hacia nuevas prácticas y modalidades y la segunda está en un proceso de descubrimiento en sus complejos escenarios virtuales y de hibridación con las formas de leer del pasado (Levratto, 2017). Sin embargo, la lectura de textos digitales requiere el desarrollo de nuevos procesos de pensamiento y de habilidades como los criterios de búsqueda, de selección, de interpretación, de reordenación y de asociación de contenidos; la priorización de mensajes; el lenguaje multimedia; la interacción de

diferentes lenguajes en un mismo mensaje; o la selección de un itinerario de lectura (Bonvin, 2009).

#### *El libro de texto en papel y digital como materiales curriculares*

Se entiende por materiales curriculares los instrumentos que sirven como recurso para el aprendizaje y el desarrollo de la enseñanza (Díaz, 2007), como son los libros de texto, guías, fichas, vídeos didácticos o software educativo (Área, 1999). También, se caracterizan por ser “la expresión de una determinada (s)elección y concepción de los saberes culturales para la enseñanza de diferentes materias curriculares” (Lomas y Vera, 2004, p.7). Los libros de texto, en sus diferentes formatos (papel o digital) son el material curricular más empleado en los centros escolares (Díaz, 2007), llegando a ser utilizado como principal recurso educativo por el 90 % de las escuelas (Travé, Pozuelos y Canal de León, 2013). En España, el Ministerio de Educación publicó en el Real Decreto 1744/1998 del 31 de julio, en el apartado 2 del artículo segundo lo siguiente:

[...] se entiende por libro de texto el material impreso, no fungible, autosuficiente, destinado a ser utilizado por el alumnado y que desarrolla, atendiendo a las orientaciones metodológicas y criterios de evaluación correspondientes, los contenidos establecidos por la normativa educativa vigente (p. 30006).

Si bien su uso no es obligatorio, el libro de texto se caracteriza por ser una importante ayuda técnica y didáctica que facilita la intervención pedagógica del profesorado y el aprendizaje de los estudiantes en las aulas. En él se encuentran implícitas las estrategias de enseñanza que ha de seguir el personal docente al presentar la información, incluso aporta las pruebas de evaluación para el alumnado (Zabalza, 1985, en Díaz, 2007; Lomas y Vera, 2004). Históricamente, el libro de texto ha controlado la actividad escolar presentado unos contenidos de calidad contrastables, bien estructurados, ajustados al proyecto curricular de Centro y compendiados en un documento (Gimeno, 1998; Peirats, 2016; San Martín y Peirats, 2018). Conseguir todo esto exige un conocimiento muy especializado que solo manejan las editoriales a través de los especialistas a los que se les encarga su elaboración (Valera, 2008, en San Martín y Peirats, 2018). Este recurso educativo ofrece al profesorado una selección concreta de saberes culturales en la que el docente no ha intervenido, y que reflejan y transmiten casi siempre las ideas dominantes sobre cuáles deben ser los contenidos legítimos de la escolarización en nuestra sociedad (Lomas y Vera, 2004;

Onieva, Juan Lucas; Maqueda, Eugenio; Felipe, Andrea; García, Aurora; Garrido, Ángela. (2021). Estudio neurocientífico sobre el proceso de lectura en estudiantes de educación primaria con libros de texto en formato papel y digital. *Investigaciones Sobre Lectura*, 16, 1-31.

Peirats, 2016). Por ello, sus contenidos no pueden ser considerados inocentes o neutrales, y su valor es relativo.

Entre las críticas al libro de texto podemos destacar las de Travé, Pozuelo y Cañal de León (2013), para los cuales este material curricular muestra el conocimiento escolar como una copia reducida del conocimiento científico. Su finalidad es eminentemente cultural y propedéutica y fomenta un aprendizaje memorístico y repetitivo de nombres, fechas y acontecimientos. Para Jover, (2016, p. 1) los libros “se limitan a empaquetar bellamente, pero disgregados y en crudo, los currículos”. En cuanto a la redacción de sus preguntas y ejercicios, Zárata (2019) afirma que las preguntas que se ofrecen en los libros de texto no son desafiantes y tampoco contribuyen a la conciencia crítica del lector al estar centradas en el texto. Al libro de texto se le ha considerado uno de los instrumentos de control más poderosos de los modelos escolares centralizados (Peirats, 2016), con planteamientos didácticos ajenos al profesorado (Atienza, 1994), y que emplea contenidos predeterminados que no han sido sometidos a crítica y que los usuarios no pueden modificar. Esta rigidez y falta de flexibilidad impide al docente adaptar el libro al contexto de sus estudiantes para atender sus necesidades (Travé, Pozuelos y Cañal de León, 2013; Pérez-Tornero y Pi, 2013; Díaz, 2007). De igual manera, este recurso evita conectar la información que se está aprendiendo con problemas prácticos y actuales de la vida cotidiana de los estudiantes (López-Hernández, 2007).

En cuanto al libro de texto digital, es una herramienta integral para la adquisición de la competencia digital (Silva, 2011) que utiliza un formato totalmente accesible en la red y conectado permanentemente a internet. Supone un cambio importante en la relación con el sujeto lector, “ya que mientras el texto impreso potencia la introspección, el digital, más icónico que alfabético, fomenta una comunicación secundaria entre sus receptores al cambiar el espacio de recepción a tabletas u ordenadores” (San Martín y Peirats, 2018, p.13). Sotomayor (2015) diferencia entre dos tipos de libros digitales: el libro digital plano (que es una réplica del libro de texto en papel), y el libro enriquecido que, aunque similar al plano, posee hipertextos y enlaces a recursos web con actividades interactivas e información de interés. Entre sus principales características destacan los elementos multimodales (textos, hipertextos, hipermedias y audiovisuales), que favorecen la alfabetización del alumnado en diferentes canales (Jewit, 2005; López-Andrada, 2013). Sus contenidos didácticos son flexibles (López-Andrada, 2013) y las actividades se caracterizan

por ser interactivas y de autocorrección, lo que permite una gradación de la dificultad y la realización de actividades de refuerzo, ampliación y evaluación (Silva, 2011). En ocasiones, también fomenta la búsqueda en internet de elementos de la alta cultura como museos, bibliotecas, exposiciones, imágenes, vídeos o diccionarios (Esteban, 2013). Pero en cuanto al uso de Internet, y sucede en la mayoría de los libros de texto en formato digital consultados, el número de recursos que ofrece es limitado y está restringido a la selección sesgada de la editorial, por lo que no permite que el alumnado explore lo que la Web puede ofrecerle para su aprendizaje (Merino y Cassany, 2016; Esteban, 2013).

Sobre el libro de texto digital han existido algunos mitos que han sido recogidos en la web de AulaPlaneta (Eduacion3.0, 2015). Por ejemplo, se ha dicho que es similar al libro de texto en papel pero que puede verse en dispositivos electrónicos, que abre las puertas a las distracciones de la red, o que resultan más caros que el formato en papel ya que, para acceder a ellos hay que comprar una tableta u ordenador. En contraposición a estos mitos, las editoriales Planeta y Vicens Vives, han expuesto en sus páginas web oficiales las principales ventajas que el libro de texto digital puede ofrecer a los estudiantes, entre las que destacan: motiva al alumnado, ayuda a comprender los conceptos desde diferentes lenguajes; permite la autoevaluación; favorece la adquisición de la competencia digital; se puede consultar en cualquier momento sin necesidad de estar conectado a internet; sus contenidos pueden actualizarse de inmediato; supone un ahorro para las familias de 88 € de media por estudiante al año (según la web Idealo.es); y mejora la salud del alumnado al aligerar su mochila (evita problemas de espalda). Además de permitir la accesibilidad para personas con alguna discapacidad (Gómez-García, 2017; Sotomayor, 2015), facilita la comprensión de procesos y conceptos más abstractos (Esteban, 2013; Sotomayor, 2015; Merino y Cassany, 2016).

Para López-Aranda (2013) no todo son ventajas, ya que este formato tampoco aprovecha todas las posibilidades de la tecnología digital. Por ejemplo, sigue ofreciendo formatos rígidos (PDF, vídeos o hipervínculos) controlados por la editorial. En esta misma línea de pensamiento, Merino y Cassany (2016) critican que los contenidos sean inmóviles, no permitiendo editar, modificar o compartir información, ni promueve la interacción entre usuarios. Aunque los más jóvenes pueden encontrar cierta motivación en el uso de este material digital y educativo, las actividades auto-correctibles propuestas por la editorial,

solo destacan el resultado (correcto o incorrecto) sin ofrecer retroalimentación sobre los errores (tipo, frecuencia o gravedad). Una vez completados los ejercicios, el libro digital tampoco ayuda a conocer si el alumno ha adquirido verdaderamente los conocimientos, qué tiempo ha empleado, o el número exacto de intentos que ha necesitado para completarlos. Otras desventajas del libro digital son que necesita de un dispositivo informático para su visualización, y no todos los estudiantes tienen la posibilidad de acceder a la tecnología (internet u ordenadores), ni el profesorado posee la formación o las habilidades digitales necesarias (Merino y Cassany, 2016). E incluso, la permanente lectura ante una pantalla puede provocar problemas de salud en las cervicales o la vista, así como en el nervio mediano situado en la muñeca (Seomun, Pyun, Lee, Kim y Noh, 2016). Además, mientras “los libros en papel se compran en una librería y son propiedad del alumno para siempre [...]. Con los libros digitales en muchas ocasiones lo que se compra es la licencia de uso, equivalente a alquilar el libro por un tiempo limitado” (Sotomayor, 2015, p. 4).

## METODOLOGÍA

### *Diseño de investigación*

Para esta investigación se ha usado la técnica del estudio de casos, que es idóneo para realizar “investigaciones en profundidad” (Lucca y Berríos, 2003, p. 229), e implica, como es nuestro caso, la exploración de asuntos poco conocidos (Punch, 1998, en Lucca y Berríos, 2003). Con esta metodología los participantes, que pueden ser tanto individuos aislados como familias o escuelas, ayudan a identificar factores asociados al comportamiento de individuos en un ambiente social y en un contexto determinado (Punch, 1998, en Lucca y Berríos, 2003). Este diseño es recomendable cuando hay problemas de enseñanza y aprendizaje, así como en investigaciones del ámbito educativo (Merriam, 1988). De esta manera, se pueden diagnosticar problemas de aprendizaje en estudiantes con características particulares, implantar innovaciones educativas, o evaluar programas o materiales curriculares (Lucca y Berríos, 2003). De los diferentes tipos de estudios de casos, seleccionamos el descriptivo, que es útil para presentar información acerca de temas poco investigados (Merriam, 1988; Muñoz-Serván, 2000, en Lucca y Berríos, 2003), o programas y prácticas innovadoras cuyos hallazgos se emplearán en comparaciones y construcción de teorías (Skate, 1995). Sus datos son auténticos, es decir, únicos e

irrepetibles por las características de los participantes, los cuales viven y se desarrollan en un ambiente determinado (Merriam, 1988). El objetivo de este modelo metodológico es entender el significado de una experiencia en profundidad y, en ningún momento, se pretenden generalizar los hallazgos obtenidos a toda la población escolar, ya que nuestro número de participantes es reducido.

### *Muestra*

El muestreo fue de conveniencia, y los participantes fueron seleccionados por razones de disponibilidad, accesibilidad y presupuesto. En total fueron 3, dos chicas y un chico de 12 años todos ellos, que cursaban sexto curso de educación primaria en la misma ciudad, pero en distintos centros escolares. Al tratarse de menores de edad, se solicitó el consentimiento informado a los respectivos tutores legales para su participación en la investigación, así como para la grabación de todas las sesiones y la realización de fotografías.

### *Objetivos*

Conocer a través de los dispositivos de neuromarketing si existen diferencias o similitudes en las respuestas cerebrales de los participantes al realizar lecturas y ejercicios tanto en libros de texto digital como en papel.

### *Hipótesis de investigación*

Independientemente de si los participantes leen y hacen los ejercicios con el libro de texto en papel o en digital, los resultados obtenidos a través de los 5 dispositivos de neuromarketing son similares.

### *Instrumentos de investigación*

Para la recopilación de los datos se emplearon cinco dispositivos que se utilizan en neuromarketing, un método de vanguardia que investiga los procesos que ocurren en el cerebro con el fin de revelar las causas de una u otra conducta y las decisiones de las personas (Pérez-Pérez, 2019). Estos dispositivos aportan una amplia cantidad de información, sobre todo del conocimiento de “los procesos cerebrales vinculados a la percepción sensorial, el procesamiento de la información, la memoria, la emoción, la atención, el aprendizaje, la racionalidad, las emociones y los mecanismos que interactúan en el aprendizaje y toma de decisiones del individuo” (Braidot, 2013, p. 16, en Pérez-Pérez, 2019). Los dispositivos empleados fueron:

Onieva, Juan Lucas; Maqueda, Eugenio; Felipe, Andrea; García, Aurora; Garrido, Ángela. (2021). Estudio neurocientífico sobre el proceso de lectura en estudiantes de educación primaria con libros de texto en formato papel y digital. *Investigaciones Sobre Lectura*, 16, 1-31.

- *Eye Tracking Fijo*. Mide la extracción visual de la información que percibe el participante.
- Neurosensores-EEG. Encefalógrafo que recoge la actividad cerebral sobre niveles de ‘compromiso’, ‘interés’, ‘atención’, ‘relajación’ y ‘estrés’. Mide la motivación de los participantes relacionada con la aproximación o la evitación del elemento al que se expone a partir de la actividad alfa en las partes frontales del cerebro. Si la puntuación es positiva es que ha habido ‘motivación de enfoque’ o aproximación hacia el elemento al que se expone el individuo. Si la puntuación es negativa, significa que ha habido una ‘motivación de retiro’, entendida como disgusto o distanciamiento hacia el contenido visionado. Es decir, que si algo interesa al participante baja alfa, sube la tensión cortical y aumenta la dilatación pupilar. Y cuando le aburre, suben las ondas alfa, baja la tensión cortical y disminuye la dilatación pupilar.
- Medidores de la Actividad Electrodermal (GRS), que recoge a través de la piel la actividad eléctrica del sistema nervioso periférico en picos de atención como respuesta emocional a estímulos externos en función de lo que el participante ve, oye o percibe.
- Análisis de Expresión Facial. El software de última generación, *Afectiva AFFDEX*, recoge las respuestas emocionales de los participantes a través de microgestos, emplea para ello un total de 18 expresiones faciales diferentes para decodificar cada microgesto a partir de las 7 emociones de Ekman y Friesen (1986). El software valoró para nuestro estudio los siguientes 9 gestos: alegría, sonrisa, compromiso, miedo, desprecio y atención, así como aquellas otras que ha denominado como expresiones positivas, negativas y neutras.
- *Eye Tracking Móvil*. Extrae información visual con las fijaciones oculares destacando aquellos elementos de mayor atención e interés para el sujeto. Teniendo en cuenta que nuestra pupila en su estado normal de visión mide entre 1,7 y 1,9 mm (dependiendo del tamaño del ojo), se considera que por debajo de 2 mm la pupila no ha generado dilatación adicional relevante como respuesta a un estímulo, en cambio, aumenta cuando nos interesamos por algo.

La precisión y la validez de estos dispositivos de tecnología *Emotiv* ha sido validada a través de estudios independientes, como los de Khushaba et al. (2013), de la University of Technology, Sydney (UTS) de Australia, University of Pennsylvania y University of Miami (USA). Al igual que por el estudio de Sourina y Liu (2011), de la Technological University Nanyang (Singapur).

#### *Actividades empleadas con los participantes*

Los cinco dispositivos de neuromarketing leyeron las respuestas del cerebro de los tres participantes a dos estímulos diferentes. El primero fue un libro de texto en papel que tiene como título “Proyecto: La leyenda del legado. Lengua castellana y Literatura 6”, del primer trimestre de la editorial Edelvives (Martín-Sánchez et al., 2019). Con él, los participantes 1 y 2 realizaron de forma individual los ejercicios del 1 al 7 de la página 77, que versaba sobre el conocimiento de la lengua, y la participante 3 hizo los ejercicios 2, 4, 8, 10b y 13 de las páginas 103-104 sobre comprensión lectora.

El segundo estímulo fue un libro de texto digital con las mismas características que el anterior libro en papel (editorial, asignatura, curso y actividades). Los participantes 1 y 2 realizaron de forma individual los ejercicios 2 al 6 de comprensión lectora de las páginas 69, 70 y 71 frente a la pantalla de un ordenador. La participante 3, completó los ejercicios 1 al 4 de la página 75 sobre conocimiento de la lengua.

#### *Análisis de los resultados*

Los datos obtenidos en esta investigación fueron tomados a partir de la aplicación de cinco dispositivos de neuromarketing durante la realización de los ejercicios con los libros de texto en formato digital y papel. El orden de exposición de los mismos será: parámetros emocionales y asimetría frontal, actividad electrodermal, dilatación pupilar, fijaciones oculares y expresiones faciales.

#### *Parámetros emocionales*

Para la obtención de los datos relacionados con los parámetros emocionales se empleó la diadema de Neurosensores-EEG o electroencefalógrafo de catorce canales, que recoge la actividad cerebral del sistema nervioso central. La información obtenida hace referencia



a cómo se sintieron los participantes durante la realización de los ejercicios y la lectura de los textos a través de cinco parámetros emocionales básicos (compromiso, interés, atención, estrés y relajación) que se puntúan en una escala genérica de 0 a 1. Los dos primeros, *compromiso e interés*, son los más importantes y significativos, a través de cuyos datos se valorarán el resto de los parámetros emocionales. Solo cuando están por encima de la franja de 0,00-0,20, se consideran relevantes.

Para los tres participantes de este estudio, los parámetros de compromiso (atención consciente del participante hacia estímulos relevantes) e interés (grado de atracción o aversión a los estímulos), tanto al realizar las lecturas como los ejercicios en el libro digital han sido muy similares (figura 1). En cambio, los resultados de los parámetros de atención (sensación de excitación fisiológica) y estrés (que puede ser considerado como positivo o negativo, en función de los estímulos que se estén recibiendo) son algo más dispares. La participante 1, ha obtenido un valor de atención muy bajo (casi rozando el negativo), junto al de estrés que ha sido muy alto. Estos dos parámetros están relacionados con el de relajación, que ha sido muy bajo, y que mide la capacidad del participante para desconectar,

descansar y recuperarse de una concentración intensa y continuar con la tarea. Para la participante 1, la experiencia emocional que ha vivido realizando la lectura y las actividades con el libro de texto ha sido de agobio, temor o angustia. Para los participantes 2 y 3 los datos son homogéneos, tanto en los índices de los parámetros emocionales básicos (compromiso e interés), como los de atención, estrés y relajación.

Con el libro en formato papel (figura 2), los tres participantes obtuvieron unos datos homogéneos en cuanto a los parámetros de compromiso e interés, al igual que con el libro digital. En cuanto a los otros tres parámetros, si bien la participante 1 obtuvo un nivel de atención superior al del resto, el valor del parámetro de estrés volvió a ser muy alto, y el de relajación fue el más bajo de los tres participantes, aunque sin llegar al valor obtenido con el libro digital. Cabe destacar al participante 2, que con el libro en papel ha obtenido un valor muy alto para el parámetro de estrés. En cambio, la participante 3 mantuvo una media homogénea entre todos los parámetros, lo cual es una muestra de que la realización de los ejercicios y las lecturas no provocaron ninguna alteración emocional en ella con cualquiera de los dos formatos.

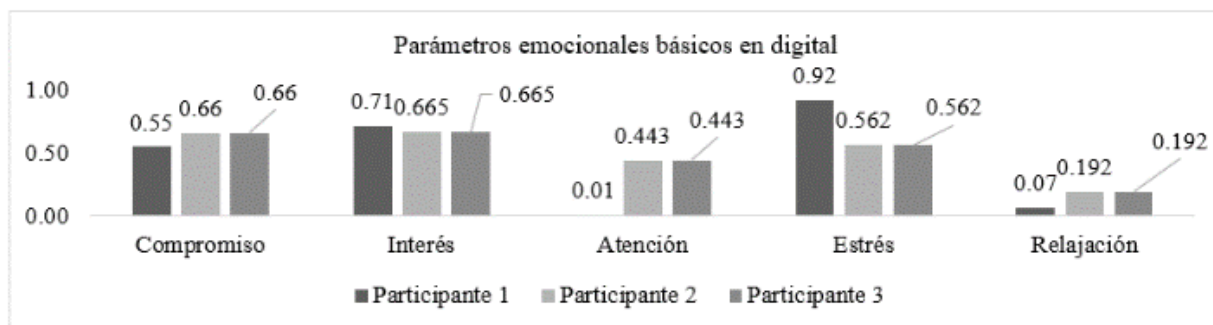


Figura 1. Índice de los parámetros emocionales básicos de los 3 participantes en formato digital

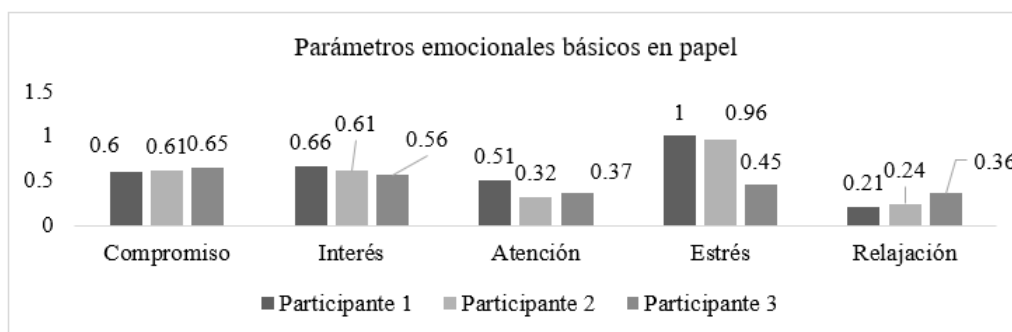


Figura 2. Índice de los parámetros emocionales básicos de los 3 participantes en formato papel

Onieva, Juan Lucas; Maqueda, Eugenio; Felipe, Andrea; García, Aurora; Garrido, Ángela. (2021). Estudio neurocientífico sobre el proceso de lectura en estudiantes de educación primaria con libros de texto en formato papel y digital. *Investigaciones Sobre Lectura*, 16, 1-31.

### Asimetría frontal

La Asimetría Alfa Frontal (FAA) es una métrica basada en el electroencefalógrafo (EEG) que comenzó a utilizarse en 1978 por Richard J. Davidson, y es ampliamente aceptada como un correlato de *motivación*. Teniendo en cuenta que con la visualización de una película de animación los datos suelen oscilar entre 0,6-0,7 puntos hasta un máximo de 1 punto, los datos obtenidos pueden considerarse positivos, con un nivel medio entre los tres participantes de 0,34 con el libro en formato papel, y 0,23 con el libro en formato digital.

Cabe destacar a la participante 1, que obtuvo para el libro digital una media de -0,04, es decir, que ha llegado a tener picos mucho más negativos. Al ser la puntuación negativa significa que ha habido una *motivación de retiro*, entendida esta como disgusto, aburrimiento o distanciamiento hacia el contenido visionado. Por ello, suben las ondas *alfa*, baja la tensión cortical y disminuye la dilatación pupilar.

Este dato puede relacionarse con los parámetros de estrés (muy alto), y de atención y relajación (muy bajos) del apartado de parámetros emocionales. En cuanto a los participantes 2 y 3, han obtenido puntuaciones sin grandes diferencias entre el libro digital y el libro en formato papel (figura 3). Posiblemente estén relacionadas con las preferencias y experiencias de los participantes, y por ello han sentido menos aversión hacia las actividades y las lecturas en ambos formatos. Los datos positivos muestran que ha habido una *motivación de enfoque*, gusto o aproximación hacia el libro de texto en papel, más que por el digital. Es decir: el interés del participante ha provocado que bajen las ondas *alfa*, suba la tensión cortical y aumente la dilatación pupilar.

### Índice de actividad electrodermal

El dispositivo tecnológico utilizado para conocer la actividad electrodermal de los participantes fue el GSR

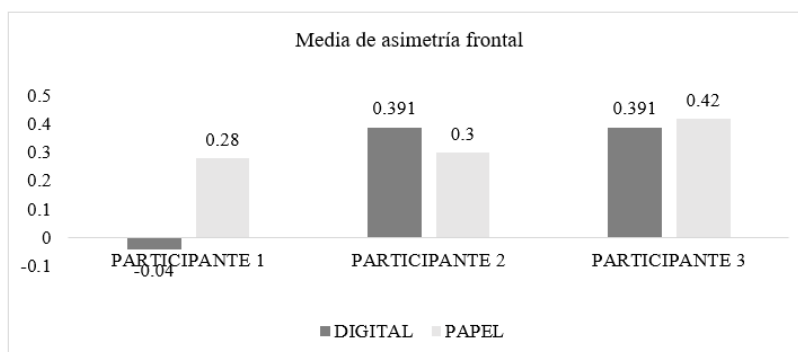


Figura 3. Media de la asimetría frontal en el libro de texto digital y en papel

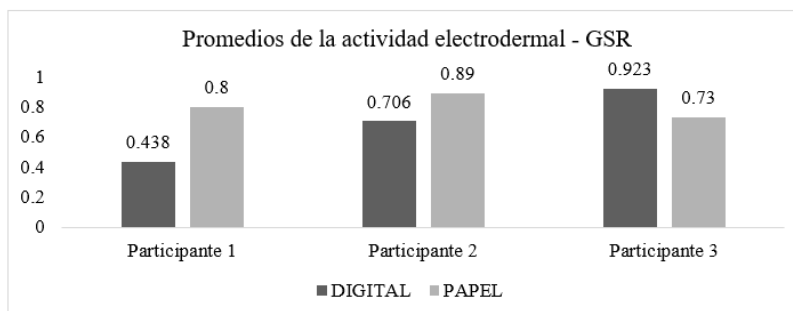


Figura 4. Promedio de picos de atención captados en la piel de los participantes durante la realización de los ejercicios y la lectura.

(*Galvin Skin Response*), que recoge a través de la piel la actividad eléctrica del sistema nervioso periférico en picos de atención como respuesta emocional a estímulos externos en función de lo que el participante ve, oye o percibe.

Teniendo en cuenta que esos picos de atención del sistema nervioso periférico y parasimpático conllevan la producción de una serie de cargas o respuestas eléctricas que no son controlables por el sujeto, el promedio que se ha producido ha sido alto (figura 4). Estos datos denotan un afán de interés, esfuerzo y compensación interior. Un deseo de poner empeño en la realización de las actividades y lecturas con un bajo nivel de estrés, y con cierto deseo de disfrute. Esta actitud puede deberse al ambiente lúdico y al clima de distensión creado por los investigadores durante la realización de las lecturas y ejercicios. En el caso de la participante 1, obtuvo el doble de picos de atención con el libro en papel que con el digital. Teniendo en cuenta que este factor no es controlable por el participante, los datos obtenidos son totalmente coherentes con el de la asimetría frontal. Por ello, podemos afirmar que la participante 1 disfrutó muy poco con el libro de texto en formato digital. La figura 4 muestra también un promedio de picos de atención muy altos durante la lectura y realización de ejercicios en formato papel para los tres participantes, siendo este un 17 % superior al del libro digital durante los 12 minutos de media que duró la realización de los ejercicios por participante.

#### Índice de dilatación pupilar

La dilatación pupilar es otro tipo de información que ofrece el electroencefalógrafo (EGG) o diadema a través de sus catorce canales, y que es recogida desde el *Eye Tracking*. Teniendo en cuenta que nuestra pupila en su estado normal de visión mide entre 1,7 y 1,9 mm (dependiendo del tamaño del ojo), se considera que por debajo de 2 mm la pupila no ha generado dilatación adicional relevante como respuesta a un estímulo, bien porque no mira nada en concreto o

porque mira algo que no le interesa. En cambio, aumenta su tamaño cuando hay un estímulo que provoca interés.

Como se muestra en la figura 5, la dilatación pupilar que ha producido el libro de texto en papel es más intensa que la del libro digital. El nivel de respuesta del libro de texto en papel ha sido más relevante (un 68 % superior), ya que el libro de texto digital no ha cubierto las expectativas cuando debería haber una mayor homogeneidad entre el libro en papel y digital, y no tanta diferencia. Como de los datos obtenidos a partir de la dilatación pupilar no se pueden extraer rasgos de la personalidad de los participantes, ya que es una imagen muy clara de la incidencia del soporte sobre la percepción de los ojos de los participantes y la información que aporta al cerebro, se vuelve a redundar la conclusión de que el libro de texto en papel ha gustado más a los participantes que el libro digital.

En cuanto a los tres participantes, existe mucha homogeneidad entre ellos, lo que denota que estaban haciendo algo que les gustaba o apetecía, y su mecanismo de respuesta cerebral así lo atestigua con la elevada puntuación que oscila entre los 4,16 puntos de media en el caso del libro en papel, y de 2,48 con el libro digital. Esta diferencia es consecuencia de las características de los libros en cuanto a los contenidos, estética y diseño.

#### Duración de las fijaciones oculares

Las fijaciones oculares ofrecen información sobre la atención y el nivel de percepción de los participantes sobre el diseño, la estética, las ilustraciones o dibujos, así como del tipo de letra o la distribución de los elementos citados en el papel o la pantalla.

Con el libro digital se empleó el *Eye Tracking Fijo* que se instala en la parte superior de la pantalla del ordenador, y que recoge las fijaciones oculares en cantidad y duración durante milisegundos, tanto de la primera fijación ocular como de las posteriores. Se trata de un avanzado sistema

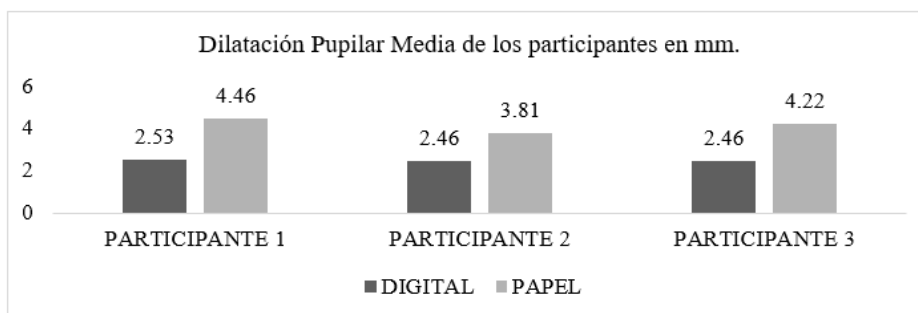


Figura 5. Dilatación pupilar media de los participantes al realizar los ejercicios en los diferentes dispositivos

Onieva, Juan Lucas; Maqueda, Eugenio; Felipe, Andrea; García, Aurora; Garrido, Ángela. (2021). Estudio neurocientífico sobre el proceso de lectura en estudiantes de educación primaria con libros de texto en formato papel y digital. *Investigaciones Sobre Lectura*, 16, 1-31.

de seguimiento ocular muy preciso que no solo mide la extracción visual de la información, sino que ofrece un mapa ocular de todo lo que visualiza el participante. En el caso del libro de texto en papel se utilizó el *Eye Tracking Móvil* (ETM), instalado en las gafas que llevaban los participantes, y cuyas capacidades tecnológicas son similares al *Eye Tracking Fijo* (ETF). Aunque, a diferencia del fijo, el móvil facilita una total movilidad con un seguimiento ocular, ya que permite total autonomía de movimientos al participante con el que identificar qué ve exactamente, y qué no ve. Cuando el promedio de todas las fijaciones oculares es mucho menor que la primera fijación es un claro síntoma de decepción. Lo que se espera es que el contenido atraiga al participante en un primer momento y que el promedio sea igual o algo superior al de la primera fijación.

Teniendo en cuenta que a partir de las 175 fijaciones puede considerarse un dato positivo o favorable, los datos por formato son buenos, aunque vuelve a producirse una importante falta de homogeneidad entre el libro en papel y el libro digital (figura 6).

La participante 1, tiene una primera fijación alta con el libro en papel, y la media de las siguientes, a pesar de ser bastante inferior, tiene un decalaje alto. Los participantes 2 y 3, tienen unos valores esperados para la primera fijación, y la media no es significativamente diferente. Indiferentemente de si el decalaje o falta de correspondencia entre la primera fijación ocular y la media, lo importante es que ambos son altos. Inclusive en el caso de la media con el libro digital, que es más homogénea en los tres participantes. De todo ello, podemos concluir que ambos formatos han influido emocionalmente en los participantes. la extracción de información ocular se puede considerar significativa, incluso notable para los tres participantes, lo que denota que los datos analizados anteriormente no venían dados por factores exógenos sino por lo que estaban leyendo o bien por las características del tipo de texto o el formato de los libros.

#### Análisis de la expresión facial

Para la obtención de los datos referentes a la expresión facial se empleó el sistema de Codificación de Acción

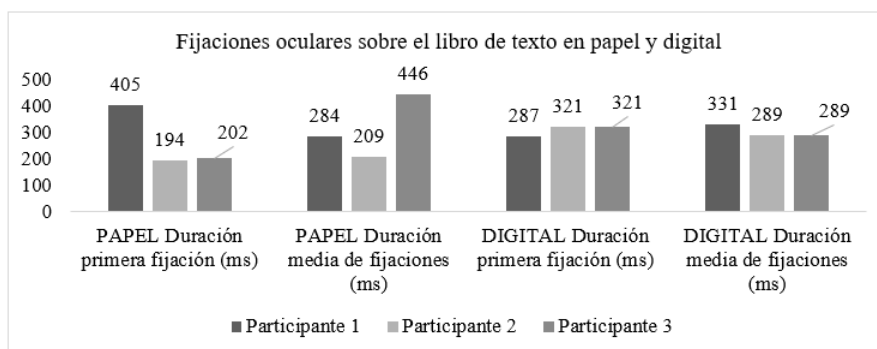


Figura 6. Fijaciones oculares iniciales y promedio durante la realización de los ejercicios y la lectura.

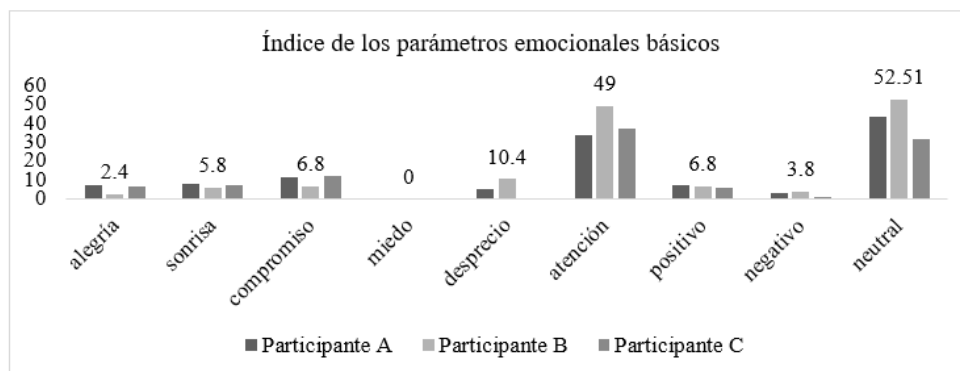


Figura 7. Duración porcentual de gestos de emociones al visualizar el libro de texto en formato digital.

Onieva, Juan Lucas; Maqueda, Eugenio; Felipe, Andrea; García, Aurora; Garrido, Ángela. (2021). Estudio neurocientífico sobre el proceso de lectura en estudiantes de educación primaria con libros de texto en formato papel y digital. *Investigaciones Sobre Lectura*, 16, 1-31.

Facial (FACS) a través de un dispositivo de inteligencia artificial que contiene el *software Afectiva AFFDEX*, de última generación. Dicho *software* recoge las respuestas emocionales de los participantes a través de microgestos, empleando para ello un total de dieciocho expresiones faciales diferentes para decodificar cada microgesto a partir de las siete emociones de Ekman y Friesen (1986). El *software* valoró para nuestro estudio los siguientes nueve gestos: alegría, sonrisa, compromiso, miedo, desprecio y atención, así como expresiones generales que calificó como positivas, negativas y neutrales.

El estudio de las expresiones gestuales solo se ha podido realizar con el libro digital y no con el libro en papel, ya que el dispositivo que las capta tiene una única ubicación que es la parte superior de la pantalla del ordenador. Cabe aclarar que la suma de los porcentajes de las emociones no puede ser 100, ya que en ocasiones los participantes muestran una combinación de gestos que pueden estar presentes en al menos dos registros al mismo tiempo. Como puede verse en la figura 7 y, teniendo en cuenta lo que implica emocionalmente realizar ejercicios de un libro de texto y llevar a cabo una lectura en este, los gestos de los participantes fueron en un porcentaje muy alto neutrales con marcadas expresiones de atención. Si bien no hubo gestos que expresasen miedo, sí hubo ciertas de desprecio, concretamente en los participantes 1 y 2. En este último esos gestos duraron un 10 % del tiempo, y los gestos relacionados con la alegría y la sonrisa fueron menores que el resto de emociones. Caben destacar los gestos que implican compromiso, y que están relacionados con los de atención y neutralidad, similares en los tres participantes. En el caso de la participante 3, los gestos de neutralidad y negativos fueron más bajos, y nulos en el caso del gesto de desprecio, a diferencia de los otros dos participantes.

Estos datos están muy relacionados con los parámetros emocionales, en los cuales la participante 3 obtuvo unos niveles de compromiso, interés, atención estrés y relajación muy homogéneos.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

Los tres participantes de nuestro estudio han mostrado de forma homogénea un alto grado de atracción y atención consciente a los dos recursos didácticos, tal y como evidencian los datos de los parámetros de *compromiso* e *interés*, que están directamente relacionados con los datos del análisis de la

expresión facial y la media de fijaciones oculares. Aunque, según los datos de la dilatación pupilar y el promedio de la actividad electrodermal, el libro de texto digital no ha logrado tener el mismo nivel de aceptación y atención que el libro de texto en papel, posiblemente por sus contenidos, estética y maquetación que por su función como medio.

Analizando los datos de cada uno de los participantes, podemos destacar que la participante 1 obtuvo una alta puntuación de estrés, y baja en cuanto a relajación en ambos formatos, incluso un nivel negativo de media en la asimetría frontal en el caso del libro digital. Estos datos podrían evidenciar que, o bien ha estado realizando una tarea bastante difícil y teme alguna consecuencia negativa al no completarla correctamente, o bien la participante se siente normalmente angustiada ante este tipo de actividades con unos niveles de exigencia altos y condicionada por su entorno más cercano.

El participante 2 ha obtenido unos niveles de atención más bajo debido a su alta facilidad para distraerse, como muestra la dilatación pupilar junto con los datos de los parámetros emocionales. Este nivel de falta de concentración suele ser habitual para este tipo de actividades por el tipo de preguntas, con ejercicios mecánicos y sin retroalimentación. Tanto los participantes 2 y 3 se han mostrados más distraídos que el 1, con un bajo nivel de atención provocado por diferentes motivos. En el caso del participante 2 porque le resultó fácil completar los ejercicios, los acababa con rapidez con la intención de terminarlos lo antes posible. Una práctica muy usual entre el alumnado sometido a este tipo de prácticas educativas con libros de texto. En el caso de la participante 3, el nivel de distracción también fue alto por su carácter, ya que tiende a entretenerse fácilmente. En cambio, la participante 1 fue la que más se concentró en la lectura y la realización de los ejercicios y, por ello, obtuvo unos niveles de estrés más altos y de relajación más bajos. Al contrario de los que afirman Crawford (2006), Weissberg (2011), Taizan (2012) y Bliss et al (2013), en Merino y Cassany (2016), el libro de texto digital no ha provocado una mayor distracción en el alumnado, ya que los niveles de concentración en los participantes de nuestro estudio han sido altos, al igual que con el libro de texto en papel.

Si bien el libro de texto digital es considerado una fuente de motivación para el alumnado (Esteban, 2013; Sotomayor, 2015; y Merino y Cassany, 2016) los datos recogidos tanto por la asimetría frontal, como por la actividad electrodermal y la dilatación, muestran que el libro de texto en papel ha tenido una mayor aceptación e

Onieva, Juan Lucas; Maqueda, Eugenio; Felipe, Andrea; García, Aurora; Garrido, Ángela. (2021). Estudio neurocientífico sobre el proceso de lectura en estudiantes de educación primaria con libros de texto en formato papel y digital. *Investigaciones Sobre Lectura*, 16, 1-31.

implicación por parte de nuestros participantes. Como afirman Martínez-Bonafé (2002) y Sola y Murillo (2011, en Peirats et al., 2016) el libro de texto digital no va a lograr eclipsar al formato en papel, sino que este último sobrevivirá y se mantendrá acompañado tanto de ordenadores como de tabletas o móviles. Los contenidos, las actividades o el diseño del libro de texto en papel han propiciado un nivel de interés y compromiso mayor en los participantes del estudio, por lo que ha sido más efectivo que el libro de texto digital.

Podemos concluir que el libro de texto digital tiene muchas posibilidades para obtener niveles de asimetría frontal y dilatación pupilar mayores que los obtenidos en este estudio, siempre que mejoren aspectos relacionados con los contenidos, el tipo de ejercicios, así como visualmente (estética, colores, formato, diseño, maquetación). El libro digital no implica, por tanto, una mejora o propuesta innovadora en el aula que vaya a suplantar por el momento al libro de texto en papel. Posiblemente haya que tener en cuenta las conclusiones de Esteban (2013) y López-Aranda (2013) al afirmar que el libro digital, con sus múltiples posibilidades, aún no se ha desarrollado por completo o, de hacerlo, no lo ha hecho ofreciendo unos contenidos, ejercicios y diseños lo suficientemente atractivos. No ha aprovechado aún todas las posibilidades que le ofrece la tecnología (López-Aranda, 2013; Wan Sulaiman y Mustafa, 2020) ya que, por ejemplo, sigue presentando formatos muy rígidos.

Para futuras investigaciones hemos estudiado la posibilidad de aumentar la muestra de participantes, utilizar libros de texto en ambos formatos (digital y papel) de distintas editoriales. También sería oportuno realizar un estudio similar con libros de otras asignaturas y estudiantes de distintos cursos y niveles educativos.

“Podemos concluir que el libro de texto digital tiene muchas posibilidades para obtener niveles de asimetría frontal y dilatación pupilar mayores que los obtenidos en este estudio, siempre que mejoren aspectos relacionados con los contenidos, el tipo de ejercicios, así como visualmente (estética, colores, formato, diseño, maquetación). El libro digital no implica, por tanto, una mejora o propuesta innovadora en el aula que vaya a suplantar por el momento al libro de texto en papel.”



## Investigaciones Sobre Lectura (ISL) | 2021

**Contribuciones de los autores:** Conceptualización, JLO; metodología, JLO; análisis estadístico, JLO, EM, AF; investigación, JLO; preparación del manuscrito, JLO, EM, AF AG, AG; revisión y edición, JLO, EM, AF AG, AG. . Todos los autores han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito.

**Financiación:** Investigación sin financiamiento externo.

**Agradecimientos:** NS/NC.

Onieva, Juan Lucas; Maqueda, Eugenio; Felipe, Andrea; García, Aurora; Garrido, Ángela. (2021). Estudio neurocientífico sobre el proceso de lectura en estudiantes de educación primaria con libros de texto en formato papel y digital. *Investigaciones Sobre Lectura*, 16, 1-31.

## REFERENCIAS

- Área-Moreira, M. (1999). Los materiales curriculares en el contexto de los procesos de diseminación y desarrollo del currículum. <https://cutt.ly/mEZ0UD0>
- Atienza, J.L. (1994). Materiales curriculares ¿para qué? *Signos*, 11. <https://cutt.ly/fEZ0BDo>
- AulaPlaneta (2015). Cinco falsos mitos sobre los libros de texto digitales. <https://cutt.ly/GEZ09qo>
- Berns, G. S., Blaine, K., Prietula, M. J., y Pye, B. E. (2013). Short- and long-term effects of a novel on connectivity in the brain. *Brain Connect*, 3(6), 590-600. doi: 10.1089/brain.2013.0166
- Bonvin-Faura, M.A. (2009). La lectura digital. Diálogos de la Lengua. <https://cutt.ly/xEZ2yzX>
- Cebrián de la Serna, M. (2011). Los centros educativos en la sociedad de la información y el conocimiento. En M. Cebrián de la Serna y M.J. Gallego Arrufat. (Ed.), *Procesos educativos con TIC en la sociedad del conocimiento*. Pirámide. pp.23-32.
- Córdon-García, J. A. (2018). Libros electrónicos y lectura digital: los escenarios del cambio. *Revista Palabra Clave la Plata*, 7(2), e044. <https://doi.org/10.24215/18539912e044>
- Cubells-Salas, Francisco (1989). Por una literatura auténticamente juvenil. En E. Ortega, *100 Gran Angular* (pp.16-29). SM.
- Díaz-Pardo, F. (2007). Presente y futuro de los materiales curriculares. *Revista de la Asociación de Inspectores de Educación de España*, 6. <https://cutt.ly/DEZ2S7h>
- Educación 3.0. (2014). ¿Cómo debe ser el libro de texto? AulaPlaneta. La integración de las TIC y los libros digitales en la educación. Barcelona: Gabinete de Comunicación y Educación de la Universidad Autónoma de Barcelona. <https://cutt.ly/8EZ2ZpK>
- Egüés Oroz, I. (1995). De los libros de texto y la lectura. *El Guiniguada*, 6-7, 221-228. <http://hdl.handle.net/10553/53688>
- Ekman, P. y Friesen, W. (1986). A new pan-cultural facial expression of emotion. *Motivation and Emotion*, 10(2), 156-168. <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00992253>
- Esteban-Abengoza, A. (2013). Uso del libro de texto digital en las asignaturas de lenguas (castellano-catalán). Estudio de caso en el centro de secundaria Duc de Montblanc (Rubí) (Trabajo de fin de máster). <http://www.recercat.cat/handle/2072/216887>
- Fernández, M., Tojar, J. y Mena, E. (2013). Evaluación de buenas prácticas de tutorización e-learning. Funciones del teletutor y su papel en la formación. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 43, 85-98. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.2013.i43.06>
- Ferrés I Prats, J. (2014). *Las pantallas y el cerebro emocional*. Gedisa.
- Gimeno-Sacristán, J. (1998). *El currículum: una reflexión sobre la práctica*. Morata.
- Gómez-García, I. (2017). El libro de texto digital en la sociedad del conocimiento. *Telos Análisis*, 107, 121-125. <https://cutt.ly/pEZ9u6d>
- Gutiérrez, I. (2014). Perfil del profesor universitario español en torno a las competencias en tecnologías de la información y la comunicación. *Pixel Bit. Revista de Medios y Educación*, 44, 51-65. Doi: 10.12795/pixelbit.2014.i44.04
- Onieva, Juan Lucas; Maqueda, Eugenio; Felipe, Andrea; García, Aurora; Garrido, Ángela. (2021). Estudio neurocientífico sobre el proceso de lectura en estudiantes de educación primaria con libros de texto en formato papel y digital. *Investigaciones Sobre Lectura*, 16, 1-31.

Hutton, J. S., Horowitz-Kraus, T., Mendelsohn, A. L., DeWitt, T. y Holland, S. K. (2015). Home Reading Environment and Brain Activation in Preschool Children Listening to Stories. *Pediatrics*, 136(3), 466-478. doi: 10.1542/peds.2015-0359

Ibarrola, B. (2017). *Aprendizaje emocionante. Neurociencia para el aula*. SM.

Jewitt, C. (2005). *Technology, Literacy and Learning: A Multimodal Approach*. Routledge.

Jover, Guadalupe (2016). El libro de texto no es el currículo. *Cuadernos de Pedagogía*, 463. <https://bit.ly/32MULdx>

Khushaba, R.; Wise, C.; Kodagoda, S.; Louvoere, J.; Kahn, B.; y Townsend, C. (2013). Consumer neuroscience: Assessing the brain response to marketing stimuli using electroencephalogram (EEG) and eye tracking. *Expert Systems with applications*, 40(9), 3803-3812. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2012.12.095>

Levratto, V. (2017). Encuentro entre lectura en papel y lectura digital: hacia una gramática de lectura en los entornos virtuales. *Foro de Educación*, 15(23), 85-100. <http://dx.doi.org/10.14516/fde.555>

Lomas, C. y Vera, M. (2004). Los libros de Textos. *Revista Textos*, 36, 7-14. <https://cutt.ly/mEZ9bQf>

López-Aranda, C. (2013). El libro de texto digital: experiencias en el aula y visiones del profesorado. En el II congreso internacional virtual de educación lectora (CIVEL-2013). doi: 10.13140/RG.2.1.3174.8563

López-Hernández, A. (2007). Libros de texto y profesionalidad docente. *Revista de la Asociación de Inspectores de Educación de España*, 6. <https://cutt.ly/Zbv8Lfn>

Lucca-Irizarry, N. y Berríos-Rivera, R. (2003). *Investigación Cualitativa en Educación y Ciencias Sociales*. Publicaciones Puertorriqueñas.

Martínez-Bonafé, Jaume (2002). *Políticas del libro de texto escolar*. Morata.

Martín-Sánchez, O.; Araya, C.; García, M.; Castillo, F. (2019). *Proyecto: La leyenda del legado. Lengua castellana y Literatura 6. Primer Trimestre*. Edelvives.

Martínez, F. y Sánchez, M. (2011). Diseño de procesos y materiales de enseñanza con TIC para infantil y primaria: pizarra digital y objetivos de aprendizaje. En M. Cebrián de la Serna, M. Y Gallego Arrufat (coords.), *Procesos educativos con TIC en la sociedad del conocimiento*. Pirámide. pp. 121-136

Mata, J. (2016). Neurociencia, lectura y literatura infantil. *Lazarillo: Revista de la Asociación de Amigos del Libro infantil y juvenil*, 34, 48-51. <https://cutt.ly/PEZ9Z8n>

Mendoza, A. (Coord.) (2003). *Didáctica de la lengua y la literatura para primaria*. Pearson Education.

Merga, M. K, Roni, S. M. y Cowan, E. (2017). The influence of access to eReaders, computers and mobile phones on children's book reading frequency. *Computer and Education*, 109, 187-196. <https://cutt.ly/if64Y3n>

Merino, E. y Cassany, D. (2016). Libros de texto digitales de lenguas para el 1x1: recursos y discursos. *Lenguaje y Textos*, 43, 81-88. <https://doi.org/10.4995/lyt.2016.5943>

Merriam, S. (1988). *Case Study Research in Education: A Qualitative Approach*. Jossey-Bass Inc.

Meyer, K (2016). Reading Content on Mobile Devices. <https://cutt.ly/2EZ93Bh>

Onieva, Juan Lucas; Maqueda, Eugenio; Felipe, Andrea; García, Aurora; Garrido, Ángela. (2021). Estudio neurocientífico sobre el proceso de lectura en estudiantes de educación primaria con libros de texto en formato papel y digital. *Investigaciones Sobre Lectura*, 16, 1-31.



Ministerio de Educación y Cultura (2001). Real decreto 1744/1998, de 31 de julio, sobre uso y supervisión de libros de texto y demás material curricular correspondientes a las enseñanzas de régimen general. Madrid. BOE 212, de 4 de septiembre de 1998, páginas 30005 a 30007 (3 págs.). <https://cutt.ly/AEZ3wf5>

Mora, F. (2007). *Neurocultura. Una cultura basada en el cerebro*. Alianza

Morales, P. (2006). Implicaciones para el profesor de una enseñanza centrada en el alumno. *Miscelánea Comillas*, 64(124), 11-38. <https://cutt.ly/cbv8x85>

Myrberg, C. (2017). Why doesn't everyone love reading e-books? *Insights*, 30(3), 115-125. <http://doi.org/10.1629/uksg.386>

Ortiz, A. (2011). Diseño y elaboración de materiales didácticos. En M. Cebrián De La Serna y M.J. Gallego Arrufat (Coords.), *Procesos educativos con TIC en la sociedad del conocimiento*. Pirámide.

Peirats-Chacón, J.; Gallardo-Fernández, I. M.; San Martín-Alonso, A.; Waliño-Guerrero, M. J. (2016). Análisis de la industria editorial y protocolo para la selección del libro de texto en formato digital. *Profesorado, revista de curriculum y formación del profesorado*, 20(1), 75-89. <https://cutt.ly/OEZ3g3o>

Pérez-Leal, A. (sf.). Neurociencia y Educación: 5 aportaciones de la neurodidáctica a la educación. <https://cutt.ly/0EZ3zEt>

Pérez-Pérez, R. M. (2019). Hacia una psicopolítica del mercado. El neuromarketing. *RAEIC, Revista de la Asociación Española de Investigación de la Comunicación*, 6(11), 46-67. doi: <https://doi.org/10.24137/raeic.6.11.4>

Pérez-Tornero, J. M. y Pi, M. (2013). *La integración de las TIC y los libros digitales en la educación. AulaPlaneta*. <https://cutt.ly/eEZ3m3h>

Romero, L. (2014). Lectura tradicional versus lectura digital. *Correspondencias & Análisis*, 4, 63-75. Doi: <https://doi.org/10.24265/cian.2014.n4.03>

San Martín-Alonso, A. y Peirats-Chacón, J. (2018). Controversias en la transición del libro de texto en papel y electrónico a los contenidos digitales. *Revista de educación a distancia*, 56(5). Doi: <http://dx.doi.org/10.6018/red/56/5>

Seomun, G.; Pyun, S.-B.; Lee, J.-A.; Kim, E.-J.; Noh, W. (2016). A Comparison of Carpal Tunnel Syndrome Between Digital and Paper Textbook Users in Elementary Schools. *WORK: A Journal of Prevention, Assessment & Rehabilitation*, 53(4), 909-915. Doi: <https://doi.org/10.3233/WOR-162278>

Silva-Galán, J.M. (2011). Materiales y recursos digitales. *Cuadernos de pedagogía*, 418. <https://cutt.ly/CEXqr5e>

Sotomayor-Martínez, C.. (2015). Libros de texto digitales: consideraciones educativas. *Revista Funcae Digital*, 58. <https://cutt.ly/bEXqsmw>

Sourina, O. y Liu, Y. (2011). A Fractal-based Algorithm of Emotion Recognition from EEG using Arousal-Valence Model. In Proceedings of the International Conference on Bio-Inspired Systems and Signal Processing (BIOSIGNALS-2011), 209-214. Doi: 10.5220/0003151802090214.

Stake, R. (1995). *The art of case study research*. Sage Publications.

Onieva, Juan Lucas; Maqueda, Eugenio; Felipe, Andrea; García, Aurora; Garrido, Ángela. (2021). Estudio neurocientífico sobre el proceso de lectura en estudiantes de educación primaria con libros de texto en formato papel y digital. *Investigaciones Sobre Lectura*, 16, 1-31.

- Suarez-Muñoz, Á. (2001). Lectura, libros de texto y otras alternativas didácticas. *Campo Abierto, Revista de Educación*, 19, 91-104. <https://cutt.ly/oEXqnbnd>
- Travé-González, G.; Pozuelos-Estrada, F.; Canal de León, P. (2013). Análisis de materiales curriculares y práctica docente. *Cuadernos de Pedagogía*, 432. <https://cutt.ly/nEXqEK2>
- Vera, J. (1997). Cambio social y evaluación pedagógica de las tecnologías. *Revista Española de Pedagogía*, 207, 363-376. <https://cutt.ly/gbv8IoL>
- Zárate-Pérez, A. (2019). Habilidades de lectura crítica en los libros de texto de educación secundaria. *Revista Signos. Estudios de lingüística*, 52(99), 181-206. Doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-09342019000100181>