

# PIXEL BIT

Nº 62 SEPTIEMBRE 2021  
CUATRIMESTRAL

e-ISSN:2171-7966I  
SSN:1133-8482

Revista de Medios y Educación

In Memoriam  
Dr. Ángel Pío González Soto





# PIXEL-BIT

REVISTA DE MEDIOS Y EDUCACIÓN

Nº 62 - SEPTIEMBRE - 2021

<https://revistapixelbit.com>



EDITORIAL  
UNIVERSIDAD DE SEVILLA

**EQUIPO EDITORIAL (EDITORIAL BOARD)**

**EDITOR JEFE (EDITOR IN CHIEF)**

Dr. Julio Cabero Almenara, Departamento de Didáctica y Organización Educativa, Facultad de CC de la Educación, Director del Grupo de Investigación Didáctica. Universidad de Sevilla (España).

**EDITOR ADJUNTO (ASSISTANT EDITOR)**

Dr. Juan Jesús Gutiérrez Castillo, Departamento de Didáctica y Organización Educativa. Facultad de CC de la Educación, Universidad de Sevilla (España).

Dr. Óscar M. Gallego Pérez, Grupo de Investigación Didáctica, Universidad de Sevilla (España)

**CONSEJO DE REDACCIÓN**

**EDITOR**

Dr. Julio Cabero Almenara. Grupo de Investigación Didáctica, Universidad de Sevilla (España)

**EDITOR ASISTENTE**

Dr. Juan Jesús Gutiérrez Catillo. Departamento de Didáctica y Organización Educativa. Facultad de CC de la Educación, Universidad de Sevilla. (España)

Dr. Óscar M. Gallego Pérez. Grupo de Investigación Didáctica Universidad de Sevilla (España)

**EDITORES ASOCIADOS**

Dra. Urtza Garay Ruiz, Universidad del País Vasco. (España)

Dra. Ivanovna Milqueya Cruz Pichardo, Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra. (República Dominicana)

**VOCALES**

Dra. María Puig Gutiérrez, Universidad de Sevilla. (España)

Dra. Sandra Martínez Pérez, Universidad de Barcelona (España)

Dr. Selín Carrasco, Universidad de La Punta (Argentina)

Dr. Jackson Collares, Universidades Federal do Amazonas (Brasil)

Dra. Kitty Gaona, Universidad Autónoma de Asunción (Paraguay)

Dra. Elvira Esther Navas, Universidad Metropolitana de Venezuela (Venezuela)

Dr. Angel Puentes Puento, Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra. Santo Domingo (República Dominicana)

Dr. Fabrizio Manuel Sirignano, Università degli Studi Suor Orsola Benincasa (Italia)

**CONSEJO TÉCNICO**

Edición, maquetación: Manuel Serrano Hidalgo, Grupo de Investigación Didáctica, Universidad de Sevilla (España)

Dra. Raquel Barragán Sánchez, Grupo de Investigación Didáctica, Universidad de Sevilla (España)

Antonio Palacios Rodríguez, Grupo de Investigación Didáctica, Universidad de Sevilla (España)

Diseño de portada: Lucía Terrones García, Universidad de Sevilla (España)

Revisor/corrector de textos en inglés: Rubicelia Valencia Ortiz, MacMillan Education (México)

Revisores metodológicos: evaluadores asignados a cada artículo

Responsable de redes sociales: Manuel Serrano Hidalgo, Grupo de Investigación Didáctica, Universidad de Sevilla (España)

**CONSEJO CIENTÍFICO**

Jordi Adell Segura, Universidad Jaume I Castellón (España)

Ignacio Aguaded Gómez, Universidad de Huelva (España)

María Victoria Aguiar Perera, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)

Olga María Alegre de la Rosa, Universidad de la Laguna Tenerife (España)

Manuel Área Moreira, Universidad de la Laguna Tenerife (España)

Patricia Ávila Muñoz, Instituto Latinoamericano de Comunicación Educativa (México)

Antonio Bartolomé Pina, Universidad de Barcelona (España)

Angel Manuel Bautista Valencia, Universidad Central de Panamá (Panamá)

Jos Beishuizen, Vrije Universiteit Amsterdam (Holanda)  
Florentino Blázquez Entonado, Universidad de Extremadura (España)  
Silvana Calaprice, Università degli studi di Bari (Italia)  
Selín Carrasco, Universidad de La Punta (Argentina)  
Raimundo Carrasco Soto, Universidad de Durango (México)  
Rafael Castañeda Barrena, Universidad de Sevilla (España)  
Zulma Cataldi, Universidad de Buenos Aires (Argentina)  
Manuel Cebrián de la Serna, Universidad de Málaga (España)  
Luciano Cecconi, Università degli Studi di Modena (Italia)  
Jean-François Cerisier, Université de Poitiers, Francia  
Jordi Lluís Coiduras Rodríguez, Universidad de Lleida (España)  
Jackson Collares, Universidades Federal do Amazonas (Brasil)  
Enricomaria Corbi, Università degli Studi Suor Orsola Benincasa (Italia)  
Marialaura Cunzio, Università degli Studi Suor Orsola Benincasa (Italia)  
Brigitte Denis, Université de Liège (Bélgica)  
Floriana Falcinelli, Università degli Studi di Perugia (Italia)  
María Cecilia Fonseca Sardi, Universidad Metropolitana de Venezuela (Venezuela)  
Maribel Santos Miranda Pinto, Universidade do Minho (Portugal)  
Kitty Gaona, Universidad Autónoma de Asunción (Paraguay)  
María-Jesús Gallego-Arrufat, Universidad de Granada (España)  
Lorenzo García Aretio, UNED (España)  
Ana García-Valcarcel Muñoz-Repiso, Universidad de Salamanca (España)  
Antonio Bautista García-Vera, Universidad Complutense de Madrid (España)  
José Manuel Gómez y Méndez, Universidad de Sevilla (España)  
Mercedes González Sanmamed, Universidad de La Coruña (España)  
Manuel González-Sicilia Llamas, Universidad Católica San Antonio-Murcia (España)  
António José Meneses Osório, Universidade do Minho (Portugal)  
Carol Halal Orfali, Universidad Tecnológica de Chile INACAP (Chile)  
Mauricio Hernández Ramírez, Universidad Autónoma de Tamaulipas (México)  
Ana Landeta Etxeberria, Universidad a Distancia de Madrid (UDIMA)  
Linda Lavelle, Plymouth Institute of Education (Inglaterra)  
Fernando Leal Ríos, Universidad Autónoma de Tamaulipas (México)  
Paul Lefrere, Cca (UK)  
Carlos Marcelo García, Universidad de Sevilla (España)  
Francois Marchessou, Universidad de Poitiers, París (Francia)  
Francesca Marone, Università degli Studi di Napoli Federico II (Italia)  
Francisco Martínez Sánchez, Universidad de Murcia (España)  
Ivory de Lourdes Mogollón de Lugo, Universidad Central de Venezuela (Venezuela)  
Angela Muschitiello, Università degli studi di Bari (Italia)  
Margherita Musello, Università degli Studi Suor Orsola Benincasa (Italia)  
Elvira Esther Navas, Universidad Metropolitana de Venezuela (Venezuela)  
Trinidad Núñez Domínguez, Universidad de Sevilla (España)  
James O'Higgins, de la Universidad de Dublín (UK)  
José Antonio Ortega Carrillo, Universidad de Granada (España)  
Gabriela Padilla, Universidad Autónoma de Tamaulipas (México)  
Ramón Pérez Pérez, Universidad de Oviedo (España)  
Angel Puentes Puente, Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra. Santo Domingo (República Dominicana)  
Julio Manuel Barroso Osuna, Universidad de Sevilla (España)  
Rosalia Romero Tena, Universidad de Sevilla (España)  
Hommy Rosario, Universidad de Carabobo (Venezuela)  
Pier Giuseppe Rossi, Università di Macerata (Italia)  
Jesús Salinas Ibáñez, Universidad Islas Baleares (España)  
Yamile Sandoval Romero, Universidad de Santiago de Cali (Colombia)  
Albert Sangrà Morer, Universidad Oberta de Catalunya (España)  
Ángel Sanmartín Alonso, Universidad de Valencia (España)  
Horacio Santángelo, Universidad Tecnológica Nacional (Argentina)  
Francisco Solá Cabrera, Universidad de Sevilla (España)  
Jan Frick, Stavanger University (Noruega)  
Karl Steffens, Universidad de Colonia (Alemania)  
Seppo Tella, Helsinki University (Finlandia)  
Hanne Wachter Kjaergaard, Aarhus University (Dinamarca)



## FACTOR DE IMPACTO (IMPACT FACTOR)

SCOPUS (CiteScore Tracker 2021: 2.8) - Journal Citation Indicator (JCI). Posición 400 de 722 revistas  
 Puntuación: 44.67 (Q3) - FECYT: Ciencias de la Educación. Cuartil 2. Posición 16. Puntuación: 39,80-  
 DIALNET MÉTRICAS (Factor impacto 2019: 1,355. Q1 Educación. Posición 11 de 230) - REDIB  
 Calificación Glogal: 29,102 (71/1.119) Percentil del Factor de Impacto Normalizado: 95,455- ERIH PLUS  
 - Clasificación CIRC: B- Categoría ANEP: B - CARHUS (+2018): B - MIAR (ICDS 2020): 9,9 - Google  
 Scholar (global): h5: 42; Mediana: 42 - Journal Scholar Metric Q2 Educación. Actualización 2016 Posición:  
 405ª de 1,115- Criterios ANECA: 20 de 21 - INDEX COPERNICUS Puntuación ICV 2019: 95.10

Píxel-Bit, Revista de Medios y Educación está indexada entre otras bases en: SCOPUS, Fecyt, Iresie, ISOC (CSIC/ CINDOC), DICE, MIAR, IN-RECS, RESH, Ulrich's Periodicals, Catálogo Latindex, Biné-EDUSOL, Dialnet, Redinet, OEI, DOCE, Scribd, Redalyc, Red Iberoamericana de Revistas de Comunicación y Cultura, Gage Cengage Learning, Centro de Documentación del Observatorio de la Infancia en Andalucía. Además de estar presente en portales especializados, Buscadores Científicos y Catálogos de Bibliotecas de reconocido prestigio, y pendiente de evaluación en otras bases de datos.

## EDITA (PUBLISHED BY)

Grupo de Investigación Didáctica (HUM-390). Universidad de Sevilla (España). Facultad de Ciencias de la Educación. Departamento de Didáctica y Organización Educativa. C/ Pirotecnica s/n, 41013 Sevilla.  
 Dirección de correo electrónico: [revistapixelbit@us.es](mailto:revistapixelbit@us.es) . URL: <https://revistapixelbit.com/>  
 ISSN: 1133-8482; e-ISSN: 2171-7966; Depósito Legal: SE-1725-02  
 Formato de la revista: 16,5 x 23,0 cm

Los recursos incluidos en Píxel Bit están sujetos a una licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 Unported (Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual)(CC BY-NC-SA 4.0), en consecuencia, las acciones, productos y utilidades derivadas de su utilización no podrán generar ningún tipo de lucro y la obra generada sólo podrá distribuirse bajo esta misma licencia. En las obras derivadas deberá, asimismo, hacerse referencia expresa a la fuente y al autor del recurso utilizado.

©2021 Píxel-Bit. No está permitida la reproducción total o parcial por ningún medio de la versión impresa de la Revista Píxel- Bit.

**índice**

- 1.- Niveles de representación externa de estudiantes de educación secundaria acerca de la división celular mitótica: una experiencia con realidad aumentada // High school student representations of mitotic cell division: an augmented reality experience. (Bilingüe)** 7  
Francisco J. López-Cortés, Eduardo Ravanal Moreno, Claudio Palma Rojas, Cristián Merino Rubilar
- 2.- Satisfacción del profesorado con la formación en servicio online: aproximaciones desde la usabilidad pedagógica // Teachers' satisfaction with in-service online training from the viewpoint of pedagogic usability (Bilingüe)** 39  
Osbaldo Turpo-Gebera, Alejandra Hurtado-Mazeyra, Yvan Delgado-Sarmiento, Gerber Pérez-Postigo
- 3.- Evaluación de la competencia oral con rúbricas digitales para el Espacio Iberoamericano del Conocimiento // Assessment oral competence with digital rubrics for the Ibero-American Knowledge Space (Bilingüe)** 71  
Carlos Rafael Fernández Medina, Cristina Raquel Luque Guerrero, Francisco José Ruiz Rey, Diana Elizabeth Rivera Rojel, Lucy Deyanira Andrade Vargas, Manuel Cebrián de la Serna
- 4.-Agente conversacional virtual: la inteligencia artificial para el aprendizaje autónomo // Embodied conversational agents: artificial intelligence for autonomous learning. (Bilingüe)** 107  
Josué Artilles Rodríguez, Mónica Guerra Santana, M<sup>a</sup> Victoria Aguiar Perera, Josefa Rodríguez Pulido
- 5.- Gamificación superficial en e-learning: evidencias sobre motivación y autorregulación // La transición a la enseñanza en línea llevada a cabo por los docentes de América Latina y el Caribe durante la pandemia de COVID-19: desafíos, cambios y lecciones aprendidas. (Bilingüe)** 146  
Olga Juan-Lázaro, Manuel Area-Moreira
- 6.- Análisis de Género del Cine de Animación Infantil como Recurso para una Escuela Coeducativa // A Gender Perspective in Analyzing Film Production for Children as a Source for Coeducation. (Bilingüe)** 183  
Tarxilia Heras Peinado, Rosario Mérida Serrano
- 7.- Competencia digital docente en educación de adultos: un estudio en un contexto español // Digital competence in adult education: a study in a Spanish context. (Bilingüe)** 209  
Esther Garzón Artacho, Tomás Sola Martínez, Juan Manuel Trujillo Torres, Antonio Manuel Rodríguez García
- 8.- Percepción docente del uso de TIC en la Educación Inclusiva // Teacher perception on the use of ICT in Inclusive Education. (Bilingüe)** 235  
Esther Vega-Gea, Juan Calmaestra, Rosario Ortega-Ruiz
- 9.- Evaluating Eye Tracking Technology for Assessment of Students with Profound and Multiple Learning Difficulties // Evaluación de la tecnología de seguimiento ocular para la evaluación de estudiantes con dificultades de aprendizaje múltiples y profundas. (Bilingüe)** 269  
Rayjvir Grill, Sarah Younie Younie
- 10.- Coding, robotics and socio-emotional learning: developing a palette of virtues // Codificación, robótica y aprendizaje socioemocional: cómo desarrollar una combinación de habilidades (Bilingüe)** 309  
Marina U. Bers

## Evaluating Eye Tracking Technology for Assessment of Students with Profound and Multiple Learning Difficulties.

Evaluación de la tecnología de seguimiento ocular para la evaluación de estudiantes con dificultades de aprendizaje múltiples y profundas

 **Ms. Rajvir Gill**

Lecturer. Faculty Health and Life Sciences. De Montfort University, The Gateway, Leicester. United Kingdom.

 **Dra. Sarah Younie**

Professor of Education Innovation. Faculty Health and Life Sciences. De Montfort University, The Gateway, Leicester. United Kingdom.

**Recibido:** 2020/11/15; **Revisado:** 2020/12/22; **Aceptado:** 2021/02/25; **Preprint:** 2021/07/23; **Preprint:** 2021/09/01

### ABSTRACT

Eye-Gaze Tracking Technology (EGTT) is used most commonly as a communication tool for learners with profound and multiple learning difficulties (PMLD). This research investigates the use of EGTT as an assessment tool to provide additional evidence to confirm teacher assessment. The paper contributes to how teachers can address the barriers faced upon assessing students with PMLD through the use EGTT. Data was obtained from a sample of four students with PMLD and physical disabilities located within a special needs school. The qualitative methodology ensured a triangulation of data collection, which included analysis of learners' heat maps, parent questionnaires and observations of teaching via video capture. It was found that the eye-tracking data provided information on individual learner's engagement with the learning objectives, which otherwise could not have been communicated. The innovative technology provided an independent data source to inform the teacher's assessment of the learner's cognitive abilities. Overall EGTT enabled a more accurate method of teacher assessment of PMLD students' abilities, giving teachers more confidence with their judgements by providing robust evidence to underpin their professional practice. Where schools want to invest in tools which deliver, this research can guide SEN leaders/schools in deciding potential investment in EGTT equipment and how to use it as an assessment tool.

### RESUMEN

La tecnología Eye-Gaze Tracking (EGTT) se utiliza con mayor frecuencia como una herramienta de comunicación para estudiantes con dificultades de aprendizaje múltiples y profundas (PMLD). Esta investigación se trata del uso de la EGTT como herramienta de evaluación para proporcionar evidencia adicional para confirmar la evaluación del maestro. Este artículo contribuye a cómo los profesores pueden abordar las barreras que se enfrentan al evaluar a los estudiantes con PMLD mediante el uso de EGTT. Los datos se obtuvieron de una muestra de cuatro estudiantes con PMLD y discapacidades físicas ubicados dentro de una escuela especial. La metodología cualitativa aseguró una triangulación de la recopilación de datos, que incluyó el análisis de mapas de calor de los alumnos, cuestionarios para los padres y observaciones de la enseñanza a través de la captura de video. Se descubrió que los datos de seguimiento ocular proporcionaban información sobre el compromiso de cada alumno con los objetivos de aprendizaje, que de otro modo no se habría podido comunicar. La tecnología innovadora proporcionó una fuente de datos independiente para informar la evaluación del profesor de las habilidades cognitivas del alumno. En general, EGTT permitió un método más preciso de evaluación docente de las habilidades de los estudiantes de PMLD, dando a los docentes más confianza en sus juicios al proporcionar evidencia sólida para respaldar su práctica profesional. Cuando las escuelas quieran invertir en herramientas que ofrezcan resultados, esta investigación puede orientar a los dirigentes de escuelas especiales para decidir la posible inversión en equipos EGTT y cómo utilizarlos como herramienta de evaluación.

### KEYWORDS · PALABRAS CLAVES

Eye Gaze Tracking Technology; assessment; technology; special education; digital competence  
Eye Gaze Tracking Technology; evaluación, tecnología; educación especial; competencia digital

## Introduction

Current assessment in the UK with students with Special Educational Needs and Disability (SEND) includes the use of P (Progress) scale indicators, (DfE-Department for Education 2014), which are statutory and used nationally to recognise the achievements of those working towards level 1 of the National Curriculum. Teachers in special needs schools use the same national set of assessment indicators as mainstream schools, however, in SEND schools most assessment is based on teacher observations. Observations are an integral part of the assessment and can take place anytime. The 'Framework for Curriculum for students with severe and profound learning needs' proposes the assessment to be largely formative and on-going as students are unlikely to follow a linear trajectory of development (South Lanarkshire Council, 2015). Therefore, visual judgments and observations are key methods of assessment for teachers, parents and other professionals in order to record 'significant information and subtle changes...which may indicate likes/dislikes' (South Lanarkshire Council 2015, p.10). However, this approach poses a challenge as well as a major weakness in the accuracy of informal and observation assessments as information may be misinterpreted or overlooked, particularly for students with PMLD. For example, a child may seem interested in an activity but not be processing the information. However, this could be interpreted as engagement by the teacher. Reliance on teachers' visual observations can inadvertently lead to making incorrect judgements and assumptions regarding the student's likes, dislikes, interests and most importantly cognitive abilities. Writing on use of summative assessment tools for students with PMLD, Hogg (2017, p.9) states "...their suitability is questionable and the accuracy and reliability of these summative assessments is debatable as they are dependent on practitioner judgements so achieving objectivity is difficult". Weston & Ware (2018) investigated the effectiveness of Routes for Learning (RfL) in England and Wales which is a bilingual assessment tool for learners with PMLD. The assessment included materials and structured framework for teachers to use for assessment. The response from 15 schools in Wales and 53 in England (from which 36 were special schools) reported the tool as valuable. Although this was widely used and appreciated, the assessment was still reliant on teacher judgment and lacked a data recording system which would support summative assessment. Perhaps an additional source of assessment through EGTT can enhance the current assessment practices for schools wanting to gain accurate data on students with severe/multiple learning difficulties.

The working hypothesis of the research was that the use of EGTT can contribute to the accurate measurement of what PMLD students are looking at and understanding in order to provide feedback to teachers to inform more accurate assessment of students understanding and progress. Students with these needs have limited speech and vocabulary, which can be a limitation and a difficulty for teachers in making accurate measurements for assessment purposes. Relying on visual judgement can impose a risk of missed information or misinterpretation by teachers. The school for this case study approached this research with the aim to establish an accurate and more reliable assessment of students with multiple SEND/PMLD and support their teachers by providing others forms of information on assessment.

A number of studies have merged which have investigated eye-gaze tools to support individuals with severe visual/physical disabilities but they have mainly focused on using the tools for communication or to improve users eye gaze performance over time (Perfect et al.,



2019; Borgestig et al., 2017; Borgestig, 2016; Najafi et al., 2008). Holmqvist et al. (2017) carried out a study exploring parents and professionals' views on the effectiveness of gaze-controlled computer for children with severe multiple disabilities. The study found new opportunities for children to use it for communication, interaction and perform activities independently. Borgestig (2016, p.9) states that due to severe complex needs, 'it can be difficult for children to participate in standardised assessments of cognitive function' as they have 'difficulties in controlling body movement voluntarily, except for the eye movements'. Where some of these studies have acknowledged the need for assessing the appropriateness of EGTT, limited have used it for assessment in relation to curriculum scales/assessment. Renshaw et al (2012,p.21) did acknowledge this area where their study assessed the feasibility of using eye-gaze to aid the teaching of symbol recognition to those with PMLD. They found the tool to be useful in establishing 'a richer way of communicating' and providing immediate feedback on symbol recognition to support carer/teacher strategies. The study is one of the few which uses EGTT as an assessment tool to provide information for carers on symbol recognition.

The EGTT is a device that is able to track eye movement of the student in order to generate data (Eye-Gaze plotting and heat maps) to show exactly where the student is looking on screen. Thus a device which is mainly used for communication purposes can now also be used for assessment purposes. The expectation here is that the EGTT can provide a clearer assessment of the student's functional vision and the chances of misjudgments or inaccurate assessments of ability will be reduced.

This project was set up to investigate the effectiveness of using eye-tracking technology as an assessment tool, in accordance with the statutory guidance on measuring students' performance (P scale). The research contributes to the discussion on assessment of students with SEND/PMLD using innovative forms of technology.

#### Research objectives:

- To examine effectiveness of using eye-tracking technology as an assessment tool by SEND teachers.

To address this, we designed a case study approach that investigated the use of EGTT for assessment of students with limited speech.

#### Research questions:

- To research how the application of eye-tracking technology can be used to carry out accurate assessments of the student to inform and guide the school, families and teacher practice.
- To assess and confirm whether judgements and observations being made previously by teachers and parents were an accurate assessment of the student's abilities.

- 2. Literature Review

### 2.1. Defining terms

Students with multiple difficulties can fall under the SEND term which acknowledges the multiple severe learning and physical difficulties students may have (DfE, 2015). The Special Education Support Service (SESS) define Severe Learning Difficulties (SLD) and PMLD as a disability in which children lack 'a basic awareness and understanding of themselves...many of these students will have additional disabilities such as ASD (Autism Spectrum Disorder), challenging behaviour, emotional disturbance, epilepsy, hearing and physical impairment and severe impairment in communication skills' (SESS, 2015). For the purpose of this research, the term SEND/PMLD will be referred to, which will encapsulate the more severe learning needs such as SLD, PMLD, ASD and physical disabilities in order to reflect the participants of this research. Children with PMLD have greater difficulty in communicating and can have multiple and additional disabilities (Mencap, 2018). This also poses difficulties when assessing students with PMLD. Assessment of students with PMLD is largely informal and individualistic and varies from school to school with teachers having their own approaches (Glazzard et al., 2019) - this existing lack of formal assessment approaches highlights the importance of continuous assessment and systematic observation and recording by all teachers. Therefore, many schools choose to devise their individual approaches or purchase commercially produced materials (ibid).

The accuracy of assessment and feedback remains crucial for students with PMLD/SEND due to the changing nature of their learning needs. Mencap (2018) advocate that students with PMLD will continue to learn throughout their lives just like other students and negative attitudes and judgements of their ability or performance should not prevent innovative forms of support. Therefore, the focus of assessment and feedback remains essential to track those changes and learning needs.

### 2.2. Teacher integration and educational technology

There is now ample research on teachers use of educational technology for professional practice. A review by UNESCO Institute of Information Technologies in Education with the European Agency (2011) highlights the use of IT effectively for SEN students and importance of AAC (Augmentative and Alternative Communication) technology in England where resources are being developed to support assessment and communication. Starcic & Bagon (2014) claim that technology has become an important part of learning and found that it was used to support SEN before this time but it was mainly used by specialists and experts. This has now changed as teachers in mainstream classrooms are involved in tech-supported learning and contributing to its use and design (Starcic & Bagon, 2014). However, such contributions and research have focused on mainstream classrooms, fewer studies have focused on SEND teachers and how they come to innovate in special schools.

### 2.3. Theoretical frameworks and models in education technology

In the research literature there is a range of theoretical frameworks and models to explain the process of by which teachers integrate technology into their professional practice, with the most cited being: TAM (Technology Acceptance Model), TPACK (Technology Pedagogy Content Knowledge), UTAUT (Unified Theory of Acceptance and Use of

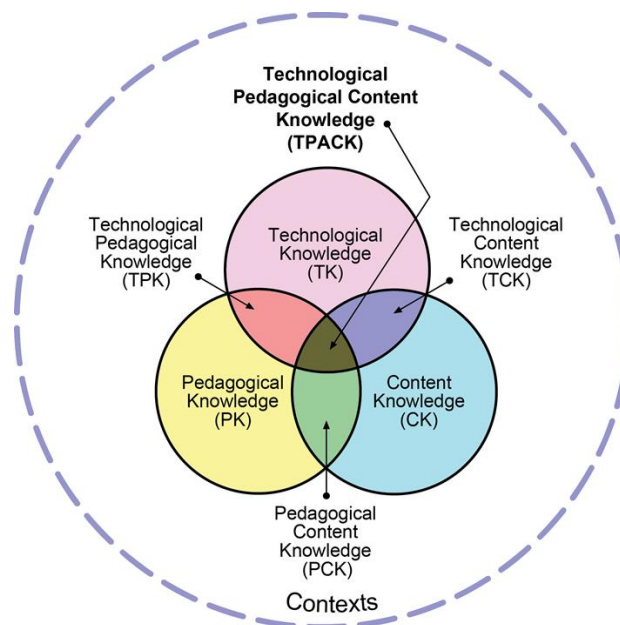
Technology), alongside the theory of the diffusion of innovations from Rogers (2003). This latter theory was developed to explain the adoption of innovations and was a generalised model not specific to education technology, however, it had explanatory value in describing the trajectory of an innovation. This model outlined how the ‘innovators’ were the first to experiment, followed by the ‘early adopters’, then the ‘early/late majority’.

With respect to education technology specifically, we find the first model that dominated the field was TAM. TAM examined how users come to adopt technology and it was originally developed by Davis (1989). The model was designed to outline an individual’s intentions to use a new type of technology and to explain user acceptance (Teo, 2009). TAM proposes that intentions to use technology are guided by two main concerns: perceived usefulness and perceived ease of use. These two perceptions influence the teacher’s overall attitude towards a new technology.

TAM, however, was superseded by the development of the TPACK framework by Mishra & Koehler (2006) and their subsequent refinement of the model (Koehler et al., 2011). This model was inspired by the work of Shulman (1986) and his identification of the types of knowledge teachers require for their professional practice. Shulman (1986) developed his seminal model that identified eight types of which ‘pedagogic knowledge’ was key (see Capel et al., 2016). Mishra & Koehler (2006) advanced Shulman’s (1986) model of teacher’s knowledge to include technology, which included the sub domains: technology content knowledge (TCK), technology pedagogy knowledge (TPK) and technology pedagogy content knowledge (TPACK). See figure 1.

**Figure 1**

*TPACK*



**Source:** Reproduced by permission of the publisher, © 2012 by tpack.org (<https://matt-koehler.com/tpack2/using-the-tpack-image/>)

TCK - technology content knowledge: knowledge of the relationship between the subject/curriculum and technology (how technologies have contributed and advanced knowledge within a subject discipline)

TPK - technology pedagogy knowledge: knowledge of how technology can be integrated into learning and teaching (the pedagogical affordances of technology)

TPACK - technology pedagogy content knowledge: understanding the relationship between all the domains, including the complexity of the interplay between them, which is dynamic and multidimensional.

The centre of the Venn diagram identifies TPACK as:

“A contingent, flexible kind of knowledge that lies at the intersection of these knowledge bases, requiring teachers to develop deep, complex, fluid and flexible knowledge of all three components of the framework” (Koehler et al., 2011, p.149).

This demonstrates not only the different types of professional knowledge that teachers need, but also the complex interplay between the varying domains of knowledge (Koehler et al., 2007). Studies have since attempted to apply this model to understanding how teachers integrate technology into their practice (De Rossi & Trevisan, 2018; Tondeur et al., 2013).

However, as Tondeur et al. (2013) rightly argue, focusing on the teachers' technological competence as a separate area is not a key objective of teacher education, so teachers have to learn whilst 'on the job' in schools. This leads to a more haphazard development and inconsistent use of technology across teachers in their practice.

To date, the most complex of the models that has been developed is the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT) model. This was developed by Venkatesh et al. (2003), and is based on behavioural prediction models, which were synthesised into one theory to understand how a teachers' intention to use a new technology is formed. The model has four core determinants of intent to use and actual usage of technology, along with four key moderators that effect the impact of each determinant.

As with the TAM and TPCK framework, the UTAUT model offers a useful lens through which to consider a teacher's attitudes in relation to their technology acceptance and use. However, these have been criticised for failing to adequately account for the more contextual, social and environmental influences that are exerted on teachers when attempting to integrate technology into their professional practice, which originate from the school culture in which they are working (Atkins 2018; Younie 2007).

### *2.3.1. Shortcomings in education technology research*

TCK - technology content knowledge: knowledge of the relationship between the subject/curriculum and technology (how technologies have contributed and advanced knowledge within a subject discipline)

TPK - technology pedagogy knowledge: knowledge of how technology can be integrated into learning and teaching (the pedagogical affordances of technology)

TPACK - technology pedagogy content knowledge: understanding the relationship between all the domains, including the complexity of the interplay between them, which is dynamic and multidimensional.

The centre of the Venn diagram identifies TPACK as:

“A contingent, flexible kind of knowledge that lies at the intersection of these knowledge bases, requiring teachers to develop deep, complex, fluid and flexible knowledge of all three components of the framework” (Koehler et al., 2011, p.149).

This demonstrates not only the different types of professional knowledge that teachers need, but also the complex interplay between the varying domains of knowledge (Koehler et al., 2007). Studies have since attempted to apply this model to understanding how teachers integrate technology into their practice (De Rossi & Trevisan, 2018; Tondeur et al., 2013).

However, as Tondeur et al. (2013) rightly argue, focusing on the teachers' technological competence as a separate area is not a key objective of teacher education, so teachers have to learn whilst 'on the job' in schools. This leads to a more haphazard development and inconsistent use of technology across teachers in their practice.

To date, the most complex of the models that has been developed is the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT) model. This was developed by Venkatesh et al. (2003), and is based on behavioural prediction models, which were synthesised into one theory to understand how a teachers' intention to use a new technology is formed. The model has four core determinants of intent to use and actual usage of technology, along with four key moderators that effect the impact of each determinant.

As with the TAM and TPCK framework, the UTAUT model offers a useful lens through which to consider a teacher's attitudes in relation to their technology acceptance and use. However, these have been criticised for failing to adequately account for the more contextual, social and environmental influences that are exerted on teachers when attempting to integrate technology into their professional practice, which originate from the school culture in which they are working (Atkins 2018; Younie 2007).

## 2.4. Technology and SEND: Rise of technological devices

The use of technology to support SEND students has gained popularity with educators using technology devices/tools for different purposes (Fernandez-Lopez et al., 2013; Frauenberger et al., 2011; Younie & Cameron 2014). For example, Fernandez-Lopez et al., (2013) explored the use of mobile technology to support students with special needs, and Frauenberger et al. (2011, p.2) reports on the ECHOES project, which aimed to 'design a technologically enhanced learning environment to scaffold the development of social skills' and participation of students with Autism.

Over the years, the deployment of technology for pedagogic practice has become more effective and useful in schools (Younie & Leask, 2013). Hi-tech AAC devices appeared first, offering speech output, designed for hearing impairments, adaptive keyboards, tracking eye movement and other features (Shelton, 2018). There are now also AAC devices which support children and young people experiencing SEND in their learning, every day activities and as a communication tool (Younie & Cameron, 2014). Overall, we see an informed

pedagogical change in ways which technology is used to support students with additional needs based on a better understanding of their needs and overall provision.

With the growing trend of technology being specially designed for educational purposes, there are now devices that are being developed by companies solely aimed at students with SEND. One being the EGTT and the specific software used for this research. EGTT is mostly used, presented and sold as a communicative tool, whereas this research assessed the use of this device as an assessment tool for teachers, to more accurately gather data on students' understanding of lesson content and thereby inform teachers' judgements on student progress. Vessoyan et al., (2018) concluded that the use of eye-tracking technology was a useful and satisfactory tool to support individuals with Rett syndrome in communicating. Furthermore, a systematic review of 58 studies in the last two years of eye-gaze tracking research by Alemdag & Cagiltay (2018, p.416) found all studies conducted showed an 'increase on the use of eye tracking technology to examine cognitive activities in computer-based learning environments'. However, the literature shows limited research in using this tool to assess students in the classroom with complex needs/PMLD. Where Renshaw et al., (2012) does provide valuable research on this, they do recommend using EGTT as an assessment tool against national standards.

Using eye-gaze technology to assess cognitive abilities of students with PMLD presents additional opportunities. Where assessment of students with PMLD can impose difficulties for practitioners, the technology can be used as tool to minimise the limitations and weaknesses of other assessment methods. This research project provides an example of how technological devices have evolved and utilised by teachers to aid in their assessment of PMLD student progress.

As well as offering assessment data, the tool can also be utilised to give students a voice. Pearlman & Michaels (2019, p.151) offer valuable insights on hearing the voice of students with PMLD. The authors warn researchers and practitioners to be 'cautious in interpreting choices, non-verbal communication and behaviour responses' as these can change over-time and one-off observations may not be valid. Porter et al., (2001) also stresses the importance of interpreting/validating communication of individuals with PMLD as this can be a challenge when assessing each child's views and responses. This also echoes this research aim to use video recordings and data from eye-gaze tracking technology to assess students' responses in order to offer further validation to initial teacher observations for the assessment of students' progress.

The EGTT was fundamental to the pedagogical vision of this project because the device offers a way of collecting data on student preferences through tracking what their eyes focus on, which is way of giving students 'voice'; specifically, through more accurate and reliable data on what the students are attending to. In this way, the student's voice can be included in developing and improving future teaching activities and identifying individual student interests.

## 2.5. Why Eye Gaze technology was used for assessment and observations

Advances in technology have resulted in high-performance devices for eye tracking being developed. With respect to identifying children's interests, both teachers and parents have historically relied on watching and observations, a key method to inform them of

children's preferences. For example, key factors are the length of time engaged and level of enjoyment the child is showing in certain activities and for topics. The difficulty that the school had encountered with the selected students with PMLD was that the student's behaviour, body language and often repetitive movements or even lack of observable responses masked and hid the clues that teachers would normally rely on to help inform their judgements. The EGTT can supplement teachers' professional judgement and, therefore, be used to help deepen a teacher's understanding of the student's cognitive development and individual student motivators. This, in turn, can be used to adapt teaching practices. For example, using the heat map to identify students' eye movement, dwell time and gaze informs teachers about what exactly the child is looking at and whether it is sound, images or the movement of an object on screen that the students are interested in.

## 2.6 Equipment used and how it was set up

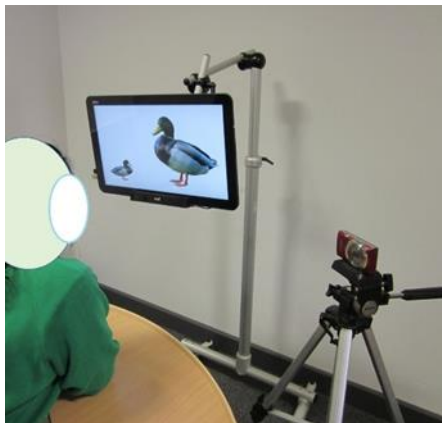
EGTT is a device that attaches to the bottom of a computer monitor. The device is called the Tobii PC EyeGo that had already proved to be effective in improving the communication skills of students at the research setting. This stand-alone eye-tracking device allows the user (student) to control a computer using their eyes. The additional Gaze Viewer software that is used in conjunction with the Tobii PC EyeGo, then facilitates the collection of evidence by recording the student's eye movements. This can be used with any computer program or application like PowerPoint, or when watching video or internet browsing. The track box can capture eye/head movement and is able to capture eye movement very quickly. The 'track box' is the term used to describe the space that is available within which to move your head and still be able to be captured by the device camera. This then produces 'heat maps' which shows exactly where the user is looking and moving their gaze to. It also provides gaze plotting data to show in which order the objects were looked at.

The computer monitor displays the lesson content and the resources on the screen are used to stimulate student learning. The EGTT allows the teacher to see where students are focusing and what they are looking at more accurately. For example, if there is a range of objects, such as from a kitchen scene (with cups and glasses), the teacher can ask which is the biggest/smallest, empty/full and so on and thereby assess the student understanding of mathematical concepts: allowing for a more accurate assessment of learning. See Figure 2 for equipment and user set up and figure 3 and 4 for examples of assessment activities.

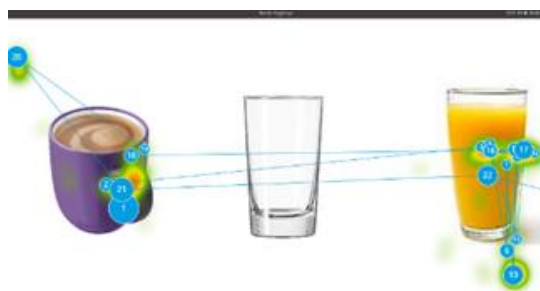
The camera mounted on the tri-pod stand was to record the teaching session, which enabled the team of co-researchers to analyse the observation data recorded from the lesson. This facilitated co-investigator triangulation of the data to increase validity and reliability when forming conclusions (see Methodology section below).

The software title purchased for this study which contained lesson content were 'Look-to-Learn', 'Look-to-Learn Sounds and Scenes' and 'Sensory EyeFX'. These had 40 applications to support and promote the earliest levels of Eye-Gaze computer access. The software and hardware used were carefully designed to ensure they meet students' physical needs with disabilities as well as to providing accurate and reliable results of eye tracking. This was also to respect and give students 'a voice' by using appropriate equipment to suit their ability levels.

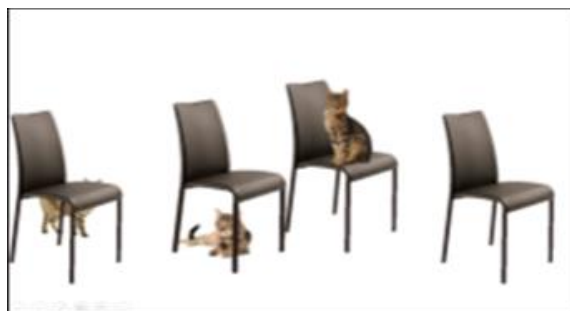
**Figure 2**  
*Equipment set up in the classroom*



**Figure 3**  
*Activity to assess understanding of volume*



**Figure 4**  
*Understanding of object placement*



### 3. Methodology

The selected school for this research was a Special Needs School (4-19 years) in a city. The school is actively engaged in using technology to support students learning overall. At



the time of this research, 90 students attended the school and all had either SLD or PMLD. Many students have additional physical and/or sensory impairment and a quarter have autistic spectrum disorders (ASD).

The research adapted a case study design which is known for its strengths in ability to focus on the complexity of the case; attention can be focused on selected and fewer variables and enquiry of real-life context (Yin, 2018). Due to the complexity of assessing students with PMLD and limited vocabulary, a case study design allowed for selected variable to be focused on such as assessment and use of eye-gaze technology to gather accurate data of student's abilities and likes/dislikes.

The research was conducted using a collaborative inquiry methodology, involving the academic researchers, the Head Teacher and the school's Communication Co-ordinator. This allowed those involved to contribute to the research design (Cohen et al., 2018). The data was collected by the teachers as co-researchers who worked directly with the students. Once the data had been gathered from the teaching sessions, the teachers then met with the researchers to analyse the data. Furthermore, this increases the validity and trustworthiness of the findings and data collected as more than one researcher has investigated and analysed the data (Archibald, 2015).

The reason for teachers collecting data was to maintain a naturalistic environment for the students. Due to student's disabilities, it was important to eliminate any factors which may disturb or make the students anxious such as having another unknown adult or stranger in the room. This reflected the ethical sensitivities of working directly with PMLD students and the need to honour maintaining a naturalistic setting. This approach also allowed observations to be recorded exactly as they occur which maintains an element of ecological validity. Ecological validity is the process by which the results can be said to be valid as they are conducted in a natural environment (Martella & Nelson, 2013).

Following a purposive sampling, originally six students were selected. As the research began, it became apparent that two students were unable to continue due to very severe visual impairments, which meant they could not focus on the screen. They were not responsive and no data was collected from the heat maps. This process was given careful consideration as it was important to ensure those involved could hold voluntary gaze on the screen and be able to complete the intended observation sessions in a comfortable space.

The sample was selected by the Head Teacher and the communication co-ordinator, who choose students they thought would benefit the most from the one-to-one intervention with the technology. For these students, the teachers would gain a much better understanding of the student's ability with the eye tracking technology and would benefit from more assessment information regarding interests and preferred learning areas. The difficulty that staff had encountered with the selected students was that the student's behaviour, body language and often repetitive movements or even lack of observable responses had masked and hidden the clues.

Qualitative data was derived from direct fieldwork observations collected by the teachers as co-researchers who engaged in naturalistic inquiry, studying real-world settings inductively to generate rich narrative descriptions and construct case studies (Cohen et al., 2018). The recordings of these observations were later shared with the research team to validate and form reliable conclusions. The main methods to collect data were: participant observations (by the Head Teacher and the school's Communication Co-ordinator), surveys

(from the parents and teachers) and semi-structured interviews with the communication co-ordinator who was responsible for recording and taking part in participant observations. The heat maps produced during the participant observations were used as part of analysis. See Figures 5 and 6 for examples of heat maps generated.

**Figure 5**

*Example of heat map (I)*



**Figure 6**

*Example of heat map (II)*



Participant observations were conducted in a room familiar to the students. During the observations, two cameras were used: one was the Eye-Gaze device to track eye movement of the student and the second was used by the teacher co-researchers to record the teaching sessions of the student's physical responses when engaging with the EGTT device and teaching activities on the computer screen. On average five observation sessions were completed with each student participant varying in time due to different needs (average time being 20 minutes).

Surveys were sent to parents/carers and classroom teachers to be completed regarding the student's likes/dislikes and topics they were interested in prior to the start of the sessions. The survey asked questions concerning students' abilities to recognise pictures of themselves; of their parents, teachers; what students enjoyed watching; students' abilities to recognise drawings, coloured symbols, real objects and whether they were able to follow moving objects on screen.

After the student data collection, an interview was conducted by a university researcher with the communication co-ordinator. As well as conducting the Eye-Gaze sessions herself, the communication co-ordinator has also participated in analysing the data for each student along with the university researchers. Therefore, an interview with the communication co-ordinator provided more detail on how the process of conducting the research with the technology and students occurred and which changes were made to accommodate students' needs across the teaching sessions. Porter et al., (2001) empathises the importance of working with those who are involved in the individual's life and are able to offer alternative perspectives in order to form a reliable picture. This can include staff, family, parents, practitioners and professionals. Pearlson & Micheals (2019) also support this suggesting validity to be important when analysing/interpreting voice of people with PMLD. They suggest although those directly involved may be emotionally attached therefore lacking objectivity however the researchers may also risk this by misinterpreting data. Therefore,

the professional, parents, and staff working together is key (Winter & Bunn 2019; Porter et al., 2001).

### 3.1. Ethical consideration

Confidentiality, parental consent and anonymity were maintained throughout following BERA (2018) guidelines. To protect data and follow school policy, no videos data was shared via emails for analysis resulting in analysis being completed within the school premises.

## 4. Analysis and results

This section presents the key themes generated from data analysis.

### 4.1. Human observation vs technology

The aim of this research was to carry out a more accurate form of assessment with PMLD students who the teachers found difficult to assess by traditional means. Students with complex and multiple learning and physical difficulties can be challenging to observe and form judgements of their abilities and interests (Weston & Ware 2018). Judgements from teachers and student preferences on learning were collected and used alongside data from the eye-tracking technology to confirm assessment information on these students and to gain additional information for future teaching. It was found that some human (teacher) observations and judgements on students were not accurate and human error can mislead teachers about whether their students were engaged in learning and whether they understand a particular concept. Hogg (2017) does identify this as a challenge the reliability and accuracy of assessment which is dependent on practitioner judgement.

This was evident on a number of occasions: for example, when assessing a student's understanding of the concept of full/empty. Student B's observation from their baseline-video showed the student being presented with an empty cup and full cup and then asked to select which one is full. However, student B picks both options. The observation from this showed that he does not understand the full/empty concept. However, the data from his heat maps clearly shows that student B understands which cups are full as he could demonstrate from his eye-Gaze data (see Figure 3). Without the use of technology this judgement about the student's understanding would not have been as precise. This was a significant finding which justified the use of EGTT and aim of the research to evaluate its use by teachers. This demonstrated how the technology was used to develop more accurate assessments of students' abilities.

Similarly, student C looked very engaged in some activities, but the heat maps showed otherwise. It was found that student C was distracted by her reflection on the screen (the screen had a black background that was reflective) whereas in her classroom observations, it may seem she is fully engaged and focused on the screen. The Eye Gaze technology with the eye tracking device and heat maps offered a different way of assessing these students' engagement, cognitive understanding and motivators. For example, one student was always

motivated to look at food objects on the screen, whilst not attending to other objects even when asked to by the teachers.

## 4.2. Visual Images

With respect to visual images and cartoons the Eye Gaze data proved that the SEND students were not necessarily attracted to these images. The heat maps from student C, A and D show very minimal or no interest at all in them. Though student D and B show some visual attention to these, they were not focused on the cartoons (of animals) on the screen, but rather showed they were glancing all around. This was an interesting finding as the teachers expected students to enjoy cartoon videos and images as they would watch cartoons at home on TV as their parents reported in the survey data collection. This was also stated in some surveys in which parents stated 'Tom and Jerry' and CBeebies were things the students enjoyed watching. However, the eye gaze data reveals a disengagement in cartoons and instead a keen or preferred interest in the images of real objects instead.

The students' preference for use of real images of objects (animals, equipment and food) was an element found with all students and this is an important finding.

The assessment process included cartoon drawings, coloured and black/white images, all of which held little or no interest, whereas all students responded in some way to real images. The teachers found that the students understanding of images is based on using real objects, whereas cartooned images can confuse them.

This also highlights the necessity of in-depth observations to be conducted by both parents and teachers to ensure the content and images being presented to the child are familiar to what they see around them. This will support the students in understanding the objects and images they see on a day-to-day basis and avoid confusing them with cartoon images. Borgestig (2016) talks about adapting the intervention to support the complex needs. This can include content as well as timeframes. Borgestig also adapted these changes to their research after discussion with professionals which is deemed important part of the process.

## 4.3. Personalised Learning

This theme emerged as the observation sessions progressed. The sessions began with the use of the 'Look-to-Learn' activities, but as the sessions progressed, it was too complex for some students. For example, multiple objects moving on screen at the same time. Therefore, more personalised materials for each student were created by the communication co-ordinator. For example, it was found from the surveys and the videos that student D was fascinated by clocks, so activities based around clocks were created. The activities were differentiated according to each students' needs and abilities: some were showing big/small objects, others only coloured objects.

The second finding was that materials used with students with complex and multiple needs should be personalised to their needs and abilities.

Although software programmes are designed to support the students, nevertheless it is important to highlight here that schools need to identify the students' level of understanding. Where some students such as those in this research have severe learning and physical difficulties, it was found that creating personalised activities was more beneficial as the students' interests and likes could be integrated into the activities. This was also found in Najafi et al. (2008) case studies in which they found personalising the software/devices to be a key factor for interaction.

#### 4.4. Clutter and busy backgrounds

The 'Look-to-Learn' computer programme provided a range of activities and images for the students to work with. However, it was found that most images were too complicated and cluttered with busy background and too many moving objects, which caused confusion for most students and was a distraction. The teacher asked students to find the bi-cycle which upon gaze would move. However, it was found that students gazed all over the screen which resulted multiple objects moving. With sudden moments of objects on screen and busy background images, the activity and sound caused confusion for the students.

As a result, the communication co-ordinator decided to use images without the 'cause and effect' function and created her own materials to avoid the busy backgrounds as a distraction. The images that had busy backgrounds such as the park, or the house with many objects, were interrogated, to see what the students focused on. It was found that those students who were interested in faces and mouths (student C, A and B) looked at faces on some images, but were distracted by the clutter around the people on busy background images.

A third finding therefore is that the images being used on screen for the activities, should be kept simple for the PMLD students.

It was observed that all students had a better focus and were able to provide more information on how they process visual information in simple, clutter free pictures. They were able to maintain eye gaze and focus on images with a background in different colours but not images with a lot of clutter (such as equipment, food, shelves, cupboards etc.). This knowledge on how these students' process images can be used as a teaching strategy for student B, A and especially student C who showed a keen interest in faces and people.

A fourth finding is that as a teaching strategy, teachers could keep the space around the interactive whiteboard clear to encourage the students to focus on the screen.

There should be no distraction by posters, stickers or displays around the board, helping to retain students' attention. Teachers can use this information to avoid clutter around displays or presenting too many objects during activities.

#### 4.5. Enhancing Student Voice

Importantly, strategies were deployed by the teachers to strengthen the students' voice: the surveys sent home before the action research began; the Eye Gaze plotting and heat maps; and the supplementary field notes taken by the teacher observer (head teacher and the communication co-ordinator), followed by the analysis of the data by the research team.

This enabled multiple data sets to be integrated to identify students' preferences. In addition, this triangulation of data provided a more robust evidence base to inform the teachers' judgments.

A fifth finding is that the combination of techniques above significantly enhanced the teachers' confidence in their assessment of the student's performance levels.

## 5. Discussion

The aim of this research was to carry out a more accurate form of assessment with PMLD students who the teachers found difficult to assess by traditional means. It was found that some teacher observations and judgements on students were not accurate and can mislead teachers about whether their students understood a particular concept. Without the use of technology, the judgements found about the student's understanding would not have been as precise. This was a significant finding which justified the use of EGTT and aim of the research to evaluate its use. Although some are minor findings, small changes in performance can be meaningful for students with limited communication and vocabulary (Verssoyan et al., 2018). Observations and opinions on student's assessment can be subjective and lack the objectivity needed to inform the next steps for students' progression (Renshaw et al., 2012). Therefore, the use of EGTT can provide another independent source of data which teachers can use in conjunction with other forms of assessment to achieve further accuracy.

Schools who may wish to invest in this technology for SEND students can purchase the Eye Gaze device (track box and screen) and develop their own materials giving the assessment a personalised element, which the students may engage with more. The images and videos should be kept simple and as the Eye Gaze sessions progress, the difficulty of activities can also be increased if needed. The creation for new content/activities is found to be beneficial if selected staff can set aside time to ensure the technology is used effectively (Holmqvist et al., 2017) and can encourage schools to devise their individual approaches (Glazzaed et al., 2019). This is essential when deploying technology for students with PMLD as it requires to meet their individual needs as well curriculum guidelines (DfE, 2015) therefore making personalised learning a vital aspect. Earlier research has emphasised on the use of personalised and adaption of content (Borgestig, 2016). This research also shows this as well keeping the content simple to match the students learning needs/level at initial stages. This will also support SEND teachers in adapting their teaching strategies in the classroom. Furthermore, for such content to be created, it is essential that schools work in collaboration with other professionals and parents/carers. Earlier research has acknowledged the importance of involving those who are closest to the student to gather initial baseline data, design content and when interpreting data (Porter et al., 2001). Similarly, Holmqvist et al. (2017) findings on the importance of collaborating with those who are closest to the students in order to provide stimulating content for the technology to be useful and effective. The researchers in this project were not known to the students therefore working with school staff as co-investigator was essential to maintain naturalistic environment and offer alternatives perspectives during data analysis process (Martella & Nelson, 2013).

Through this research, Eye Gaze allowed teachers to assess their engagement through the student's eye movements using a range of visual materials to engage them. Mencap (2018) highlight the challenges and complexity of this area stating that SEND students experience problems in expressing themselves. This was a challenge for the teacher co-researchers but with appropriate techniques, they were able to give these students a voice using Eye Gaze to form an accurate picture of the students understanding. School government policies also reflect this, highlighting the importance and the right for all children to express and have a voice (DfE, 2015).

The students who were selected had multiple learning difficulties and as a result the school had little information on their understanding of images and how they process the environment around them. The sample was small and therefore cannot be generalised, but the four students have provided valuable and significant data that indicates that more accurate assessment about students with severe learning difficulties can be achieved. Some of the data confirmed judgements of parents and teachers. But in addition, the teachers found that Eye Gaze assessment revealed information about the learner that the teacher could not achieve with observation alone.

## 6. Conclusions

The teachers were aware that assessment of PMLD students is a challenge because of the communication barriers. This research project developed a collaborative inquiry, which was designed by the SEND teachers as co-researchers, working alongside university researchers, as the teachers had realised that EGTT, which they were already using as a communication aid, also had potential for enhancing assessment exercises. The research can also guide schools in making purchasing decisions with respect to technology procurement, which can be expensive. In addition to purchasing guidance, this research can offer a contribution on how SEND teachers can use EGTT for assessment purposes as well as communication.

Another discovery was that at this level of multiple and complex difficulties, the software activities may be too complex and images too busy. Therefore, more can be gained if materials are personalised and simplified by the schools. Teachers learnt to remove displays around the computer screen and interactive whiteboard in order to maintain focus and to use real object images with students to help develop students understanding of different concepts. The findings from the research using EGTT not only improve teacher's practice, but also informs parents of what interests and motivates their children, what their child can do and how they understand what is being said to them. The project also contributes in giving students a voice who have limited vocabulary and speech. The assessment of their likes/dislikes did not only inform teacher assessment but also support parents /teachers to personalise their learning activities.

With respect to the theoretical lens that was brought to bear on understanding the teachers' professional practice, the model that we identified as having the most explanatory power was Rogers (2003) theory of innovation. In this model teachers can be understood to be innovators as they had developed a novel approach to using the technology, which had not been done before, thereby displaying innovation.

Overall the conclusion is that this technology is an effective device to enhance assessment which not only benefits learners and parents, but also gives students with SEND/PMLD more of a voice in their learning. Significantly, it also allows for more accurate and robust assessment of PMLD students who can be a challenging to assess. It gives teachers an additional tool to collect data to inform their professional judgment of a student's abilities and standardised assessment. In turn increasing teachers' confidence in the assessment of students' progress and attainment at a time where such measurements are vital.

## 6.1. Recommendations

It is recommended that teachers receive training before the use of Eye Gaze and a designated staff member who deals with the whole process to ensure the appropriate materials are created for students. If other schools wish to use Eye Gaze for assessment purposes, it is recommended that they create their own personalized materials as the software can be confusing and distracting for students with complex needs. To enable the technology to be embedded, teachers could build on the resources developed in this case study by sharing knowledge and resources to help overcome the barriers to innovation (see/contact corresponding author for further information).

## Acknowledge

We acknowledge the support given to the 'Eye-Gaze Tracking Technology for Assessment' project from Leicester City Council and the DigiLit Project, which was funded by the Building Schools for the Future Programme, ICT Innovation Fund (UK).

We would also like to acknowledge the school staff for working with us as co-investigators to effectively carry out this research.



# Evaluación de la tecnología de seguimiento ocular para la evaluación de estudiantes con dificultades de aprendizaje múltiples y profundas

## 1. Introducción

Actualmente, en el Reino Unido, la evaluación de los estudiantes con necesidades educativas especiales y discapacidades (SEND) incluye el uso de indicadores de la escala P (Progreso) (DfE-Department for Education 2014), que son obligatorios y que se utilizan a nivel nacional para reconocer el alcance del nivel 1 del Currículo Nacional. Los maestros de las escuelas especiales utilizan el mismo conjunto nacional de indicadores de evaluación que las escuelas ordinarias; sin embargo, en las escuelas especiales, la mayoría de las evaluaciones se basan en observaciones de los maestros. Las observaciones son una parte integral de la evaluación y pueden realizarse en cualquier momento. El "Marco del plan de estudios para estudiantes con necesidades de aprendizaje graves y profundas" propone que la evaluación sea en gran medida formativa y continua, ya que es poco probable que los estudiantes sigan una trayectoria lineal de desarrollo (South Lanarkshire Council, 2015). Por lo tanto, los juicios visuales y las observaciones son métodos claves de evaluación para maestros, padres y otros profesionales con el fin de registrar "información significativa y cambios sutiles ... que pueden indicar gustos / disgustos" (South Lanarkshire Council 2015, p.10). Sin embargo, este enfoque plantea un desafío, así como una debilidad importante en la precisión de las evaluaciones informales y de observación, ya que la información puede malinterpretarse o pasarse por alto, especialmente para los estudiantes con PMLD. Por ejemplo, un niño puede parecer interesado en una actividad pero no está procesando la información. Sin embargo, el maestro podría interpretarlo como interés. La confianza en las observaciones visuales de los maestros puede llevar inadvertidamente a hacer juicios y suposiciones incorrectos con respecto a los gustos, aversiones, intereses y, lo que es más importante, las habilidades cognitivas del estudiante. Al escribir sobre el uso de herramientas de evaluación sumativa para estudiantes con PMLD, Hogg (2017, p. 9) afirma " ... su idoneidad es cuestionable y la precisión y confiabilidad de estas evaluaciones sumativas es discutible ya que dependen de los juicios de los profesionales, por lo que lograr la objetividad es difícil". Weston & Ware (2018) investigaron la efectividad de Routes for Learning (RfL) en Inglaterra y Gales, que es una herramienta de evaluación bilingüe para estudiantes con PMLD. La evaluación incluyó materiales y un marco estructurado para que los maestros los utilicen en la evaluación. Las respuestas de 15 escuelas en Gales y 53 en Inglaterra (de las cuales 36 eran escuelas especiales) señalaron que la herramienta era valiosa. Aunque esto fue ampliamente utilizado, la evaluación aún dependía del juicio del maestro y carecía de un sistema de registro de datos que respaldara la evaluación sumativa. Quizás una fuente adicional de evaluación a través de EGTT pueda mejorar las prácticas de evaluación actuales para las escuelas que desean obtener datos precisos sobre los estudiantes con dificultades de aprendizaje graves o múltiples.

La hipótesis provisional de la investigación fue que el uso de EGTT pueda contribuir a la medición precisa de lo que los estudiantes de PMLD ven y comprenden para proporcionar retroalimentación a los maestros para informar una evaluación más precisa de la comprensión y el progreso de los estudiantes. Los estudiantes con estas necesidades

tienen un habla y un vocabulario limitados, lo que puede ser una dificultad para los maestros a la hora de realizar mediciones precisas con fines de evaluación. Depender del juicio visual implica el riesgo de que los profesores pierdan información o que la interpreten mal. La escuela para este estudio de caso abordó esta investigación con el objetivo de establecer una evaluación precisa y más confiable de los estudiantes con múltiples SEND / PMLD y apoyar a sus maestros al proporcionar otras formas de información sobre la evaluación.

Se han surgido varios estudios que investigaron las herramientas de la mirada para ayudar a las personas con discapacidades visuales / físicas graves, pero se han centrado principalmente en el uso de las herramientas para la comunicación o para mejorar el rendimiento de la mirada de los usuarios a lo largo del tiempo (Perfect et al., 2019; Borgestig et al., 2017; Borgestig, 2016; Najafi et al., 2008). Holmqvist y col. (2017) llevaron a cabo un estudio que exploró las opiniones de padres y profesionales sobre la efectividad de la computadora controlada por la mirada para niños con discapacidades múltiples graves. El estudio encontró nuevas oportunidades para que los niños lo utilicen para comunicarse, interactuar y realizar actividades de forma independiente. Borgestig (2016, p. 9) afirma que debido a necesidades complejas y severas, "puede ser difícil para los niños participar en evaluaciones estandarizadas de la función cognitiva", ya que tienen "dificultades en controlar el movimiento corporal de forma voluntaria, excepto los movimientos oculares". Mientras que algunos de estos estudios han reconocido la necesidad de evaluar la idoneidad de EGTT, pocos lo han utilizado para la evaluación en relación con las escalas / evaluación del plan de estudios. La investigación de Renshaw et al (2012, p.21) reconoció este tema, evaluando la viabilidad de usar la mirada para ayudar en la enseñanza del reconocimiento de símbolos a las personas con PMLD. Descubrieron que la herramienta era útil para establecer "una forma más rica de comunicación" y proporcionar retroalimentación inmediata sobre el reconocimiento de símbolos para apoyar las estrategias del cuidador / maestro. El estudio es uno de los pocos que utilizan EGTT como herramienta de evaluación para proporcionar información a los cuidadores sobre el reconocimiento de símbolos.

El EGTT es un dispositivo capaz de rastrear el movimiento de los ojos del estudiante para generar datos (gráficos de ojos y mapas de calor) para mostrar exactamente dónde esté mirando el estudiante en la pantalla. Por tanto, un dispositivo que se utiliza principalmente con fines de comunicación ahora también se puede utilizar con fines de evaluación. La expectativa aquí es que el EGTT pueda proporcionar una evaluación más clara de la visión funcional del estudiante y que se reduzcan las posibilidades de errores de juicio o evaluaciones inexactas de la capacidad.

Este proyecto se creó para investigar la eficacia del uso de la tecnología de seguimiento ocular como herramienta de evaluación, de acuerdo con la orientación legal sobre la medición del desempeño de los estudiantes (escala P). La investigación contribuye a la discusión sobre la evaluación de estudiantes con SEND / PMLD utilizando formas innovadoras de tecnología.

#### Objetivo de la investigación:

- Examinar la eficacia del uso de la tecnología de seguimiento ocular como herramienta de evaluación por parte de los profesores de SEND

Para abordar esto, diseñamos un estudio de caso que investigó el uso de EGTT para la evaluación de estudiantes con habla limitada.

Preguntas de investigación:

- Investigar cómo la aplicación de la tecnología de seguimiento ocular se puede utilizar para llevar a cabo evaluaciones precisas del estudiante para informar y orientar la práctica de la escuela, las familias y los maestros.
- Evaluar y confirmar si los juicios y las observaciones realizadas previamente por los maestros y los padres fueran una evaluación precisa de las habilidades del estudiante.

## 2. Revisión de la literatura

### 2.1. Definición de términos

Los estudiantes con múltiples dificultades pueden incluirse en el término SEND, que reconoce las múltiples dificultades graves de aprendizaje y físicas que pueden tener los estudiantes (DfE, 2015). El Servicio de Apoyo a la Educación Especial (SESS) define las Dificultades Graves de Aprendizaje (SLD) y PMLD como una discapacidad en la que los niños carecen de 'una conciencia y comprensión básica de sí mismos ... muchos de estos estudiantes tendrán discapacidades adicionales como ASD (trastorno del espectro autista), comportamiento desafiante, alteración emocional, epilepsia, discapacidad auditiva y física y discapacidad grave en las habilidades de comunicación' (SESS, 2015). Para el propósito de esta investigación, se hará referencia al término SEND / PMLD, que englobará las necesidades de aprendizaje más severas como SLD, PMLD, ASD y discapacidades físicas para reflejar a los participantes de esta investigación. Los niños con PMLD tienen mayores dificultades para comunicarse y pueden tener discapacidades múltiples y adicionales (Mencap, 2018). Esto también plantea dificultades a la hora de evaluar a los estudiantes con PMLD. La evaluación de los estudiantes con PMLD es en gran medida informal e individualizada, varía de una escuela a otra y los maestros tienen sus propios enfoques (Glazzard et al., 2019); esta falta de enfoques de evaluación formales destaca la importancia de la evaluación continua, la observación, y del registro sistemático por parte de todos los profesores. Por lo tanto, muchas escuelas optan por diseñar sus enfoques individuales o comprar materiales producidos comercialmente (ibid).

La precisión de la evaluación y la retroalimentación sigue siendo crucial para los estudiantes con PMLD / SEND debido a la naturaleza de sus necesidades de aprendizaje. Mencap (2018) defiende que los estudiantes con PMLD continuarán aprendiendo a lo largo de sus vidas, al igual que otros estudiantes, y que las actitudes y juicios negativos sobre su capacidad o desempeño no deberían impedir formas innovadoras de apoyo. Por lo tanto, el enfoque en la evaluación y la retroalimentación sigue siendo esencial para realizar un seguimiento de esos cambios y necesidades de aprendizaje.

## 2.2 Integración docente y tecnología educativa:

En la actualidad existe una amplia investigación sobre el uso de la tecnología educativa por parte de los profesores para la práctica profesional. Una revisión del Instituto de Tecnologías de la Información en la Educación de la UNESCO con la Agencia Europea (2011) destaca el uso eficaz de las TI para los estudiantes con necesidades educativas especiales y la importancia de la tecnología AAC (comunicación aumentativa y alternativa) en Inglaterra, donde se están desarrollando recursos para apoyar la evaluación y la comunicación. Starcic y Bagon (2014) afirman que la tecnología se ha convertido en una parte importante del aprendizaje y encontraron que se usaba para apoyar las NEE antes de este momento, pero que la usaban principalmente especialistas y expertos. Esto ahora ha cambiado a medida que los maestros en las aulas ordinarias usan el aprendizaje apoyado por la tecnología y contribuyen a su uso y diseño (Starcic & Bagon, 2014). Sin embargo, tales contribuciones e investigaciones se han centrado en las aulas ordinarias, menos estudios se han centrado en los maestros SEND y cómo llegan a innovar en las escuelas especiales.

## 2.3 Marcos y modelos teóricos en tecnología educativa

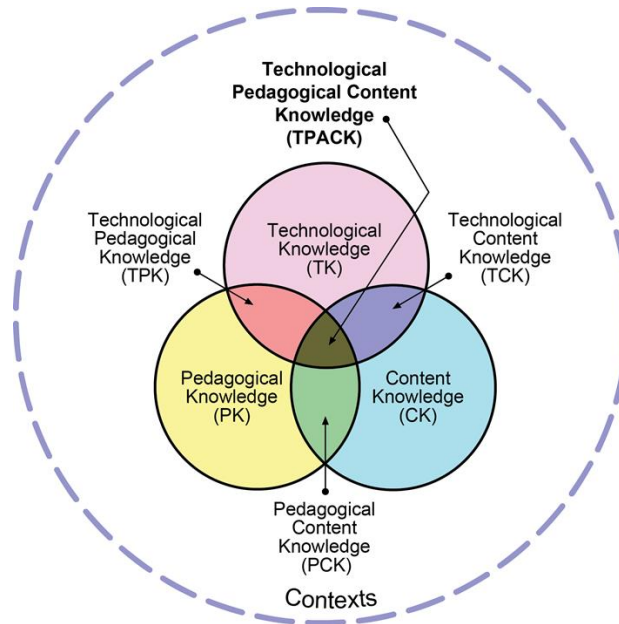
En la literatura existe una variedad de teorías y modelos para explicar el proceso por el cual los docentes integran la tecnología en su práctica profesional, siendo los más citados: TAM (Technology Acceptance Model), TPACK (Technology Pedagogy Content Knowledge), UTAUT (Teoría Unificada de Aceptación y Uso de Tecnología), junto con la teoría de la difusión de innovaciones de Rogers (2003). Esta última teoría fue desarrollada para explicar la adopción de innovaciones y era un modelo generalizado no específico de la tecnología educativa, sin embargo, tenía valor explicativo para describir la trayectoria de una innovación. Este modelo describió cómo los "innovadores" fueron los primeros en experimentar, seguidos por los "primeros en adoptar", luego la "mayoría temprana / tardía".

Con respecto a la tecnología de la educación específicamente, el primer modelo que dominó el campo fue TAM. TAM examinó cómo los usuarios llegan a adoptar la tecnología y fue desarrollado originalmente por Davis (1989). El modelo se diseñó para describir las intenciones de un individuo de utilizar un nuevo tipo de tecnología y explicar la aceptación del usuario (Teo, 2009). TAM propone que las intenciones para utilizar la tecnología se rigen por dos preocupaciones principales: la utilidad percibida y la facilidad de uso percibida. Estas dos percepciones influyen en la actitud general del profesor hacia una nueva tecnología.

TAM, sin embargo, fue reemplazado por el desarrollo del marco TPACK por Mishra y Koehler (2006) y su posterior refinamiento del modelo (Koehler et al., 2011). Este modelo se inspiró en el trabajo de Shulman (1986) y su identificación de los tipos de conocimientos que los docentes requieren para su práctica profesional. Shulman (1986) desarrolló su modelo fundamental que identificó ocho tipos de los cuales el "conocimiento pedagógico" era clave (ver Capel et al., 2016). Mishra y Koehler (2006) avanzaron en el modelo de conocimiento del maestro de Shulman (1986) para incluir la tecnología, que incluía los subdominios: conocimiento del contenido tecnológico (TCK), conocimiento pedagógico tecnológico (TPK) y conocimiento del contenido pedagógico tecnológico (TPACK). Ver Figura 1.

**Figura 1**

TPACK



**Fuente:** Reproducido con permiso del editor, © 2012 por tpack.org (<https://matt-koehler.com/tpack2/using-the-tpack-image/>)

TCK - conocimiento del contenido de tecnología: conocimiento de la relación entre la materia / plan de estudios y la tecnología (cómo las tecnologías han contribuido y el conocimiento avanzado dentro de una disciplina de la materia)

TPK - conocimiento de la pedagogía tecnológica: conocimiento de cómo la tecnología se puede integrar en el aprendizaje y la enseñanza (las posibilidades pedagógicas de la tecnología)

TPACK - conocimiento del contenido de la pedagogía tecnológica: comprensión de la relación entre todos los dominios, incluida la complejidad de la interacción entre ellos, que es dinámica y multidimensional.

El centro del diagrama de Venn identifica TPACK como:

“Un tipo de conocimiento contingente y flexible que se encuentra en la intersección de estas bases de conocimiento, que requiere que los docentes desarrollen un conocimiento profundo, complejo, fluido y flexible de los tres componentes del marco” (Koehler et al., 2011, p.149).

Esto demuestra no solo los diferentes tipos de conocimientos profesionales que necesitan los profesores, sino también la compleja interacción entre los distintos dominios del conocimiento (Koehler et al., 2007). Desde entonces, los estudios han intentado aplicar este modelo para comprender cómo los profesores integran la tecnología en su práctica (De Rossi y Trevisan, 2018; Tondeur et al., 2013).

Sin embargo, como Tondeur et al. (2013) argumentan acertadamente que centrarse en la competencia tecnológica de los profesores como un área separada no es un objetivo clave de la formación del profesorado, por lo que los profesores tienen que aprender

mientras están "en el trabajo" en las escuelas. Esto conduce a un desarrollo más desordenado y a un uso inconsistente de la tecnología entre los profesores en su práctica.

Hasta la fecha, el más complejo de los modelos que se ha desarrollado es el modelo de Teoría Unificada de Aceptación y Uso de Tecnología (UTAUT). Esto fue desarrollado por Venkatesh et al. (2003), y se basa en modelos de predicción del comportamiento, que se sintetizaron en una teoría para comprender cómo se forma la intención de los profesores de utilizar una nueva tecnología. El modelo tiene cuatro determinantes centrales de la intención de uso y el uso real de la tecnología, junto con cuatro moderadores clave que afectan el impacto de cada determinante.-

Al igual que con el marco TAM y TPCK, el modelo UTAUT ofrece una lente útil a través de la cual considerar las actitudes de un maestro en relación con la aceptación y el uso de la tecnología. Sin embargo, estos han sido criticados por no tener en cuenta las influencias más contextuales, sociales y ambientales que se ejercen sobre los docentes cuando intentan integrar la tecnología en su práctica profesional, que se originan en la cultura escolar en la que están trabajando (Atkins 2018; Younie 2007).

### *2.3.1 Deficiencias en la investigación de tecnologías educativas*

En el campo de la investigación en tecnología de la educación, existen serias deficiencias, como señalan Costa et al. (2019) en el artículo 'Teorizando la tecnología en la educación'. En primer lugar, está la crítica de que hay muy poca teorización sobre las herramientas, junto con las quejas de que la literatura de investigación contiene "enfoques sobredeterministas; categorizaciones binarias; romanticismo excesivo; salidas demasiado descriptivas; [y] falta de compromiso con las metodologías de descolonización" (op.cit., p1).

Sin embargo, a pesar de estas críticas, también hay mucho que aplaudir, como comprender la participación de los usuarios en la generación de nuevos usos de la tecnología y explotar las posibilidades de las herramientas con fines pedagógicos. Podría decirse que es la novedad en la creación de estas nuevas formas de trabajo lo que permite la innovación en el campo. De manera similar, existe una interdisciplinariedad en la investigación de tecnología educativa, junto con una preocupación y compromiso por "intercambiar experiencias con los profesionales y, a menudo, un deseo profundamente arraigado de informar la práctica" (ibid.). Es desde este último punto de vista que los investigadores de este estudio emprendieron su trabajo con los profesores SEND que trabajan con niños PMLD. Al trabajar con los "innovadores" (profesores) que intentaban utilizar la tecnología Eye-Gaze para realizar la evaluación de los estudiantes, los investigadores se basaron en la teoría de la difusión de innovaciones de Rogers (2003). Nos motivó comprender la experimentación de estos innovadores para encontrar nuevas formas de usar EGTT en escuelas especiales.

## 2.4 Tecnología y ENVIAR: Auge de los dispositivos tecnológicos

El uso de la tecnología para apoyar a los estudiantes SEND ha ganado popularidad entre los educadores que utilizan dispositivos / herramientas tecnológicas para diferentes propósitos (Fernandez-Lopez et al., 2013; Frauenberger et al., 2011; Younie & Cameron 2014). Por ejemplo, Fernandez-Lopez et al., (2013) exploraron el uso de la tecnología móvil

para apoyar a estudiantes con necesidades especiales, y Frauenberger et al. (2011, p. 2) informa sobre el proyecto ECHOES, que tenía como objetivo "diseñar un entorno de aprendizaje tecnológicamente mejorado para reforzar el desarrollo de habilidades sociales" y la participación de estudiantes con autismo.

A lo largo de los años, el uso de tecnología para la práctica pedagógica se ha vuelto más eficaz y útil en las escuelas (Younie & Leask, 2013). Los dispositivos AAC de alta tecnología aparecieron primero, ofreciendo salida de voz, diseñados para discapacidades auditivas, teclados adaptables, seguimiento del movimiento ocular y otras características (Shelton, 2018). Ahora también existen dispositivos AAC que apoyan a los niños y jóvenes con SEND en su aprendizaje, actividades diarias y como herramienta de comunicación (Younie & Cameron, 2014). En general, vemos un cambio pedagógico informado en las formas en que se utiliza la tecnología para ayudar a los estudiantes con necesidades adicionales en función de una mejor comprensión de sus necesidades y del apoyo general.

Con la tendencia creciente de que la tecnología se diseñe especialmente con fines educativos, ahora hay dispositivos que están siendo desarrollados por empresas exclusivamente dirigidos a estudiantes con SEND. Uno es el EGTT y el software específico utilizado para esta investigación. EGTT se usa, presenta y vende principalmente como una herramienta comunicativa, mientras que esta investigación evaluó el uso de este dispositivo como una herramienta de evaluación para los maestros, para recopilar datos con mayor precisión sobre la comprensión de los estudiantes del contenido de la lección y, por lo tanto, informar los juicios de los maestros sobre el progreso de los estudiantes. Vessoian et al., (2018) concluyeron que el uso de la tecnología de seguimiento ocular era una herramienta útil y satisfactoria para ayudar a las personas con síndrome de Rett a comunicarse. Además, una revisión sistemática de 58 estudios en los últimos dos años de investigación de seguimiento de la mirada realizada por Alemdag y Cagiltay (2018, p.416) notó que todos los estudios realizados mostraron un 'aumento en el uso de la tecnología de seguimiento ocular para examinar las actividades cognitivas en entornos de aprendizaje informáticos'. Sin embargo, la literatura muestra investigación limitada sobre el uso de esta herramienta para evaluar a los estudiantes con necesidades complejas / PMLD en el aula. En el caso de Renshaw et al., (2012) que sí proporcionan una investigación valiosa al respecto a este tema, recomiendan usar EGTT como una herramienta de evaluación con respecto a los estándares nacionales.

El uso de la tecnología de la mirada para evaluar las habilidades cognitivas de los estudiantes con PMLD presenta oportunidades adicionales. Cuando la evaluación de estudiantes con PMLD puede imponer dificultades a los profesionales, la tecnología se puede utilizar como herramienta para minimizar las limitaciones y debilidades de otros métodos de evaluación. Este proyecto de investigación proporciona un ejemplo de cómo los dispositivos tecnológicos han cambiado y de cómo los profesores los han utilizado para ayudar en su evaluación del progreso de los estudiantes de PMLD.

Además de ofrecer datos de evaluación, la herramienta también se puede utilizar para dar voz a los estudiantes. Pearlman & Michaels (2019, p.151) ofrecen información valiosa sobre cómo escuchar a la voz de los estudiantes con PMLD. Los autores advierten a los investigadores y profesionales que sean "cautelosos al interpretar las opciones, la comunicación no verbal y las respuestas de comportamiento", ya que pueden cambiar con el tiempo y que puede ser que las observaciones únicas no sean válidas. Porter et al., (2001) también enfatizan la importancia de interpretar / validar la comunicación de las personas

con PMLD, ya que esto puede ser un desafío al evaluar las opiniones y respuestas de cada niño. Esto también se hace eco de este objetivo de investigación de utilizar grabaciones de video y datos de la tecnología de seguimiento de la mirada para evaluar las respuestas de los estudiantes con el fin de ofrecer una mayor validación a las observaciones iniciales del maestro para la evaluación del progreso de los estudiantes.

El EGTT fue fundamental para la visión pedagógica de este proyecto porque el dispositivo ofrece una forma de recopilar datos sobre las preferencias de los estudiantes mediante el seguimiento de aquello en lo que se enfocan sus ojos, que es una forma de darles "voz"; en concreto, a través de datos más precisos y fiables sobre lo que miran los alumnos. De esta manera, la voz del estudiante se puede incluir en el desarrollo y mejora de las actividades docentes futuras y en la identificación de los intereses individuales de los estudiantes.

## 2.5 Por qué se utilizó la tecnología Eye Gaze para evaluaciones y observaciones

Los avances tecnológicos han dado como resultado el desarrollo de dispositivos de alto rendimiento para el seguimiento ocular. Con respecto a la identificación de los intereses de los niños, tanto los maestros como los padres se han basado históricamente en la observación y las observaciones, un método clave para informarles sobre las preferencias de los niños. Por ejemplo, los factores claves son la cantidad de tiempo involucrado y el nivel de disfrute que muestra el niño en ciertas actividades y temas. La dificultad que la escuela había encontrado con los estudiantes seleccionados con PMLD era que el comportamiento del estudiante, el lenguaje corporal y, a menudo, los movimientos repetitivos o incluso la falta de respuestas observables, enmascaraban y ocultaban las pistas en las que los maestros normalmente se basarían para ayudar a informar sus juicios. El EGTT puede complementar el juicio profesional de los maestros y, por lo tanto, se puede utilizar para ayudar a profundizar la comprensión del maestro sobre el desarrollo cognitivo del estudiante y los motivadores individuales de los estudiantes. Esto, a su vez, se puede utilizar para adaptar las prácticas docentes. Por ejemplo, el uso del mapa de calor para identificar el movimiento de los ojos de los estudiantes, el tiempo de permanencia y la mirada informa a los maestros sobre qué es exactamente lo que el niño está mirando y si es el sonido, las imágenes o el movimiento de un objeto en la pantalla que se interesa.

## 2.6 Equipo utilizado y cómo se instaló

EGTT es un dispositivo que se conecta a la parte inferior de un monitor de ordenador. El dispositivo se llama Tobii PC EyeGo y ya ha demostrado ser eficaz para mejorar las habilidades de comunicación de los estudiantes en el entorno de la investigación. Este dispositivo de seguimiento ocular independiente permite al usuario (estudiante) controlar un ordenador usando sus ojos. El software Gaze Viewer adicional, que se utiliza junto con Tobii PC EyeGo, facilita la recopilación de pruebas al registrar los movimientos oculares del estudiante. Esto se puede usar con cualquier programa o aplicación de ordenador como PowerPoint, o al mirar videos o navegar por Internet. La caja de seguimiento puede capturar el movimiento de los ojos / cabeza y es capaz de capturar el movimiento de los ojos muy rápidamente. El 'cuadro de seguimiento' es el término utilizado para describir el espacio disponible dentro del cual mover la cabeza y aún poder ser capturado por la cámara del



dispositivo. Esto luego produce "mapas de calor" que muestran exactamente dónde está mirando el usuario y hacia dónde mueve su mirada. También proporciona datos de trazado de la mirada para mostrar en qué orden se miraron los objetos.

El monitor del ordenador muestra el contenido de la lección y los recursos en la pantalla se utilizan para estimular el aprendizaje de los estudiantes. El EGTT le permite al maestro ver dónde se están enfocando los estudiantes y qué están mirando con mayor precisión. Por ejemplo, si hay una variedad de objetos, como de una escena de cocina (con tazas y vasos), el maestro puede preguntar cuál es el más grande / más pequeño, vacío / lleno, etc. y así evaluar la comprensión del estudiante de los conceptos matemáticos: permitiendo una evaluación más precisa del aprendizaje. Consulte la Figura 2 para ver la configuración del equipo y el usuario y las Figuras 3 y 4 para ver ejemplos de actividades de evaluación.

### Figura 2

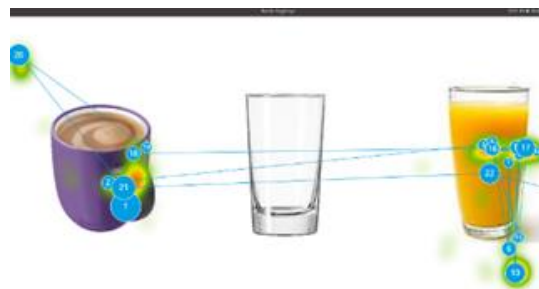
*Equipamiento instalado en el aula*



La cámara montada en el soporte del trípode debía grabar la sesión de enseñanza, lo que permitió al equipo de coinvestigadores analizar los datos de observación registrados durante la lección. Esto facilitó la triangulación de los datos por parte del coinvestigador para aumentar la validez y confiabilidad al formar conclusiones (ver la sección de Metodología).

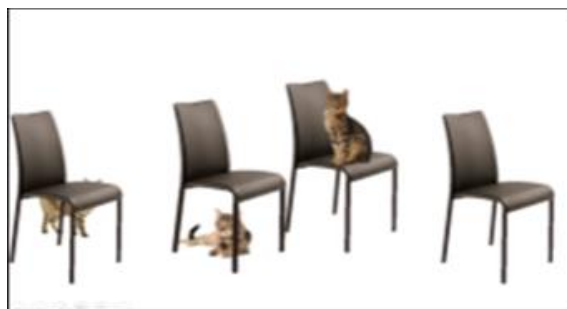
### Figura 3

*Actividad para evaluar la comprensión del volumen*



#### Figura 4

Comprensión de la ubicación de objetos



Los títulos de software adquiridos para este estudio que incluían contenido de las lecciones eran 'Look-to-Learn', 'Look-to-Learn Sounds and Scenes' y 'Sensory EyeFX'. Estos cuentan con 40 aplicaciones para apoyar y promover los primeros niveles de acceso a el ordenador Eye-Gaze. El software y el hardware utilizados se diseñaron cuidadosamente para garantizar que satisfagan las necesidades físicas de los estudiantes con discapacidades, así como para proporcionar resultados precisos y confiables del seguimiento ocular. Esto también fue para respetar y dar a los estudiantes "una voz" mediante el uso de equipo apropiado para adaptarse a sus niveles de habilidad.

### 3. Metodología

La escuela seleccionada para esta investigación fue una escuela de necesidades especiales (4-19 años) en una ciudad. La escuela participa activamente en el uso de la tecnología para apoyar el aprendizaje general de los estudiantes. En el momento de esta investigación, 90 estudiantes asistían a la escuela y todos tenían SLD o PMLD. Muchos estudiantes tienen impedimentos físicos y / o sensoriales adicionales y una cuarta parte tiene trastornos del espectro autista (TEA).

La investigación adaptó un diseño de estudio de caso conocido por sus fortalezas en la capacidad de centrarse en la complejidad del caso; la atención puede centrarse en determinadas y menos variables y en la indagación del contexto de la vida real (Yin, 2018). Debido a la complejidad de evaluar a los estudiantes con PMLD y vocabulario limitado, un diseño de estudio de caso permitió que la variable seleccionada se centrara en la evaluación y el uso de la tecnología de la mirada para recopilar datos precisos de las habilidades y gustos / disgustos de los estudiantes.

La investigación se llevó a cabo utilizando una metodología de investigación colaborativa, en la que participaron los investigadores académicos, el director y el coordinador de comunicación de la escuela. Esto permitió a los involucrados contribuir al diseño de la investigación (Cohen et al., 2018). Los datos fueron recopilados por los profesores como coinvestigadores que trabajaron directamente con los estudiantes. Una vez recopilados los datos de las sesiones de enseñanza, los profesores se reunieron con los investigadores para analizar los datos. Además, esto aumenta la validez y confiabilidad

de los resultados y de los datos recopilados, ya que más de un investigador ha investigado y analizado los datos (Archibald, 2015).

La razón por la que los maestros recopilaron datos fue para mantener un ambiente naturalista para los estudiantes. Debido a las discapacidades del estudiante, era importante eliminar cualquier factor que pudiera perturbar o hacer que los estudiantes se sintieran ansiosos, como tener a otro adulto desconocido en el salón. Esto reflejó la sensibilidad ética de trabajar directamente con los estudiantes de PMLD y la necesidad de honrar el mantenimiento de un entorno naturalista. Este enfoque también permitió que las observaciones se registraran exactamente como ocurren, lo que mantiene un elemento de validez ecológica. La validez ecológica es el proceso mediante el cual se puede decir que los resultados son válidos ya que se llevan a cabo en un entorno natural (Martella & Nelson, 2013).

Después de un muestreo intencional, originalmente se seleccionaron a seis estudiantes. Cuando comenzó la investigación, se hizo evidente que dos estudiantes no podían continuar debido a una discapacidad visual muy grave, lo que significaba que no podían enfocarse en la pantalla. No respondieron y no se recopilaron datos de los mapas de calor. Este proceso se consideró cuidadosamente, ya que era importante garantizar que los involucrados pudieran mantener la mirada voluntaria en la pantalla y completar las sesiones de observación previstas en un espacio cómodo.

La muestra fue seleccionada por el director y el coordinador de comunicación, quienes eligen a los estudiantes que creen que se beneficiarían más de la intervención uno a uno con la tecnología. Para estos estudiantes, los maestros obtendrían una mejor comprensión de la capacidad del estudiante con la tecnología de seguimiento ocular y se beneficiarían de más información de evaluación con respecto a sus intereses y áreas de aprendizaje preferidas. La dificultad que el personal había encontrado con los estudiantes seleccionados era que el comportamiento del estudiante, el lenguaje corporal y, a menudo, los movimientos repetitivos o incluso la falta de respuestas observables habían enmascarado y ocultado las pistas.

Los datos cualitativos se derivaron de las observaciones directas del trabajo de campo recopiladas por los profesores como coinvestigadores que participaron en la investigación naturalista, estudiando escenarios del mundo real de manera inductiva para generar descripciones narrativas ricas y construir estudios de casos (Cohen et al., 2018). Las grabaciones de estas observaciones se compartieron posteriormente con el equipo de investigación para validar y formar conclusiones fiables. Los principales métodos de recopilar datos fueron: observaciones de los participantes (por parte del director y el coordinador de comunicación del colegio), encuestas (de los padres y profesores) y entrevistas semiestructuradas con el coordinador de comunicación que era responsable de registrar y tomar parte en las observaciones de los participantes. Los mapas de calor producidos durante las observaciones de los participantes se utilizaron como parte del análisis. Consulte las Figuras 5 y 6 para ver ejemplos de mapas de calor generados.

**Figura 5**

*Ejemplos de mapa de calor (I)*



**Figura 6**

*Ejemplo de mapa de color (II)*



Las observaciones de los participantes se llevaron a cabo en una sala familiar para los estudiantes. Durante las observaciones, se utilizaron dos cámaras: una fue el dispositivo Eye-Gaze para rastrear el movimiento de los ojos del estudiante y la segunda fue utilizada por los coinvestigadores del maestro para registrar las sesiones de enseñanza de las respuestas físicas del estudiante al interactuar con el dispositivo EGTT y las actividades docentes en la pantalla del ordenador. En promedio, se completaron cinco sesiones de observación con cada alumno participante variando en el tiempo debido a diferentes necesidades (el tiempo medio es de 20 minutos).

Se enviaron encuestas a los padres / cuidadores y maestros de aula para que las completaran sobre los gustos / disgustos del estudiante y los temas que les interesaban antes del inicio de las sesiones. La encuesta planteaba preguntas sobre la capacidad de los estudiantes para reconocer imágenes de sí mismos; de sus padres, maestros; lo que los estudiantes disfrutaron viendo; las habilidades de los estudiantes para reconocer dibujos, símbolos de colores, objetos reales y si eran capaces de seguir objetos en movimiento en la pantalla.

Después de la recolección de datos de los estudiantes, un investigador universitario realizó una entrevista con el coordinador de comunicación. Además de realizar ella misma las sesiones Eye-Gaze, la coordinadora de comunicación también ha participado en el análisis de los datos de cada alumno junto con los investigadores de la universidad. Por lo tanto, una entrevista con el coordinador de comunicación proporcionó más detalles sobre cómo se produjo el proceso de realización de la investigación con la tecnología y los estudiantes y qué cambios se realizaron para adaptarse a las necesidades de los estudiantes a lo largo de las sesiones de enseñanza. Porter et al., (2001) enfatiza la importancia de trabajar con aquellos que son parte de la vida del individuo y son capaces de ofrecer perspectivas alternativas para formar una imagen confiable. Esto puede incluir personal, familia, padres, médicos y profesionales. Pearlson y Micheals (2019) también apoyan esta sugerencia de validez como importante al analizar / interpretar la voz de las personas con PMLD. Sugieren que, aunque las personas directamente involucradas pueden tener un vínculo emocional, por lo tanto, carecen de objetividad, sin embargo, los investigadores también pueden correr el riesgo de interpretar mal los datos. Por lo tanto, el trabajo conjunto del profesional, los padres y el personal es clave (Winter & Bunn 2019; Porter et al., 2001).

### 3.1 Consideración ética:

La confidencialidad, el consentimiento de los padres y el anonimato se mantuvieron durante todo el proceso siguiendo las pautas de BERA (2018). Para proteger los datos y seguir la política de la escuela, no se compartieron datos de videos por correo electrónico para su análisis, lo que resultó en que el análisis se completara dentro de las instalaciones de la escuela.

## 4. Análisis y resultados

Esta sección presenta los temas clave generados a partir del análisis de datos.

### 4.1 Observación humana vs tecnología

El objetivo de esta investigación fue realizar una forma de evaluación más precisa con los estudiantes de PMLD que los profesores encontraron difíciles de evaluar por los medios tradicionales. Los estudiantes con dificultades físicas y de aprendizaje complejas y múltiples pueden ser un desafío para observar y formar juicios sobre sus habilidades e intereses (Weston & Ware 2018). Los juicios de los maestros y las preferencias de los estudiantes sobre el aprendizaje se recopilaron y utilizaron junto con los datos de la tecnología de seguimiento ocular para confirmar la información de la evaluación de estos estudiantes y obtener información adicional para la enseñanza futura. Se encontró que algunas observaciones y juicios humanos (docentes) sobre los estudiantes no eran precisos y el error humano puede inducir a error a los docentes sobre si sus estudiantes participaron en el aprendizaje y si entendieron un concepto en particular. Hogg (2017) identifica esto como un desafío para la confiabilidad y precisión de la evaluación que depende del juicio del profesional.

Esto fue evidente en varias ocasiones: por ejemplo, al evaluar la comprensión de un estudiante del concepto de lleno / vacío. La observación del estudiante B de su video de línea de base mostró que al estudiante se le presentaba una taza vacía y una taza llena y luego se le pedía que seleccionara cuál está llena. Sin embargo, el estudiante B elige ambas opciones. La observación de esto mostró que no comprende el concepto de lleno / vacío. Sin embargo, los datos de sus mapas de calor muestran claramente que el estudiante B comprende cuáles vasos están llenos, como pudo demostrar a partir de los datos de su ojo-mirada (ver Figura 3). Sin el uso de la tecnología, este juicio sobre la comprensión del estudiante no habría sido tan preciso. Este fue un hallazgo significativo que justificó el uso de EGTT y el objetivo de la investigación para evaluar su uso por parte de los profesores. Esto demostró cómo se utilizó la tecnología para desarrollar evaluaciones más precisas de las habilidades de los estudiantes.

De manera similar, el estudiante C parecía muy involucrado en algunas actividades, pero los mapas de calor mostraban lo contrario. Se encontró que la estudiante C se distrajo con su reflejo en la pantalla (la pantalla tenía un fondo negro que era reflectante) mientras que en sus observaciones en el aula, puede parecer que está completamente comprometida y concentrada en la pantalla. La tecnología Eye Gaze con el dispositivo de seguimiento ocular y mapas de calor ofreció una forma diferente de evaluar el interés, la comprensión cognitiva y los motivadores de estos estudiantes. Por ejemplo, un estudiante

siempre estaba motivado para mirar objetos de comida en la pantalla, sin prestar atención a otros objetos, incluso cuando los profesores se lo pedían.

El proceso de evaluación incluyó dibujos animados, imágenes en color y en blanco y negro, todas las cuales atrajeron poco o ningún interés, mientras que todos los estudiantes respondieron de alguna manera a las imágenes reales. Los profesores descubrieron que la comprensión de las imágenes por parte de los estudiantes se basa en el uso de objetos reales, mientras que las imágenes de dibujos animados pueden confundirlos.

Esto también destaca la necesidad de que tanto los padres como los maestros lleven a cabo observaciones en profundidad para garantizar que el contenido y las imágenes que se presentan al niño sean familiares para lo que ven a su alrededor. Esto ayudará a los estudiantes a comprender los objetos e imágenes que ven en el día a día y evitará confundirlos con imágenes de dibujos animados. Borgestig (2016) habla de adaptar la intervención para dar soporte a las necesidades complejas. Esto puede incluir tanto el contenido como los plazos. Borgestig también adaptó estos cambios a su investigación después de una discusión con profesionales que se considera parte importante del proceso.

## 4.2 Imágenes visuales

Con respecto a las imágenes visuales y los dibujos animados, los datos de Eye Gaze demostraron que los estudiantes de SEND no se sintieron necesariamente atraídos por estas imágenes. Los mapas de calor de los estudiantes C, A y D muestran un interés mínimo o nulo en ellos. Aunque los estudiantes D y B muestran algo de atención visual a estos, no se enfocaron en los dibujos animados (de animales) en la pantalla, sino que mostraron que estaban mirando a su alrededor. Este fue un hallazgo interesante ya que los maestros esperaban que los estudiantes disfrutaran de videos e imágenes de dibujos animados mientras veían dibujos animados en casa en la televisión, como informaron sus padres en la recopilación de datos de la encuesta. Esto también se indicó en algunas encuestas en las que los padres afirmaron que "Tom y Jerry" y CBeebies eran cosas que los estudiantes disfrutaban viendo. Sin embargo, los datos de la mirada revelan una falta de interés con los dibujos animados y, en cambio, un interés entusiasta o preferido en las imágenes de objetos reales.

*La preferencia de los estudiantes por el uso de imágenes reales de objetos (animales, equipo y comida) fue un elemento que se encontró con todos los estudiantes y este es un hallazgo importante.*

## 4.3 Aprendizaje personalizado

Este tema surgió a medida que avanzaban las sesiones de observación. Las sesiones comenzaron con el uso de las actividades de "Mirar para aprender", pero a medida que avanzaban, resultaban demasiado complejo para algunos estudiantes. Por ejemplo, varios objetos que se mueven en la pantalla al mismo tiempo. Por lo tanto, el coordinador de comunicación creó materiales más personalizados para cada alumno. Por ejemplo, a partir de las encuestas y los videos se descubrió que el estudiante D estaba fascinado con los

relojes, por lo que se crearon actividades basadas en relojes. Las actividades se diferenciaron según las necesidades y habilidades de cada alumno: algunas mostraban objetos grandes / pequeños, otras solo objetos de colores.

*El segundo hallazgo fue que los materiales utilizados con estudiantes con necesidades complejas y múltiples deben personalizarse de acuerdo con sus necesidades y habilidades.*

Aunque los programas de software están diseñados para ayudar a los estudiantes, es importante destacar aquí que las escuelas deben identificar el nivel de comprensión de los estudiantes. Cuando algunos estudiantes, como los de esta investigación, tienen graves dificultades físicas y de aprendizaje, se halló que crear actividades personalizadas era más beneficioso ya que los intereses y gustos de los estudiantes podían integrarse en las actividades. Esto también se indicó en Najafi et al. (2008) estudios de caso en los que se resultaron que la personalización del software / dispositivos es un factor clave para la interacción.

#### 4.4 Fondos desordenados y ocupados

El programa informático "Look-to-Learn" proporcionó una variedad de actividades e imágenes para que los estudiantes trabajaran. Sin embargo, se descubrió que la mayoría de las imágenes eran demasiado complicadas y estaban abarrotadas de fondos ocupados y demasiados objetos en movimiento, lo que causaba confusión para la mayoría de los estudiantes y era una distracción. El maestro pidió a los estudiantes que encontraran la bicicleta, que se movería al mirarlo. Sin embargo, se notó que los estudiantes miraron por toda la pantalla, con el resultado de que múltiples objetos se movieran. Con movimientos repentinos de objetos en pantalla e imágenes de fondo ocupadas, la actividad y el sonido causaron confusión a los estudiantes.

Como resultado, la coordinadora de comunicación decidió utilizar imágenes sin la función de "causa y efecto" y creó sus propios materiales para evitar la distracción causada por los fondos ocupados. Las imágenes que tenían fondos ocupados, como el parque, o la casa con muchos objetos, fueron interrogadas, para ver en qué se enfocaban los estudiantes. Se encontró que aquellos estudiantes que estaban interesados en rostros y bocas (estudiante C, A y B) miraban rostros en algunas imágenes, pero estaban distraídos por el desorden alrededor de la gente en imágenes de fondo ocupadas.

*Por lo tanto, un tercer hallazgo es que las imágenes que se utilizan en la pantalla para las actividades deben ser sencillas para los estudiantes del PMLD.*

Se observó que todos los estudiantes tenían un mejor enfoque y pudieron proporcionar más información sobre cómo procesan la información visual en imágenes simples y sin desorden. Pudieron mantener la mirada y enfocarse en imágenes con un fondo en diferentes colores, pero no en imágenes con mucho desorden (como equipos, comida, estantes, armarios, etc.). Este conocimiento sobre cómo procesan las imágenes se puede utilizar como una estrategia de enseñanza para el estudiante B, A y especialmente el estudiante C, que mostró un gran interés en los rostros y las personas.

*Un cuarto hallazgo es que, como estrategia de enseñanza, los maestros podrían mantener despejado el espacio alrededor de la pizarra interactiva para alentar a los estudiantes a concentrarse en la pantalla.*

No debe haber ninguna distracción con carteles, pegatinas o exhibiciones alrededor de la pizarra, lo que ayuda a retener la atención de los estudiantes. Los profesores pueden utilizar esta información para evitar el desorden alrededor de las pantallas o la presentación de demasiados objetos durante las actividades.

#### 4.5 Fortaleza de la voz del estudiante

Es importante destacar que los profesores desplegaron estrategias para fortalecer la voz de los estudiantes: las encuestas enviadas a casa antes de que comenzara la investigación-acción; los mapas de calor y trazado de Eye Gaze; y las notas de campo complementarias tomadas por el profesor observador (director y coordinador de comunicación), seguidas por el análisis de los datos por parte del equipo de investigación. Esto permitió integrar múltiples conjuntos de datos para identificar las preferencias de los estudiantes. Además, esta triangulación de datos proporcionó una base de evidencia más sólida para informar los juicios de los maestros.

*Un quinto hallazgo es que la combinación de técnicas mencionadas mejoró significativamente la confianza de los maestros en su evaluación de los niveles de desempeño de los estudiantes.*

### 5. Discusión

El objetivo de esta investigación fue realizar una forma de evaluación más precisa con los estudiantes de PMLD que a los profesores les resultaban difíciles de evaluar por los medios tradicionales. Se notó que algunas observaciones y juicios de los maestros sobre los estudiantes no eran precisos y pueden inducir a error a los maestros sobre si sus estudiantes entendieron un concepto específico. Sin el uso de la tecnología, los juicios encontrados sobre la comprensión del estudiante no habrían sido tan precisos. Este fue un hallazgo significativo que justificó el uso de EGTT y el objetivo de la investigación para evaluar su uso. Aunque algunos son hallazgos menores, pequeños cambios en el desempeño pueden ser significativos para los estudiantes con una comunicación y un vocabulario limitados (Verssoyan et al., 2018). Las observaciones y opiniones sobre la evaluación de los estudiantes pueden ser subjetivas y carecen de la objetividad necesaria para informar los próximos pasos para la progresión de los estudiantes (Renshaw et al., 2012). Por lo tanto, el uso de EGTT puede proporcionar otra fuente independiente de datos que los profesores pueden utilizar junto con otras formas de evaluación para lograr una mayor precisión.

Las escuelas que deseen invertir en esta tecnología para los estudiantes SEND pueden comprar el dispositivo Eye Gaze (caja de seguimiento y pantalla) y desarrollar sus propios materiales, dando a la evaluación un elemento personalizado, con el que los estudiantes pueden participar más. Las imágenes y los videos deben mantenerse simples y, a medida que avanzan las sesiones de Eye Gaze, la dificultad de las actividades también se puede aumentar si necesario. Se considera que la creación de nuevos contenidos / actividades es beneficiosa si el personal seleccionado puede reservar tiempo para garantizar que la tecnología se use de manera efectiva (Holmqvist et al., 2017) y puede alentar a las escuelas a diseñar sus enfoques individuales (Glazzaed et al., 2019)). Esto es



esencial cuando se implementa tecnología para estudiantes con PMLD, ya que requiere satisfacer sus necesidades individuales y las pautas curriculares (DfE, 2015), por lo que el aprendizaje personalizado es un aspecto vital. Investigaciones anteriores han hecho hincapié en el uso de la personalización y la adaptación de contenidos (Borgestig, 2016). Esta investigación también muestra esto, además de mantener el contenido simple para que coincida con las necesidades / nivel de aprendizaje de los estudiantes en las etapas iniciales. Esto también ayudará a los maestros de SEND a adaptar sus estrategias de enseñanza en el aula. Además, para que se pueda crear dicho contenido, es fundamental que las escuelas trabajen en colaboración con otros profesionales y padres / cuidadores. Investigaciones anteriores han reconocido la importancia de involucrar a quienes estén más cercano al estudiante para recopilar datos de referencia iniciales, diseñar el contenido y al interpretar los datos (Porter et al., 2001). Del mismo modo, Holmqvist et al. (2017) subrayaron la importancia de colaborar con los más cercanos a los estudiantes para brindar contenidos estimulantes para que la tecnología sea útil y efectiva. Los investigadores de este proyecto no eran conocidos por los estudiantes, por lo que trabajar con el personal de la escuela como coinvestigador fue esencial para mantener el ambiente naturalista y ofrecer perspectivas alternativas durante el proceso de análisis de datos (Martella & Nelson, 2013).

A través de esta investigación, Eye Gaze permitió a los maestros evaluar su participación a través de los movimientos oculares de los estudiantes utilizando una variedad de materiales visuales para involucrarlos. Mencap (2018) destaca los desafíos y la complejidad de esta área al señalar que los estudiantes de SEND experimentan problemas para expresarse. Este fue un desafío para los maestros coinvestigadores, pero con las técnicas apropiadas, pudieron darles voz a estos estudiantes usando Eye Gaze para formar una imagen precisa de la comprensión de los estudiantes. Las políticas del gobierno escolar también reflejan esto, destacando la importancia y el derecho de todos los niños a expresarse y tener voz (DfE, 2015).

Los estudiantes que fueron seleccionados tenían múltiples dificultades de aprendizaje y, como resultado, la escuela tenía poca información sobre su comprensión de las imágenes y cómo procesan el entorno que los rodea. La muestra fue pequeña y, por lo tanto, no se puede generalizar, pero los cuatro estudiantes han proporcionado datos valiosos y significativos que indican que se puede lograr una evaluación más precisa sobre los estudiantes con graves dificultades de aprendizaje. Algunos de los datos confirmaron los juicios de padres y maestros. Pero, además, los profesores descubrieron que la evaluación Eye Gaze revelaba información sobre el alumno que el profesor no podía lograr con la simple observación.

## 6. Conclusiones

Los profesores estaban conscientes de que la evaluación de los estudiantes de PMLD es un desafío debido a las barreras de comunicación. Este proyecto de investigación desarrolló una investigación colaborativa, que fue diseñada por los profesores SEND como coinvestigadores, trabajando junto con investigadores universitarios, ya que los profesores se habían dado cuenta de que EGTT, que ya estaban utilizando como ayuda de comunicación, también tenía potencial para mejorar los ejercicios de evaluación. La investigación también puede guiar a las escuelas en la toma de decisiones de compra con respecto a la adquisición de tecnología, que puede ser costosa. Además de la orientación

de compra, esta investigación puede ofrecer una contribución sobre cómo los profesores de SEND pueden utilizar EGTT para fines de evaluación y comunicación.

Otro descubrimiento fue que en este nivel de dificultades múltiples y complejas, las actividades del software pueden ser demasiado complejas y las imágenes demasiado ocupadas. Por lo tanto, se puede ganar más si las escuelas personalizan y simplifican los materiales. Los maestros aprendieron a quitar las pantallas alrededor de la pantalla de la computadora y la pizarra interactiva para mantener el enfoque y usar imágenes de objetos reales con los estudiantes para ayudar a desarrollar la comprensión de los diferentes conceptos por parte de los estudiantes. Los hallazgos de la investigación del EGTT no solo mejoran la práctica de los maestros, sino que también informan a los padres sobre qué interesa y motiva a sus hijos, qué puede hacer su hijo y cómo entienden lo que se les dice. El proyecto también contribuye a dar voz a los estudiantes que tienen un vocabulario y un habla limitados. La evaluación de sus gustos / disgustos no solo sirvió de base para su evaluación, sino que también ayudó a los padres / maestros a personalizar sus actividades de aprendizaje.

Con respecto al lente teórico que se aplicó para comprender la práctica profesional de los docentes, el modelo que identificamos como de mayor poder explicativo fue la teoría de la innovación de Rogers (2003). En este modelo, se puede entender a los profesores como innovadores, ya que habían desarrollado un enfoque nuevo para el uso de la tecnología, que no se había hecho antes, mostrando así la innovación.

En general, la conclusión es que esta tecnología es un dispositivo eficaz para mejorar la evaluación que no solo beneficia a los alumnos y a los padres, sino que también les da a los estudiantes con SEND / PMLD más voz en su aprendizaje. Significativamente, también permite una evaluación más precisa y sólida de los estudiantes de PMLD que pueden ser difíciles de evaluar. Ofrece a los maestros una herramienta adicional para recopilar datos para informar su juicio profesional sobre las habilidades de un estudiante y la evaluación estandarizada. A su vez, aumenta la confianza de los profesores en la evaluación del progreso y los logros de los estudiantes en un momento en el que tales mediciones son vitales.

## 6.1. Recomendaciones

Se recomienda que los maestros reciban formación antes del uso de Eye Gaze y un miembro del personal designado que se ocupa de todo el proceso para garantizar que se creen los materiales adecuados para los estudiantes. Si otras escuelas desean utilizar Eye Gaze con fines de evaluación, se recomienda que creen sus propios materiales personalizados, ya que el software puede resultar confuso y distraer a los estudiantes con necesidades complejas. Para permitir la integración de la tecnología, los profesores podrían aprovechar los recursos desarrollados en este estudio de caso compartiendo conocimientos y recursos para ayudar a superar las barreras a la innovación (ver / contactar al autor correspondiente para obtener más información).

## 7. Financiación

Agradecemos el apoyo brindado al proyecto "Eye-Gaze Tracking Technology for Assessment" del Ayuntamiento de Leicester y al Proyecto DigiLit, que fue financiado por el programa Building Schools for the Future, ICT Innovation Fund (Reino Unido).

También nos gustaría agradecer al personal de la escuela por trabajar con nosotros como coinvestigadores para llevar a cabo esta investigación de manera efectiva.

## Referencias

- Alemdag, E., & Cagiltay, K. (2018). A systematic review of eye tracking research on multimedia learning. *Computer & Education*, 125, 413-428. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.06.023>
- Atkins, L. (2018). *Exploring teachers' professional development and digital literacy: a grounded theory Study*. PhD Thesis, De Montfort University, Leicester, UK.
- Archibald, M.M. (2015). Investigator Triangulation: A Collaborative Strategy With Potential for Mixed Methods Research. *Journal of Mixed Methods Research*, 10(3),228-250. <https://doi.org/10.1177/1558689815570092>
- BERA: British Educational Research Association (2018). *Ethical Guidelines for Educational Research (4th ed)*. British Educational Research Association
- Borgestig, M., Rytterström, P., & Helena Hemmingsson. (2017). Gaze-based assistive technology used in daily life by children with severe physical impairments – parents' experiences. *Developmental Neurorehabilitation*, 20(5), 301-308. <https://doi.org/10.1080/17518423.2016.1211769>
- Borgestig, M. (2016). *The impact of gaze-based assistive technology on daily activities in children with severe physical impairments (Medical Dissertations No. 1490)*. Linköping University.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2018). *Research Methods in Education*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315456539>
- Capel, S., Leask, M., & Younie, S. (2016). *Learning to Teach in the Secondary School: A Companion to School Experience. 7th edn*. Routledge.
- Costa, C., Hammond, H., & Younie, S. (2019) Theorising technology in education: an introduction. *Technology, Pedagogy and Education*, 28(4), 395-399. <https://doi.org/10.1080/1475939X.2019.1660089>
- Davis, F.D. (1989). Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *Management Information Systems Quarterly*, 13(3), 319-340.
- De Rossi, M., & Trevisan, O. (2018). Technological Pedagogical Content Knowledge in the literature: how TPCK is defined and implemented in initial teacher education. *Italian Journal of Educational Technology*, 26(1), 7–23. <https://doi.org/10.17471/2499-4324/988>

- DfE: Department for Education. (2015). *Special Educational Needs and Disability- Code of practice 0-25 years*. DfE.
- DfE: Department for Education. (2014). *P scales: attainment targets for students with SEN*. <https://tinyurl.com/u7zurnb>
- Fernández-Lopez, A., Rodríguez-Fortiz, M.J., & Rodríguez-Almendros, M.L. (2013). Mobile learning technology based on iOS to support student with special education needs. *Computer & Education*, 61, pp.77-90. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.09.014>
- Frauenberger, C., Good, W., & Kaey-Bright, W. (2011). Designing technology for children with special needs: bridging perspectives through participatory design. *CoDesign*, 7(1), 1-28. <https://doi.org/10.1080/15710882.2011.587013>
- Glazzard, J., Stokoe, J., Hughes, A., Netherwood, A., & Neve, L. (2019). *Teaching & Supporting Children with Special Educational Needs & Disabilities in primary Schools*. SAGE.
- Hogg, R. (2017). The SLD experience: for professional, parents and those working to support children and young people with severe and profound learning difficulties- Assessing progress for learners with PMLD (part 1). *British Institute of Learning Disabilities*, 77, 1-40.
- Holmqvist, E., Thunberg, G., & Dahlstrand, M.P. (2017). Gaze-controlled communication technology for children with severe multiple disabilities: Parents and professionals' perception of gains, obstacles, and prerequisites. *Assistive Technology*, 30(4), 201-208. <https://doi.org/10.1080/10400435.2017.1307882>
- Koehler, M. J., Mishra, P., Bouck, E.C., DeSchryver, M., Kereluik, K., Shin, T.S., & Wolf, L.G. (2011). Deep-Play: Developing TPACK for 21st century teachers. *International Journal for Learning Technology*, 6(2), 146-163.
- Koehler, M. J., Mishra, P., & Yahya, K. (2007). Tracing the development of teacher knowledge in a design seminar: Integrating content, pedagogy and technology. *Computers & Education*, 49(3), 740–762. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2005.11.012>
- Martella, R.C., & Nelson, J.R. (2013). *Understanding and Interpreting Educational Research*. The Guildford Press.
- Mencap – the voice of learning disability (2018). *About profound and multiple learning disabilities. PMLD network*. <https://tinyurl.com/dpxfxvz>
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- Najafi, L., Friday, M., & Robertson, Z. (2008). Two case studies describing assessment and provision of eye gaze technology for people with severe physical disabilities. *Journal of Assistive Technologies*, 2(2), 6-12. <http://dx.doi.org/10.1108/17549450200800013>

- Pearlman, S., & Michaels, D. (2019). Hearing the voice of children and young people with a learning disability during the Educational Health Care Plan (ECHP). *Support for Learning*, 34(2), 148-161. <https://doi.org/10.1111/1467-9604.12245>
- Perfect, E., Hoskin, E., Noyek, S., & Davies, T.C. (2020). A systematic review investigating outcome measures and uptake barriers when children and youth with complex disabilities use eye gaze assistive technology. *Developmental Neurorehabilitation*, 23(3), 145- 159. <https://doi.org/10.1080/17518423.2019.1600066>
- Porter, J., Ouvry, C., Morgan, M., & Downs, C. (2001). Interpreting the communication of people with profound and multiple learning difficulties. *British Journal of Learning Disabilities*, 29(1),12-16. <https://doi.org/10.1046/j.1468-3156.2001.00083.x>
- Renshaw, J.A., Boullier, B., Geddes, S., & Moore, A. (2012). An Assessment of Eye Tracking as an Educational Aid for People with Profound Multiple Learning Difficulties (PMLD). In Moore, D., Gorra, A., Adams, M., Reaney, J., & Smith, H (eds). *Disabled Students in Education: Technology, Transition and Inclusivity* (pp. 21-44). Information Science Reference.
- Rogers, E. (2003). *Diffusion of Innovations*. Free Press.
- SESS- Special Education Support Service. (2015). *Severe/Profound General Learning Disability*. <https://tinyurl.com/2my46kkt>
- Shelton, C. (2018). Technology and inclusion. In Younie, S. & Bradshaw, P. (eds). *Debates in Computing and ICT Education* (pp.3-13). Routledge.
- South Lanarkshire Council. (2015). *The South Lanarkshire Framework for Supporting Pupils with Severe and Profound Learning Needs*. Psychological Service & Inclusive Education Service. <https://tinyurl.com/mp892fwy>
- Shulman, L.S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Starcic, A.I., & Bagon, S. (2014). ICT-supported learning for inclusion of people with special needs: review of seven educational technology journals 1970-2011. *British Journal of Educational Technology*, 45(2), 202-230.
- Teo, T. (2009). Modelling technology acceptance in education: a study of pre-service teachers. *Computers and Education*, 52(2), 302-312.
- Tondeur, J., Roblin, N. P., van Braak, J., Fisser, P., & Voogt, J. (2013). Technological pedagogical content knowledge in teacher education: in search of a new curriculum. *Educational Studies*, 39(2), 239–243. <https://doi.org/10.1080/03055698.2012.713548>
- UNESCO (2011). *ICTs in education for people with disabilities- Review of innovative practice*. Institute for Information Technologies in Education.
- Vessoyan, K., Steckle, G., Easton, B., Nichols, M., Siu, V.M., & McDougall. J. (2018.) Using eye-tracking technology for communication in Rett syndrome: perceptions of impact. *Augmentative and Alternative Communication*, 34(3), 230-241. <https://doi.org/10.1080/07434618.2018.1462848>

- Venkatesh, V., Morris, M.G., Davis, G.B. & Davis, F.D. (2003). User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View. *Management Information Systems Quarterly*, 27(3), 425-478.
- Weaton, H., & Ware, J. (2018), The use of the 'Routes for Learning' assessment for learners with profound and multiple learning difficulties (PMLD) in England and Wales. *The SLD experience*, 79(1), 15-23.
- Winter, S., & Bunn., H. (2019.) Work to be done: A survey of educational psychologists' contribution to special schools for profound and multiple learning difficulties. *British Journal of Special Education*, 46(1), 53-75, <https://doi.org/10.1111/1467-8578.12252>
- Younie, S., & Cameron, K. (2014). *An evaluation of the use of iPads as augmentative and alternative communication devices (AAC)*. Leicester City Council.
- Younie, S., & Leask, M. (2013). *Teaching with Technologies: The Essential Guide*. Open University Press.
- Younie, S. (2007). *Integrating ICT into Teachers Professional Practice: the cultural dynamics of change*. PhD Thesis, De Montfort University, Leicester, UK.
- Yin, R.K. (2018). *Case Study Research- Design and Methods*. SAGE.

### Cómo citar

- Gill, R. & Younie, S. (2021). Evaluating Eye Tracking Technology for Assessment of Students with Profound and Multiple Learning Difficulties. [Evaluación de la tecnología de seguimiento ocular para la evaluación de estudiantes con dificultades de aprendizaje múltiples y profundas]. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 62, 269-308. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.88106>