

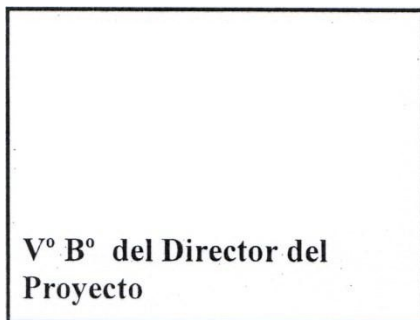
UNIVERSIDAD DE OVIEDO



MASTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA WEB

TRABAJO FIN DE MÁSTER

“Profesorius: Plataforma web de analíticas de aprendizaje para actividades de Storytelling”



Vº Bº del Director del Proyecto

DIRECTOR: M^a del Puerto Paule Ruíz

AUTOR: Claudio López Ardura

Agradecimientos

Este proyecto no habría sido posible sin la ayuda de la profesora del Colegio Miguel Hernández, que ofreció todo el *feedback* para el desarrollo de la plataforma, así como nuevas ideas y a todos los niños/as que participaron activamente en la recogida de datos, puesto que sin ellos no habría investigación. También he de agradecer a mi directora que me haya dado la posibilidad de poder cumplir mis objetivos, tanto durante como después de este proyecto. Y finalmente, agradecer a cierta persona por su constante apoyo moral durante los últimos meses.

Resumen

Learning Analytics se ha definido como una disciplina de investigación en educación que permite el análisis y visualización de datos obtenidos en un contexto o entorno educativo para estudiar el comportamiento de los estudiantes.

Mobile Learning es el área de investigación cuyo enfoque está dirigido al aprendizaje en cualquier momento, lugar y con cualquier dispositivo. En este proyecto combinamos el *Mobile Learning* y *Learning Analytics* con la pretensión de ayudar al profesor y al alumno en su tarea diaria. Concretamente, pretendemos analizar, para un entorno real de aprendizaje, la interacción de los niños/as de 4 y 5 años con aplicaciones de *Mobile Learning*, y extraer información de manera que pueda ser usada mediante *Learning Analytics* para facilitar el trabajo del profesor y facilitar el aprendizaje de los alumnos.

El prototipo de aplicación educativa *Hablo & Dibujo* nos ha permitido recoger datos de la interacción con la aplicación en 2 colegios de Educación Infantil durante el curso académico 2014-2015. La colaboración con los centros educativos fue posible gracias al convenio de colaboración existente entre la Universidad de Oviedo y la Conserjería de Educación y Ciencia del Principado de Asturias, línea 2: Proyectos de Innovación e Investigación Educativa.

Los resultados del estudio revelan que el tiempo de uso de la aplicación (*time_on_task*), la edad, el género y en el nivel socioeconómico son factores que afectan a cómo interacción los niños/as con la tecnología móvil. A raíz de estos factores descubiertos desarrollamos el prototipo de analíticas *Profesorius*, que hace uso de los mismos datos analizados junto con los resultados, para definir una plataforma web con la cual un profesor puede conocer el estado actual de sus alumnos en tiempo real a través de *Learning Analytics*.

Este prototipo está pensado para ponerse en producción a partir del mes de septiembre de 2016 en un colegio de Gijón en combinación con *Hablo & Dibujo* gracias a una nueva colaboración la Conserjería de Educación. El objetivo de este proyecto será comprobar si el uso de una plataforma web con *Learning Analytics* realmente facilita el trabajo y ayuda a un profesor a desempeñar sus labores como docente.

Palabras Clave

Plataforma web, *Learning Analytics*, *Mobile Learning*, *Storytelling*, educación infantil

Índice General

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	10
1.1 MOTIVACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	11
1.2 FINALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	12
CAPÍTULO 2. OBJETIVOS	15
2.1 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	15
2.2 OBJETIVOS DEL PROTOTIPO	15
2.3 ÁMBITOS DE APLICACIÓN	16
CAPÍTULO 3. ESTADO ACTUAL DE LOS CONOCIMIENTOS CIENTÍFICOS TÉCNICOS	17
3.1 INVESTIGACIÓN.....	17
3.1.1 <i>Aplicaciones de Storytelling para tablet</i>	18
3.2 <i>LEARNING ANALYTICS</i> EN ENTORNOS EDUCATIVOS	19
CAPÍTULO 4. METODOLOGÍA DE TRABAJO	21
4.1 MUESTRA.....	21
4.2 PROCEDIMIENTO.....	22
4.3 PROCESAMIENTO DE DATOS	22
CAPÍTULO 5. RESULTADOS OBTENIDOS	25
5.1 RELACIÓN ENTRE LA PUNTUACIÓN Y EL TIEMPO DE DIBUJO.....	25
5.2 INFLUENCIA DE LAS VARIABLES GÉNERO, EDAD Y SITUACIÓN SOCIOECONÓMICA.....	26
5.3 DISCUSIÓN E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	29
CAPÍTULO 6. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA.....	31
6.1 PROTOTIPO.....	31
6.1.1 <i>Login</i>	31
6.1.2 <i>Registro</i>	32
6.1.3 <i>Panel de usuario</i>	33
6.1.4 <i>Administración de alumnos</i>	34
6.1.5 <i>Analíticas de alumno</i>	34
6.1.6 <i>Histogramas de grupo</i>	38
6.1.7 <i>Dibujos por curso</i>	40
6.1.8 <i>Administración</i>	40
6.1.9 <i>Página de análisis morfológico</i>	41
6.2 ARQUITECTURA	41
6.2.1 <i>Diagrama de componentes</i>	42
6.2.2 <i>Componentes</i>	42
6.3 TECNOLOGÍAS	43
6.3.1 <i>Frontend</i>	44
6.3.2 <i>Backend</i>	44
CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO	46
7.1 TRABAJO FUTURO	47
7.2 DIFUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	47

CAPÍTULO 8. GESTIÓN DEL PROYECTO	48
8.1 PLANIFICACIÓN	48
8.1.1 Metodología	48
8.1.2 Desarrollo de la planificación	48
8.2 RIESGOS.....	51
8.3 PRESUPUESTO	53
8.3.1 Hardware	53
8.3.2 Infraestructura.....	53
8.3.3 Trabajo personal.....	54
8.3.4 Costes adicionales.....	54
8.3.5 Total.....	55
8.3.6 Presupuesto	56
CAPÍTULO 9. BIBLIOGRAFÍA	57
CAPÍTULO 10. ANEXOS	62
10.1 ESTADO DEL ARTÍCULO	62
10.2 PROYECTOS DE LA CONSERJERÍA.....	63
10.3 ACTAS DE REUNIONES	65
10.3.1 Acta de reunión 07/03/2016	65
10.3.2 Acta de reunión 14/03/2016	65
10.3.3 Acta de reunión 21/03/2016	65
10.3.4 Acta de reunión 28/03/2016	66
10.3.5 Acta de reunión 04/04/2016	66
10.3.6 Acta de reunión 11/04/2016	66
10.3.7 Acta de reunión 18/04/2016	67
10.3.8 Acta de reunión 15/04/2016	67

Índice de Figuras

Fig. 1. Niño interaccionando con Hablo & Dibujo	13
Fig. 2. Gráfica de analíticas de tipos de palabras	13
Fig. 3. Diagrama de dispersión time_on_task-score	25
Fig. 4. Distribución normal del error del Modelo N°1.....	26
Fig. 5. Diagramas de dispersión time_on_task-score agrupados por variables	27
Fig. 6. Distribución normal del error del modelo MLR.....	28
Fig. 7. Página de login	32
Fig. 8. Página de registro	32
Fig. 9. Página de registro completado	33
Fig. 10. Página del panel de usuario	33
Fig. 11. Página de administración de alumnos	34
Fig. 12. Página de analíticas y gráfica de tiempo de dibujo (time_on_task)	35
Fig. 13. Gráfica de colores usados	35
Fig. 14. Galería con los dibujos de los niños/as y tabla de datos de los mismos	36
Fig. 15. Gráfica de tiempo hablado (speak_time)	36
Fig. 16. Gráfica de sentencias dichas por el niño/a.....	37
Fig. 17. Gráfica de tipos de palabras dichas por el niño/a	37
Fig. 18. Tabla con las sentencias y tabla de tipos de palabras	38
Fig. 19. Página de histogramas y ejemplo de gráfica por género (time_on_task)	39
Fig. 20. Ejemplo de gráfica por edad (tiempo hablado)	39
Fig. 21. Ejemplo de gráfica por edad y género (puntuación).....	39
Fig. 22. Página de dibujos por clase.....	40
Fig. 23. Panel de administración de usuarios	41
Fig. 24. Página de análisis morfológico.....	41
Fig. 25. Diagrama de componentes de la arquitectura	42
Fig. 26. Diagrama Gantt de la planificación	50

Índice de Tablas

Tabla 1. Aplicaciones de dibujo de Google Play y sus elementos de interacción	18
Tabla 2. Información demográfica	22
Tabla 3. APA y PAP del Modelo Nº 1	26
Tabla 4. Coeficientes del modelo MLR	28
Tabla 5. APA y PAP del modelo MLR	28
Tabla 6. APA y PAP de las variables del modelo MLR	29
Tabla 7. Descripción de componentes de la arquitectura	43
Tabla 8. Matriz de impacto	51
Tabla 9. Riesgos Identificados	52
Tabla 10. Tabla del presupuesto	56

Capítulo 1. Introducción

El uso de los dispositivos móviles en la última década se ha ido incorporando de manera progresiva en nuestra vida cotidiana. El área de la educación no ha escapado de esta corriente dando lugar a un área de investigación denominado *Mobile Learning* [Traxler and Kukulska-Julme 2005; Ally 2009]. La integración de los dispositivos móviles en los entornos de aprendizaje ha propiciado escenarios educativos basados en el acceso en cualquier momento y lugar, permitiendo de esta manera el aprendizaje en contextos educativos formales [Martin and Ertzberger 2013], informales y no-formales [Plowman et al. 2012].

En los contextos educativos formales, la integración de las tecnologías en los diferentes niveles ha sido desigual [Wu et al. 2012; Hinojosa et al. 2013]. En el caso de la educación infantil, las investigaciones sobre el uso de aplicaciones educativas en preescolar no son muy abundantes. La existente tiene como objetivos medir la eficacia de la tecnología [Couse and Chen 2010; Falloon 2013], el comportamiento de los niños/as con las aplicaciones [Kucirkova et al. 2014; Sandvik et al. 2012; Moyer-Packenham et al. 2015] o la motivación, el *engagement* e interés que despierta la tecnología [Couse and Chen 2010; Martin and Ertzberger 2013]. En relación a las actividades educativas que cubren, las aplicaciones educativas están centradas en el aprendizaje de las matemáticas [Zaranis et al. 2013], aprendizaje musical [Paule-Ruiz et al. 2016], alfabeto [Neumann and Neumann 2013; Cabiellas-Hernandez et al. 2016], números [Brown and Harmon 2013], aprendizaje de vocabulario y lectura [Sandvik et al. 2012], dibujar [Couse and Chen 2010] o *Storytelling* [Fails et al. 2014; Bonsignore et al. 2013; Kucirkova et al. 2014; Gormley and McDermott 2013].

Las aplicaciones para educación infantil presentan actualmente dos retos: la evaluación de las propias aplicaciones por su utilidad como herramientas [Bonsignore et al. 2013] e integrar a los niños/as como usuario en el proceso de diseño [Molin-Juustila et al. 2015]. Los niños/as van a clase a diario, lo que define una serie de estructuras jerárquicas donde los profesores y maestros rigen el desarrollo, generando una serie de prejuicios y asunciones que impiden a los niños/as verbalizar sus pensamientos [Druin 2002]. Debido a esto, el diseño, desarrollo, implementación y pruebas de las aplicaciones educativas resulta incómodo tanto para los desarrolladores como para los niños/as y por ello ha minimizado sus roles en el desarrollo de las aplicaciones para ellos.

Learning Analytics, también conocida como *learning data analysis*, es una disciplina de investigación en educación que actualmente se encuentra en auge [Horizon Report 2016]. *Learning Analytics* puede resumirse como el análisis automático de datos obtenidos de un contexto o entorno educativo para estudiar el comportamiento de los estudiantes [Phillips et al. 2012]. *Learning Analytics* surge de la combinación de dos tendencias de los últimos años: una es el crecimiento en el uso de *Virtual Learning Environments* o Entorno Virtuales de Aprendizaje, como *Moodle* o *Sakai* que también son conocidos como *LMS (Learning Management System)*, en entornos educativos como universidades e institutos, y la otra es la aplicación de técnicas de *data mining* en procesos de negocio dentro de sistemas de información. Debido a esto, *Learning Analytics* suele confundirse con *Educational Data Mining (EDM)*, a pesar de que son conceptos distintos: el *Educational Data Mining* se refiere a los

métodos y técnicas usadas para analizar los datos obtenidos de los estudiantes y *Learning Analytics* se refiere a la forma de interpretación de los datos de los alumnos y usarlos para mejorar el aprendizaje [Duval 2012].

Learning Analytics han sido definidos de muchas formas. En [Horizon Report 2016] se menciona como "an educational application of web analytics aimed at learner profiling, a process of gathering and analyzing details of individual student interactions i online learning activities". En [Ferguson 2012] se define como "the measurement, collection, analysis and reporting of data about learners and their contexts, for purposes of understanding and optimizing learning and the environments in which it occurs". Erik Duval lo define en [Duval 2012] como "learning analytics is about collecting traces that learners leave behind and using those traces to improve learning".

Del mismo modo que no hay una definición exacta que aplicarle al término *Learning Analytics*, existen diferentes enfoques de cómo aplicarlos y dentro de qué contextos hacerlo, tal y como se presenta en [Van Barmveld et al. 2012]. No es de extrañar que debido a esto existan diferentes estudios que enfocados en distintas formas de *Learning Analytics*. Algunos estudios se centran en analizar las relaciones intrínsecas entre la interacción de los estudiantes con los *Virtual Learning Environments* y sus resultados académicos [Ramos and Yudko 2008] y otros se centran en las intervenciones, participaciones, tasa de deserción dentro de cursos online [Cocea and Weibelzahl 2007]. Los objetivos buscados con su uso también son diferentes, desde explicar el porqué del comportamiento de los estudiantes [Van Barmveld et al. 2012], a aumentar la tasa de éxito de los estudiantes y detectar aquellos que puedan fracasar [Macfadyen and Dawson 2012].

1.1 Motivación de la investigación

Este proyecto de investigación se encuadra en la disciplina de la interacción persona ordenador. El objetivo fundamental que persigue es determinar si la interacción que ofrecen los dispositivos móviles es adecuada para las actividades educativas que se llevan en las aulas de educación infantil. La interacción táctil ha demostrado ser una herramienta eficaz en actividades educativas como el aprendizaje de la música [Paule-Ruiz et al. 2016] o en el caso de la adquisición de vocabulario [Cabiellas-Hernandez et al. 2016]. El foco está centrado en descubrir qué elementos son los adecuados para conseguir interfaces adaptadas a contextos y necesidades educativas concretas.

Los efectos de la tecnología en entornos educativos centrados en el desarrollo de destrezas de los niños/as en educación infantil favorecen la capacidad de resolución de problemas [Kucirkova et al. 2014], adquisición de conocimiento estructurado o habilidades comunicativas [Brown and Harmon 2013; Sandvik et al. 2012], y fomenta el desarrollo creativo de los niños/as [Fails et al. 2010]. Además, las tecnologías móviles producen *engagement* en los alumnos que las usan [Martin and Ertzberger 2013] y se han mostrado como herramientas efectivas de aprendizaje [Hutchison et al. 2012]. Existen investigaciones previas que relacionan el *engagement* con el tiempo usado en el desarrollo de una actividad (*time_on_task*) [Couse and Chen 2010] y demuestran que los niños/as suelen preferir, generalmente, hacer

uso que herramientas tecnológicas, como dispositivos móviles u ordenadores, a los métodos tradicionales con papel y lápiz en las actividades de dibujo [Couse and Chen 2010; Matthews and Seow 2007].

Además, las herramientas tecnológicas han de servir como apoyo, no sólo a los alumnos, sino también a los profesores. Las aplicaciones educativas han de estar acompañadas de tecnología que ayude al profesor en su día a día. Es habitual que los profesores de educación infantil analicen los dibujos realizados por los niños/as en papel junto con las historias grabadas y asociadas a dichos dibujos. Este trabajo les supone un gran esfuerzo ya que en algunas ocasiones han de hacerlo fuera de su horario de trabajo habitual, no favoreciendo una intervención en tiempo real para resolver alguna anomalía detectada en el progreso. Con este enfoque, nos planteamos el prototipo de *Profesorius*. La motivación fundamental de este desarrollo es ofrecer analíticas visuales que permitan al profesor ser conscientes (*awareness*) [Duval 2011] del desarrollo de los niños/as tanto a nivel individual como en grupo. Además, el soporte tecnológico ofrecido por *Profesorius* a los profesores evita la utilización de papel, permitiendo ir a un dibujo y narración asociada concreta para un caso de estudio individual.

1.2 Finalidad de la investigación

El proyecto desarrollado tiene dos finalidades claramente definidas. Por un lado, informar de los resultados del análisis de la interacción de alumnos de preescolar con la aplicación *Hablo & Dibujo*. Esta aplicación surgió gracias al proyecto de investigación educativa: “Dibujo & Hablo: Apoyo al desarrollo gráfico y oral en educación infantil con dispositivos móviles”, que ha permitido desarrollar la actividad de dibujo libre con una narración asociada en un entorno educativo mediante el uso de tecnologías móviles, con el soporte de autoridades educativas regionales (Proyectos de investigación y desarrollo, Principado de Asturias, 2014). En el contexto de este proyecto, se desarrolló *Hablo & Dibujo*. Es una aplicación Android diseñada e implementada para que los niños/as dibujen y cuenten historias teniendo como soporte una tablet (Fig. 1. Niño interaccionando con Hablo & Dibujo). Concretamente, se analizó el uso de la aplicación con 105 niños/as de 4 y 5 años pertenecientes a dos centros educativos de distinto nivel socioeconómico de Asturias. La fuente de información son datos cuantitativos con las acciones realizadas por cada niño en cada interacción con la aplicación. El objetivo es modelizar el comportamiento del niño/a usando para modelos matemáticos de regresión. El modelo creado nos permite predecir el número de elementos con los que ha interaccionado el niño/a en función del tiempo que ha estado usando la aplicación teniendo en cuenta factores como la edad, género o el nivel socioeconómico del colegio al que pertenece el niño/a. Por tanto, averiguaremos con qué elemento y cómo ha interaccionado el niño/a, mientras estaba usando la tecnología de *Hablo & Dibujo*.



Fig. 1. Niño interactuando con Hablo & Dibujo

Los resultados de este estudio sirven como ayuda para el diseño de aplicaciones educativas para educación infantil. Determinar los factores que influyen cuando los niños/as usan la tecnología, posibilitan el desarrollo de aplicaciones adaptadas a contextos educativos concretos, incrementando así el atractivo de la tecnología [Yu et al. 2011] y favoreciendo de esta manera el interés y la motivación en la misma. Además de facilitar el desarrollo y mejora de la experiencia de usuario que tienen los niños/as con la tablet.

Los datos obtenidos con 105 niños/as, permite cumplimentar la otra finalidad del proyecto: desarrollar un módulo de analíticas visuales que tenga en cuenta el tiempo que están los niños/as haciendo la actividad de hablar y dibujar, el tiempo que utilizan para hacer la narración, los elementos de la aplicación con los que interactúan y el número de tipos de palabras y frases que dicen (Fig. 2. Gráfica de analíticas de tipos de palabras). Las gráficas mostradas han sido decididas entre el equipo de desarrollo y las profesoras que ha llevado la actividad educativa de *Hablo & Dibujo* en los centros.

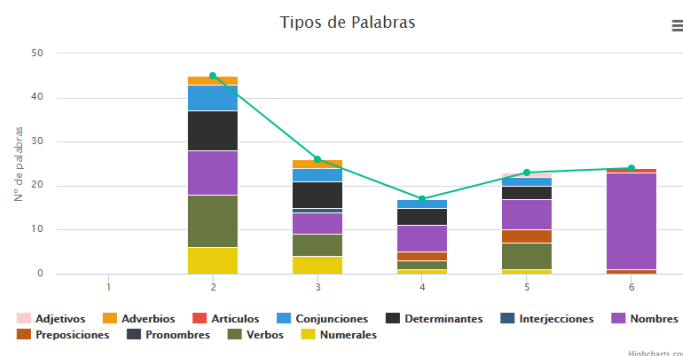


Fig. 2. Gráfica de analíticas de tipos de palabras

El diseño centrado en el usuario planteado tanto para la aplicación *Hablo & Dibujo* como para *Profesorius* ha posibilitado la integración de niños/as y profesores en el proceso de desarrollo. En el caso de *Hablo & Dibujo*, los niños/as han participado decidiendo el tamaño de los botones así como la posición de los elementos de la interfaz. Los profesores en participes en el desarrollo de *Profesorius* han decidido las gráficas así como su contenido. Debido a esto, se considera que para un diseño de en un entorno educativo adecuado para aplicaciones de

Mobile Learning debe acompañarse de un equipo multidisciplinar con experiencia pedagógica y en tecnología. Este equipo puede trabajar de manera coordinada para desarrollar un entorno adecuado para las necesidades y características de los niños/as.

Capítulo 2. Objetivos

Dentro del proyecto podemos diferenciar dos grandes grupos de objetivos, los relacionados con la investigación, y los relacionados con la aplicación desarrollada.

2.1 Objetivos de la investigación

Teniendo en cuenta los trabajos mencionados (ver Capítulo 1), el objetivo de la investigación se muestra como la verificación de una hipótesis de partida centrada en la “dedicación” (*engagement*) de un niño/a que esté con una tecnología determinada, dedicará más tiempo a la actividad educativa cuyo soporte es dicha tecnología, y por tanto hará más uso de los componentes de la aplicación que use en la actividad. Para probar esta hipótesis, se plantean las siguientes cuestiones:

1. ¿Existe relación entre el número de elementos que utiliza el niño/a en una actividad dirigida por una aplicación y el tiempo que dedica en ella (*time_on_task*)?
2. ¿Existen otras variables que influyan en el uso de dichos elementos, aparte del *time_on_task*?

2.2 Objetivos del prototipo

A partir de los objetivos de la investigación planteados, y con los datos obtenidos de los 105 niños de los dos colegios con la app *Hablo & Dibujo*, planteamos el desarrollo del prototipo *Profesorius* con los siguientes objetivos:

- Compatibilidad con la aplicación *Hablo & Dibujo* para *Storytelling*, de manera que puedan ser usadas juntas y ofrecer un sistema centralizado donde el profesor pueda ver los dibujos y escuchar las historias de los niños/as durante las actividades realizadas.
- Ofrecer al profesor analíticas en tiempo real del desarrollo de las distintas competencias adquiridas por los niños/as durante las actividades así como conocimiento sobre sus capacidades y destrezas orales y gráficas.
- Dar soporte al trabajo día a día del profesor en las actividades haciendo uso de analíticas de grupos de niños/as, ya sea por edad o género, y por tanto sea consciente del progreso realizado en forma de datos cuantitativos.
- Facilitar el trabajo del profesor a la hora de establecer si los objetivos educativos del niño/a han sido completados, o si se encuentran en proceso de hacerlo, o de evaluar las actividades.

2.3 Ámbitos de aplicación

Tanto la investigación realizada como el prototipo están pensadas para ser usadas en un entorno educativo real. En educación infantil se llevan a cabo actividades de *Storytelling* en las que los niños/as dibujan y cuentan lo que dibujaron, fomentando el desarrollo gráfico y oral. Debido a esto puede verse como principal ámbito es ser usados en clase, de manera que el profesor puede usar el prototipo para mantener un control sobre el profesor de los niños/as. A pesar de que el ámbito sea propiamente educativo, puede aplicarse en distintos escenarios:

- **Storytelling:** Los profesores y los educadores pueden hacer uso de la aplicación *Hablo & Dibujo* como parte del trabajo diario de las asignaturas dedicadas al dibujo, y que permitan desarrollar la competencia del *Storytelling*.
- **Expresión gráfica:** Los profesores también pueden usar la aplicación en actividades de sólo dibujo, obviando la parte hablada. De esta forma el profesor solo usaría el prototipo para evaluar los dibujos.
- **Necesidades especiales:** Aunque no se apliquen las mismas competencias en los casos de niños/as con necesidades educativas especiales, el prototipo puede usarse de manera que el profesor pueda conocer el desarrollo oral de un niño/a con problemas comunicativos, de manera que pueda intervenir en los trastornos paulatinamente. Algunas discapacidades físicas, como trastornos de hipotonía, impiden realizar actividades de dibujo, debido a incapacidad de los niños/as afectados de sujetar los rotuladores correctamente. Las pantallas táctiles solucionan este problema debido a que el niño/a no tiene que sujetar nada, solo usar su mano, de manera el prototipo puede ayudar al profesor al controlar el progreso gráfico de estos niños/as.

Capítulo 3. Estado actual de los conocimientos científicos técnicos

El estado del arte del proyecto se puede separar para en dos partes. La primera es el estado del arte que define la situación actual respecto a la investigación realizada a través de la aplicación *Hablo & Dibujo* y por otra parte el estado del arte de herramientas y plataformas de analíticas de aprendizaje para el desarrollo del prototipo *Profesorius*.

3.1 Investigación

En las clases de educación infantil, los niños/as dibujan usando una gran variedad de herramientas tradicionales como lápices, ceras, rotuladores, lápices de colores y gomas de borrar. Con el desarrollo adecuado y la experiencia, los niños/as ganan control sobre estas herramientas, y de ese modo, creando progresivamente representaciones cada vez más exactas de lo que piensan. Dibujar y pintar son actividades precursoras para aprender a escribir y son una forma representacional de comunicación. De esta manera, el dibujo a mano es una actividad habitual en preescolar y la que los niños/as realizan y aprenden a representar lo que piensan y saben [Lancaster 2007; Matthews 1984]. El desarrollo del lenguaje oral es uno de los principales logros de los niños/as durante los 5 primeros años de vida [Genishi 1988]. Las clases de educación infantil y preescolar son entornos adecuados para enriquecer el lenguaje de niños y niñas de 3, 4 y 5 años, y dentro de ellas, los profesores hacen uso de 2 métodos que favorecen el desarrollo del lenguaje y de lectura: *Storytelling* y *Storyreading* [Isbell et al. 2004]. Ambos métodos hacen que los niños/as tengan progreso oral adecuado [Isbell et al. 2004].

En el caso concreto de España, el desarrollo del lenguaje, dibujar y pintar son parte de las capacidades que deben desarrollarse en el nivel educativo de educación infantil. Según el artículo 3 del Real Decreto. 1603/2006 de 29 de diciembre, la Educación infantil contribuirá a desarrollar en los niños/as las capacidades que les permitan iniciarse en las habilidades de lecto-escritura, entre otras. Asimismo, la Educación infantil contribuirá a desarrollar en los niños y las niñas las capacidades que les permitan desarrollar diferentes formas de expresión potenciando su sensibilidad estética y su creatividad. Por tanto, los objetivos que tiene la actividad planificada con los centros son: Dar cauce a la creatividad de los niños/as de educación infantil de una manera interactiva y amigable, haciendo uso de los dispositivos móviles, colaborar en el estudio de la influencia de las tecnologías en el desarrollo de los niños/as, e integrar el uso innovador de las Tecnologías móviles en las tareas que se realizan en los centros educativos.

En relación a las competencias que las profesoras trabajan, en la normativa de educación infantil no están específicamente definidas, pues sólo expresan objetivos en función de las capacidades a trabajar. Por tanto, para esta actividad, entendemos las competencias básicas como la capacidad puesta en práctica de integrar conocimientos, habilidades y actitudes para

resolver problemas y situaciones en contextos diversos. Así, a través del trabajo con esta aplicación, las profesoras trabajaban:

- a) La competencia digital: Haciendo uso de tablets Android y la aplicación *Hablo & Dibujo*
- b) Competencia lingüística: Los niños/as realizan narraciones ligadas a lo que están dibujando
- c) Competencia de aprender a aprender: *Hablo & Dibujo* es una herramienta, que permite el inicio del descubrimiento y la investigación. No hay normas prefijadas, por lo que cada niño/a elabora y comparte su propio dibujo y narración asociada.

3.1.1 Aplicaciones de *Storytelling* para tablet

En una fase inicial del diseño, se hizo un estudio previo de aplicaciones, tanto para Android como para iOS, con objetivos similares. En el caso de las aplicaciones para iOS, se encontraron trabajos relacionados con el uso de iPads y sus aplicaciones [Shuler et al. 2012; Kucirkova et al. 2014; Falloon 2013]. La ausencia de literatura específica para aplicaciones en Android, obligó a buscar aquellas disponibles en el Play Store de Google. Se analizaron las aplicaciones con mayor número de descargas y valoración del Google Play (Tabla 1. Aplicaciones de dibujo de Google Play y sus elementos de interacción. De esta manera, se obtuvieron los elementos de interacción más habituales y aquellos que eran apropiados para *Hablo & Dibujo* aunque no fuesen comunes en las aplicaciones revisadas, como el micrófono, necesario para grabar las historias que narran los niños/as en la actividad.

Aplicación	Descargas	Control trazo	Color	Goma	Micrófono
Lenso create	10 mil	Si	Gradientes	Si	Si
Paint joy	5 millones	Si	Gradientes	Si	No
Magic Paint kaleidoscope	5 millones	No	Aleatorio	Si	No
Kidsdoodle	10 millones	No	Aleatorio	Si	No
Interactive whiteboard	10 mil	Si	Gradientes	Si	No
Whiteboard de 4d	50 mil	Si	12	Si	No
Pizarra	500 mil	Si	9	Si	No
Kids whiteboard	10 mil	No, aleatorio	13	Si	No
PIZARRA para dibujar	10 mil	Grueso y fino	10	Si	No
Colores para niños	5 mil	Grueso y fino	10	Si	No
Baby bus painter	100 mil	Si	No	Si	No
Classroom tools	50 mil	No	3	Si	No

Tabla 1. Aplicaciones de dibujo de Google Play y sus elementos de interacción

En la misma línea propuesta en [Falloon 2013], donde el autor concluye que los docentes y los desarrolladores deben trabajar conjuntamente para mejorar el valor educación de las

aplicaciones móviles en iPad, se consideró que para aplicaciones educativas en Android también es necesario un grupo multidisciplinar de expertos en tecnologías, profesores de educación infantil y preescolar y especialistas en el diseño de aplicaciones educativas. En el caso de la aplicación *Hablo & Dibujo*, en el desarrollo de la misma ha intervenido un grupo multidisciplinar con pedagogos expertos en aplicaciones de educación infantil y técnicos especialistas en el desarrollo de dispositivos móviles.

3.2 *Learning Analytics* en entornos educativos

A la hora de aplicar *Learning Analytics* en entornos reales de aprendizajes existen muchos enfoques distintos, como aplicarlos para detectar estudiantes en riesgo [Siemens and Long 2011] o en conocer cómo se comportan dentro del curso para establecer una serie de categorías clasificatorias [Phillips et al. 2012]. La mayor parte de los estudios e investigaciones en casos reales con *Learning Analytics* están enfocados en entornos universitarios con diferentes herramientas que se compaginan con desarrollo normal de las clases [Dietz-Uhler and Hurn 2013].

Entre las investigaciones desarrolladas entorno a *Learning Analytics* se definen diferentes herramientas forman parte de los propios *LMS* utilizados a la hora de impartir una asignatura [Walsh 2015], o herramientas que permiten combinarse con los propios *LMS* para ofrecer mayor información [Kitto et al. 2015]. También existen algunas que funcionan recogiendo información sobre los distintos entornos educativos entre los que se mueven los estudiantes [Leony et al. 2012] para luego mostrarlas en formas de gráficos.

Comercialmente también se han creado sistemas para ser utilizados en entornos educativos. Este es el caso de *Advanced Analytics* [Desire2Learn 2016] centrado en análisis predictivos sobre el rendimiento de los estudiantes, o de *Insight* [Beestar 2016] que se centra en la monitorización física de los alumnos para analizar la asistencia a clase y ofrecer una *dashboard* de analíticas a los profesores.

Aunque la mayor parte de los estudios y herramientas comerciales están pensadas para educación secundaria o universitaria [Van Barmveld et al. 2012] también existen casos en los que las *Learning Analytics* son utilizadas en educación infantil o primaria. En el juego *SkillVille* [Balayan et al. 2014], se combina el uso de un juego para dispositivos móviles con *Learning Analytics* para estudiar el desarrollo de la percepción visual de niños/as de 4 a 7 años. Para el estudio se utilizan distintos juegos de lenguaje y deletreo, búsqueda y ordenación y juegos de memoria.

La plataforma *PBS KIDS* ofrece juegos, videos, y otros elementos multimedia para niños/as. En [Roberts et al. 2016] se presenta la idea de usar la información recogida sobre el uso de los distintos juegos, visualización de videos, etc. con el fin de desarrollar una plataforma de *Learning Analytics*. A través de esta plataforma tanto profesores como padres pueden conocer el estado de los niños/as en un entorno que, aunque no sea puramente educativo, si puede ayudar a su desarrollo, puesto que muchos de los juegos están planteados de manera que pueden enseñar diferentes destrezas(juegos de matemáticas, lectura, ...).

A nivel comercial también se pueden encontrar algunos juegos y herramientas que están pensados para ser usados en educación, o al menos para ser usados para que los niños/as aprenda. Este es el caso de *Wonder Bunny Math Race: Preschool & Kindergarten Kids Advanced Learning App* [AppAnnie 2016], que mediante un juego de matemáticas ofrece una serie de *Learning Analytics* que pueden ser usadas por padres y profesores. Un caso similar es el de la empresa *EnderMetrics* (<http://endermetrics.com/es/>) que ofrece un SDK para desarrolladores de aplicaciones educativas que permiten hacer uso de su web para ver un *dashboard* con los *Learning Analytics*.

En su tesis doctoral [Senette 2015], la doctora Senette se centra en la educación para niños/as con necesidades especiales, más exactamente en casos de autismo. En su trabajo se centra en el uso de una aplicación de *Mobile Learning* centrada en juegos de asociación de imágenes con palabras o letras. Esta aplicación se comunica un sistema de *Learning Analytics* que permite a los profesores conocer el estado actual de los niños/as en su desarrollo a lo largo de diferentes sesiones.

Capítulo 4. Metodología de trabajo

Para llevar a cabo la investigación, se recogieron datos cuantitativos con el fin de alcanzar los objetivos de la misma. La unidad de análisis fueron los niños/as. Se usaron tablets para obtener el tiempo que cada niño/a pasó realizando la actividad, así como el número de colores básicos y avanzados que usó. También se recogió información sobre otros elementos, como la el grueso del trazo elegido (delimitado como fino, grueso e intermedio), si se usó o no la goma de borrar y el tiempo que dedicaron a hablar por el micrófono. Toda esta información se guardó en ficheros de interacción (*logs*) individuales para cada niño/a para luego ser procesados.

Toda la información recogida permitió la posibilidad de construir modelos de regresión lineal que permitiesen establecer un patrón de comportamiento en los niños/as, así como determinar las variables que pudiesen influir en dichos modelos. Los modelos de regresión fueron obtenidos estadísticamente haciendo uso del R [R Development Core Team 2012], en su versión 2.15. Además, para delimitar la precisión de los modelos creados del error cuadrático medio (*root mean square error* o RSME), precisión media de la predicción (*average prediction accuracy* o APA) y porcentaje de predicciones precisas (*percentage of accurate predictions* o PAP) [Huang and Fang 2013].

4.1 Muestra

La muestra está formada por 105 niños/as de segundo y tercer nivel de educación infantil, matriculados en 2 colegios públicos de Asturias, uno situado en Gijón y otro en Pola de Siero. La información demográfica de las aulas puede verse en la Tabla 2.

El colegio de Gijón está situado en un barrio con un nivel socioeconómico bajo. A pesar de ello, tantos los alumnos como los profesores tienen acceso al uso de nuevas tecnologías. Cada aula está equipada con ordenadores con acceso a internet y un proyector. Adicionalmente, el colegio dispone de un aula dedicada en exclusiva para la enseñanza de nuevas tecnologías, y, desde el curso académico 2013-2014, esta aula dispone de 9 tablets. Todos los niños/as hicieron uso de las tablets en cursos y actividades anteriores con diferentes aplicaciones educativas.

El colegio de Pola de Siero está localizado en una zona urbana de nivel socioeconómico medio-alto. También tiene accesos a las nuevas tecnologías. El colegio dispone de 20 ordenadores portátiles para uso de los profesores, y un aula equipada con una *smartboard*, la cual es usada habitualmente por los niños/as en distintas actividades. Todas las aulas tienen un ordenador conectado a internet y proyector. Los alumnos de este colegio no usaron la tablets en los cursos anteriores, sin embargo, tienen acceso a los dispositivos móviles de manera habitual en su entorno familiar. En ambos colegios, elegimos aproximadamente, el mismo número de niños y niñas, además de tener similar número de niños/as de 4 y 5 años. Se pidió permiso a los padres y tutores legales de los niños/as de ambos colegios para llevar a cabo la investigación, y el 100% de ellos dieron su consentimiento.

Factor	Género		Edad		Colegio	
	Masculino	Femenino	4 años	5 años	Gijón	Pola de Siero
Nº	46	59	46	59	50	55

Tabla 2. Información demográfica

4.2 Procedimiento

Los profesores invitaron a los niños/as en grupos de 5 a hacer uso de la aplicación *Hablo & Dibujo* en tablets en una aula específica para ello, y equipada con mesas y sillas adecuadas para los niños/as. El aula es usada habitualmente por los profesores para que los niños/as hagan trabajos en pequeños grupos. Los niños/as usaron la aplicación móvil desde Septiembre hasta Abril durante el curso académico 2014-2015, durante la asignatura de Nuevas Tecnologías. Esta asignatura es realizada una vez a la semana y dura una hora.

La recolección de datos fue llevada a cabo en 2 fases, resumidas en:

- Fase 1:** Introducción. Durante la primera sesión, el propósito era que los niños/as se adaptasen al uso de la aplicación *Hablo & Dibujo* y a su mascota, Belka. Los profesores enseñan a los niños/as las operaciones básicas de dibujo de la aplicación: selección de los colores básicos y avanzados, uso de la goma de borrar, selección del grosor de trazo, el botón del micrófono y, finalmente, el botón de guardar. A pesar de que el profesor enseña estas operaciones básicas, gracias a lo fácil de usar que es la aplicación simpleza de la aplicación, no es necesarios enseñar muchas cosas, y varios casos, los niños/as las descubrían por si solos. Para enseñar, se hizo uso de asistencia entre iguales con frase como: “María, explícale a Mario como encontraste ese color/hiciste esa línea”, etc. Debido a esto, la asistencia del profesor es casi innecesaria. No existe ninguna limitación en el tiempo de uso de la aplicación dentro de la hora de clase. Cada niño/a puede estar dibujando todo el tiempo que considere necesario.
- Fase 2:** Actividad de dibujo libre. Tras terminar la primera sesión de calentamiento, los niños/as ya están familiarizados con la aplicación *Hablo & Dibujo*. El profesor introduce el código de identificación del niño/a y la sesión a la que corresponde y le dice “dibuja lo que quieras y después cuenta lo que has hecho”. A partir de ese momento, los niños/as comienza a dibujar, creando y grabando historias, que luego serán mostradas a sus compañeros/as y al profesor. Al igual que la Fase 1, no hay ninguna limitación dentro de la hora de clase. Cada niño/a pasa el tiempo que quiera dibujando. Al terminar de dibujar y terminar la actividad, el niño/a puede, si quiere, acariciar a la mascota.

4.3 Procesamiento de datos

Los 105 niños y niñas del estudio vienen de una muestra inicial de 131. Se siguieron los siguientes pasos para delimitar el número de niños/as usados en la muestra final:

1. Seleccionar aquellos niños/as que participaron en el 80% de las sesiones de la actividad. Los profesores consideraron que si un niño/a participó en dicho porcentaje de sesiones implica que alcanzó los objetivos educativos propios de la actividad. Es importante destacar que en el sistema educativo español los profesores no están obligados a puntuar los dibujos en educación infantil. Durante esta etapa los profesores solo evalúan el desarrollo del niño/a, estableciendo si este ha alcanzado los objetivos educativos o si sigue en proceso de hacerlo.
2. Descartar el *outlier*. En la muestra inicial de 131 había un niño de necesidades educativas especiales que participó en la actividad para no excluirlo de sus compañeros, pero se extrajo de la muestra por sugerencia de la profesora.

El modelo definido está compuesto de 2 tipos de variables. La variable que vamos a predecir, llamada puntuación o *score*, y las variables predictivas: el *time_on_task*, definido como el tiempo, medido en milisegundos, que niño/a dedica a dibujar; su edad, indicada en años; el género, masculino o femenino; y el colegio. Usando los diferentes modelos obtenidos a partir de las variables predictivas se obtiene el modelo de regresión que define el comportamiento de la variable a predecir, en nuestro caso el *score*.

Para calcular la variable *score*, se utilizaron las siguientes variables obtenidas de los dibujos de los niños/as: colores básicos y avanzados, grosor del trazo, tiempo hablado en el micrófono, y la goma borrar, que son los elementos que componen la interfaz con la que los niños/as interactúan. Por ello, *score* viene dado por la cantidad de elementos usados por los niños/as durante el desarrollo de la actividad de dibujo.

Tanto para los colores básicos como avanzados se contaron el número de colores distintos usados; para el grosor del trazo se contó si los diferentes trazos, fino, grueso o intermedio, se usaron o no; la goma de borrar es un valor binario obtenido de si el niño/a la usó o no; y finalmente, el tiempo hablado contabiliza el tiempo total de audio grabado por el niño/a. Los valores de todas las variables son normalizados dentro de la misma escala de 0 a 10, donde 0 es el mínimo y 10 el máximo. En el sistema educativo español los profesores evalúan los resultados de las actividades en la misma escala, razón por la que fue elegida para estandarizar los valores de las variables.

Para calcular el valor final de la variable *score*, se hizo uso de la fórmula incluida bajo este párrafo. Los coeficientes de las distintas variables fueron dados por las profesoras, y están basados en la experiencia de su trabajo diario. Esta fórmula ofrece el valor de la variable *score* para una sesión de un niño/a. La puntuación global, una por niño/a, es el resultado de la media aritmética de todas las sesiones realizadas por él/ella.

$$\text{score} = 0.05 \cdot \text{colores básicos} + 0.25 \cdot \text{colores avanzados} + 0.35 \cdot \text{tiempo hablado} + 0.25 \cdot \text{grosor del trazo} + 0.1 \cdot \text{goma de borrar}$$

En el caso de la variable predictiva *time_on_task*, el valor es obtenido directamente del tiempo usado por los niños/as para dibujar y contar sus historias en cada una de las sesiones. Para el valor final usado se hizo la media aritmética de todas las sesiones para cada niño/a.

Para cuantificar la precisión de los diferentes modelos predictivos, los siguientes criterios fueron usados [Huang and Fang 2013]:

- APA: Average prediction accuracy. Calcula la media de la exactitud del *score* predicho respecto al *score* real. Se calcula usando la siguiente formula:

$$APA = 1 - \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \left| \frac{P_i - A_i}{A_i} \right| \times 100\%$$

Donde n es el número total de niños/as; P_i es la puntuación predica por el modelo de regresión para el niño/a i ; y A_i es el *score* real obtenido por el niño/a i .

- PAP: Percentage of accurate predictions. Esta función calcula el número de predicciones correctas dividido por el número total de predicciones. Para estimar si el *score* predicho es correcto o no, se eligieron aquellos dentro del rango 90-110% del *score* real (es decir, el error de predicción es de ± 10).

Capítulo 5. Resultados obtenidos

Tras el procesado de datos, se obtuvieron una serie de resultados con los cuales se determinaran la validez de las 2 primeras hipótesis propuestas.

5.1 Relación entre la puntuación y el tiempo de dibujo

El análisis exploratorio de la Fig. 3. Diagrama de dispersión `time_on_task-score` muestra la tendencia a crecer de la cuanto más tiempo este un niño/a esté realizando la actividad

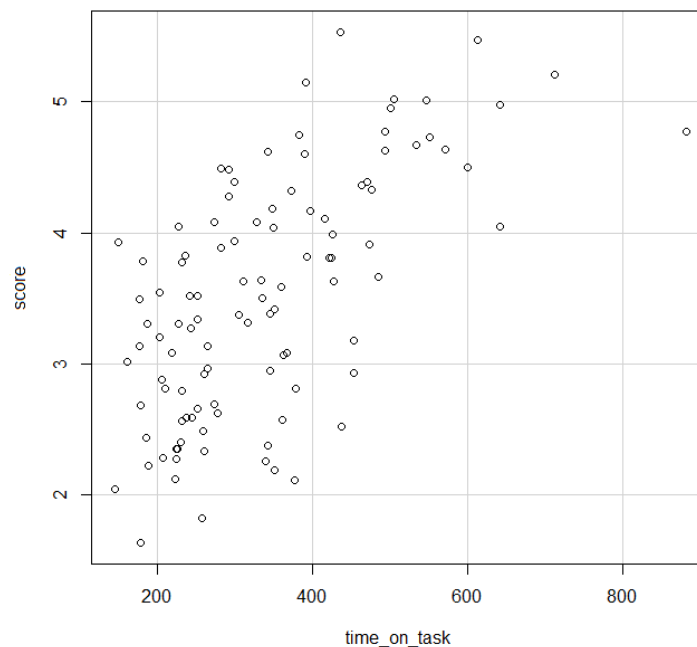


Fig. 3. Diagrama de dispersión `time_on_task-score`

(`time_on_task`), mayor puntuación obtendrá (`score`).

Para comprobar que realmente existe la correlación entre ambas variables se calculó el coeficiente de correlación de *Spearman*. El resultado obtenido fue $r = 0.6263425$ con un $p\text{-value} < 0.0001$.

Tras comprobar que existe relación entre el par de variables, gracias al r de *Spearman*, se obtuvo el primer modelo de regresión lineal para ajustar los datos de la muestra:

$$\text{score} = 2.0503945 + 0.0043334 \cdot \text{time_on_task} \text{ (Modelo N.º 1)}$$

El *adjusted R-square* del modelo es 0.403 con un *p-value* < 0.0001 y un *RSME* de 0,7012. Para comprobar si el modelo es correcto se realizó un prueba de heterocestacidad, de resultado *p-value* = 0.8771, lo que implica que no es homocedástico y por tanto sí heterocedástico, y uno

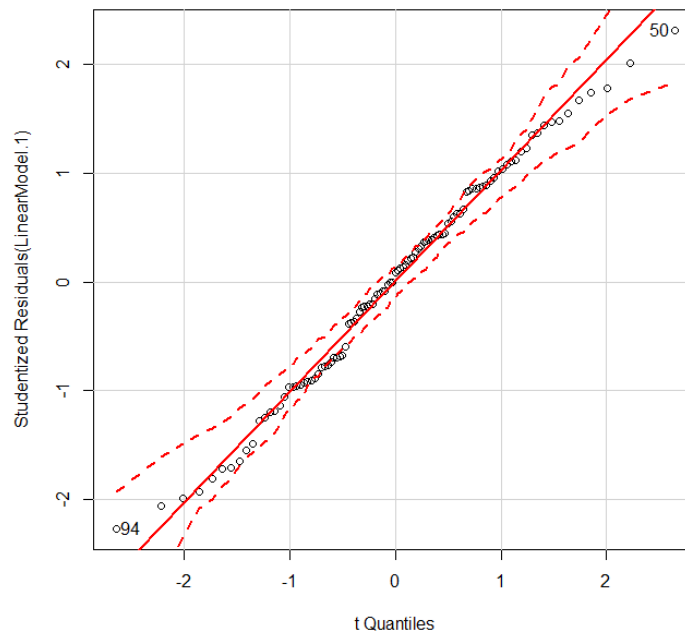


Fig. 4. Distribución normal del error del Modelo N°1

de linealidad, donde se obtuvo un *p-value* = 0.2584, que demuestra su linealidad. También se aplicó sobre el modelo e test de *Bonferroni*, el cual no mostró ningún valor atípico u *outlier*. La comparación de los cuartiles de los residuos muestra una distribución normal del error (Fig. 4. Distribución normal del error del Modelo N°1).

Finalmente comprobamos la precisión del modelo usando los criterios *average prediction accuracy* (APA) y *percentage of accurate predictions* (PAP) explicados anteriormente, de donde obtuvimos los resultados mostrados en la siguiente tabla (Tabla 3. APA y PAP del Modelo N° 1).

APA (%)	PAP (%)
81.5759978	36.73685262

Tabla 3. APA y PAP del Modelo N° 1

5.2 Influencia de las variables género, edad y situación socioeconómica

Con el objetivo de mejorar el modelo anterior, se llevó a cabo otro análisis exploratorio para identificar otras variables que pudiesen influir en el *score* obtenido. Estos análisis, realizados a través de graficas de dispersión, permitieron comprobar que variables podían identificarse. Tales variables son la edad, género y situación socioeconómica o colegio.

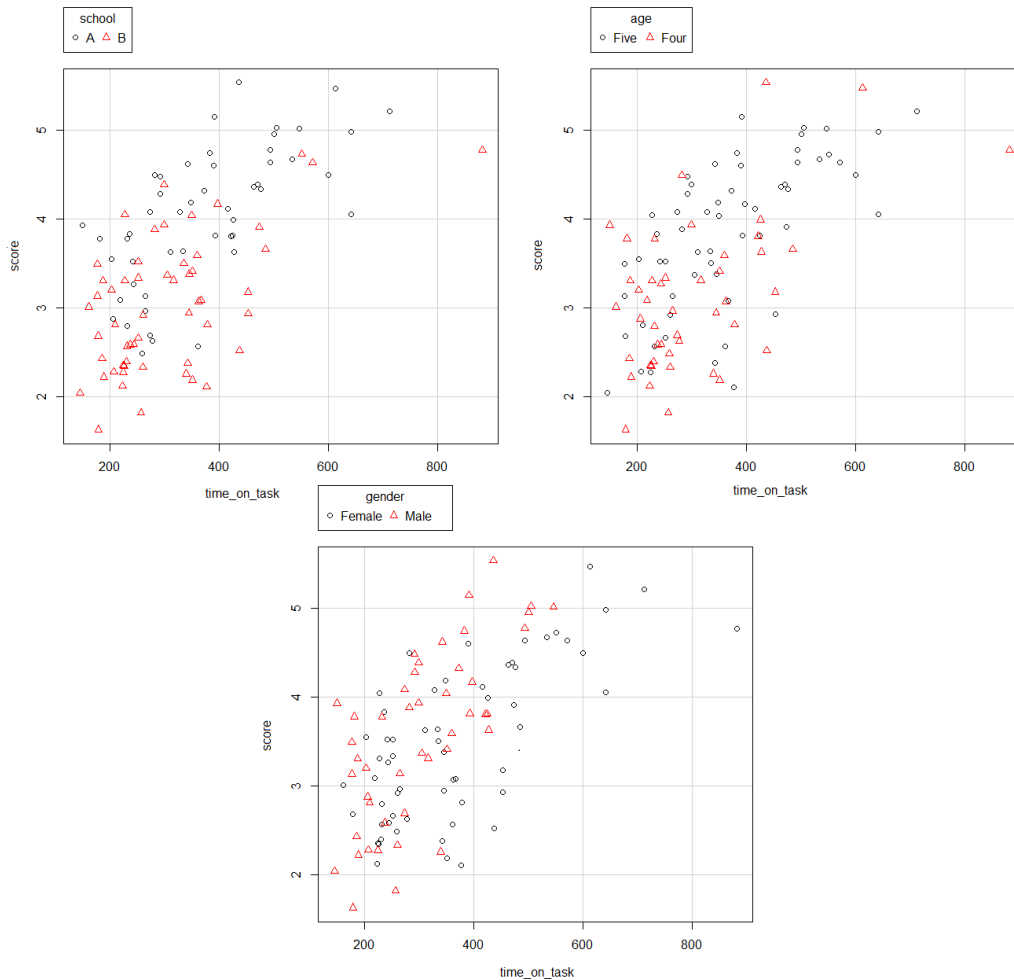


Fig. 5. Diagramas de dispersión *time_on_task*-*score* agrupados por variables

A partir de estas nuevas variables descubiertas y el *time_on_task*, se creó un nuevo modelo para ajustar los resultados del *score* de los niños/as. Dado que el género y el colegio son variables cualitativas, se introdujeron como factores en el cómputo del modelo. En el caso de la edad, a pesar de ser un valor cuantitativo, también se introdujo como factor, dado que solo puede tomar los valores de 4 y 5 años. La relación entre el *time_on_task* y el *score* se puede observar, agrupadas por género, edad y colegio en la Fig. 5. Diagramas de dispersión *time_on_task*-*score* agrupados por variables.

Se obtuvo un modelo de regresión lineal múltiple (*Multiple Linear Regression* o *MLR*) a partir del efecto de las variables independientes identificadas sobre la variable a predecir y determina la relación cuantitativa entre ellas. Los coeficientes de ajuste del modelo *MLR* se muestran en la Tabla 4. Coeficientes del modelo *MLR* *p-value* obtenido en el *time_on_task* y el colegio es menor que 0.001 dándole una confianza muy alta de que los coeficientes son correctos. En el caso de la edad y el género el *p-values* es menor de 0.01, dándoles también una buena confianza.

	Coeficiente	Std.Error	p-value
Base	1,9652146	0,1757432	6.56e-15***
Time_on_task	0,0036714	0.0004499	1.02e-12***

Edad[4]	-0,3538028	0.1162603	0.00299**
Género[Masculino]	0,3302783	0.1156583	0.00522**
Colegio[Gijón]	0,6725189	0.1165858	8.97e-08***

Tabla 4. Coeficientes del modelo MLR

El *adjusted R-squared* del modelo es 0,6142 ($p\text{-value} < 0,001$) y con un *RSME* de 0,5557. La validación del modelo muestra su adecuación para predecir el valor de variable *score* ya que muestra heterocestadidad ($p\text{-value} = 0.3632 > 0,05$) y linealidad en el test *RESET* ($p\text{-value} = 0,8739$). El test de *Bonferroni* no produce valores atípicos y la distribución del error es normal,

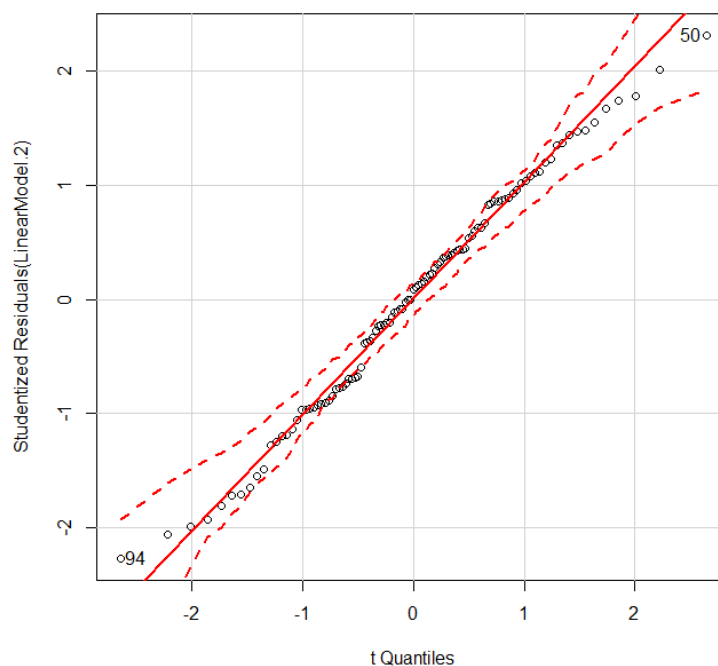


Fig. 6. Distribución normal del error del modelo MLR

tal y como se muestra en la Fig. 6. Distribución normal del error del modelo MLR.

Para comprobar la precisión del modelo MLR se usaron los mismos criterios *APA* y *PAP* del modelo nº1, tal y como se puede observar en la Tabla 5. *APA* y *PAP* del modelo MLR. Lo mismo se hizo de manera individual para cada variable predictora, mostrado en la Tabla 6. *APA* y *PAP* de las variables del modelo MLR.

APA (%)	PAP (%)
86.11189391	55.74162346

Tabla 5. *APA* y *PAP* del modelo MLR

Variable	Factor	APA (%)	PAP (%)
Edad	4	83,5393448	45,76028357
	5	88,1176102	63,52368507
Género	Masculino	83,5627899	44,56373073
	Femenino	88,0993309	64,45659068

Colegio	Gijón	89,4190978	63,05817128
		Pola de Siero	83,1053449

Tabla 6. APA y PAP de las variables del modelo MLR

5.3 Discusión e interpretación de los resultados

El modelo de regresión nº 1, así como la correlación entre las variables *time_on_task* y el *score*, indican que existe una relación clara y creciente entre el tiempo que están haciendo la actividad y la cantidad de elementos de la interfaz que usan. Concretamente, el modelo nº1 muestra que el 40% de la puntuación se debe al *time_on_task*. El resultado obtenido puede deberse a dos razones: a) la motivación que despierta la tecnología y su potencial para enganchar a los alumnos, b) el diseño de las aplicaciones educativas. En la década de los 90, investigadores [Guthrie and Richardson 1995; Talley et al. 1997] encontraron que los niños/as están motivados al utilizar ordenadores, tal y como muestra el hecho de que pasan más tiempo usándolo. En el caso del uso de las tablets, las mismas evidencias las encuentran los investigadores en [Chou et al. 2012]. En relación al diseño de las aplicaciones educativas, en [Martin and Ertzberger 2013] los autores consideran importante el diseño tras comparar el uso de iPod y iPad con el uso de *Computer Based Instruction (CBI)*, obteniendo como resultado que los usuarios de iPad y iPod eran más proclives de hacer uso de la tecnología, pero no alcanzaron las mismas puntuación que los *CBI*. Es importante resaltar la importancia de un diseño adaptado a las necesidades y características tanto de los niños/as como de la actividad que están realizando, ya que el procesamiento de información visual y verbal en una Tablet, puede llegar a producir una sobrecarga cognitiva [Martin and Ertzberger 2013]. En el caso de *Hablo & Dibujo*, y en la misma línea propuesta por [Falloon 2013], en el desarrollo de la misma ha intervenido un grupo multidisciplinar con pedagogos expertos en la evaluación de aplicación de educación infantil y técnicos especialistas en el desarrollo de dispositivos móviles. Además, tanto como profesores y niños/as tomaron parte en el diseño de la interfaz aplicación, decidiendo que tipo de botones poner así como su posición. Esta sinergia favoreció el desarrollo de una aplicación adaptada al contexto educacional concreto.

Las tecnologías se están incorporando de manera habitual en la vida de los niños/as, pero tal y como indican los autores en [Couse and Chen 2010] uno de los retos en la educación infantil es descubrir nuevas formas para una mayor integración de la tecnología en el currículo para fomentar la participación activa y pensamiento autónomo de los niños/as. A pesar de que esta afirmación puede ser considerada correcta es necesario saber cuál es el contexto adecuado en donde introducir la tecnología. Investigaciones como las de [Brown and Harmon 2013] indican que las tecnologías son el soporte adecuado para aquellos alumnos en riesgo por tardar más en aprender o con dificultades académicas.

El modelo de regresión nº2, indica la influencia del contexto económico-social. Con un APA=89,41% y un PAP= 63% en el colegio de Gijón (nivel socioeconómico bajo), los niños/as obtienen mayor puntuación que los del colegio Pola de Siero (nivel socioeconómico alto), por tanto, puede considerarse que en los contextos educativos con un nivel social económico medio/bajo, la tecnología está actuando como un factor motivante. La influencia de la edad en la adquisición de las competencias utilizando como soporte el ordenador, está demostrada en

la literatura científica. Así en [Williams and Ogletree 1992], los autores afirman que “*the older children as a group consistently performed the computer tasks better than younger subjects*”. La influencia de la edad en el modelo nº2 arroja el mismo resultado, dado que los niños/as de 4 años obtienen menor puntuación, es decir interaccionan con menos objetos en la aplicación, que los niños/as de 5 años. En cuanto al género, los resultados del modelo nº2 indican que los niños interaccionan más con la aplicación que las niñas, sin embargo el criterio del PAP para el género masculino es más bajo que para el femenino. Esto hace pensar que en este caso, el resultado no es tan consistente como se esperaba. En la literatura científica, los artículos encontrados en relación al uso del ordenador [Sanders 2005; Williams and Ogletree 1992; Beeson and Williams 1985] van en la misma línea: no hay evidencias suficientes que demuestre la diferencia entre los genero masculino y femenino. En los resultados obtenidos, tampoco se encuentran evidencias suficientes para demostrar la diferencia en el género en la interacción con la Tablet.

Finalmente, hay que ser conscientes que los resultados aquí obtenidos han de ser tomados con cautela. El modelo explica al 60% que el número de elementos de la interfaz con los que interacciona el niño/a con la aplicación es debido al *time_on_task* y a otros factores como la edad, colegio y género. Sin embargo, aunque el APA es alto y el PAP alcanza el 60% con algunos factores, es necesario completar el modelo con otras variables como factores cognitivos, psicológicos e incluso neurofisiológicos entre otros. La utilización de técnicas *de Big Data, Machine Learning y Data Mining* sobre los factores mencionados, permitirían descubrir nuevas variables que explicasen más completamente el comportamiento de los niños/as con las aplicaciones.

Capítulo 6. Descripción del sistema

El prototipo desarrollado es el sistema *Profesorius*: Plataforma web de analíticas de aprendizaje para actividades de *Storytelling*, sistema que da nombre a este Trabajo de Fin de Master. Los resultados obtenidos de la interacción de los niños así como la falta de un sistema de analíticas contextualizada en actividades educativas que se desarrollan en el aula, nos permitieron desarrollarlo.

6.1 Prototipo

El sistema *Profesorius* funciona en combinación el sistema *Hablo & Dibujo*. Ambos sistemas hacen uso de un código identificador que es el identifica individualmente a cada niño/a dentro de la base de datos. De esta manera, tanto *Profesorius* como *Hablo & Dibujo* saben a qué niño/a pertenece cada sesión o dibujo. Este código identificador es establecido por los profesores dentro de la aplicación de dibujo de *Hablo & Dibujo*.

El desarrollo del prototipo se llevó a cabo con un diseño centrado en el usuario, por lo que para la definición de las funcionalidades y elementos mostrados en las analíticas, así como la interfaz de usuario, se tuvo en cuenta la opinión de una de las profesoras de educación infantil que formaron parte de la investigación. Algunas de las funcionalidades implementadas fueron añadidas por petición de la profesora, como por ejemplo la posibilidad de exportar las gráficas como imagen.

6.1.1 Login

Al entrar en la plataforma web a través del navegador la primera página que ofrece el sistema es la de login. Desde ella un profesor puede acceder a su cuenta de usuario introduciendo su correo electrónico y contraseña. También permite ir a la página de registro o a una página adicional desde el menú de navegación, de la cual se hablará en la en el apartado **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Profesorius A. Morfológico

Iniciar sesión

demo@demo.com

....

Login Registro

Fig. 7. Página de login

6.1.2 Registro

La página de registro permite a un profesor crearse una cuenta de usuario dentro del sistema. Debe facilitar datos típicos de un formulario de registro, como nombre o email, pero también el nombre del colegio en el que trabaja.

Profesorius A. Morfológico

Registro

Nombre

Apellidos

Colegio o Escuela

Email

Contraseña

Confirmar Contraseña

Registrarse

Fig. 8. Página de registro

Una vez completado el registro se avisa al profesor. Las cuentas deben ser validadas manualmente por un administrador del sistema, por lo que para que un profesor pueda entrar en su cuenta de usuario deberá esperar dicha validación

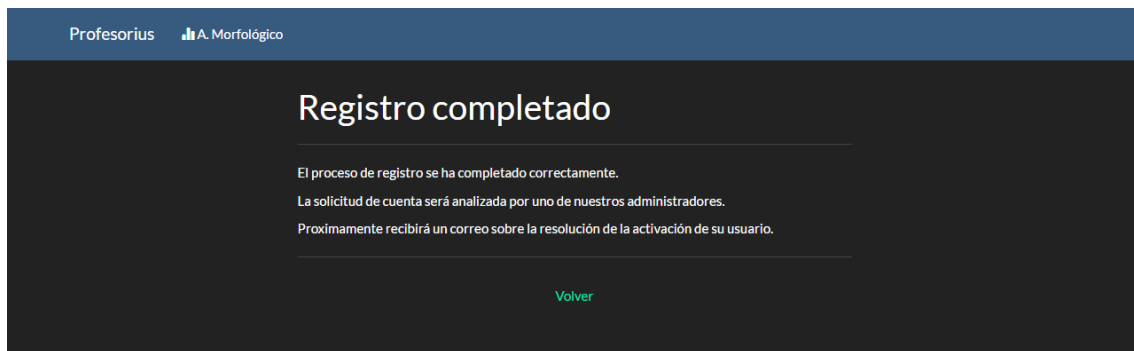


Fig. 9. Página de registro completado

6.1.3 Panel de usuario

Una vez un profesor ha entrado en el sistema tiene acceso a los datos de su cuenta para modificarlos. Esto se hace a través de un pequeño formulario dentro de la página del panel de usuario.

Un mismo profesor puede tener registrados varios cursos académicos o años escolares con distintos alumnos. Esto también se cambia desde este panel de usuario. Inicialmente tiene un curso por defecto, pero puede tener tantos como quiera. Sólo un curso puede estar seleccionado a la vez.

Finalmente, el profesor también puede borrar su cuenta dentro del sistema dentro de este panel. Antes de completar el proceso se pide confirmación para ello. Una vez eliminada la cuenta, el profesor no podrá volver a acceder a ella.

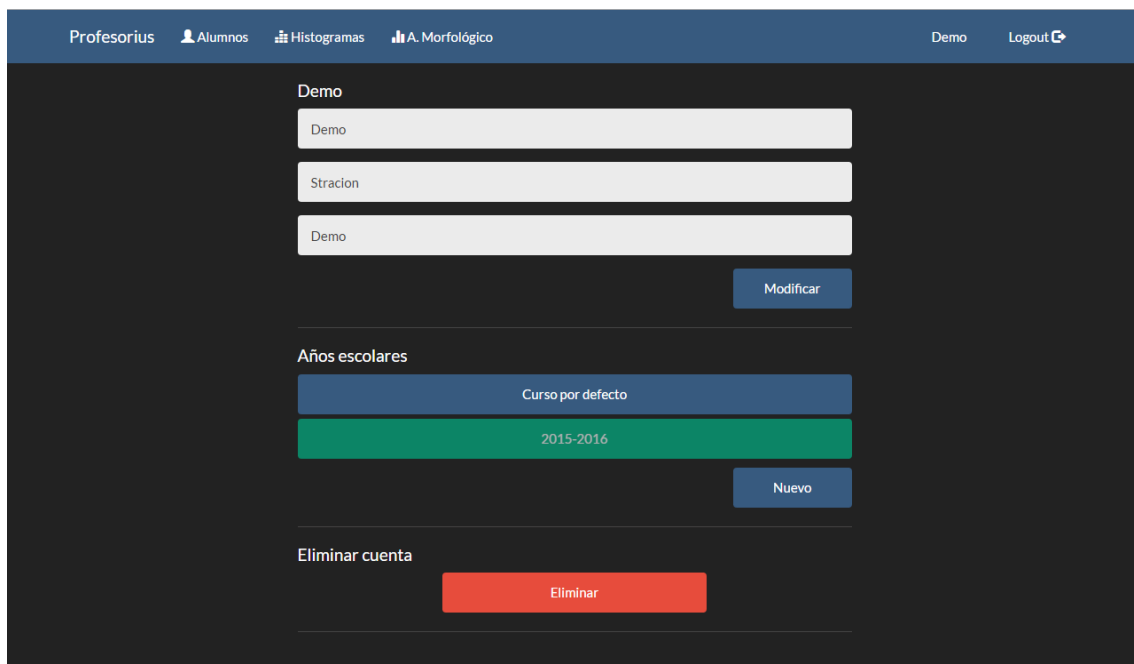


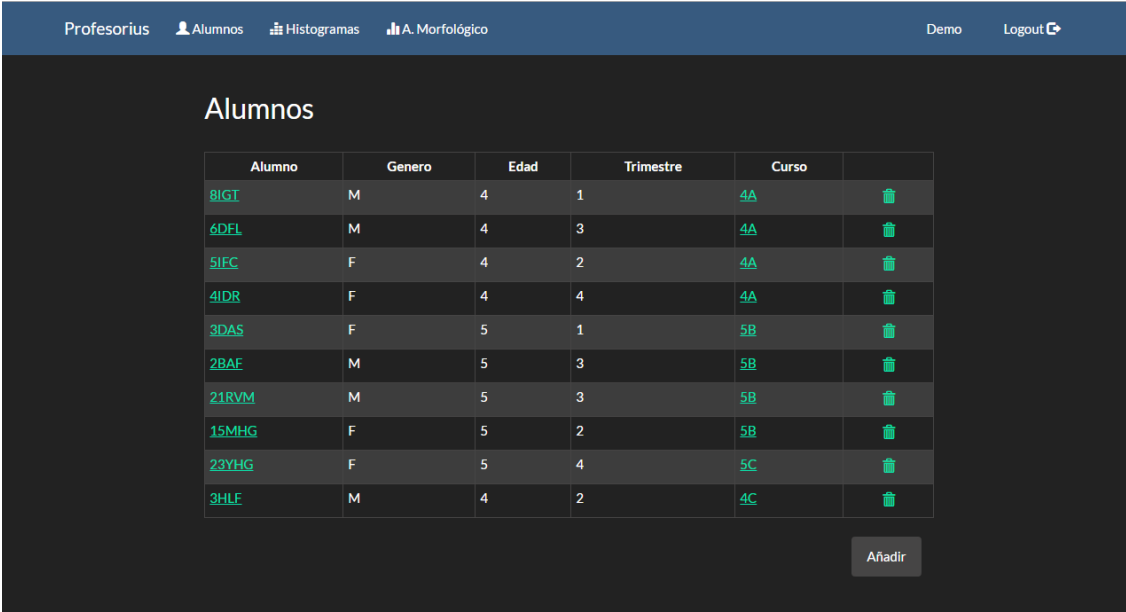
Fig. 10. Página del panel de usuario

6.1.4 Administración de alumnos

La parte más importante del sistema son los alumnos del profesor. Desde la página de alumnos el profesor puede administrar los alumnos dentro de un curso. Este curso se selecciona dentro del panel, tal y como se menciona en el apartado anterior.

Desde esta página un profesor puede observar una tabla con los datos principales de un alumno, como su identificador, genero, edad y clase. Puede añadir nuevos alumnos haciendo uso del identificador que el profesor les asigno al usar *Hablo & Dibujo*. De la misma manera, un profesor puede borrar los niños/as de un curso si así lo desea, aunque primero se le pide una confirmación para ello.

Desde esta página se puede acceder a la información individual de cada niño/a o a la de las distintas clases de los mismos. Esta segunda característica fue añadida a petición de la profesora involucrada en el desarrollo, y en el apartado 6.1.7 se hablará con más detalle de ello.



Alumno	Genero	Edad	Trimestre	Curso	
8IGT	M	4	1	4A	🗑️
6DFL	M	4	3	4A	🗑️
5IFC	F	4	2	4A	🗑️
4IDR	F	4	4	4A	🗑️
3DAS	F	5	1	5B	🗑️
2BAF	M	5	3	5B	🗑️
21RVM	M	5	3	5B	🗑️
15MHG	F	5	2	5B	🗑️
23YHG	F	5	4	5C	🗑️
3HLE	M	4	2	4C	🗑️

Añadir

Fig. 11. Página de administración de alumnos

6.1.5 Analíticas de alumno

La página de analíticas es la principal del sistema. Desde ella un profesor puede observar los resultados de un niño/a a lo largo de todas las sesiones que ha realizado con él/ella. Esta página esta separa en 2 partes por petición de la profesora implicada en el desarrollo: una dedicada a la parte de dibujo y otra dedicada a la parte oral. La información de ambas parte se muestra tanto en gráficas con analísticas como datos en tablas. Desde el panel lateral izquierdo se puede acceder a las distintas secciones directamente o cambiar la gráfica mostrada. La decisión de mostrar solo una gráfica y cambiarla en función del menú fue tomada por la profesora, ya que no le gustaba tener una sobrecarga de analíticas y pudiese decidir ella que ver en cada momento.

En la parte de dibujo se pueden ver gráficas con las analíticas de progreso de un niño/a respecto a los dibujos. La primera gráfica (Fig. 12. Página de analíticas y gráfica de tiempo de dibujo (time_on_task) muestra el tiempo que pasa un niño/a dibujando en la aplicación a lo largo de las sesiones. La segunda (Fig. 13. Gráfica de colores usados) muestra la cantidad de colores simples y avanzados usados por el niño/a en cada sesión.

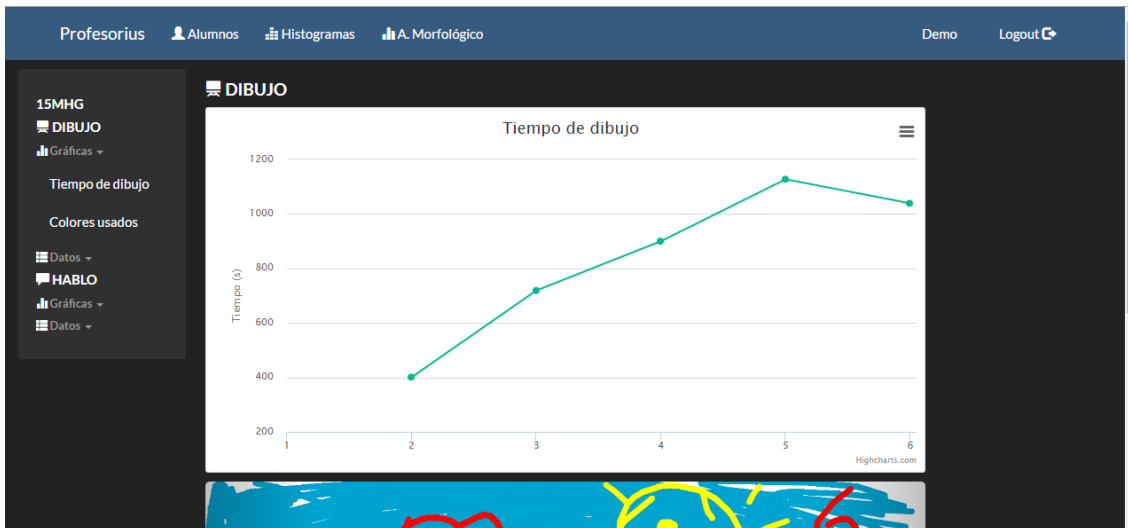


Fig. 12. Página de analíticas y gráfica de tiempo de dibujo (time_on_task)

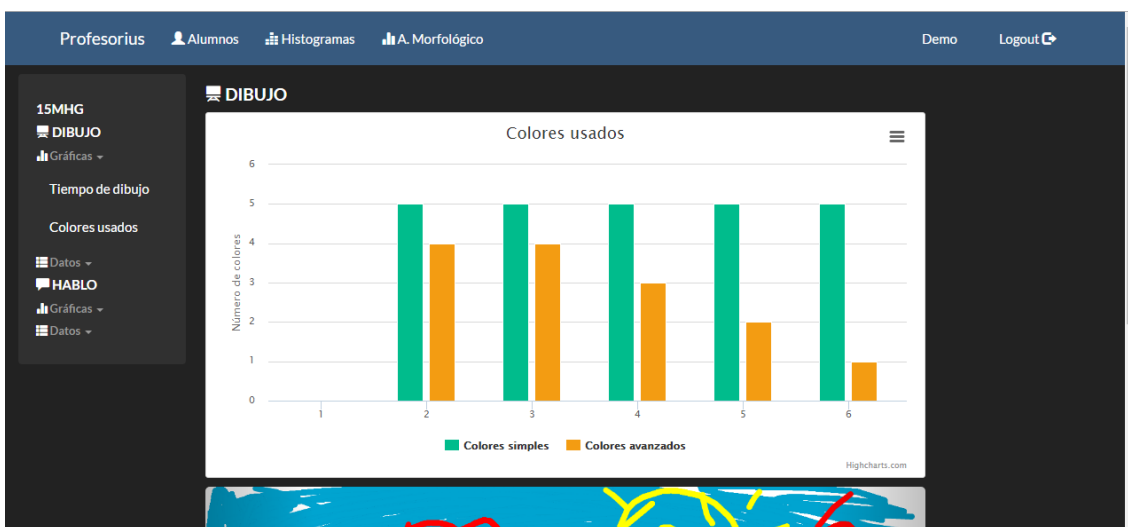


Fig. 13. Gráfica de colores usados

Después de la sección de gráficas de la parte dedicada a al dibujo se muestra una galería con los dibujos de cada una de las sesiones. El orden los dibujos dentro de la galería se corresponde con el orden las sesiones realizadas por el niño/a. Debajo de la galería se muestran los datos en crudo en una tabla de lo mostrado en las gráficas. Originalmente existían gráficas que mostraban los trazos usados y si usaba goma o no, pero se eliminaron por que los datos binarios quedan más claros en una tabla. Desde la propia tabla se puede acceder al dibujo que se corresponde dentro de la galería.

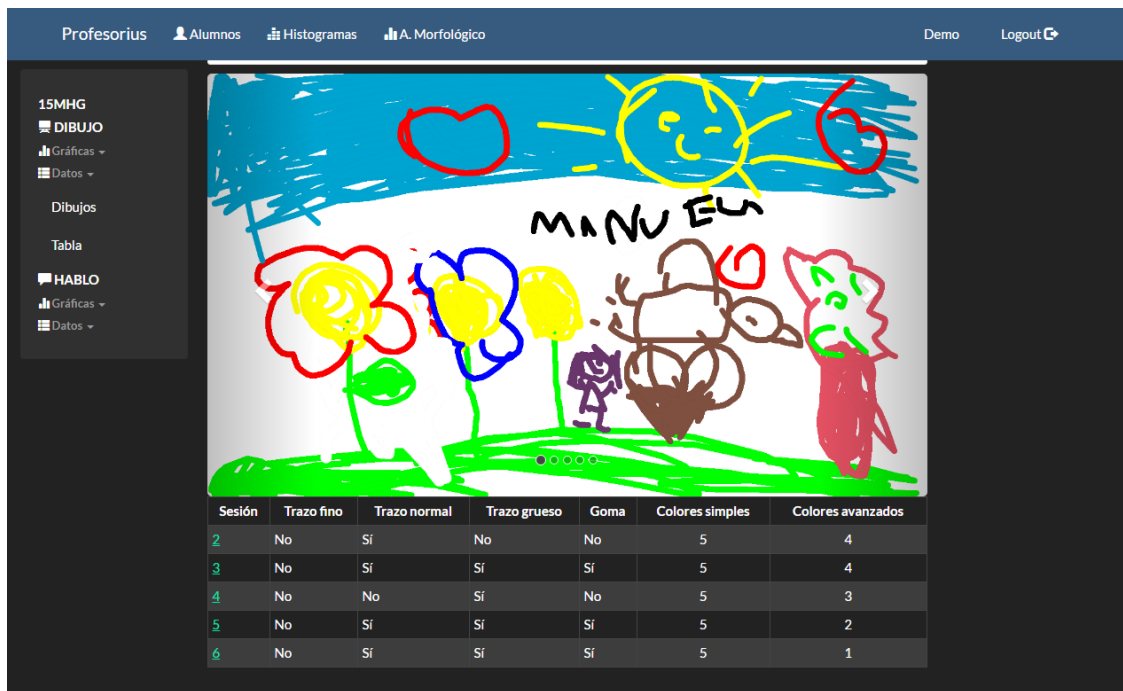


Fig. 14. Galería con los dibujos de los niños/as y tabla de datos de los mismos

La sección dedicada al desarrollo oral sigue una estructura similar a la de dibujo. La primera parte se centra en gráficas con las analíticas sobre el progreso de los niños/as a lo largo de las sesiones para el tiempo hablado (Fig. 15. Gráfica de tiempo hablado (speak_time), el número de frases dichas (Fig. 16. Gráfica de frases dichas por el niño) y el análisis de los distintos tipos de palabras dichas en las propias frases (Fig. 17. Gráfica de tipos de palabras dichas por el niño/a).

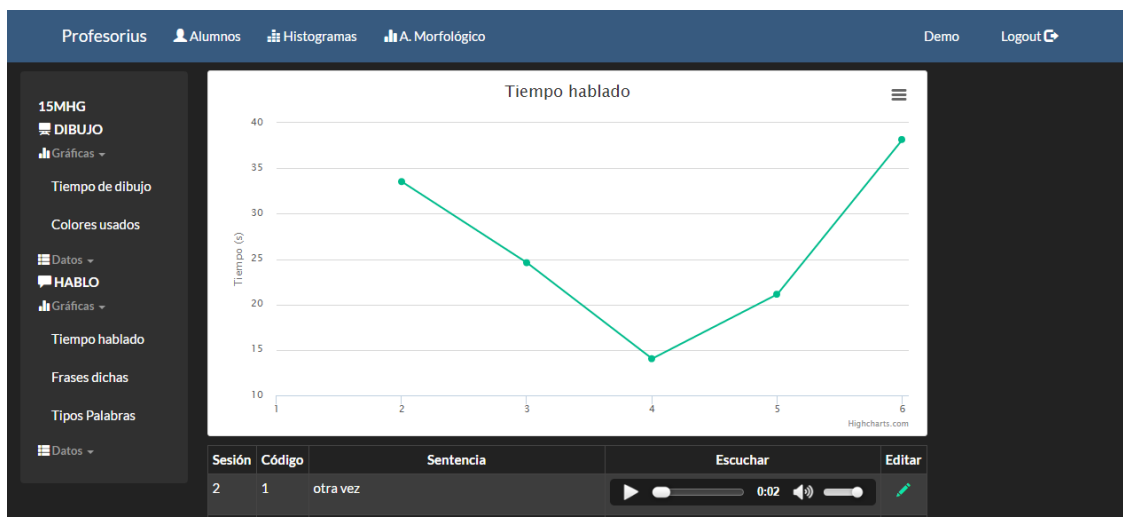


Fig. 15. Gráfica de tiempo hablado (speak_time)



Fig. 16. Gráfica de sentencias dichas por el niño/a

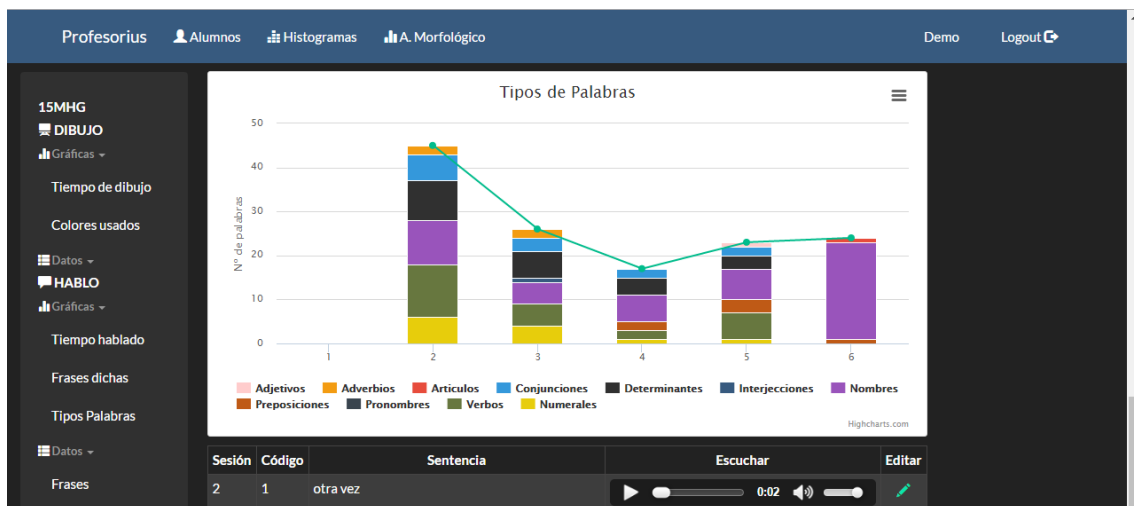


Fig. 17. Gráfica de tipos de palabras dichas por el niño/a

La última sección de esta página se centra en las tablas con la información oral de los niños/as. La primera tabla se centra en las sentencias dichas. Cada sentencia se corresponde con una grabación de audio, ya que un niño/a puede grabar tantas como desee dentro de un dibujo. Cada grabación puede ser oída desde esta tabla, y además se permite editar la sentencia que le corresponde, en caso de que sea necesario. Cuando se edita una sentencia la página se recarga y las analíticas cambian, puesto que el número de palabras dichas cambia.

La segunda tabla se centra en el análisis de las sentencias. Aquí se muestra los distintos tipos de palabras dichas por los niños/as en cada sesión, independientemente de a que sentencia se corresponda. Esta tabla se modifica si se edita alguna transcripción.

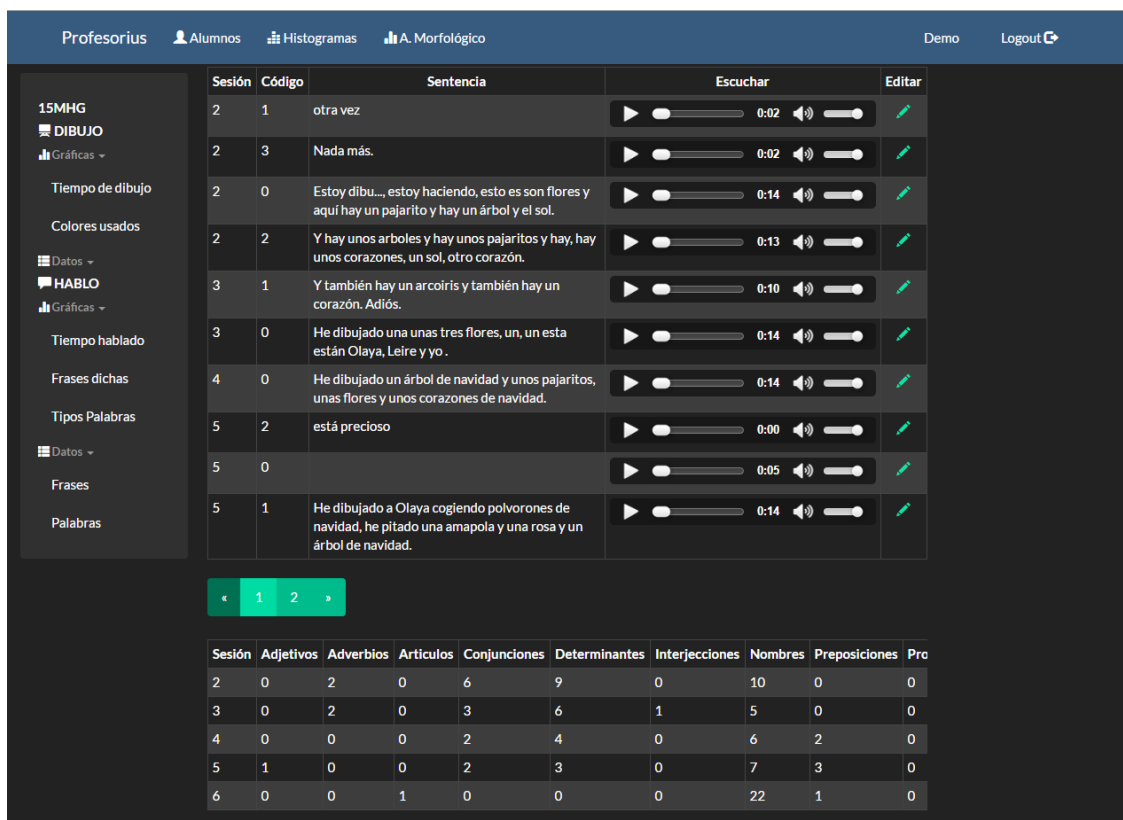


Fig. 18. Tabla con las sentencias y tabla de tipos de palabras

6.1.6 Histogramas de grupo

Esta página se añadió a petición de la profesora involucrada porque deseaba tener un control sobre como influían las variables descubiertas en la investigación. En esta página se pueden visualizar las analíticas de las variables *time_on_task* (tiempo de dibujo), *speak_time* (tiempo hablado) y el *score* (puntuación) agrupadas por género (Fig. 19. Página de histogramas y ejemplo de gráfica por género (*time_on_task*), edad (Fig. 20. Ejemplo de gráfica por edad (tiempo hablado) y por ambas a la vez (Fig. 21. Ejemplo de gráfica por edad y género (puntuación). Se muestran como histogramas para conocer el porcentaje del total de cada variable depende de cada grupo.

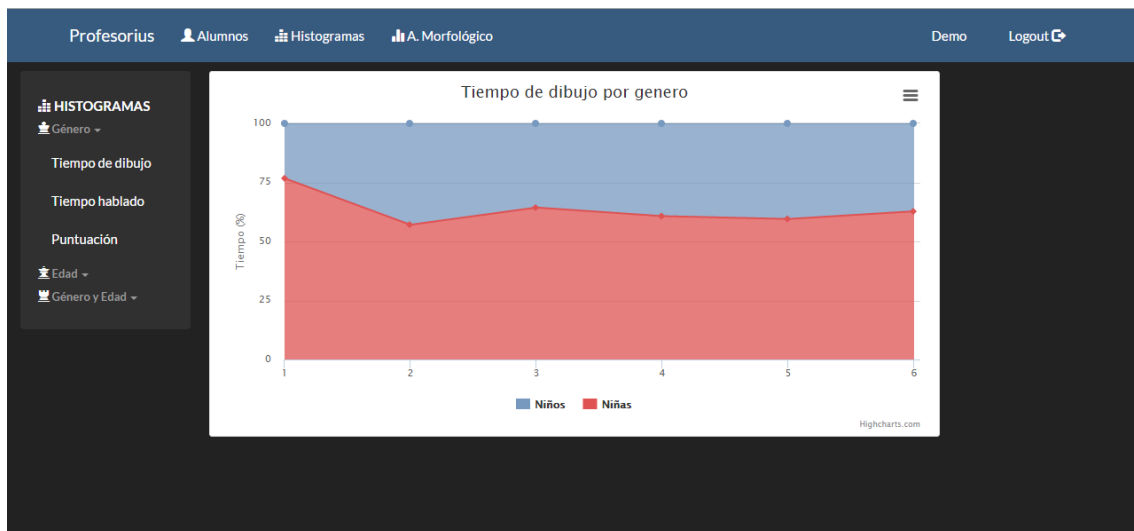


Fig. 19. Página de histogramas y ejemplo de gráfica por género (time_on_task)

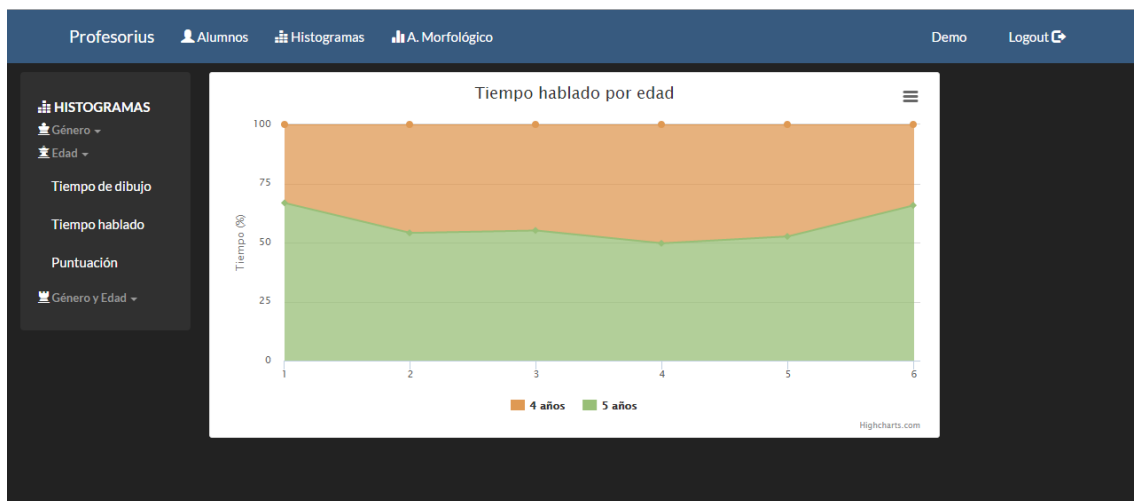


Fig. 20. Ejemplo de gráfica por edad (tiempo hablado)

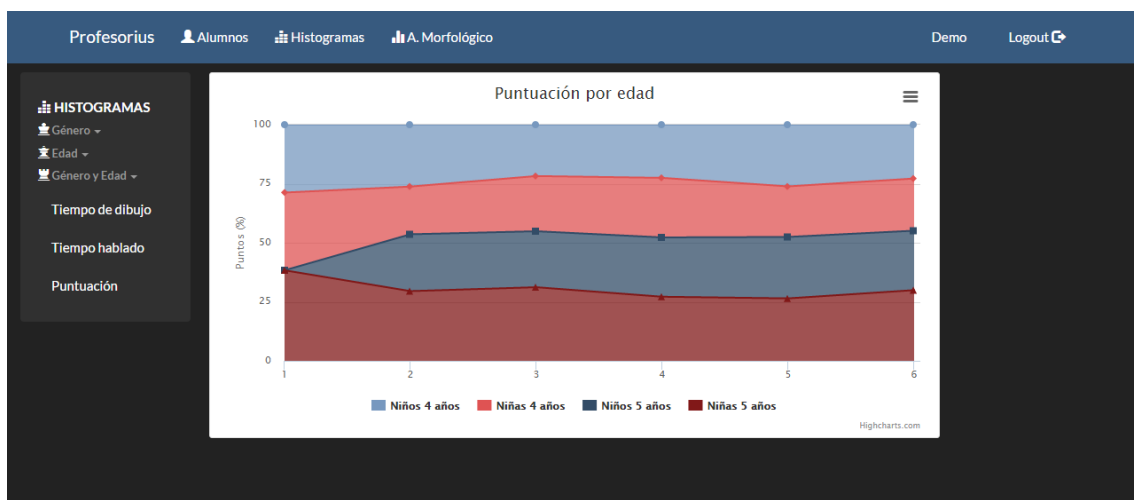


Fig. 21. Ejemplo de gráfica por edad y género (puntuación)

6.1.7 Dibujos por curso

Esta página se añadió también por petición de la profesora. Es accesible desde el menú de alumnos y muestra las galerías de dibujos de todos los niños/as de una clase. Permite a los profesores evaluar los dibujos de los niños/as a lo largo de un curso desde una sola página, de manera que no tienen que ir niño por niño haciéndolo. Las distintas galerías de cada niño/a son accesibles directamente desde el menú lateral.

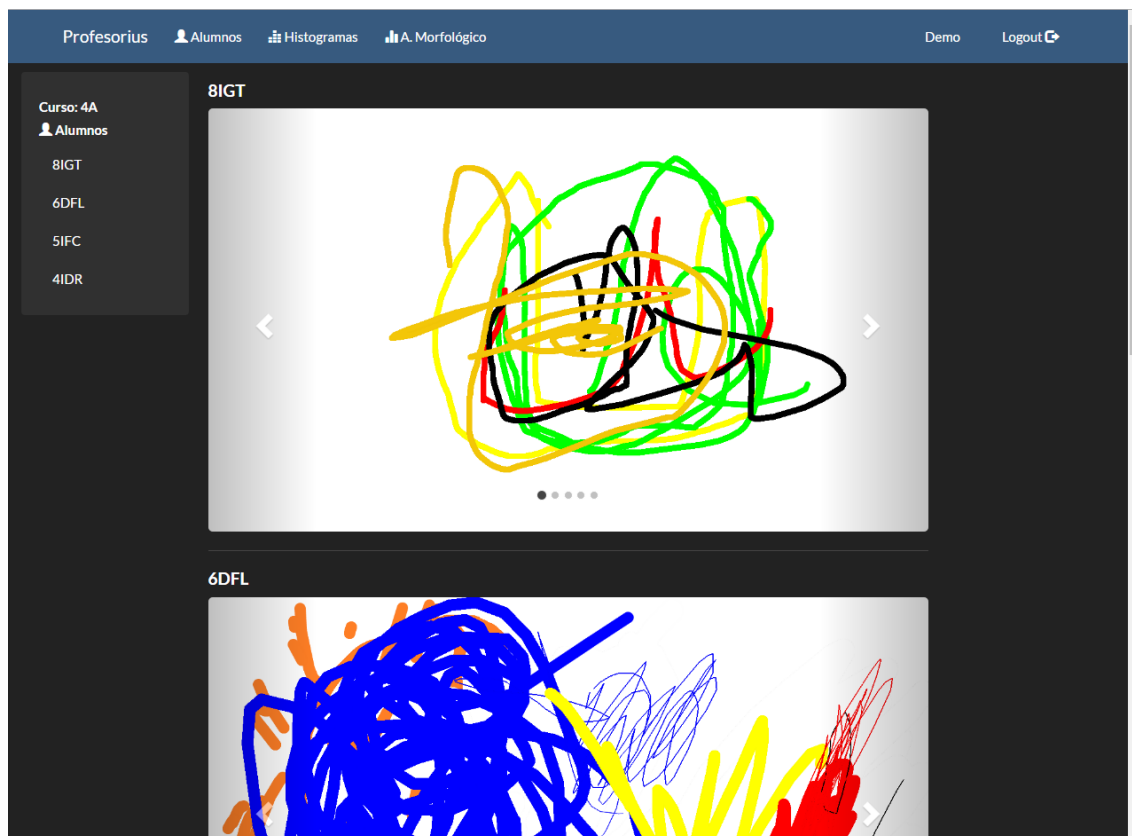


Fig. 22. Página de dibujos por clase

6.1.8 Administración

El panel de administración es accesible desde un formulario de login específico. Este panel muestra todos los usuarios que hacen uso/quieren hacer uso del sistema. Desde la tabla se pueden activar y desactivar los usuarios.

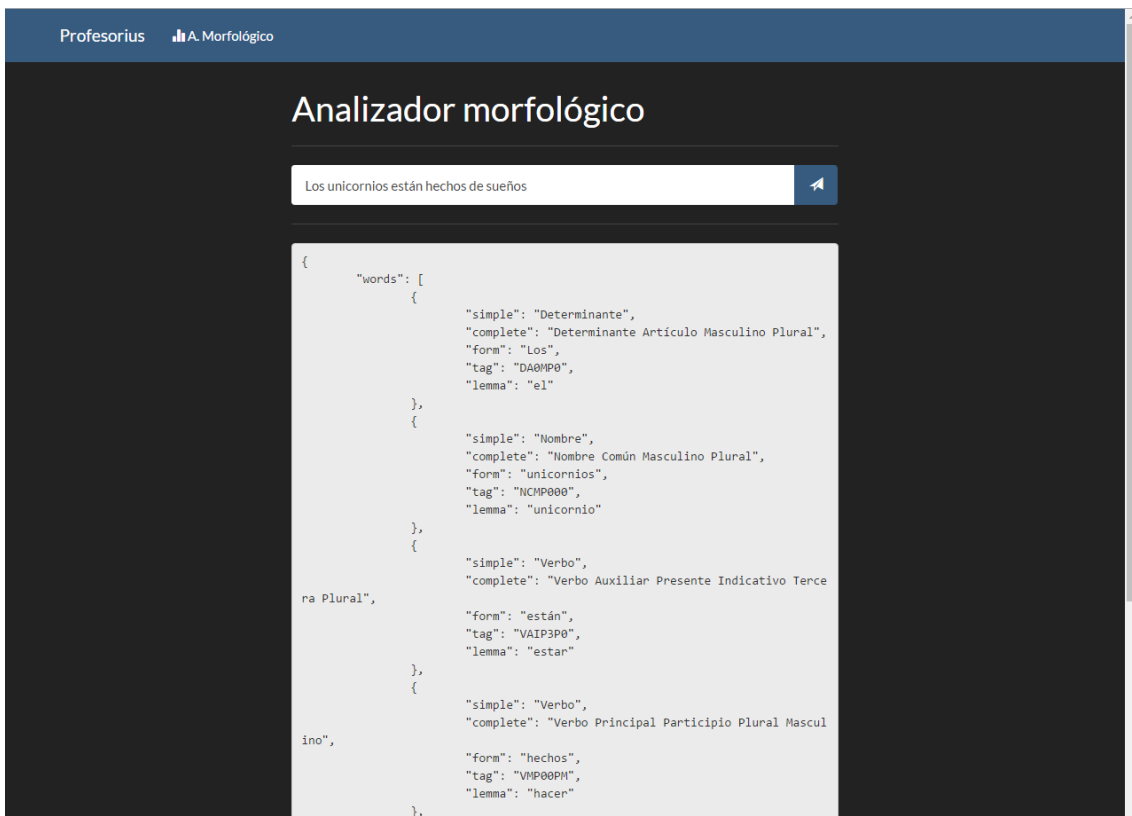


Activo	Nombre	Apellidos	Email	Colegio
<input checked="" type="checkbox"/>	Mako	Mankanshoku	mako@killakill.jp	Honnoji Academy
<input type="checkbox"/>	Uno	Dos	cuatro@cinco.es	Tres
<input type="checkbox"/>	Hola	me llamo	hola@hola.com	lo
<input checked="" type="checkbox"/>	Maria	Paule	puertopaule@gmail.com	EIII
<input checked="" type="checkbox"/>	Demo	Stracion	demo@demo.com	Demo

Fig. 23. Panel de administración de usuarios

6.1.9 Página de análisis morfológico

A través de su interfaz permite hacer el análisis morfológico de una frase. Se usó originalmente para comprobar que los análisis fuesen correctos, pero se dejó en la versión final como un añadido. Funciona con el mismo sistema usado para el análisis morfológico de las transcripciones de las grabaciones (*Freeling* [Padró and Stanilovsky 2012; Padró 2012]). En la parte de abajo muestra el resultado del análisis en formato *json*.



```

{
  "words": [
    {
      "simple": "Determinante",
      "complete": "Determinante Articulo Masculino Plural",
      "form": "Los",
      "tag": "DA00P0",
      "lemma": "el"
    },
    {
      "simple": "Nombre",
      "complete": "Nombre Común Masculino Plural",
      "form": "unicornios",
      "tag": "NCHP00",
      "lemma": "unicornio"
    },
    {
      "simple": "Verbo",
      "complete": "Verbo Auxiliar Presente Indicativo Tercera Plural",
      "form": "están",
      "tag": "VAIP3P0",
      "lemma": "estar"
    },
    {
      "simple": "Verbo",
      "complete": "Verbo Principal Participio Plural Masculino",
      "form": "hechos",
      "tag": "VMP00PM",
      "lemma": "hacer"
    }
  ]
}

```

Fig. 24. Página de análisis morfológico

6.2 Arquitectura

La arquitectura del prototipo *Profesorius* sigue un patrón arquitectónico N-capas de 3 capas. La primera capa es la capa de acceso, donde se encuentran los módulos encargados de *renderizar* y servir las páginas web en HTML a los navegadores, y el modulo encargado de proporcionar el servicio *REST*.

La capa intermedia es la capa de negocio, encargada de la lógica de negocio del sistema. Dentro de esta capa se encuentran los servicios encargados de tratar los distintos tipos de datos manejados por el sistema.

La tercera y última capa es la capa de persistencia dedicada a transformar las peticiones *CRUD* de la capa de negocio a sentencias *SQL* y realizar la comunicación con la base de datos. Estas sentencias están pensadas para adaptarse a la base de datos de *Hablo & Dibujo*, de la cual el sistema *Profesorius* hace uso.

Lo siguientes apartados muestran en más detalle los componentes que forman el sistema.

6.2.1 Diagrama de componentes

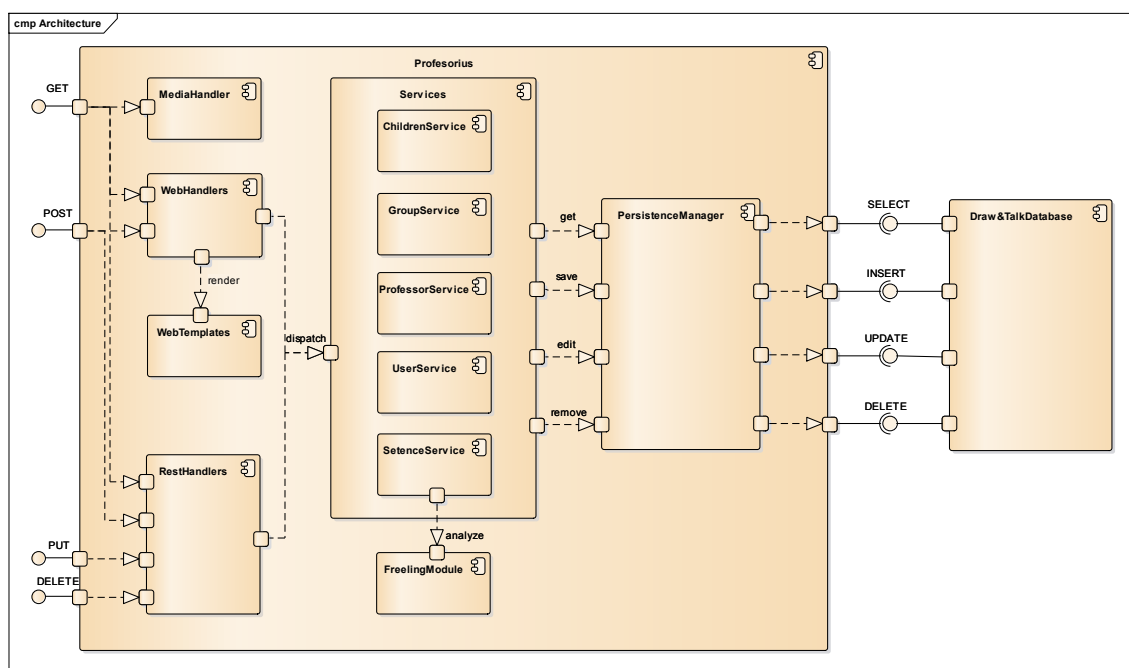


Fig. 25. Diagrama de componentes de la arquitectura

6.2.2 Componentes

En la Tabla 7. Descripción de componentes de la arquitectura se hace una breve descripción de cada uno de los componentes mostrados en el diagrama de componentes de la arquitectura en la Fig. 25. Diagrama de componentes de la arquitectura.

Componente	Descripción
Profesorius	Módulo que engloba todos los componentes que pertenecen al sistema <i>Profesorius</i> .
Draw&TalkDatabase	Base de datos legada del sistema <i>Hablo & Dibujo</i> . El sistema <i>Profesorius</i> es compatible con ella y toda su información la guarda sobre ella, añadiendo nuevos elementos.
MediaHandler	Módulo que se encargan de servir los archivos estáticos multimedia, como los dibujos de los niños/as y sus grabaciones. Forma parte de la capa de acceso de la arquitectura.
RestHandlers	Conjunto de módulos encargados de recibir y servir datos a través de una interfaz <i>REST</i> . Soporta el formato <i>json</i> de entrada y de salida. Forma parte de la capa de acceso de la arquitectura.
WebHandlers	Conjunto de módulo encargados de servir y <i>renderizar</i> las páginas web que pide un usuario desde un navegador. Forma parte de la capa de acceso de la arquitectura.
WebTemplates	Conjunto de plantillas usada para <i>renderizar</i> los HTML de la plataforma web.
Services	Módulo encargado de despachar las peticiones hechas por los componentes de la capa de acceso y distribuirlas por los distintos servicios especializados. Se encarga de controlar que la peticiones a la a la capa de persistencia sean transaccionales. Forma parte de la capa de negocio de la arquitectura.
ChildrenService	Módulo encargado de resolver las peticiones relacionadas con el <i>CRUD</i> de datos de los niños/as. Forma parte de la capa de negocio de la arquitectura.
GroupService	Módulo encargado de resolver peticiones de datos de agrupaciones de niños/as. Forma parte de la capa de negocio de la arquitectura.
ProfessorService	Módulo encargado de resolver las peticiones relacionadas con el <i>CRUD</i> de datos de los profesores, como cursos o datos del profesor. Forma parte de la capa de negocio de la arquitectura.
UserService	Módulo encargado de los registros, login y logout en el sistema. Forma parte de la capa de negocio de la arquitectura.
SentenceService	Módulo encargado de la obtención y edición de las sentencias y los tipos de palabras de las grabaciones de los niños/as. Forma parte de la capa de negocio de la arquitectura.
FreelingModule	Módulo encargado de hacer el análisis morfológico de sentencias. Hace uso de <i>Freeling</i> [Padró and Stanilovsky 2012; Padró 2012]
PersistenceManager	Módulo encargado de llevar a cabo las operaciones de persistencia necesarias en el la capa de negocios y comunicarlal con las base de datos. Es la capa de persistencia de la arquitectura.

Tabla 7. Descripción de componentes de la arquitectura

6.3 Tecnologías

Para el desarrollo del prototipo se hizo uso de varias de las tecnologías aprendidas durante el trascurso del Máster Universitario en Ingeniería Web. Este apartado se centra en describir brevemente cada una de ellas y explicar la razón por la que se eligió.

6.3.1 Frontend

La interfaz del prototipo desarrollado hace uso de las tecnologías mencionadas en este apartado.

6.3.1.1 HTML5 y CSS3

Hyper Text Markup Language (HTML) es el lenguaje básico usado en internet. HTML5 es su última versión hasta el momento. *Cascading Style Sheets* es un DSL (*Domain Specific Language*) textual empleado en tecnologías web para definir los estilos y diseño de un sitio web. Las hojas de estilo pueden introducirse en un documento HTML. Ambas tecnologías fueron usadas para la definición de la interfaz del prototipo.

6.3.1.2 Bootstrap

Bootstrap, también conocido como *Twitter Bootstrap*, es un *framework* para interfaces que contiene un gran número de plantillas de diseño para páginas web. *Bootstrap* aporta elementos *HTML*, *CSS*, tipográficos y *JavaScript* para facilitar el desarrollo y el diseño de interfaces web. En el prototipo fue usado para diseñar la interfaz de usuario de una manera rápida y sencilla.

6.3.1.3 AngularJS

AngularJS, o solamente *Angular*, es un *framework* web *OpenSource* pensado para el desarrollo de interfaces web centrándose en modelos *MVC* (Modelo Vista-Controlador) y *MVVM* (Modelo Vista-Vista Modelo). Haciendo uso de *JavaScript* permite la creación de páginas web de forma dinámica en el cliente, liberando al servidor de dicha tarea. Se decidió usar en el prototipo como forma de aprender a usarlo, y por la necesidad de cambiar datos dentro de los *HTML* de las páginas sin recargar la página.

6.3.1.4 Highcharts

Highcharts es una librería de gráficas y *charts* escrita puramente en JavaScript, y ofrece una forma sencilla de añadir gráficas interactivas en páginas y aplicaciones web. Da soporte a muchos tipos diferentes de gráficas. Es un librería gratuita siempre y cuando no se use en proyectos comerciales. Esto, y su facilidad de uso, son las principales razones por las que se usó.

6.3.2 Backend

La parte del prototipo no visible para el usuario y localizada en el servidor, pero que es la principal controladora del sistema hace uso de las tecnologías mencionadas en este apartado.

6.3.2.1 Python 3

Python es un lenguaje de programación interpretado de código abierto caracterizado por su capacidad multiparadigma, soportando orientación a objetos, programación imperativa y función, todo ellos con un sistema de tipos dinámico. El principal objetivo de Python es hacer un lenguaje que permita un código fácilmente legible y muy potente.

Es un lenguaje de programación que permite un desarrollo rápido y existen muchas librerías y *frameworks* distintos que permiten desarrollar plataformas web y servicios *REST* sin complicaciones, principal razón por la que se eligió.

6.3.2.2 TornadoWeb

Tornado es un framework web *OpenSource* hecho enteramente en el lenguaje de programación *Python* y por ello es completamente multiplataforma. Fue desarrollado en el 2009 por *FriendFeed*, pero tras la compra de la compañía por parte de *Facebook*, paso a ser mantenido por esta última. Sus principales características son su escalabilidad y el estar dirigido por un bucle de eventos no bloqueante. Este *framework* se utilizó para toda la parte de web del servidor, incluidos los servicios *REST* debido a su facilidad de uso.

6.3.2.3 Freeling

Freeling es una herramienta *OpenSource* para el análisis de lenguaje natural. A través de ella se pueden realizar distintos tipos de análisis lingüísticos a frases y palabras en diferentes idiomas, como el castellano, el inglés o el francés. *Freeling* es usado para realizar los análisis morfológicos de las sentencias dichas por los niños/as.

6.3.2.4 MySQL

MySQL es un sistema de gestión de bases de datos relacionales multihilo y multiusuario. Se ofrece con dos tipos de licencia *GNU GPL* para todos aquellos que puedan cumplir dicha licencia y una licencia privativa que ha de ser comprada en caso de que una empresa concreta quiera incluir *MySQL* en sus productos. La base de datos de *Hablo & Dibujo* usa este gestor, por lo que es la clara razón para elegir.

Capítulo 7. Conclusiones y Trabajo futuro

El trabajo de investigación realizado muestra que las tecnologías móviles, usadas de manera correcta, son una herramienta de soporte más para llevar a cabo actividades dentro de ámbitos escolares. Específicamente, la investigación se centra en el uso de tablets dentro de las actividades de dibujo y *Storytelling*, con el fin de modelar el comportamiento de los niños/as, a través de la aplicación *Hablo & Dibujo*. Este enfoque ha dado la posibilidad de probar el uso de tecnologías móviles con 105 niños/as dentro de un entorno real de aprendizaje, obteniendo resultados sobre como los niños/as interacciones con las tablets.

Modelar el comportamiento de niños/as haciendo uso de modelos matemáticos permite conocer factores que puedan influencia la interacción con una aplicación. Por ello, para la actividad de dibujo y *Storytelling*, apoyada por el uso de *Hablo & Dibujo*, se ha descubierto que cuanto más tiempo esté un niño/a usando la aplicación mayor es la interacción del mismo con los elementos de la interfaz aplicación. Además, en la interacción de los niños/as con las aplicaciones está influyendo factores como el nivel socioeconómico, la edad o el género: los niños de 5 años interaccionan más con la aplicación que los de 4. En relación al género, a pesar de que los niños interaccionan más que las niñas, no se encuentran evidencias suficientes para afirmar que existan diferencia entre ambos géneros en el uso de la tablet. Los resultados obtenidos demuestran que las tablets son un soporte adecuado y adicional a tener en cuenta en contextos de aprendizaje con nivel socioeconómico bajo, ya que su uso despierta el interés y la motivación de los niños/as en la actividad.

El conocimiento de cuáles son los factores que afectan en la interacción de los niños/as con las tablets, permite diseñar y desarrollar aplicaciones educativas adaptadas a contextos concretos de aprendizaje. La experiencia en el desarrollo de *Hablo & Dibujo* permite afirmar que un diseño adecuado de las aplicaciones de *Mobile Learning* debe acompañarse con un equipo multidisciplinar con experiencia en pedagogía y tecnología, capaz de ofrecer un enfoque en el desarrollo que sea apropiado para las necesidades específicas de los niños/as.

Aplicando el conocimiento adquirido durante la investigación, permitido diseñar una aplicación que permita a los profesores conocer el estado de sus alumnos en tiempo real dentro de la actividad educativa que es el dibujo libre y el *Storytelling*. Las analíticas propuestas favorecen la consciencia del progreso realizado por los niños y tomar decisiones en el mismo momento. De todo los factores descubiertos, el único que no puede ser usado en el prototipo por lo profesores es el socioeconómico, debido a la simple razón de que los alumnos pertenecen a la mismo colegio, y muy raras veces un profesores está trabajando en dos colegios a la vez.

7.1 Trabajo Futuro

El trabajo realizado abre nuevas líneas de investigación. Los modelos definidos explican que el número de elementos de la interfaz con los que interactúa un niño/a en una aplicación se deben a tiempo que le dedican, su edad, su colegio y su género, sin embargo el modelo puede ser complementado con otros factores educativos, psicológicos, cognitivos y fisiológicos. El uso de técnicas de *Big Data*, *Machine Learning* y *Educational Data Mining* sobre los factores mencionados puede dar la posibilidad de dar a conocer nuevos descubrimientos que puedan complementar y explicar el comportamiento de los niños/as en el uso de aplicaciones móviles. Puede ser necesarios diferentes entornos educativos y un tamaño mayor de la muestra para estudios e investigaciones adicionales que puedan verificar nuevos descubrimientos y dar la posibilidad de extrapolar y generalizar los resultados.

Poniendo en producción el prototipo desarrollado, en combinación con *Hablo & Dibujo*, puede estudiarse como un profesor puede interactuar con sus alumnos en tiempo real a partir de la información extraída del sistema, así como de otras labores, como la evaluación de los dibujos o del progreso oral. De esta forma, podría comprobarse si realmente el prototipo planteado sirve para facilitar el trabajo al profesor en el contexto educativo aplicado a la actividad de dibujo libre y *Storytelling*.

Finalmente, la investigación se centra en la parte de dibujo de la aplicación, dejando de lado la parte de progreso oral, de la cual el prototipo hace uso, a excepción del tiempo total hablado de los niños/as. Los datos recogidos sobre la parte oral incluyen, a parte del tiempo, el número de verbos, sustantivos, adjetivos, y demás clases de palabras del vocabulario español, de manera que podría realizarse una investigación sobre como los niños/as progresan oralmente a lo largo del tiempo, e intenta predecir dicho progreso de manera similar a la interacción ya mencionada.

7.2 Difusión de los resultados

El artículo científico escrito a partir de la investigación realizada ha sido enviado a la revista *Online Information Review* de la editorial *Emerald Insight* donde se espera que se publicado.

Se tiene pensado poner en funcionamiento el prototipo *Profesorius* dentro del proyecto de la Conserjería de Educación Y Ciencia del Principado de Asturias “Hablo y Dibujo: Impacto de la tecnología móvil en el desarrollo gráfico y oral en educación infantil” a partir de Enero del año 2017.

Capítulo 8. Gestión del proyecto

En este capítulo se presenta la gestión para llevar a cabo el desarrollo del prototipo y la realización de la investigación.

8.1 Planificación

8.1.1 Metodología

Para la realización del proyecto se ha llevado a cabo una metodología basada en *Scrum* [Schwaber and Sutherland 2013] en combinación de procesos obtenidos del libro *PMBOK* [Institute 2013]. Esta combinación define una metodología ágil para ser usada por un equipo de desarrollo con un solo miembro. Los roles del *Scrum Master* y del equipo de desarrollo se juntan en el desarrollador, de manera que este lleva a cabo todas las funciones de ambos. La figura del *Product Owner* o cliente fue interpretada por la directora del proyecto. Durante todo el proyecto se tuvo en cuenta el *feedback* de los usuarios, en este caso una profesora, por lo tanto también se pueden definir como *Stakeholders*.

Los sprints de *Scrum* se establecieron con una duración de una semana a lo largo del tiempo de desarrollo del prototipo, no existiendo en el caso de la investigación. Al finalizar los sprints se realizó en una reunión con la directora y la profesora para clarificar que se realizó en el último sprint, probarlo y definir que realizar en el siguiente. En esta reunión también se llevaban a cabo decisiones sobre si el camino seguido era el correcto, o si era necesario cambiar algo. Tras las reuniones se realizaba un acta el cual mantiene constancia de todas las decisiones importantes sobre el proyecto llevadas a cabo así como de otros temas tratados en las reuniones. Estas actas pueden verse en el anexo 10.3.

Scrum establece que son necesarias reuniones diarias, *Daily Scrum*, en las que se decide que tareas se van a realizar ese día y quien las realizará, además de comunicar al resto del equipo las complicaciones encontradas el día anterior. Debido a que el equipo solo está formado por una persona, estas reuniones no se producen físicamente, sino que se plasmaban en hojas de papel indicando que cosas deberían estar terminadas ese día.

8.1.2 Desarrollo de la planificación

A pesar de seguir la metodología *Scrum*, ésta recomienda establecer una serie de hitos que cumplir. De esta manera se mantiene fijo un objetivo y los desarrollos no se alargan indebidamente. Durante el proyecto se marcaron 4 hitos:

- **Paper submit:** Este hito marca el fin de todo el trabajo de investigación y la presentación del artículo científico escrito.

- **Sistema de usuarios:** Este hito define la fecha límite en la que se terminó Sistema de Usuarios del prototipo, de manera que ya se pudiese empezar a registrarse usuarios para continuar con las siguientes partes del prototipo.
- **Sistema de profesorado:** Este hito se marcó como fecha para tener terminado la parte dedicada a asociar niños/as a un profesor, y que fuese posible establecer cuales pertenecía a cada año académico.
- **Learning Analytics:** En este hito se marcó la fecha con la que se terminó el módulo dedicado a la muestra de gráficas y analíticas de los niños/as a cargo de un profesor.

Estos hitos se marcaron para establecer marca de cumplimiento. Estos hitos, así como el resto de tareas se pueden ver en la Fig. 26. Diagrama Gantt de la planificación de la siguiente página. Debido a la limitación del diagrama Gantt algunas tareas no se corresponden exactamente con el periodo en la que se realizaron, puesto que algunas se tocaron antes o después de lo indicado en el diagrama, sin embargo si indica el periodo en el que se realizó la mayor parte del trabajo.

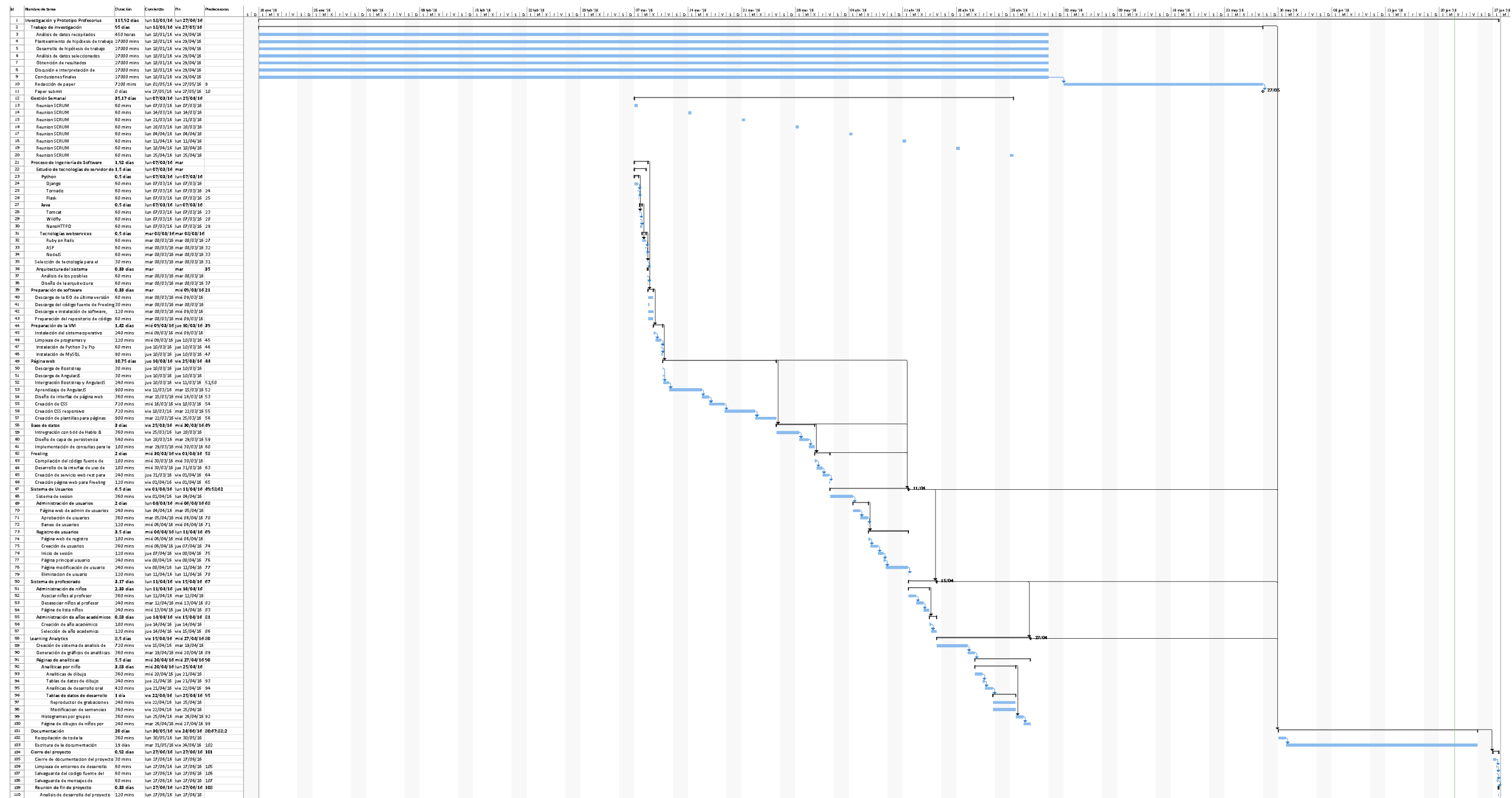


Fig. 26. Diagrama Gantt de la planificación

8.2 Riesgos

Debido al conocimiento adquirido a través del *PMBOK* se añadió una gestión de riesgos en el desarrollo del proyecto. A lo largo de las reuniones se analizaron distintos elementos que pudiesen influir en el correcto desarrollo del proyecto, como retrasos, errores o bajas. A cada riesgo identificado se le asignó una importancia y una posible respuesta ante él. La matriz de impacto de los riesgos se definió de la siguiente manera:

Probabilidad	Muy Alta	1,00	0,05	0,10	0,20	0,40	0,80
	Alta	0,80	0,04	0,08	0,16	0,32	0,64
	Media	0,60	0,03	0,06	0,12	0,24	0,48
	Baja	0,40	0,02	0,04	0,08	0,16	0,32
	Muy Baja	0,20	0,01	0,02	0,04	0,08	0,16
			0,05	0,10	0,20	0,40	0,80
			Muy Bajo	Bajo	Medio	Alto	Crítico
			Impacto				

Tabla 8. Matriz de impacto

El impacto de un riesgo se calcula en función de la probabilidad de que ocurra y el valor del tipo de impacto que sea, presupuesto, planificación, alcance o calidad. La calidad no se tiene en cuenta en el proyecto porque el desarrollo es un prototipo y prima que funcione y cumpla lo esperado respecto a lo bien hecho que este. La siguiente tabla muestra los riesgos identificados, su importancia y las respuestas definidas.

ID	Nombre	Responsable	Probabilidad	Impacto				Impacto	0,40	Response
				Presup.	Planific.	Alcance	Calidad		Priorización	
1	Oferta de ordenadores que puedan ser usados como servidor	Miembro equipo	Baja	Medio	Muy Bajo	Alto	Muy Bajo	0,16		Explotar. Aprovechar la oferta y comprar los ordenadores para ahorrar costes
2	Problemas de despliegue de máquinas virtuales en el servidor	Miembro equipo	Alta	Medio	Alto	Bajo	Muy Bajo	0,32		Aceptar. Reinstalar el servidor host y replantear el despliegue
3	Miembros del equipo enfermos	Miembro equipo	Alta	Medio	Medio	Bajo	Muy Bajo	0,16		Aceptar. Esperar a que se recuperen
4	Problemas con el uso de Freeling	Miembro equipo	Baja	Bajo	Bajo	Medio	Muy Bajo	0,08		Mitigar. Recompilar todo el subsistema Freeling y reinstalar toda la máquina virtual
5	Problemas con la librería de gráficas	Miembro equipo	Media	Bajo	Medio	Bajo	Muy Bajo	0,12		Aceptar. Seguir trabajando para hacerla funcionar correctamente.
6	Incompatibilidades durante la integración con la bdd de Hablo & Dibujo	Miembro equipo	Baja	Medio	Alto	Medio	Muy Bajo	0,16		Mitigar. Buscar cómo integrar de manera correcta la base de datos, aunque haya que modificar algunas de sus tablas
7	Perdida de los datos obtenidos durante la investigación	Miembro equipo	Baja	Crítico	Crítico	Crítico	Muy Bajo	0,32		Aceptar. Comenzar de nuevo la recogida de datos y replanificar todo el proyecto
8	Problemas con el uso de AngularJS	Miembro equipo	Muy Alta	Medio	Medio	Bajo	Muy Bajo	0,20		Aceptar. Seguir trabajando para hacerla funcionar correctamente.

Tabla 9. Riesgos Identificados

8.3 Presupuesto

Este apartado presentará el presupuesto de costes del proyecto. No se plantea la realización de un presupuesto de cliente porque el proyecto no tiene como objetivo venderse en el mercado, sino definir un entorno de investigación.

El presupuesto se desglosa según las partes que componen el presupuesto de costes, explicando detalladamente cada uno de los conceptos incluidos.

El presupuesto se divide en 4 categorías:

- Hardware
- Infraestructura
- Trabajo personal
- Costes adicionales

8.3.1 Hardware

En la categoría de hardware se incluyen aquellos elementos que son necesarios para la puesta en producción del sistema.

Dado que este proyecto consta de una aplicación web, es necesario un servidor para realizar el despliegue. Dado que la aplicación web se encuentra en una máquina virtual, este servidor será el encargado de ejecutar dicha máquina virtual. Además, el servidor necesita estar conectado a internet, por lo que requiere de cableado para cumplir este propósito. SE desestima el uso de una red inalámbrica porque la conexión vía cable es más fiable. Se estima que serán necesarios 5 cables.

El coste de los conceptos hardware es el siguiente:

- El servidor tiene un coste de 3.000 €. Para evitar que el coste del servidor aumente, solamente se instalará en el software gratuito. El servidor dispondrá de un sistema operativo Linux, pudiendo ser cualquier distribución gratuita que soporte VirtualBox para instalar la máquina virtual. El coste del mantenimiento no se tiene en cuenta.
- Los cables de instalación tienen un coste de 10 € cada uno. Este coste es aproximado, y hace que coste total del cableado sea de 50 €. Como el número de cables es una estimación, este coste puede variar en el futuro.

El coste total de la categoría de hardware es de 3.050,00 €.

8.3.2 Infraestructura

En la categoría de infraestructura se incluyen aquellos elementos que son necesarios para la realización del proyecto y que deben ser amortizados.

El lugar de trabajo del desarrollador es un piso alquilado, por lo que es necesario computar su coste al del proyecto. El coste aproximado por mes es de 500 €. De igual manera es necesario computar la conexión a internet necesaria para el desarrollo del proyecto, 40 €/mes, y otros gastos adicionales, como luz, agua, etc., 200 €/mes.

También hay que tener en cuenta las herramientas utilizadas para el desarrollo. Para el proyecto ha sido necesario actualizar el ordenador utilizado por el desarrollador, 1.200 €. Aunque estos costes podrían establecerse como una fracción de ellos, debido a la amortización que se les dará posteriormente, pero debido al gasto implicado en el momento de la compra, se ha decidido incluir íntegramente en el presupuesto. Además de herramientas informáticas, han sido necesario material de papelería, como folios, bolígrafos, etc., que se computan con un coste total del 20 €.

El coste total de la categoría de infraestructura es de 4.180,00 €.

8.3.3 Trabajo personal

La categoría de trabajo personal incluye el coste de la realización de todas las tareas del proyecto, así como las de investigación, por parte del desarrollador.

El salario del desarrollador es de 18 €/hora. El proyecto ha sido desarrollado en jornadas de 6 horas de lunes a viernes. Esto, junto con la duración de 4 meses del proyecto, contabilizando 20 días por mes, hace un total de 460 horas de trabajo, lo cual computa en el coste como 8.280,00 €. Para esta contabilización se tiene en cuenta que muchas de las tareas de investigación se hacen en paralelo con las de desarrollo. También hay que tener en cuenta la seguridad social del desarrollador, que al momento del desarrollo del proyecto el del 35%, lo cual computa unos 2.898,00 € más al coste. El cómputo total del coste del desarrollador es de 11.178,00 €.

Además del salario de desarrollador hay que tener en cuenta los costes de la instalación del servidor y el montaje de todo el sistema. Esta instalación se computa como 500 € en el coste.

El coste total de la categoría de trabajo personal es de 11.178,00 €.

8.3.4 Costes adicionales

En la categoría de costes adiciones se añaden los costes que no tienen cabida en otras categorías.

A lo largo del proyecto, el desarrollador puede requerir ciertas dietas que cubran las necesidades de transporte o alimentación, por lo que se incluye un coste adicional de dietas de 300 €/mes para cubrir esos gastos, que junto con la duración de 4 meses hace un total de 1.200 €. Este concepto podría estar incluido tanto en las categorías de infraestructura o de trabajo personal, pero debido a las dudas de la incorporación a un de ellas, y que se puede utilizar el término “coste adicional” para referirse al concepto, se ha decidido su inclusión en esta categoría.

Para que el proyecto esté preparado para posibles imprevisto y problemas, siempre es necesario que se incluya un fondo de reserva para paliarlos. Este coste adicional se computa como el 15% del coste del proyecto, redondeando al número redondo más cercano, tomando como número redondos intervalos de 100 €, lo cual se computa como 4.000 € en el coste.

El coste total de la categoría de infraestructura es de 5.200,00 €.

8.3.5 Total

Una vez calculados los costes de todas las categorías del presupuesto se puede computar el coste del proyecto, el cual asciende a un total de 24.108,00€.

8.3.6 Presupuesto

Nivel	Identificador	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal 2	Subtotal 1	Subtotal 0
0	HW	Hardware						3.050,00 €
1	HW-SRV	Servidor		1	3.000,00 €		3.000,00 €	
1	HW-CAB	Cables de instalación		5	10,00 €		50,00 €	
0	INF	Infraestructura						4.180,00 €
1	INF-ALQ	Alquiler del lugar de trabajo	mes	4	500,00 €		2.000,00 €	
1	INF-CI	Conexión a internet	mes	4	40,00 €		160,00 €	
1	INF-OG	Otros gastos (agua, luz, etc.)	mes	4	200,00 €		800,00 €	
1	INF-PC	Ordenador		1	1.200,00 €		1.200,00 €	
1	INF-PAP	Papelería		1	20,00 €		20,00 €	
0	TP	Trabajo personal						11.678,00 €
1	TP-DSR	Desarrollo del sistema		1	11.178,00 €		11.178,00 €	
2	TP-DSR-SP	Salario desarrollador	hora	460	18,00 €	8.280,00 €		
2	TP-DSR-SS	SS desarrollador	hora	460	6,30 €	2.898,00 €		
1	TP-INS	Instalación del sistema		1	500,00 €		500,00 €	
0	CAD	Costes adicionales						5.200,00 €
1	CAD-DI	Dietas	mes	4	300,00 €		1.200,00 €	
1	CAD-CR	Costes de reserva		1	4.000,00 €		4.000,00 €	
							Total	24.108,00 €

Tabla 10. Tabla del presupuesto

Capítulo 9. Bibliografía

- Mohamed Ally. 2009. *Mobile learning: Transforming the delivery of education and training*, Athabasca University Press.
- Anon. 2016. Horizon Report 2016 Higher Education Edition. (2016).
- AppAnnie. 2016. Wonder Bunny Math Race: Preschool & Kindergarten Kids Advanced Learning App. (2016). Retrieved July 7, 2016 from <https://www.appannie.com/apps/amazon-appstore/app/B00U8NQSAU/>
- Maricia Polene A. Balayan, Vanessa Viel B. Conoza, Jasmine Mae M. Tolentino, Rowena C. Solamo, and Rommel P. Feria. 2014. On evaluating skillville: An educational mobile game on visual perception skills. In *IISA 2014, The 5th International Conference on Information, Intelligence, Systems and Applications*. IEEE, 69–74. DOI:<http://dx.doi.org/10.1109/IISA.2014.6878828>
- Angela Van Barmevelde, Kimberly E. Arnold, and John Campbell. 2012. Analytics in Higher Education: Establishing a Common Language. *Educ. Learn. Initiat.*, ELI Papers and Reports (2012).
- Betty Spillers Beeson and R. Ann Williams. 1985. The effects of gender and age on preschool children's choice of the computer as a child-selected activity. *J. Am. Soc. Inf. Sci.* 36, 5 (September 1985), 339–341. DOI:<http://dx.doi.org/10.1002/asi.4630360509>
- Beestar. 2016. Beestar Insight. (2016). Retrieved July 7, 2016 from <http://www.beestar.eu/>
- Elizabeth M. Bonsignore, Alexander J. Quinn, Allison Druin, and Benjamin B. Bederson. 2013. Sharing Stories “in the Wild”: A Mobile Storytelling Case Study Using StoryKit. *ACM Trans. Comput. Interact.* 20, 3 (2013), 18. DOI:<http://dx.doi.org/10.1145/2491500.2491506>
- Mary Brown and Mary T. Harmon. 2013. iPad Intervention with At-Risk Preschoolers: Mobile Technology in the Classroom Mary. *J. Lit. Technol.* 14 (2013).
- David Cabiell-Hernandez, Juan Ramon Perez-Perez, Mpuerto Paule-Ruiz, and Samuel Fernandez-Fernandez. 2016. Specialized Intervention Using Tablet Devices for Communication Deficits in Children with Autism Spectrum Disorders. *IEEE Trans. Learn. Technol.* (2016), 1–1. DOI:<http://dx.doi.org/10.1109/TLT.2016.2559482>
- Candace Chou, Lanise Block, and Renee Jesness. 2012. Case Study of Mobile Learning Pilot Project in K-12 Schools. 5, 2 (January 2012), 11–26.
- Mihaela Cocea and Stephan Weibelzahl. 2007. Cross-System Validation of Engagement Prediction from Log Files. In *Creating New Learning Experiences on a Global Scale*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 14–25. DOI:http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-75195-3_2
- Leslie J. Couse and Dora W. Chen. 2010. A Tablet Computer for Young Children? Exploring its Viability for Early Childhood Education. *J. Res. Technol. Educ.* 43, 1 (September 2010), 75–96. DOI:<http://dx.doi.org/10.1080/15391523.2010.10782562>
- Desire2Learn. 2016. Advanced Analytics: Learning Analytics for Higher Education. (2016). Retrieved July 7, 2016 from <http://www.d2l.com/solutions/higher-education/advanced->

analytics/

Beth Dietz-Uhler and Janet E. Hurn. 2013. Using Learning Analytics to Predict (and Improve) Student Success: A Faculty Perspective. 12, 1 (2013).

Allison Druin. 2002. The role of children in the design of new technology. *Behav. Inf. Technol.* 21 (2002), 1–25.

Erik Duval. 2011. Attention please!: learning analytics for visualization and recommendation. In *Proceedings of the 1st International Conference on Learning Analytics and Knowledge - LAK '11*. New York, New York, USA: ACM Press, 9–17. DOI:<http://dx.doi.org/10.1145/2090116.2090118>

Erik Duval. 2012. Learning Analytics and Educational Data Mining. (2012). <https://erikduval.wordpress.com/2012/01/30/learning-analytics-and-educational-data-mining/>

Jerry Alan Fails, Allison Druin, and Mona Leigh Guha. 2014. Interactive storytelling: interacting with people, environment, and technology. *Int. J. Arts Technol.* (January 2014).

Jerry Alan Fails, Allison Druin, and Mona Leigh Guha. 2010. Mobile collaboration: collaboratively reading and creating children's stories on mobile devices. In *Proceedings of the 9th International Conference on Interaction Design and Children - IDC '10*. New York, New York, USA: ACM Press, 20. DOI:<http://dx.doi.org/10.1145/1810543.1810547>

Garry Falloon. 2013. Young students using iPads: App design and content influences on their learning pathways. *Comput. Educ.* 68 (October 2013), 505–521. DOI:<http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2013.06.006>

Rebecca Ferguson. 2012. Learning analytics: drivers, developments and challenges. *Int. J. Technol. Enhanc. Learn.* 4, 5/6 (2012), 304. DOI:<http://dx.doi.org/10.1504/IJTEL.2012.051816>

Celia Genishi. 1988. Young Children's Oral Language Development. ERIC Digest. (November 1988).

Kathleen Gormley and Peter McDermott. 2013. Differentiating Literacy Instruction--There's an App for that!. *Lang. Lit. Spectr.* 24 (November 2013), 49–75.

Larry F. Guthrie and Susan Richardson. 1995. Turned on to Language Arts: Computer Literacy in the Primary Grades. *Educ. Leadersh.* 53, 2 (November 1995), 14–18.

J. Enrique Hinojosa, Christian Labbé, and Carolina Matamala. 2013. The use of computers in preschools in Chile: Lessons for practitioners and policy designers. *Comput. Educ.* 68 (October 2013), 96–104. DOI:<http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2013.04.025>

Shaobo Huang and Ning Fang. 2013. Predicting student academic performance in an engineering dynamics course: A comparison of four types of predictive mathematical models. *Comput. Educ.* 61 (February 2013), 133–145. DOI:<http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2012.08.015>

Amy Hutchison, Beth Beschorner, and Denise Schmidt-Crawford. 2012. Exploring the use of the iPad for literacy learning. *Read. Teach.* 66, 1 (2012), 15–23.

Project Management Institute. 2013. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge*

(PMBOK Guide)., Project Management Institute.

- Rebecca Isbell, Joseph Sobol, Liane Lindauer, and April Lowrance. 2004. The Effects of Storytelling and Story Reading on the Oral Language Complexity and Story Comprehension of Young Children. *Early Child. Educ. J.* 32, 3 (December 2004), 157–163. DOI:<http://dx.doi.org/10.1023/B:ECEJ.0000048967.94189.a3>
- Kirsty Kitto, Sebastian Cross, Zak Waters, and Mandy Lupton. 2015. Learning analytics beyond the LMS. In *Proceedings of the Fifth International Conference on Learning Analytics And Knowledge - LAK '15*. New York, New York, USA: ACM Press, 11–15. DOI:<http://dx.doi.org/10.1145/2723576.2723627>
- Natalia Kucirkova, David Messer, Kieron Sheehy, and Carmen Fernández Panadero. 2014. Children’s engagement with educational iPad apps: Insights from a Spanish classroom. *Comput. Educ.* 71 (February 2014), 175–184. DOI:<http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2013.10.003>
- L. Lancaster. 2007. Representing the ways of the world: How children under three start to use syntax in graphic signs. *J. Early Child. Lit.* 7, 2 (August 2007), 123–154. DOI:<http://dx.doi.org/10.1177/1468798407079284>
- Derick Leony, Abelardo Pardo, Luis de la Fuente Valentín, David Sánchez de Castro, and Carlos Delgado Kloos. 2012. GLASS: A Learning Analytics Visualization Tool. In *Proceedings of the 2nd International Conference on Learning Analytics and Knowledge - LAK '12*. New York, New York, USA: ACM Press, 162. DOI:<http://dx.doi.org/10.1145/2330601.2330642>
- Leah Macfadyen and Shane Dawson. 2012. Numbers are not enough. Why e-learning analytics failed to inform an institutional strategic plan. *Fac. Educ. - Pap.* (2012).
- Florence Martin and Jeffrey Ertzberger. 2013. Here and now mobile learning: An experimental study on the use of mobile technology. *Comput. Educ.* 68 (October 2013), 76–85. DOI:<http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2013.04.021>
- John Matthews. 1984. Children drawing: Are young children really scribbling? *Early Child Dev. Care* 18, 1-2 (1984), 1–39. DOI:<http://dx.doi.org/10.1080/0300443840180101>
- John Matthews and Peter Seow. 2007. Electronic paint: Understanding children’s representation through their interactions with digital paint. *Int. J. Art Des. Educ.* 26, 3 (2007), 251–263.
- Tonja Molin-Juustila, Marianne Kinnula, Netta Iivari, Leena Kuure, and Eija Halkola. 2015. Multiple voices in ICT design with children - a nexus analytical enquiry. *Behav. Inf. Technol.* 34, 11 (2015), 1079–1091. DOI:<http://dx.doi.org/10.1080/0144929X.2014.1003327>
- Patricia S. Moyer-Packenham et al. 2015. Young children’s learning performance and efficiency when using virtual manipulative mathematics iPad apps. *J. Comput. Math. Sci. Teach.* 34, 1 (January 2015), 41–69.
- Michelle M. Neumann and David L. Neumann. 2013. Touch Screen Tablets and Emergent Literacy. *Early Child. Educ. J.* 42, 4 (September 2013), 231–239. DOI:<http://dx.doi.org/10.1007/s10643-013-0608-3>
- Lluís Padró. 2012. Analizadores Multilingües en FreeLing. *Linguamática* 3, 2 (2012), 13–20.

- Lluís Padró and Evgeny Stanilovsky. 2012. FreeLing 3.0: Towards Wider Multilinguality. In *Proceedings of the Language Resources and Evaluation Conference (LREC 2012) ELRA*. Instambul, Turkey.
- Mpuerto Paule-Ruiz, Víctor Álvarez-García, Juan Ramon Perez-Perez, Mercedes Alvarez-Sierra, and Félix Trespacios-Menéndez. 2016. Music learning in preschool with mobile devices. *Behav. Inf. Technol. Taylor Fr.* (2016). DOI:<http://dx.doi.org/10.1080/0144929X.2016.1198421>
- Rob Phillips, Dorit Maor, Greg Preston, and Wendy Cumming-Potvin. 2012. Exploring Learning Analytics as Indicators of Study Behaviour. In *World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications (EDMEDIA)*,.
- Lydia Plowman, Olivia Stevenson, Christine Stephen, and Joanna McPake. 2012. Preschool children's learning with technology at home. *Comput. Educ.* 59, 1 (August 2012), 30–37. DOI:<http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2011.11.014>
- R Development Core Team. 2012. *R: A language and environment for statistical computing*, Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing.
- Cheryl Ramos and Errol Yudko. 2008. "Hits" (not "Discussion Posts") predict student success in online courses: A double cross-validation study. *Comput. Educ.* 50, 4 (May 2008), 1174–1182. DOI:<http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2006.11.003>
- Jeremy D. Roberts, Gregory K.W.K. Chung, and Charles B. Parks. 2016. Supporting children's progress through the PBS KIDS learning analytics platform. *J. Child. Media* 10, 2 (April 2016), 257–266. DOI:<http://dx.doi.org/10.1080/17482798.2016.1140489>
- Jo Sanders. 2005. Gender and Technology in Education: A Research Review. *Seattle Cent. Gend. Equity. Bibliogr. retrieved March 20* (March 2005), 2006.
- Margareth Sandvik, Ole Smørðal, and Svein Østerud. 2012. Exploring iPads in Practitioners' Repertoires for Language Learning and Literacy Practices in Kindergarten. *Nord. J. Digit. Lit.* 7, 03 (October 2012), 204–221.
- Ken Schwaber and Jeff Sutherland. 2013. *The Scrum Guide™ The Definitive Guide to Scrum: The Rules of the Game.* (2013).
- Caterina Senette. 2015. *Technology-enhanced Programs for Children with Autism: implementing Applied Behavior Analysis Intervention on Mobile Devices.*
- Carly Shuler, Zachary Levine, and J. Ree. 2012. iLearn II: An analysis of the education category of Apple's app store. *Joan Ganz Cooney Cent.* , January (2012), 1–32.
- George Siemens and Phil Long. 2011. Penetrating the Fog: Analytics in Learning and Education. *Educ. Rev.* 46, 5 (2011), 30.
- Susan Talley, David F. Lancy, and Thomas R. Lee. 1997. Children, Storybooks and Computers. *Read. Horizons* 38, 2 (November 1997), 116–28.
- John Traxler and Agnes Kukulska-Julme. 2005. Mobile learning in developing countries. (2005).
- Patrick Walsh. 2015. Evaluating the Data Analytic Features of Blackboard Learn 9.1. *Irish J. Acad. Pract.* 41, 1 (2015).
- Sue Winkle Williams and Shirley Matile Ogletree. 1992. Preschool Children's Computer Interest

and Competence: Effects of Sex and Gender Role. *Early Child. Res. Q.* 7, 1 (November 1992), 135–43.

Wen-Hsiung Wu, Yen-Chun Jim Wu, Chun-Yu Chen, Hao-Yun Kao, Che-Hung Lin, and Sih-Han Huang. 2012. Review of trends from mobile learning studies: A meta-analysis. *Comput. Educ.* 59, 2 (September 2012), 817–827. DOI:<http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2012.03.016>

Kuang-Chao Yu, Kuen-Yi Lin, Feng-Nien Han, and I. Ying Hsu. 2011. A model of junior high school students' attitudes toward technology. *Int. J. Technol. Des. Educ.* 22, 4 (January 2011), 423–436. DOI:<http://dx.doi.org/10.1007/s10798-011-9154-8>

Nicholas Zaranis, Michail Kalogiannakis, and Stamatios Papadakis. 2013. Using Mobile Devices for Teaching Realistic Mathematics in Kindergarten Education. *Creat. Educ.* 04, 07 (July 2013), 1–10. DOI:<http://dx.doi.org/10.4236/ce.2013.47A1001>

Capítulo 10. Anexos

10.1 Estado del artículo

Online Information Review



Factors affecting the interaction of preschoolers with educational mobile applications

Journal:	<i>Online Information Review</i>
Manuscript ID:	OIR-06-2016-0157
Manuscript Type:	Research Paper
Keywords:	Mobile device, early education, educational app, tablet computer

SCHOLARONE™
Manuscripts

10.2 Proyectos de la Conserjería

GOBIERNO DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS

CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN Y CULTURA

DOÑA MARÍA MÉNDEZ MARTÍNEZ, SECRETARIA GENERAL TÉCNICA DE LA CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN Y CULTURA

La Jefa de Servicio de
Orientación Educativa y
Formación del Profesorado

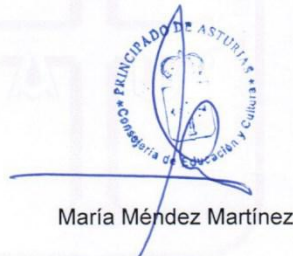


MARIA VALLINA PACO

CERTIFICA:

Que según consta en esta Consejería, **CLAUDIO LÓPEZ ARDURA**, con D.N.I. **09442302C**, ha participado como investigador en el proyecto denominado **Dibujo y hablo: Apoyo al desarrollo gráfico y oral en educación infantil con dispositivos móviles**, durante los años 2014 y 2015. Dicho proyecto se inscribe dentro del convenio de colaboración suscrito entre la Consejería de Educación y Cultura y la Universidad de Oviedo para el desarrollo de actividades educativas (según, la adenda al convenio 2014, firmada el 11 de junio de 2014 y la adenda al convenio 2015, firmada el 17 de abril de 2015).

Y para que conste a los efectos oportunos, expido la presente certificación en Oviedo, a 5 de mayo de 2016.



María Méndez Martínez

GOBIERNO DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS

CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN Y CULTURA

ADMON. PRINCIPADO DE ASTURIAS
Reg. Saida N.º 2016030704008892
18.05/2016 11:03:28

51788

M^a del Puerto Paule Ruiz
Universidad de Oviedo
Facultad de Ciencias
C/ Calvo Sotelo s/n
33007 - Oviedo

Por la presente le comunicamos que el Consejo de Gobierno del Principado de Asturias autorizó en su reunión de 13 de abril de 2016 la formalización de una Addenda al convenio de colaboración suscrito entre el Principado de Asturias, a través de la Consejería de Educación y Ciencia, y la Universidad de Oviedo para la realización de actividades educativas.

En la misma en el Programa 2 "Seguimiento, de Innovación e Investigación Educativa y Planes de Calidad", se ha aprobado la actividad propuesta por usted, proyecto "**Hablo y Dibujo: Impacto de la Tecnología móvil en el desarrollo gráfico y oral en educación infantil**".

La presente actividad **no tiene asignada cuantía económica** para su desarrollo. Deberá justificarse documentalmente presentando en la Dirección General de Ordenación Académica e Innovación Educativa de la Consejería de Educación y Cultura la **memoria pedagógica y el listado de participantes, según modelo que aparece en** el protocolo de convocatoria 2016 antes del **15 de enero de 2017**.

Atentamente

Oviedo a 16 de mayo de 2016

LA JEFA DEL SERVICIO DE ORIENTACIÓN EDUCATIVA
Y FORMACIÓN DEL PROFESORADO



María Vallina Paco

Plaza de España, 5. Edificio de Servicios Múltiples. 33007 Oviedo

10.3 Actas de reuniones

10.3.1 Acta de reunión 07/03/2016

Participante	Item	Descripción	Solución propuesta
Directora y desarrollador	Prototipo	Comienzo del desarrollo del prototipo	
Desarrollador	Tecnologías	Comienzo de estudio de tecnologías a utilizar	
Desarrollador	Software de desarrollo	Preparar software de desarrollo y VM	

10.3.2 Acta de reunión 14/03/2016

Participante	Item	Descripción	Solución propuesta
Desarrollador	CSS	Desarrollo de los estilos para el prototipo	
Desarrollador	Páginas HTML	Definición de la estructura básica de la interfaz del prototipo	

10.3.3 Acta de reunión 21/03/2016

Participante	Item	Descripción	Solución propuesta
Profesora implicada	Colores interfaz	Los colores son demasiado simples	Cambios de los colores de <i>Bootstrap</i>
Profesora implicada	Barra navegación	La barra de navegación debería mostrarse siempre en la pantalla	Barra de navegación <i>fixed</i> a la pantalla

Profesora implicada	Menú de acceso rápido	Los menús de acceso rápido de las pantallas debería mostrarse en el lateral	Quitar los menús de la barra de navegación e incluirlos en un menú lateral
---------------------	-----------------------	---	--

10.3.4 Acta de reunión 28/03/2016

Participante	Item	Descripción	Solución propuesta
Desarrollador	Bdd de Hablo & Dibujo	Problemas con la integración con Hablo & Dibujo	Alterar la base de datos para adaptarla a las nueva necesidades
Profesora implicada	Menú lateral	El menú lateral debería mostrarse siempre	Menú lateral <i>fixed</i> a la pantalla

10.3.5 Acta de reunión 04/04/2016

Participante	Item	Descripción	Solución propuesta
Profesora implicada	Página de análisis morfológico	A veces no funciona. Creo que tiene que ver con poner un punto al final de la frase	Si la frase a analizar no contiene punto al final añadirlo
Profesora implicada	Sesión	La sesión se queda aunque cierre el navegador	No hay usuarios, cuando se implemente el sistema invalidar la cookie al hacer <i>logout</i>

10.3.6 Acta de reunión 11/04/2016

Participante	Item	Descripción	Solución propuesta
Profesora implicada	Página de usuario	Añadir la posibilidad de eliminar el usuario	Implementar eliminación del usuario
Profesora implicada	Página de usuario	Estaría bien poder tener varios cursos académicos para organizar los niños	Implementar sistema de años académicos

10.3.7 Acta de reunión 18/04/2016

Participante	Item	Descripción	Solución propuesta
Profesora implicada	Gráficas	No me gusta que haya tantas gráficas en la pantalla a la vez. Despista mucho	Usar el menú lateral para seleccionar la gráfica que mostrar en cada momento. Mantener la separación de dibujos y voz para las gráficas
Profesora implicada	Mensajes de confirmación	Algunas veces al añadir niños o borrarlos se hacen los cambios, pero no se muestra nada notificándolo.	Mejorar la implementación de mensajes de notificación. Usar <i>toastrjs</i> para ello.

10.3.8 Acta de reunión 15/04/2016

Participante	Item	Descripción	Solución propuesta
Profesora implicada	Página de dibujos	¿Podrías hacer una página que mostrase todos los dibujos de una clase, en plan todos los de 4B, 5A, o es muy complicado?	Crear una página con los <i>slider</i>
Profesora implicada	Páginas de gráficas por grupos	¿Y una página con graficas por género, edad y cosas así?	Crear página de histogramas por edad, género y ambas a la vez