

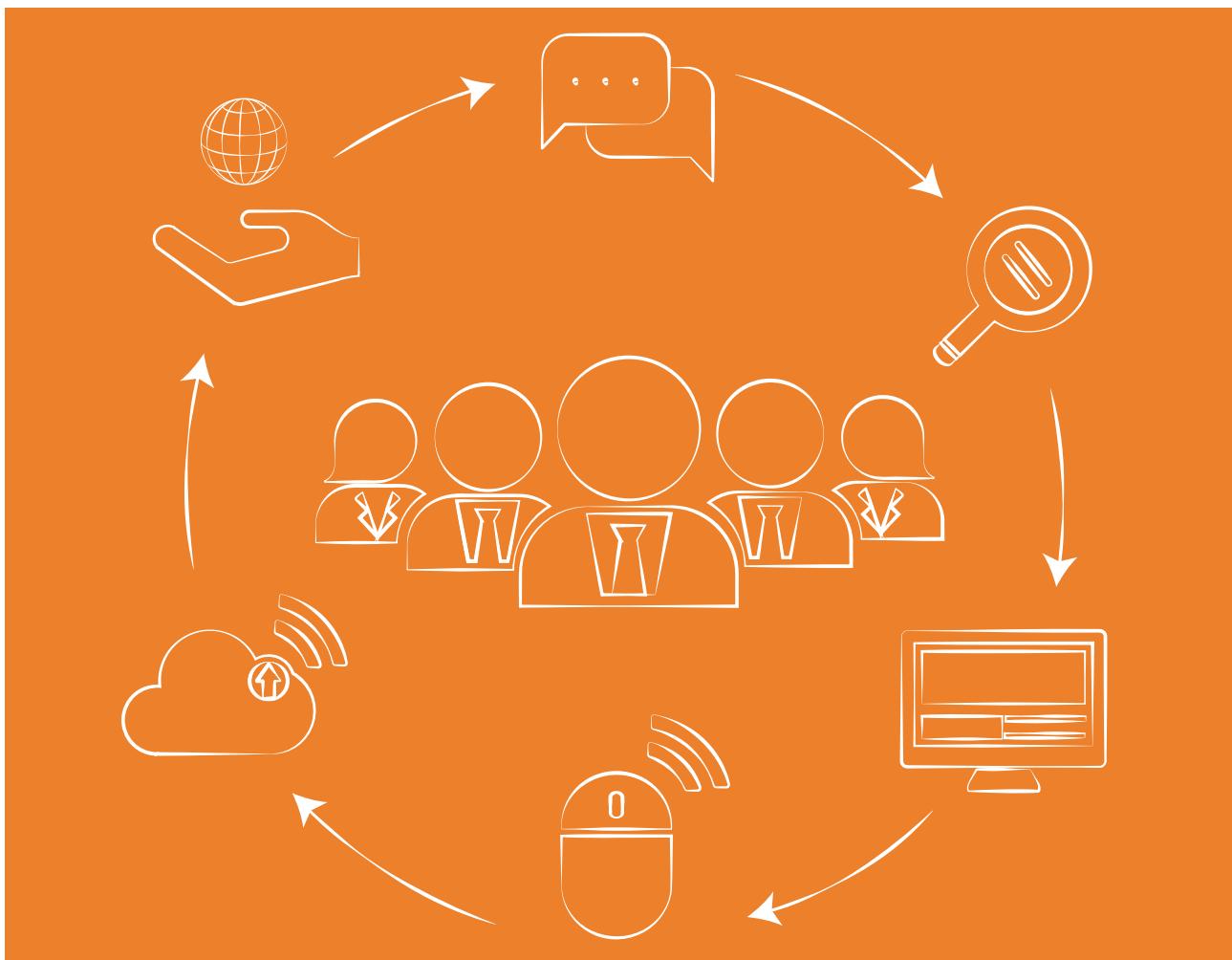


tic

Cuadernos de desarrollo aplicados a las TIC

Ed. 40_Vol. 11_N.º 1
Marzo - Junio 2022

Publicación trimestral
ISSN: 2254 - 6529



3C TIC. Cuadernos de desarrollo aplicados a las TIC.

Periodicidad trimestral. *Quarterly periodicity.*

Edición 40, Volumen 11, Número 1 (Marzo - Junio 2022).

Edition 40, Volume 11, Issue 1 (March - June 2022).

Tirada nacional e internacional. *National and international circulation.*

Artículos revisados por el método de evaluación de pares de doble ciego.

Articles reviewed by the double blind peer evaluation method.

ISSN: 2254 – 6529

Nº de Depósito Legal: A 268 – 2012

DOI: <https://doi.org/10.17993/3ctic.2022.111>

Edita:

Área de Innovación y Desarrollo, S.L.

Avda. Juan Gil Albert 1, Alcoy, Alicante (España)

Tel: 965030572

info@3ciencias.com – www.3ciencias.com



Todos los derechos reservados. Se autoriza la reproducción total o parcial de los artículos citando la fuente y el autor.

This publication may be reproduced by mentioning the source and the authors.

Copyright © Área de Innovación y Desarrollo, S.L.



CONSEJO EDITORIAL EDITORIAL BOARD

Director	Víctor Gisbert Soler
Editores adjuntos	María J. Vilaplana Aparicio Maria Vela Garcia
Editores asociados	David Juárez Varón F. Javier Cárcel Carrasco

CONSEJO DE REDACCIÓN DRAFTING BOARD

Dr. David Juárez Varón. *Universitat Politècnica de València (España)*
Dra. Úrsula Faura Martínez. *Universidad de Murcia (España)*
Dr. Martín León Santiesteban. *Universidad Autónoma de Occidente (México)*
Dra. Inmaculada Bel Oms. *Universitat de València (España)*
Dr. F. Javier Cárcel Carrasco. *Universitat Politècnica de València (España)*
Dra. Ivonne Burguet Lago. *Universidad de las Ciencias Informáticas (La Habana, Cuba)*
Dr. Alberto Rodríguez Rodríguez. *Universidad Estatal del Sur de Manabí (Ecuador)*

CONSEJO ASESOR ADVISORY BOARD

Dra. Ana Isabel Pérez Molina. *Universitat Politècnica de València (España)*
Dr. Julio C. Pino Tarragó. *Universidad Estatal del Sur de Manabí (Ecuador)*
Dra. Irene Belmonte Martín. *Universidad Miguel Hernández (España)*
Dr. Jorge Francisco Bernal Peralta. *Universidad de Tarapacá (Chile)*
Dra. Mariana Alfaro Cendejas. *Instituto Tecnológico de Monterrey (México)*
Dr. Roberth O. Zambrano Santos. *Instituto Tecnológico Superior de Portoviejo (Ecuador)*
Dra. Nilda Delgado Yanes. *Universidad de las Ciencias Informáticas (La Habana, Cuba)*
Dr. Sebastián Sánchez Castillo. *Universitat de València (España)*
Dra. Sonia P. Ubillús Saltos. *Instituto Tecnológico Superior de Portoviejo (Ecuador)*
Dr. Jorge Alejandro Silva Rodríguez de San Miguel. *Instituto Politécnico Nacional (México)*

CONSEJO EDITORIAL EDITORIAL BOARD

Área financiera

Dr. Juan Ángel Lafuente Luengo

Universidad Jaime I (España)

Área téxtil

Dr. Josep Valddeperas Morell

Universitat Politècnica de Catalunya (España)

Ciencias de la Salud

Dra. Mar Arlandis Domingo

Hospital San Juan de Alicante (España)

Derecho

Dra. María del Carmen Pastor Sempere

Universidad de Alicante (España)

Economía y empresariales

Dr. José Joaquín García Gómez

Universidad de Almería (España)

Estadística y Investigación operativa

Dra. Elena Pérez Bernabeu

Universitat Politècnica de València (España)

Ingeniería y Tecnología

Dr. David Juárez Varón

Universitat Politècnica de València (España)

Organización de empresas y RRHH

Dr. Francisco Llopis Vañó

Universidad de Alicante (España)

Sinología

Dr. Gabriel Terol Rojo

Universitat de València (España)

Sociología y Ciencias Políticas

Dr. Rodrigo Martínez Béjar

Universidad de Murcia (España)

Tecnologías de la Información y la Comunicación

Dr. Manuel Llorca Alcón

Universitat Politècnica de València (España)

POLÍTICA EDITORIAL

OBJETIVO EDITORIAL

La Editorial científica 3Ciencias pretende transmitir a la sociedad ideas y proyectos innovadores, plasmados, o bien en artículos originales sometidos a revisión por expertos, o bien en los libros publicados con la más alta calidad científica y técnica.

COBERTURA TEMÁTICA

3C TIC es una revista de carácter científico-social en la que se difunden trabajos originales que tratan sobre la aplicación de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) y las Telecomunicaciones a la Sociedad, la Educación y la Gestión Empresarial.

NUESTRO PÚBLICO

- Personal investigador.
- Doctorandos.
- Profesores de universidad.
- Oficinas de transferencia de resultados de investigación (OTRI).
- Empresas que desarrollan labor investigadora y quieran publicar alguno de sus estudios.

AIMS AND SCOPE

PUBLISHING GOAL

3Ciencias wants to transmit to society innovative projects and ideas. This goal is reached thought the publication of original articles which are subdue to peer review or thorough the publication of scientific books.

TEMATIC COVERAGE

3C TIC is a scientific-social journal that spreads original works related with the application of Information and Communication Technologies (ICT) and Telecommunications to Society, Education and Business Management.

OUR TARGET

- Research staff.
- PhD students.
- Professors.
- Research Results Transfer Office.
- Companies that develop research and want to publish some of their works.

NORMAS DE PUBLICACIÓN

3C TIC es una revista arbitrada que utiliza el sistema de revisión por pares de doble ciego (*double-blind peer review*), donde expertos externos en la materia sobre la que trata un trabajo lo evalúan, siempre manteniendo el anonimato, tanto de los autores como de los revisores. La revista sigue las normas de publicación de la APA (American Psychological Association) para su indización en las principales bases de datos internacionales.

Cada número de la revista se edita en versión electrónica (e-ISSN: 2254 – 6529), identificándose cada trabajo con su respectivo código DOI (Digital Object Identifier System).

PRESENTACIÓN TRABAJOS

Los artículos se presentarán en tipo de letra Baskerville, cuerpo 11, justificados y sin tabuladores. Han de tener formato Word. La extensión será de no más de 6.000 palabras de texto, incluidas referencias.

Los trabajos deben ser enviados exclusivamente por plataforma de gestión de manuscritos OJS:

<https://ojs.3ciencias.com/>

Toda la información, así como las plantillas a las que deben ceñirse los trabajos se encuentran en:

<https://www.3ciencias.com/revista/informacion-para-autores/>

<https://www.3ciencias.com/normas-de-publicacion/plantillas/>

SUBMISSION GUIDELINES

3C TIC is an arbitrated journal that uses the double-blind peer review system, where external experts in the field on which a paper deals evaluate it, always maintaining the anonymity of both the authors and of the reviewers. The journal follows the standards of publication of the APA (American Psychological Association) for indexing in the main international databases.

Each issue of the journal is published in electronic version (e-ISSN: 2254 – 6529), each work being identified with its respective DOI (Digital Object Identifier System) code.

PRESENTATION WORK

The papers will be presented in Baskerville typeface, body 11, justified and without tabs. They must have Word format. The extension will be no more than 6.000 words of text, including references. Papers must be submitted exclusively by OJS manuscript management platform:

<https://ojs.3ciencias.com/>

All the information, as well as the templates to which the works must adhere, can be found at:

<https://www.3ciencias.com/en/journals/information-for-authors/>

<https://www.3ciencias.com/en/regulations/templates/>

ESTRUCTURA

Los trabajos originales tenderán a respetar la siguiente estructura: introducción, métodos, resultados, discusión/conclusiones, notas, agradecimientos y referencias bibliográficas.

Es obligatoria la inclusión de referencias, mientras que notas y agradecimientos son opcionales. Se valorará la correcta citación conforme a la 7.^a edición de las normas APA.

RESPONSABILIDADES ÉTICAS

No se acepta material previamente publicado (deben ser trabajos inéditos). En la lista de autores firmantes deben figurar única y exclusivamente aquellas personas que hayan contribuido intelectualmente (autoría), con un máximo de 4 autores por trabajo. No se aceptan artículos que no cumplan estrictamente las normas.

Normas de publicación: <https://www.3ciencias.com/normas-de-publicacion/instrucciones/>

STRUCTURE

The original works will tend to respect the following structure: introduction, methods, results, discussion/conclusions, notes, acknowledgments and bibliographical references.

The inclusion of references is mandatory, while notes and acknowledgments are optional. The correct citation will be assessed according to the 7th edition of the APA standards.

ETHICAL RESPONSIBILITIES

Previously published material is not accepted (they must be unpublished works). The list of signatory authors should include only and exclusively those who have contributed intellectually (authorship), with a maximum of 4 authors per work. Articles that do not strictly comply with the standards are not accepted.

Guidelines for authors: <https://www.3ciencias.com/en/regulations/instructions/>

INDEXACIONES INDEXATIONS



latindex



CARHUS Plus*
REVISTES CIENTÍFiques DE CIèNCIES SOCIALS I HUMANITATS

Clasificación integrada
de revistas científicas



INDEXACIONES INDEXATIONS



/SUMARIO/ /SUMMARY/

Diseño de un tutorial digital como material didáctico en la enseñanza universitaria de las matemáticas.

Design of a digital tutorial as didactic material in the university teaching of mathematics

Inmaculada Concepción Masero-Moreno

19

El triple picado en el clarinete. Uso de las tecnologías para el aumento de velocidad.

The triple tonguing in the clarinet. Use of technologies to increase speed

Isabel Marín Conesa, María Belén Marín Conesa, Ester Marín Conesa y María Belén Conesa Ferrer

43

Desarrollo del sistema de información catastral del estado de colima implementando servicio de firma electrónica

Development of the cadastral information system of the state of colima implementing electronic signature service

Victor Manuel Romero Larios, Ramona Evelia Chávez Valdez, Patricia Elizabeth Figueroa Millán y J. Reyes Benavides Delgado

75

Utilización de las tecnologías para aumentar la velocidad del doble picado en el clarinete

Use of technologies to increase the speed of the double tonguing in the clarinet

Isabel Marín Conesa, María Belén Marín Conesa, Ester Marín Conesa y María Belén Conesa Ferrer

101

Aportes de ingeniería en inteligencia artificial aplicada en la educación

Engineering contributions in artificial intelligence applied in education

Francisca Silva Hernández y Germán Martínez Prats

133

La articulación múltiple en el repertorio clarinetístico. Uso de las tecnologías para mostrar su utilidad

The multiple articulation in the clarinetistic repertoire use of technologies to show its usefulness

Isabel Marín Conesa, María Belén Marín Conesa, Ester Marín Conesa y María Belén Conesa Ferrer

145

Apoyo en los trabajos de investigación para el incremento de titulados por la modalidad de sustentación de tesis

Support in research work for the increase of graduates by the thesis dissertation mode

Hugo Vega Huerta, Santiago Moquillaza Henríquez, Oscar Benito Pacheco y Percy De La Cruz Vélez de Villa

171

Utilización de las TIC parar mejorar la calidad del doble picado en el clarinete

Use of ict to improve the quality of the doble tonguing in the clarinet

Isabel Marín Conesa, María Belén Marín Conesa, Ester Marín Conesa y María Belén Conesa Ferrer

191

Diseño arquitectural de una plataforma iot para la monitorización ambiental aplicada en viveros de plantas de ornato

Architectural design of an iot platform for environmental monitoring applied in ornamental plant greenhouses

Jaime Osvaldo González Cárdenas, Patricia Elizabeth Figueroa Millán, Ismael Amezcua Valdovinos y J. Reyes Benavides Delgado

223

Online fake job advertisement recognition and classification using machine learning.

Gasim Othman Alandjani

251

Understanding the viability of integrating WSN with IoT using cloud infrastructure

Cosmena Mahapatra, Ashish Payal y Meenu Chopra

269

/01/

DISEÑO DE UN TUTORIAL DIGITAL COMO MATERIAL DIDÁCTICO EN LA ENSEÑANZA UNIVERSITARIA DE LAS MATEMÁTICAS

DESIGN OF A DIGITAL TUTORIAL AS DIDACTIC MATERIAL IN THE UNIVERSITY TEACHING OF MATHEMATICS

Inmaculada Concepción Masero-Moreno

Licenciada en Matemáticas. Doctora por la Universidad de Sevilla.
Departamento de Economía Aplicada III. Universidad de Sevilla, (España).
E-mail: imasero@us.es ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4023-8916>

Recepción: 20/08/2021 **Aceptación:** 15/10/2021 **Publicación:** 29/03/2022

Citación sugerida:

Masero-Moreno, I. C. (2022). Diseño de un tutorial digital como material didáctico en la enseñanza universitaria de las matemáticas. *3C TIC. Cuadernos de desarrollo aplicados a las TIC*, 11(1), 19-41. <https://doi.org/10.17993/3ctic.2022.111.19-41>

RESUMEN

La tecnología en el ámbito educativo ha facilitado a los docentes herramientas digitales para elaborar diferentes tipos de recursos y materiales didácticos. Esto les permite utilizar, mejorar y combinar otros materiales existentes para diseñar nuevos materiales didácticos digitales (MDD) promoviendo “la economía circular de los materiales docentes”. En este trabajo se expone el proceso de diseño y creación bajo este enfoque de un tutorial digital con el software Genially en una asignatura de Matemáticas en el Grado en Administración y Dirección de Empresas. Su uso se propone en el contexto del modelo Flipped Classroom para favorecer el aprendizaje autónomo del estudiante. Se analizan diferentes datos relativos al uso del tutorial y la percepción del alumnado sobre su diseño y utilidad. La valoración es positiva destacando su utilidad para el aprendizaje de su contenido.

PALABRAS CLAVE

Materiales didácticos digitales, Economía circular de los materiales didácticos, Matemáticas para la Economía y la Empresa, Tecnología, Herramientas digitales.

ABSTRACT

Technology in the educational field has provided teachers with digital tools to develop different types of educational resources and materials. This allows them to use, improve and combine other teaching materials to design new digital didactic materials (MDD) that promote “the circular economy of didactic materials”. This paper exposes the design and development process under this approach of a digital tutorial with genially software in a subject of Mathematics in the Degree in Business Administration and Management. Its use is proposed in the context of the Flipped Classroom model to promote autonomous student learning. We analyze different data about the use of the tutorial and the perception of the students about its design and usefulness. The assessment is positive highlighting its usefulness for learning its content.

KEYWORDS

Digital didactic materials, Circular economy of didactic materials, Mathematics for Economics and Business, Digital tools, Higher Education.

1. INTRODUCCIÓN

En el siglo XXI, la docencia universitaria se ha visto enriquecida por la implementación de la tecnología que los centros de educación superior han incorporado a través de herramientas que permiten la interacción y cooperación de docentes y estudiantes (Gallardo, Alvarado, Lozano, López y Gudiño, 2017; Yanacón-Atía y Menini, 2018). La cotidaneidad del uso de los dispositivos móviles ha sido fundamental para que en este proceso el alumnado pueda autorregular su aprendizaje (Aznar, Cáceres y Romero, 2018). Esta implementación ha sufrido un avance imprevisible debido a la situación vivida por la pandemia por COVID-19 en el año 2020, que ha obligado a toda la sociedad a usar la tecnología en el día a día y, por supuesto, en las comunicaciones profesionales, sociales y familiares. El profesorado y el alumnado también han vivido como la tecnología ha permitido la transformación de los centros de enseñanza en centros de enseñanza virtual síncrona y asíncrona. En este proceso, y debido a la necesidad de la digitalización de los materiales educativos (Almazán, 2020), el profesorado se ha acercado a las herramientas digitales, no solo para comunicarse con el alumnado, sino para elaborar y distribuir materiales didácticos (Pardo y Cobo, 2020).

El material didáctico es un objeto cuya finalidad es promover el aprendizaje en cualquiera de sus formatos, cultural, físico o digital (Area, 2017). Antes de la pandemia se había producido un auge en la producción de materiales didácticos abiertos, es decir, disponibles para todos (Gordillo, Barra y Quemada, 2018), como los videos, más acordes a un alumnado usuario de herramientas digitales y virtuales. Estos objetos digitales didácticos son archivos digitales de contenido creados con un objetivo didáctico (Area, 2017) y cuya elaboración está al alcance de docente gracias a numerosas herramientas online que facilitan su proceso de creación y distribución en Internet.

Los materiales didácticos digitales (MDD) se caracterizan por permitir el acceso a la información en cualquier lugar y momento (Vidal, Vega y López, 2019). Sin embargo, no pueden estar exentos de un objetivo pedagógico (Santos-Hermosa, Ferran-Ferrer y Adabal, 2012) y de las correspondientes estrategias didácticas (Rivero, 2013) adecuadas al contexto y al alumnado para el que se propone.

Como en todo material didáctico se debe prestar atención al contenido, pero en los MDD también es importante la forma de presentación, debiendo estar organizados de forma lógica y motivadora para promover el aprendizaje significativo (Alaña-Castillo, 2017).

Una de las características de los objetos de aprendizaje, digitales o no, es su posibilidad de reutilización en el mismo u otro contexto educativo (Wiley, 2001). Esto ha llevado a la creación de numerosos repositorios donde se pueden encontrar gran cantidad de materiales didácticos. Sin embargo, los mismos docentes no recurrimos a estos repositorios o abandonamos la búsqueda del material adecuado dentro de estos (Tabares, Duque y Moreno, 2011). A esto podemos unir que en numerosas ocasiones renunciamos a reutilizar nuestros propios materiales deslumbrados por nuevas herramientas y plataformas digitales que van incorporando cada vez más elementos para mejorar e innovar en los MDD.

Los MDD están presentes en la aplicación del modelo Flipped Classroom, especialmente los videos (Erbil, 2020; Fernández-Martín, Romero-Rodríguez, Gómez-García y Navas-Parejo, 2020; Martínez-Jiménez y Ruiz-Jiménez, 2020). El profesorado utiliza MDD de repositorios o elabora sus propios MDD para facilitar al alumnado el aprendizaje autónomo del contenido básico de la materia antes de clase. De esta forma, puede dedicar el tiempo de clase a afianzar este conocimiento y avanzar en el aprendizaje aplicando en el aula metodologías activas (Bergmann y Sams, 2012). En este enfoque resulta fundamental que los MDD propuestos hayan sido diseñados y elaborados bajo un perfil didáctico, lo que ha animado a muchos docentes que utilizan este modelo a elaborar sus propios MDD o adaptar los de otros docentes al contexto de enseñanza en el que los utilizan.

A pesar del auge de los MDD, Gallardo *et al.* (2017) señalan el hecho de que, aunque se han publicado artículos sobre el uso de estos materiales, son escasas las investigaciones realizadas desde la perspectiva del cambio educativo. Según Cobo y Moravec (2011) es necesario reflexionar sobre la educación en un mundo globalizado en el que la “tecnología lidera la creación de aquello que los autores llaman una “nueva ecología de aprendizaje y de oportunidades sociales” (p. 15). La tecnología ha permitido ampliar el mapa de la ecología del aprendizaje facilitando que el aprendizaje se realice fuera del aula, y sea

adaptable y personalizable. Desde esta perspectiva, tiene sentido el plantearnos “la economía circular de los materiales didácticos” como la planificación responsable del uso de los recursos didácticos que aplica estrategias de diseño didáctico sostenible para ampliar el ciclo de vida de los materiales didácticos. De esta forma estaríamos previniendo el exceso de recursos y la contaminación que esto genera a la hora de realizar la curación de contenido.

La ecología de los materiales didácticos que se propone en este trabajo (Figura 1) integra los siguientes principios:

- Reutilizar: recuperar materiales didácticos para alargar su vida útil como recurso docente en diversos contextos.
- Replantear: innovar en los recursos.
- Reciclar: revalorizar los materiales.
- Reestructurar: renovar las actividades/tareas para optimizar los recursos.

Este proceso se completa incluyendo como principio compartir los materiales didácticos para que puedan ser utilizados por otros y otras docentes.



Figura 1. Economía circular de los materiales y recursos didácticos.

Fuente: elaboración propia.

En el caso de las Matemáticas, los aspectos ya destacados en los MDD adquieren una relevancia especial, ya que la estructura lógica que sigue la aplicación contextualizada de cualquier herramienta matemática debe estar claramente deducida y organizada para su comprensión y aprendizaje. De hecho, Morales y Enríquez (2016) señalan que los recursos educativos digitales de Matemáticas suelen obviar la resolución de problemas, centrándose en la mecánica de los métodos y procesos y olvidando la reflexión que debería acompañarlos.

Un hecho generalizado es la dificultad que tiene parte del alumnado universitario para transformar la información de los textos académicos en conocimientos aplicables (Serrano-Sánchez, González-Calatayud y Román-García, 2020). Esto se hace más evidente ante los textos de las asignaturas de Matemáticas debido a que no todo el alumnado domina el lenguaje matemático y a la dificultad inherente a este. Este efecto también se extiende a aquellos textos relacionados con el uso de software para la resolución de problemas matemáticos. Esto ocurre con los textos sobre Lingo, el software propuesto para resolver problemas de Programación Lineal y No lineal en la asignatura Matemáticas II del Grado en administración y Dirección de Empresas de la Universidad de Sevilla. En este caso, como complemento el alumnado también dispone de material didáctico digital, videos, que muestran su aplicación en un caso práctico.

Para intentar salvar este problema, se propone el diseño instructivo y creación de un MDD para el aprendizaje de la aplicación de Lingo en la resolución de un Problema de Programación Lineal en el contexto económico-empresarial. En la elaboración del MDD se aplica el enfoque de la economía circular de los materiales didácticos y se utilizan otros materiales y actividades ya existentes. Este MDD se propone para ser utilizado dentro del modelo Flipped Classroom para que el alumnado de forma autónoma prepare una clase.

2. METODOLOGÍA

Este trabajo tiene dos objetivos: exponer el proceso de diseño y creación del MDD y valorar dicho material a través de la percepción del alumnado sobre diferentes aspectos del MDD y los datos analíticos de su uso.

El desarrollo del planteamiento metodológico se ha organizado en base a estos dos objetivos, comenzando por abordar el diseño instructivo y elaboración del MDD.

2.1. DISEÑO

El diseño del MDD debe realizarse teniendo en cuenta el contexto en el que se va utilizar, en este caso, dentro del modelo Flipped Classroom para el trabajo no presencial que el alumnado realiza antes de clase.

Antes de abordar el diseño del MDD, se ha realizado una búsqueda de materiales digitales con un contenido similar, constatando su ausencia en torno a este tema. También se ha realizado una labor de recopilación de materiales y recursos de la docente sobre la asignatura a partir de los cuales realizar una selección como base para el MDD. Los materiales seleccionados han sido elaborados por la docente y engloban presentaciones para explicar la materia, cuestionarios y videos. Estos últimos ya se encontraban almacenados y organizados en el canal de YouTube, que, en este caso, ha sido repositorio de estos objetos digitales.

El diseño que se propone plantea el recurso como un entorno didáctico online elaborado bajo el formato de libro o tutorial digital. Este formato es adecuado para facilitar al alumnado el acceso de forma secuencial a una sucesión de pequeñas unidades de contenidos (microcontenidos) planificadas bajo un modelo de práctica pedagógica que permite la construcción del aprendizaje. Los microcontenidos versan sobre los aspectos teóricos de la utilización de Lingo y su aplicación en la resolución de un problema económico. La organización secuenciada de los microcontenidos busca que el alumnado sea capaz de analizar y sintetizar la información que proporciona dicho software, favoreciendo un aprendizaje significativo. De esta forma, el MDD se plantea bajo un eje principal que es un guion didáctico que une la secuencia de microcontenidos.

El diseño sigue la estructura de una actividad formativa sin tutor para ser realizada de forma individual o grupal por el alumnado, presentada en forma de aprendizaje secuencial en el que el estudiante guía y decide el contenido a visualizar (Poveda, 2011).

2.2. OBJETIVOS, CONTENIDOS Y COMPETENCIAS DEL MDD

En primer lugar, se ha identificado como objetivo didáctico del MDD, mostrar al alumnado los aspectos teóricos de la utilización de Lingo y su aplicación en la resolución de un problema económico. A partir de esto, se fijan los contenidos que aborda y las competencias asociadas para su adecuación al contexto en el que se propone (una asignatura de segundo curso de GADE impartida en el curso 2020/21 en formato presencial en el aula y virtual a través de la enseñanza virtual de la US de forma síncrona) y sus usuarios (estudiantes de pertenecientes a los dos grupos impartidos por la docente que lo propone). Los contenidos y competencias están recogidos en la Tabla 1

Tabla 1. Contenidos y competencias.

CONTENIDOS	COMPETENCIAS
<ul style="list-style-type: none">• Lingo• Resolución de un problema de Programación en Lingo• Interpretación de los resultados• Análisis de sensibilidad	<ul style="list-style-type: none">• Modelizar problemas económicos en términos matemáticos• Identificar problemas de optimización• Aplicar software específico para la resolver problemas de Programación Lineal• Interpretar resultados matemáticos en términos económicos

Fuente: elaboración propia.

2.3. ELECCIÓN DE LA HERRAMIENTA PARA LA ELABORACIÓN DEL MDD Y EL MATERIAL

La herramienta seleccionada es Genially, cuyo uso se está extendiendo entre los docentes en la elaboración de actividades educativas (González del Hierro, 2019; Jiménez, Arís, Magreñán, y Orcos, 2020; Tutillo-Piña, García-Herrera, Castro-Salazar y Erazo-Álvarez 2020). Es una herramienta online para crear

contenidos interactivos que permite un formato que facilita que el estudiante interactúe con el contenido. Además, permite al docente realizar de forma fácil y continua cambios, modificaciones, mejoras y adaptaciones a las posibles necesidades y demandas que puedan ir surgiendo en su implementación. Así, el material puede estar en continua construcción. Otra de sus ventajas es que su utilización no necesita requisitos técnicos especiales, solo un smartphone, tablet u ordenador con conexión a internet. Como ventaja para los docentes destaca su facilidad de uso y versatilidad (Enriquez, 2020; Peña-Cabanas y Fernández-Munín, 2017) y sus diferentes formas de presentar el contenido que pueden ayudar en la motivación e interés del alumnado. Además, la plataforma permite compartir el material de forma fácil y accesible. El MDD se ha realizado con la versión gratuita. Catalán y Pérez (2019) indican que Genially es una herramienta adecuada para preparar materiales para ser usados bajo el enfoque Flipped Classroom.

Se ha partido de los textos del manual de la asignatura y de las presentaciones de la profesora en formato Power Point de diversos cursos académicos sobre Lingo y la resolución de problemas. Para realizar una aplicación práctica de Lingo se ha recurrido a un problema económico propuesto en la asignatura para ser resuelto por el alumnado. Las cuestiones que se plantean en el problema se han completado con un cuestionario elaborado por la docente para ser resuelto en clase sobre las posibles variaciones en los datos económicos del problema que no se habían incluido en el planteamiento inicial. El problema es de maximizar. Este material se completa con dos vídeos grabados por la profesora en los que se puede visionar la resolución con Lingo de un problema de minimizar que ya estaban alojados en su canal de Youtube.

2.4. ELEMENTOS DEL MDD

El MDD consta de portada, presentación, desarrollo y referencias a otros materiales. La presentación está en la segunda pantalla y el índice en la tercera página. Cada apartado del índice enlaza con la pantalla en que se expone su contenido, lo que facilita al estudiante la navegación dentro del material.

En la primera pantalla está el título (claro y acorde al contenido), la autora y un contador de visitas (Figura 2).



Figura 2. Portada del MDD.

Fuente: elaboración propia.

Para que el material tuviera un diseño homogéneo cada pantalla tiene el mismo formato, una tableta dentro de cuya pantalla se incluyen los diferentes elementos utilizados. Los textos redactados o adaptados de los materiales ya citados son concisos y la fuente tipográfica y el tamaño de los mismos ha sido seleccionado para favorecer su lectura en cualquier dispositivo.

Cada pantalla del material se ajusta a una infografía, un recurso que, como afirma Vilaplana (2019), todavía es poco aplicado en el ámbito docente. Este autor recoge las definiciones de diferentes autores, identificando como aspectos comunes del concepto de infografía el ser un medio de transmisión de información con presencia de contenido gráfico acompañado de texto. En este caso, la definición de Roney, Menjívar y Morales (2015) se ajusta al objetivo de esta propuesta donde cada pantalla se convierte en un recurso visual complementario para la transmisión clara, precisa y coherente de información. En cada pantalla se encuentran los micro contenidos a los que se accede a través de botones y elementos gráficos (flechas, números, símbolos) animados y dinámicos que han sido distribuidos para

guiar al estudiante en la presentación de forma motivadora (Figura 2 y Figura 3). En el diseño también se han incluido elementos creativos y animados que estimulen y hagan más atractivo el MDD para el estudiante, lo que revierte en el aprendizaje al alumnado. El avance y retroceso entre pantallas permite la navegación en el MDD. La transición de una pantalla a otra se realiza sobre un fondo de madera que simula una mesa de estudio.

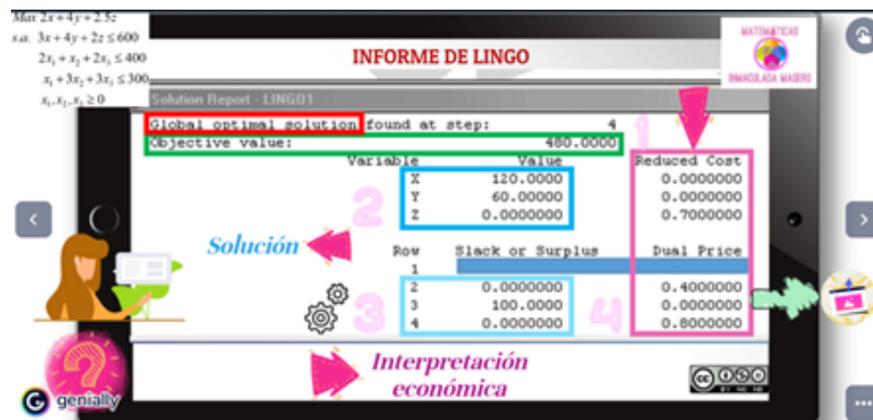


Figura 3. Pantalla 6 del MDD.

Fuente: elaboración propia.

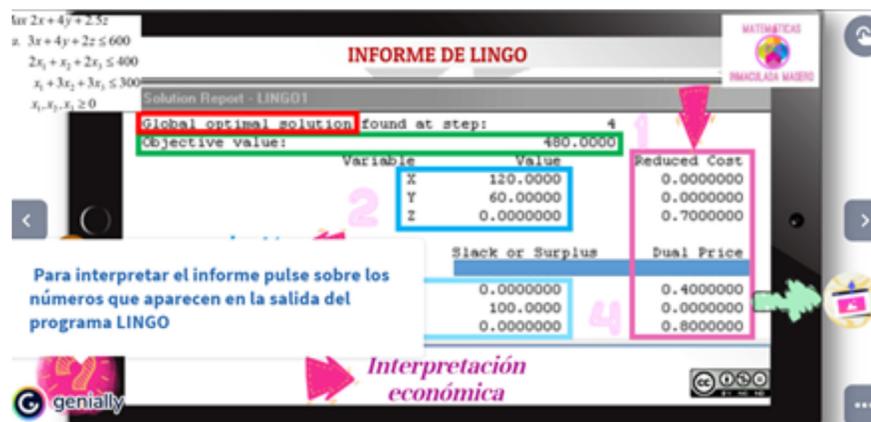


Figura 3. Pantalla 6 del MDD con detalle desplegado al pasar el ratón sobre el símbolo de interrogación.

Fuente: elaboración propia.

Por último, se incluye una pantalla con acceso a otros recursos (Figura 4). En este caso, los elementos se han situado dentro de un cuaderno sobre una mesa de madera.



Figura 3. Pantalla 10.

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la imagen, aparecen los dos videos seleccionados sobre la utilización de Lingo para resolver un problema de Programación Lineal y el análisis de sensibilidad. Los elementos de la pantalla correspondientes a cada video enlazan con estos en el canal de Youtube. También está disponible el cuestionario que había sido seleccionado. Este completa el análisis de los resultados de Lingo que no se han incluido en el ejercicio práctico del tutorial y permite comprobar al estudiante si ha comprendido cómo interpretar el resultado que ofrece Lingo en términos matemáticos y económicos, convirtiéndose en un objeto con intencionalidad didáctica. Su adaptación se ha realizado utilizando la herramienta Google Form que permite elaborar y presentar el cuestionario online. Además, hay un elemento para dirigir al inicio del tutorial.

Los únicos recursos que no se han modificado ni replanteado para ser incluidos en el nuevo MDD son los dos videos. En este caso, su inclusión en el tutorial permite completar el material y el contenido al abordar un problema de minimizar.

El resultado final es un MDD flexible que se adapta a las características del alumnado que lo utiliza y al nivel de conocimiento que tenga en cada momento de su consulta, ya que el propio estudiante tiene la posibilidad de redirigirse desde el índice a aquello que necesita afianzar o trabajar. El conjunto formado por el MDD, los videos y la actividad (cuestionario) promueve la autogestión del aprendizaje por parte del estudiante.

Finalizada su elaboración, se ha realizado la evaluación del material por parte de expertos en el tema. En este caso el material ha sido evaluado y testado por otra docente que imparte la misma asignatura que ha valorado el diseño, el contenido y su enfoque. Esto ha permitido identificar y subsanar errores en el diseño, como enlaces al contenido, y mejorar la redacción de algunos de los textos. Superada de nuevo la evaluación del material, se confirma que el material y su enfoque pedagógico son adecuados para el alumnado al que va dirigido. A continuación, se ha pedido a dos estudiantes que evalúen si el material es adecuado para el aprendizaje práctico de su contenido. Su evaluación ha sido positiva.

Por último, se ha incluido una licencia Creative Commons bajo la que se distribuye el MDD.

2.5. DISTRIBUCIÓN

La presentación del material al alumnado se ha realizado en el aula durante una clase síncrona (presencial y virtual) proporcionando las orientaciones oportunas para su utilización de forma asíncrona como parte del trabajo no presencial de preparación de la siguiente clase.

La distribución del MDD se ha realizado a través de la propia plataforma de Genially. El enlace al MDD se ha compartido en clase y en la plataforma de EV de la US en la que la asignatura Matematicas II

tiene un espacio asignado dentro del apartado dedicado al contenido y en el diario de la asignatura. El enlace es

<https://view.genial.ly/60a269748300ea0d4ba54e34/interactive-content-mi-tutorial-de-lingo-programacion-lineal-2021>

El MDD también está disponible en el perfil público de la docente en Genially para su utilización por cualquier estudiante o persona interesada en su contenido.

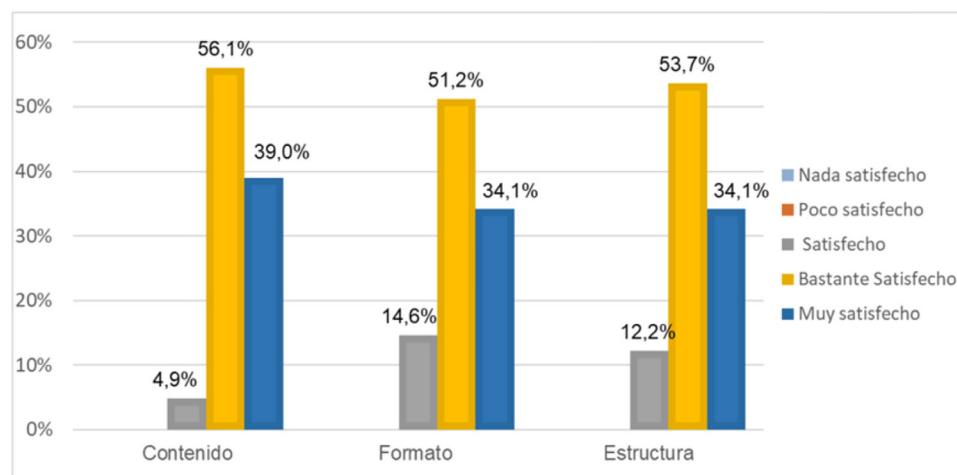
3. RESULTADOS

Respondieron voluntariamente la encuesta un total de 41 estudiantes entre los dos grupos (17 y 24, respectivamente), de los cuales el 58,53% eran mujeres.

El material estuvo disponible desde el 20 de mayo de 2021. La versión gratuita de Genially con la que se realiza el MDD no tiene acceso a las analíticas de uso del recurso por lo que se incluyó un contador que proporcionara algunas estadísticas de uso.

Desde el 22/05/2021 hasta el 14/10/2021, se contabilizan 234 visualizaciones, el 20,25% desde smartphones y el 79,75% restante desde ordenadores (incluidas las tabletas). El 90,28% ha accedido al MDD desde España, el 6,47% desde Irlanda, un 2,43% desde Estados Unidos y un 0,4% desde Perú y Guatemala, contabilizándose 50 centros urbanos (el 46,15% de las visualizaciones se han realizado en Sevilla capital). Los accesos desde enseñanza virtual han sido del 53,88% y el resto se han realizado con el enlace directo a Genially del MDD.

En el cuestionario se pregunta al alumnado su nivel de satisfacción (en una escala de 5 niveles) con tres aspectos del MDD, contenido, formato y estructura, siendo la mediana correspondiente al valor bastante satisfecho. Destaca que ningún estudiante se siente nada o poco satisfecho. En la gráfica 1 se recogen los porcentajes en cada nivel de la escala de satisfacción.

**Gráfica 1.** Satisfacción del alumnado con el MDD.

Fuente: elaboración propia.

Si comparamos la satisfacción en estos tres aspectos atendiendo al grupo de clase, el valor del estadístico U de Mann-Wihtney confirma la igualdad de medias. Tampoco hay diferencia de medias atendiendo al género. Los datos se recogen en las tablas 2 y 3 respectivamente.

Tabla 2. Diferencia de medias. Grupos.

	Contenido	Formato	Estructura
U de Mann-Wihtney	163,000	192,500	186,000
Sig. (bilateral)	,215	,737	,595

Fuente: elaboración propia.

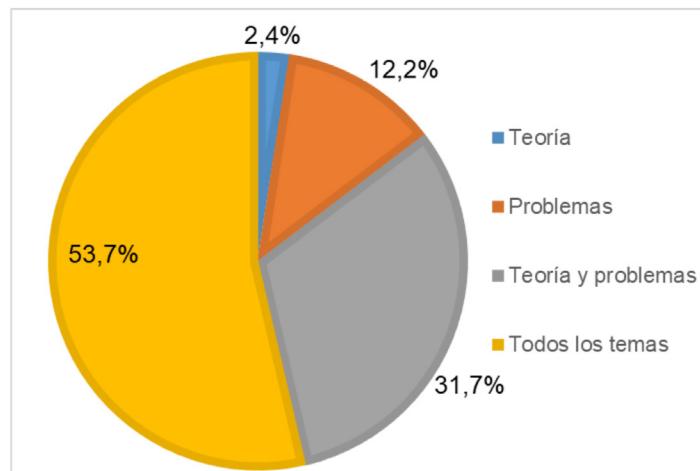
Tabla 3. Diferencia de medias. Género.

	Contenido	Formato	Estructura
U de Mann-Wihtney	150,500	165,500	186,000
Sig. (bilateral)	,105	,261	,595

Fuente: elaboración propia.

Respecto a la utilidad del MDD para el aprendizaje de su contenido, el 92,7% reconoce que le ha sido de ayuda y al 87,8% le ha sido útil para planificar y organizar el estudio de este contenido.

El 100% afirma que le gustaría disponer de más tutoriales, destacando que el 53,7% señala su preferencia para todos los temas y el 31,7% para teoría y problemas (gráfica 2).

**Gráfica 2.** Propuesta de contenido para tutoriales MDD.

Fuente: elaboración propia

También indican el 100% de los estudiantes que sería interesante contar con este tipo de tutoriales en otras asignaturas.

4. CONCLUSIONES

En este trabajo se ha presentado el diseño y elaboración de un MDD para el aprendizaje de la aplicación de Lingo en la resolución de problemas de Programación Lineal en el contexto económico. El planteamiento pedagógico de los contenidos, junto a la estructura y flexibilidad del MDD han favorecido su uso como material para el aprendizaje en el trabajo no presencial realizado por el alumnado bajo el enfoque del modelo Flipped Classroom. Lo usual en la aplicación de este modelo a nivel universitario es la utilización de videos, por lo que este MDD permite ampliar en la educación superior el tipo de recursos que se pueden utilizar.

Entre las ventajas del MDD elaborado destacan su disponibilidad en cualquier momento, accesibilidad desde cualquier dispositivo y flexibilidad para aprender de forma personalizada al ritmo que necesite cada estudiante. Estos aspectos pueden resultar motivadores para el aprendizaje de su contenido, lo que podría estar corroborado con el número de visitas en el periodo de estudio.

El MDD ha sido realizado a partir de otros materiales ya existentes, aplicando la perspectiva de “la economía circular de los materiales didácticos”. De estos se ha seleccionado y adaptado el contenido, cuya combinación de teoría y práctica ha sido propicia para el aprendizaje, como indica el alumnado con un nivel en la mediana de bastante satisfecho en referencia al contenido y al afirmar la utilidad del recurso para su aprendizaje.

El producto final muestra un formato actualizado del material, tanto en la dimensión de nuevos tipos de materiales, las infografías interactivas y los tutoriales digitales, como en la herramienta utilizada, Genially, para su elaboración y distribución. También tiene una función de repositorio de otros materiales como son los videos y el cuestionario, cuyo formato también se ha renovado y actualizado a través de Google Form. El nivel de satisfacción del alumnado con el formato y la estructura del material indicaría que las infografías interactivas y su organización, y el tutorial en su conjunto poseen la planificación y dimensión adecuadas al contenido. También en relación a estos dos aspectos, puede relacionarse el alto porcentaje

de alumnado que afirma que el MDD le ha ayudado en la planificación y organización de esta parte del temario.

Se ha constatado que no hay diferencias en la valoración sobre el contenido, formato y estructura del MDD entre los dos grupos a los que pertenecen los estudiantes que han respondido al cuestionario. Es importante que el 92,7% de estos indica que el MDD les ha ayudado a aprender a utilizar Lingo en la resolución de un problema económico.

No podemos olvidar que este MDD se caracteriza por la confiabilidad del contenido, ya que la fuente que ha curado el contenido y lo ha elaborado es la propia docente, que también realizará y supervisará las mejoras o ampliaciones futuras.

El perfil del MDD hace que también pueda ser incluido como material de clase para ser utilizado con la metodología activa de aprendizaje colaborativo o cooperativo.

La vía de distribución del MDD facilita su integración como parte del ecosistema digital educativo y lo convierten en un material de uso global para otros estudiantes que necesiten aprender cómo utilizar Lingo en la resolución de problemas de Programación Lineal. De hecho, los datos referentes a la geolocalización de las visitas lo confirman.

Dada la buena aceptación del MDD por parte del alumnado, se plantean posibles mejoras para el próximo curso:

- incorporar un espacio de intercambio que permita al alumnado compartir opiniones, actividades y materiales
- hacer un seguimiento del uso individual del material a través de un sistema de evaluación que se pueda integrar en el material, cuyos resultados sean accesibles al alumnado (mejorando el Google Form e incorporando otras plataformas como Socrative) explicando cada respuesta, es decir, incluyendo feedback

- integrar otros formatos que sustituyan a los textos para abordar los microcontendios como microvideos
- adaptar el material con audios que permitan la inclusión de estudiantes con alguna minusvalía.

La configuración del MDD expuesto en este trabajo podría ser aplicado a cualquier materia y en cualquier nivel de enseñanza. Esta experiencia puede ayudar a otros docentes a descubrir formatos y herramientas novedosas para elaborar materiales didácticos digitales que faciliten la autonomía del alumnado y la autorregulación del aprendizaje.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alaña-Castillo, T. P.** (2017) Los recursos didácticos digitales en la calidad del aprendizaje significativo en los estudiantes de Educación General Básica. *Luz*, XVI (2), 112-122.
- Almazán, A.** (2020). Covid-19: ¿Punto Sin Retorno de la Digitalización de la Educación? *Revista Internacional De Educación Para La Justicia Social*, 9(3), 1-4. <https://revistas.uam.es/riejs/article/view/12089>
- Área, M.** (2017). La metamorfosis digital del material didáctico tras el paréntesis Gutenberg. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 16(2), 13-28. <http://dx.medra.org/10.17398/1695-288X.16.2.13>
- Aznar, I., Cáceres, M. P. y Romero, J. M.** (2018). Indicadores de calidad para evaluar buenas prácticas docentes de mobile learning en educación superior. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 19(3), 53-68. <https://doi.org/10.14201/eks20181935368>
- Bergmann, J., y Sams, A.** (2012). *Flip your classroom: Reach every student in every class every day*. Washington, DC: International Society for Technology in Education.

- Catalán, F. y Pérez, M.** (2019). Genially: nuevas formas de difusión y desarrollo de contenidos. [Genially: new ways of dissemination and content development. En *Motivar y aprender. El reto de las TIC en el aula de Humanidad* (págs. 19-28). Iberoamérica Social. <https://n9.cl/owxc>
- Cobo, C. y Moravec, J.** (2011). *Aprendizaje Invisible. Hacia una nueva ecología de la educación.* Col·lecció Transmedia XXI. Laboratori de Mitjans Interactius/ Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona. <https://www2.educationfutures.com/books/aprendizajeinvisible/download/AprendizajeInvisible.pdf>
- D'Amore, B.** (2016). *Didáctica de la Matemática.* Editorial Magisterio.
- Enriquez, M. E.** (2020.) Características de las herramientas multimedia para el desarrollo de Presentaciones Interactivas. *Journal of Science and Research*, 5, 873-891.
- Erbil, D.G.** (2020). A Review of Flipped Classroom and Cooperative Learning Method Within the Context of Vygotsky Theory. *Front. Psychol.* 11, 1157. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.01157>
- Fernández-Martín, F. D., Romero-Rodríguez, J. M., Gómez-García, G. y Navas-Parejo, M.** (2020). Impact of the Flipped Classroom Method in the Mathematical Area: A Systematic Review. *Mathematics*, 8, 2162. <https://doi.org/10.3390/math8122162>
- Gallardo, K. E., Alvarado, M. A., Lozano, A., López, C. S. y Gudiño S.** (2017). Materiales Digitales para Fortalecer el Aprendizaje Disciplinar en Educación Media Superior: Un Estudio para Comprender cómo se Suscita el Cambio Educativo. *REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 15(2), 89-109. <https://doi.org/10.15366/reice2017.15.2.00>
- González del Hierro, M.** (2019). Genially. Libros Interactivos Geniales. MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y FORMACIÓN PROFESIONAL. Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado. <http://intef.es/wp-content/uploads/2019/03/Art%C3%ADculo-Genially-3.pdf>

Gordillo, A.; Barra, E. y Quemada, J. (2018). Estimación de calidad de objetos de aprendizaje en repositorios de recursos educativos abiertos basada en las interacciones de los estudiantes. *Educación XXI*, 21(1), 285-302. <https://doi.org/10.5944/educxx1.20196>

Jiménez, C., Arís, N., Magreñán, A. A. y Orcos, L. (2020). Digital Escape Room, Using Genial. Ly and A Breakout to Learn Algebra at Secondary Education Level in Spain. *Education Sciences*, 10(10), 271. <https://doi.org/10.3390/educsci10100271>

Martínez-Jiménez, R. y Ruiz-Jiménez, M.C. (2020) Improving students' satisfaction and learning performance using flipped classroom. *The International Journal of Management Education* 18(3), 100422. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1472811719302022#:~:text=https%3A//doi.org/10.1016/j.ijme.2020.100422>

Morales, F. y Enríquez, L. (2016). Propuesta de material digital de matemáticas, basado en el aprendizaje autónomo. *acción pedagógica*, 25, 60 - 72.

Pardo, H. y Cobo, C. (2020). *Expandir la universidad más allá de la enseñanza remota de emergencia Ideas hacia un modelo híbrido post-pandemia*. Outliers School.

Peña-Cabanas, A. M., y Fernández-Munín, M. C. (2017). Reseña de la aplicación: Genial.ly. Una herramienta en la nube para crear contenido dinámico e interactivo. *Revista de Estudios e Investigación En Psicología y Educación*, 4(2), 154-157. <https://doi.org/10.17979/reipe.2017.4.2.3194>

Poveda, A. (2011). Los objetos de aprendizaje: aprender y enseñar de forma interactiva en biociencias. *Revista Cubana de ACIMED*, 22(2), 155-166.

Rivero, I. (2013). Criterios para seleccionar tecnologías educativas y estrategias didácticas en el Colegio Guillermo León Valencia. *Educación y ciencia*, 16, 37-52.

- Roney, C.; Menjívar, E. y Morales, H.** (2015). Elaboración de infografías: hacia el desarrollo de competencias del siglo XXI. *Diá-Logos*, 15, 23-37. <https://doi.org/10.5377/dialogos.v0i15.2207>.
- Serrano-Sánchez, J. L., González-Calatayud, V. y Román-García, M. M.** (2020). El recurso didáctico en la enseñanza universitaria. *Research in Education and Learning Innovation Archives*, 25, 54-67. <http://10.7203/realia.25.17645>
- Santos-Hermosa, G., Ferran-Ferrer, N. y Abadal, E.** (2012). Recursos educativos abiertos: repositorios y uso. *El Profesional de la Información*, 21(2), 136-145. <http://10.3145/epi.2012.mar.03>
- Yanacón-Atía, R. y Menini. M.** (2018). Indicadores colaborativos individuales y grupales para Moodle. *Campus Virtuales*, 7(1), 125-139. <http://uajournals.com/ojs/index.php/campusvirtuales/article/view/309>
- Tabares, V., Duque, N. y Moreno, J.** (2011). *Análisis experimental de la utilidad en la recuperación de objetos de aprendizaje desde repositorios remotos*. In Congreso Internacional en Ambientes Virtuales de Aprendizajes Accesibles y Adaptativos-CAVA. Universidad Nacional de Tucumán, Argentina.
- Tutillo-Piña, J. M., García-Herrera, D. G., Castro-Salazar, A. Z, y Erazo-Álvarez, J. C.** (2020). Genially como herramienta interactiva para el aprendizaje de verbos en Inglés. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria KOINONIA*, 5, 250-266. <http://dx.doi.org/10.35381/r.k.v5i5.1042>
- Vidal, M. I., Vega, A. y López, S.** (2019). Uso de materiales didácticos digitales en las aulas de Primaria. *Campus Virtuales*, 8(2), 103-119.
- Wiley, D. A.** (2001). *Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy*. Utah State University. http://wesrac.usc.edu/wired/bldg-7_file/wiley.pdf

/02/

EL TRIPLE PICADO EN EL CLARINETE. USO DE LAS TECNOLOGÍAS PARA EL AUMENTO DE VELOCIDAD

THE TRIPLE TONGUING IN THE CLARINET. USE OF TECHNOLOGIES TO INCREASE SPEED

Isabel Marín Conesa

Profesora de Flauta Travesera en Unión Musical San Pedro y profesora de Flauta Travesera y Jardín Musical en Unión Musical Torrevejense. Departamento de Arte: Producción e Investigación. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, (España).
E-mail: isabelmcf.13@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0414-8865>

María Belén Marín Conesa

Traductora e Intérprete de inglés y alemán. Máster en Creación Digital por la Universidad Católica San Vicente Mártir de Valencia, España. Departamento de Traducción e Interpretación. Universidad de Murcia. Murcia, (España).
E-mail: belenmarinconesa@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9433-5228>

Ester Marín Conesa

Médico especialista en H.C.U. Reina Sofía y en el H.C.U. Virgen de la Arrixaca, España. Licenciada en Medicina en la Universidad de Murcia, España. Departamento de Neurología. Universidad de Murcia. Murcia, (España).
E-mail: estermarinconesa@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3934-548X>

María Belén Conesa Ferrer

Matrona en Hospital Universitario de Torrevieja, España. Profesora asociada de la Universidad de Murcia, España.
Departamento de Enfermería. Universidad de Murcia. Murcia, (España).
E-mail: mb.conesaferre@um.es ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2970-8358>

Recepción: 10/08/2021 **Aceptación:** 18/10/2021 **Publicación:** 29/03/2022

Citación sugerida:

Marín Conesa, I., Marín Conesa, M. B., Marín Conesa, E. y Conesa Ferrer, M.B. (2022). El triple picado en el clarinete. Uso de las tecnologías para el aumento de velocidad. *3C TIC. Cuadernos de desarrollo aplicados a las TIC*, 11(1), 43-73. <https://doi.org/10.17993/3ctic.2022.111.43-73>

RESUMEN

El triple picado es una técnica que instrumentos como el clarinete no suelen utilizar, pero que consiste en tocar notas picadas a mucha velocidad. El instrumento parece ofrecer resistencia ante la necesidad de la vibración de la caña para producir sonido. El objetivo es demostrar que la técnica puede interpretarse a altas velocidades en este instrumento gracias a las TIC. Se recogió una muestra de 13 clarinetistas con nivel mínimo de Grado Profesional. La prueba inicial consistió en grabar 2 ejercicios (con *Audacity*). Esta se repitió tras 6 semanas de estudio para comprobar si existía evolución. En este periodo, los participantes estudiaron 11 ejercicios (escritos con *Sibelius7*) utilizando el software *ZyMi*. Se mantuvo la calidad examinando los espectrogramas con *Sonic Visualiser*. El resultado obtenido en la primera grabación fueron velocidades muy bajas (entre 32 y 75). Los participantes encontraron dificultades principalmente en los dos registros superiores. En cambio, en la última grabación, 7 clarinetistas lograron duplicar los *tempi*, 5 la quintuplicaron y sólo 1 la disminuyó en el segundo ejercicio porque no pudo dedicar tiempo en la última fase de estudio a practicar la técnica. Además, mejoraron colateralmente otros aspectos como la estabilidad de la pulsación al utilizar el software *ZyMi* y mejoraron la emisión de aire y la sonoridad al trabajar con *Sonic Visualiser*. Finalmente, del estudio se concluye que el aumento de *tempo* de la técnica sí es posible al utilizar las TIC pues permite medir exactamente cuánto asciende la velocidad y la calidad de los ejercicios.

PALABRAS CLAVE

Clarinet, Articulation, Picado, Metronome, Spectrogram, High Velocities.

ABSTRACT

The triple tonguing is a technique that instruments such as the clarinet don't usually. It consists of playing chopped notes at high speeds. The instrument seems to offer resistance to the need for reed vibration to produce sound. The objective is to demonstrate that the technique can be interpreted at high speeds on this instrument thanks to ICT. A sample of 13 clarinetists with a minimum level of Professional Grade was collected. The initial test consisted of recording 2 exercises (with Audacity). This was repeated after 6 weeks of study to check if there was evolution. In this period, the participants studied 11 exercises (written with Sibelius7) using the ZyMi software. Quality was maintained by examining the spectrograms with Sonic Visualiser. The result obtained in the first recording were very low speeds (between 32 and 75). The participants found difficulties mainly in the two upper registers. On the other hand, in the last recording, 7 clarinetists managed to double the tempi, 5 increased it five times and only 1 decreased it in the second exercise because he could not dedicate time in the last study phase to practicing the technique. In addition, they collaterally improved other aspects such as the stability of the pulsation when using the ZyMi software and improved the air emission and the loudness when working with the Sonic Visualiser. Finally, the study concludes that increasing the tempo of the technique is possible when using ICT, since it allows us to measure exactly how much the speed and quality of the exercises increase.

KEYWORDS

Clarinet, Articulation, Tonguing, Metronome, Spectrogram, High Speeds.

1. INTRODUCCIÓN

El doble y triple picado, también conocidos como técnica linguo-gutural, son recursos utilizados por algunos instrumentos de la familia de viento que permiten aumentar la velocidad de fragmentos con pasajes de notas picadas a un *tempo* alto. Es decir, esta técnica ayuda a incrementar y superar la velocidad de articulación que se puede alcanzar con picado simple, técnica que utilizan todos los instrumentos de viento. Este último consiste en articular mediante golpes de lengua en los labios, detrás de los dientes o sobre la caña, en función del tipo de instrumento de viento. Las relaciones silábicas más habituales que suelen utilizarse para la ejecución del picado simple son “TA” o “DA” (o con cualquier vocal) dependiendo del carácter del pasaje a interpretar.

Por su parte, el triple picado se consigue combinando golpes con la punta de la lengua mediante “TA” o “DA” y un movimiento o golpe con el dorso lingual sobre la garganta utilizando sílabas como “KA” o “GA” (o con las distintas vocales en función del registro). El triple picado se utiliza para pasajes articulados en subdivisión ternaria con diversas combinaciones: “TKT TKT...”, “TKK TKK...” o “TKT KTK TKT...”. En relación a esta última combinación silábica, Pérez (2016) indica en su Tesis Doctoral:

“Es cierto que en algunos casos es posible aplicar el doble picado en frases que en principio estarían destinadas a ser interpretadas con triple picado, aunque no siempre es recomendable. Se necesitaría un extraordinario dominio de esta técnica para ejecutar todos los pasajes de tresillos con doble picado” (Pérez, 2016, p. 57).

Como indica el autor, para iniciarse en el estudio del triple picado es preferible la utilización de la combinación “TKT TKT...” frente a “TKT KTK TKT...”, puesto que la segunda requiere un mayor control de la técnica.

Byo utiliza el término “articulación múltiple” para referirse al doble y triple picado. En su libro afirma que todos los instrumentos de viento madera pueden ejecutar esta técnica, pero que algunos son menos propicios que otros, como el clarinete o el saxofón frente a la flauta y a los instrumentos de doble caña

(2016). Cualquier estudiante de viento metal y flauta travesera aprende a dominar la técnica del triple picado durante sus estudios en las Enseñanzas Profesionales de Música del Conservatorio, sin importar el centro de estudios donde desarrolle su formación. Sin embargo, pese a las evidentes prestaciones de esta técnica, intérpretes de saxofón, clarinete, oboe o fagot no suelen utilizarla.

Parecen existir tres razones por las que no se utiliza esta técnica. En primer lugar, se considera que, al no utilizar la técnica del triple picado, estos instrumentistas han desarrollado lo suficiente el picado simple como para llegar a altas velocidades. Algunos autores hacen referencias al *tempo* máximo que se puede alcanzar con picado simple en instrumentos como el clarinete. Cabe señalar que los autores coinciden en que esta velocidad varía dependiendo, principalmente, de la longitud del fragmento a interpretar y del virtuosismo del instrumentista. Thomas (2008) considera que su articulación del picado simple es muy rápida e indica que si se trata de un pasaje largo (más de dos compases aproximadamente), la velocidad máxima sería alrededor de cuatro semicorcheas picadas de 120 a 126 la negra. Si se trata de un pasaje breve, la velocidad puede ser ligeramente superior: negra igual a 132 aproximadamente (Sparnaay, 2011; Thomas, 2008). Por tanto, si, por ejemplo, se tratase de un pasaje corto de un tresillo de corcheas, podrían articularse alrededor de 176 la negra, y si fuese un pasaje más largo sería sobre 160.

En segundo lugar, otra de las razones que utilizan los instrumentistas de caña para no utilizar el triple picado es que es imposible de desempeñar para algunos de ellos. Se considera, por tanto, una técnica sólo accesible a músicos “virtuosos” con un dominio muy alto del instrumento. Ya en 1989, Spring explicaba que el triple picado se consideraba un recurso de virtuosos, aunque la mentalidad parecía estar cambiando poco a poco. Sin embargo, seguía asegurando que realizar la técnica en el registro sobreagudo no estaba al alcance de cualquiera, sino sólo de intérpretes muy resueltos y avanzados técnicamente. Por el contrario, en el año 2000, Fobes rebatió la opinión de Spring indicando que, para él, cualquier clarinetista podría aprender la técnica si utilizaba el suficiente tiempo para lograrlo y lo hacía de la forma adecuada. Fobes realizó su estudio con el objetivo de abrir la mentalidad de los clarinetistas

y proporcionar a los clarinetistas con un picado simple relativamente bajo la posibilidad de llegar a las velocidades de sus compañeros más virtuosos.

Finalmente, muchos músicos consideran que los instrumentos de caña no poseen repertorio donde aplicar el triple picado y que el picado simple les es suficiente. Como ya se ha comentado con anterioridad, no todos los clarinetistas tienen las mismas capacidades con el picado simple. También Fobes (2000), que ha colaborado como clarinetista con agrupaciones como la Orquesta de la Ópera y del Ballet de San Francisco y las Orquestas Sinfónicas de San Francisco y California, se manifiesta al respecto. Él asegura que, como estudiante de clarinete durante casi cuarenta años, y tras discutir el tema de la técnica linguo-gutural con muchos intérpretes excelentes, concluyó que todos no tienen grandes habilidades técnicas. Para Fobes, muchos poseen una limitación física en cuanto a la velocidad máxima de picado simple, entre los cuales se incluye. Desde su propia experiencia como intérprete y, a pesar de tener una velocidad del picado simple más rápida que la media (como él mismo indica), explica no tener la habilidad suficiente como para interpretar pasajes como *The Bartered Bride* de B. Smetana la blanca a 144-152 o el famoso *Scherzo* de F. Mendelssohn la negra con puntillo a 90. De hecho, se atreve a jurar que estas velocidades se encuentran fuera del alcance de la mayoría de los clarinetistas. Entonces, se preguntó qué podían hacer los intérpretes al enfrentarse a un pasaje rápido que está destinado a ser articulado y está más allá de los límites del picado simple. Por ello, el propio autor aprendió a utilizar la técnica logrando tal nivel de perfección que ni sus compañeros eran capaces de distinguir cuándo utilizaba picado simple y cuándo triple picado. Además, le pareció una alternativa más viable que ligar algunas de las notas que deberían ser picadas (Fobes, 2000).

Raasakka (2010), experto en repertorio contemporáneo clarinetístico, explicaba cómo hoy en día muchos artistas se sienten cómodos con el triple picado y que está ganando terreno. El autor insistía en que esto no significaba que el triple picado fuese un fenómeno nuevo para el clarinete. Ya a principios del siglo XIX, el virtuoso del clarinete Iwan Müller tenía fama de poseer un triple picado insuperable. Como diversos autores, explica que la técnica resulta más fácil de ejecutar en el registro grave y que se

vuelve más compleja hacia las tesituras superiores. También Raasakka hace referencia a la introducción de ligaduras para unir las notas articuladas, pero sólo en aquellos lugares donde es poco probable que el oyente perciba el cambio (2010). Finalmente, asegura que un clarinetista que interpreta con frecuencia música contemporánea se encuentra a menudo con fragmentos donde el doble o el triple picado es esencial, como sucede en el *Concierto para clarinete* (2002) de Magnus Lindberg (Raasakka, 2010).

En su Tesis Doctoral, Pérez (2016) demostró que sí existe repertorio para saxofón donde es muy útil utilizar la técnica linguo-gutural y que un grupo de alumnos del Conservatorio Superior de Música “Joaquín Rodrigo” de Valencia lograron desempeñarla. Además, comienza explicando que, al no trabajarse la técnica en los conservatorios, era imposible para saxofonistas y clarinetistas interpretar aquellos pasajes de excesiva velocidad escritos por los compositores en sus obras. Así, algunos instrumentistas tienen que bajar el *tempo* o cambiar la articulación mediante ligaduras, lo que claramente posibilita la interpretación (Pérez, 2016).

Estudios más actuales relacionan las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) con diversas ramas del saber, aunque aún son escasas las investigaciones en las que se utilizan para fomentar aspectos relacionados con la interpretación musical. McCue (2020) utilizó la señalización rítmica auditiva (ARC) para proporcionar retroalimentación auditiva a supervivientes de accidentes cerebrovasculares demostrando mejorar parámetros sobre la marcha y el equilibrio tras el accidente. De León y Castro (2017) demostraron que las TIC eran fundamentales para preparar y desarrollar actividades de movimiento en el aula de lenguaje musical de un conservatorio. Mediante *Audacity* y *Sonic Visualiser* enriquecieron propuestas musicales y permitieron introducir cambios de *tempo* y efectos electrónicos, entre otras, durante la realización de la actividad.

De este modo, tras observar las aportaciones de las TIC en cualquier ámbito del saber, el objetivo es utilizar las TIC para demostrar que cualquier clarinetista puede utilizar el triple picado a altas velocidades.

2. METODOLOGÍA

En primer lugar, se ha llevado a cabo una búsqueda en Dialnet, *All Music*, JSTOR y ProQuest, Scielo y RiuNet para localizar bibliografía sobre el uso y funcionamiento de la articulación múltiple en instrumentos de caña.

A continuación, se han buscado métodos y libros específicos de clarinete sobre el estudio del triple picado en dicho instrumento. Además, se ha realizado una revisión de algunos de los métodos más característicos de flauta travesera y trompeta acerca del estudio de esta técnica.

Posteriormente, se han seleccionado y adaptado algunos de los ejercicios extraídos de los métodos de flauta y trompeta, principalmente de *Teke Tekete* de Isabelle Ory (s.f), *17 Exercices Journaliers de Mecanisme pour Flûte Traversière* de Paul Taffanel y Philippe Gaubert (1957) y en *Complete Conservatory Method for Trumpet* de Jean-Baptiste Arban de trompeta (1936).

Para finalizar, se ha realizado una prueba piloto mediante un muestreo no probabilístico, a través de un muestreo por redes o bola de nieve obteniendo un total de 13 participantes que poseen, como mínimo, el Título de Enseñanzas Profesionales de Música.

La prueba piloto ha comenzado con una prueba inicial a los sujetos formada por 2 ejercicios para evaluar la velocidad máxima a la que los participantes podían desempeñar el triple picado con calidad.

El periodo de estudio comenzó el 7 de mayo y finalizó el 17 de junio de 2018 en el que se han proporcionado a los participantes en la prueba piloto enlaces a vídeos y 11 ejercicios con explicaciones sobre su estudio para ayudarles a iniciarse en el desempeño de la técnica. Además, se les ha proporcionado una tabla donde anotar semanalmente distintos campos. Todos los ejercicios han sido adaptados al clarinete según las indicaciones extraídas de la bibliografía sobre la técnica y han sido transcritas mediante el editor de partituras *Sibelius7* (Valdivia, 2019).

Para el periodo de estudio se utiliza el *software ZyMi*, un metrónomo gratuito accesible a todos los participantes y fácil y cómodo de utilizar.

Se ha realizado un seguimiento transecuencial consistente en la grabación de 2 ejercicios comunes en diversas aulas del Conservatorio Superior de Música “Manuel Massotti Littel” y del Conservatorio de Música de Murcia. Para las grabaciones se ha utilizado el programa *Audacity*. Además, durante las grabaciones se comprobó la calidad de la técnica analizando los espectrogramas de los audios en el programa *Sonic Visualiser*. En la última grabación, se ha grabado a los participantes un nuevo ejercicio ejecutado tanto con triple picado como con picado simple para comparar las velocidades de ambas técnicas con posterioridad.

De igual modo, para las grabaciones también se ha utilizado como instrumento de medición de la velocidad de los diversos ejercicios el *software ZyMi*.

Finalmente, una vez analizados los resultados del presente estudio se han contrastado los resultados de la bibliografía consultada y se han extraído las conclusiones.

3. RESULTADOS

3.1. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Las características sociodemográficas de la muestra recogida pueden encontrarse en la Tabla 1. En lo referente a la edad, un 84,6% de los participantes son menores de 30 años, mientras el 15,4% restante (los participantes 4 y 6) son mayores de 30 años. Con respecto al sexo de estos, se puede apreciar que el mayor porcentaje de participantes son hombres, concretamente el 61,5%, y solamente un 38,5% son mujeres.

Tabla 1. Características sociodemográficas de los 13 participantes en la prueba piloto.

Participantes	Edad	Sexo	Nivel educativo
Part. 1	22	Hombre	Cursando 4º de Grado Superior
Part. 2	21	Hombre	Cursando 3º de Grado Superior
Part. 3	29	Hombre	Posee el Título de Grado Superior
Part. 4	42	Hombre	Posee el Título de Grado Profesional
Part. 5	24	Hombre	Posee el Título de Grado Superior
Part. 6	33	Hombre	Cursando 3º de Grado Superior
Part. 7	25	Mujer	Posee el Título de Grado Superior
Part. 8	21	Mujer	Cursando 3º de Grado Superior
Part. 9	20	Hombre	Cursando 2º de Grado Superior
Part. 10	26	Mujer	Posee el Título de Grado Superior
Part. 11	23	Mujer	Posee el Título de Grado Superior
Part. 12	25	Mujer	Cursando 4º de Grado Superior
Part. 13	21	Hombre	Posee el Título de Grado Profesional

Fuente: elaboración propia.

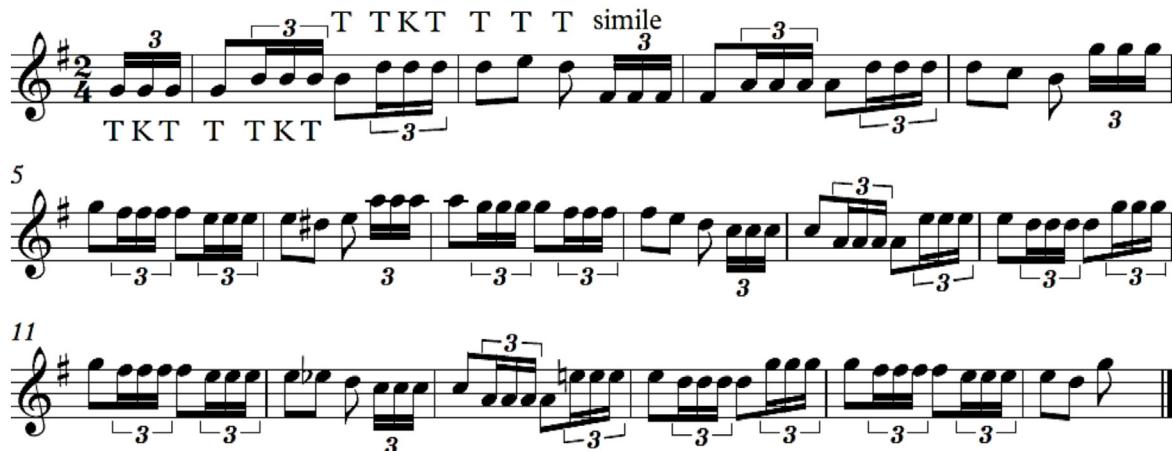
Por otro lado, en lo relativo al nivel educativo de los participantes, hay gran variedad entre ellos. Se seleccionaron clarinetistas de diversos niveles educativos con el fin de comprobar si la técnica solamente puede ser aprendida por clarinetistas que realizan o poseen los Estudios Superiores de clarinete o realmente cualquiera puede aprenderla. Por ello, un 38,46% (participantes 3, 5, 7, 10 y 11) poseen el Título de Grado Superior de clarinete; un 46,15% (participantes 1, 2, 6, 8, 9 y 12) se encuentra cursando

los Estudios de Grado Superior de clarinete; y un 15,39% (participantes 4 y 13) poseen el Título de Grado Profesional y no cursan estudios superiores.

3.2. DESCRIPCIÓN DEL TIEMPO DE ESTUDIO DEL TRIPLE PICADO DE LOS PARTICIPANTES

El periodo de estudio ha comprendido desde el 7 de mayo al 17 de junio de 2018 con un total de 11 ejercicios (ver ejemplo del ejercicio 2 en la Figura 1) repartidos en un total de 6 semanas.

Figura 1. Ejercicio 2 de triple picado estudiado por los participantes durante la Semana 1.



Fuente: elaboración propia.

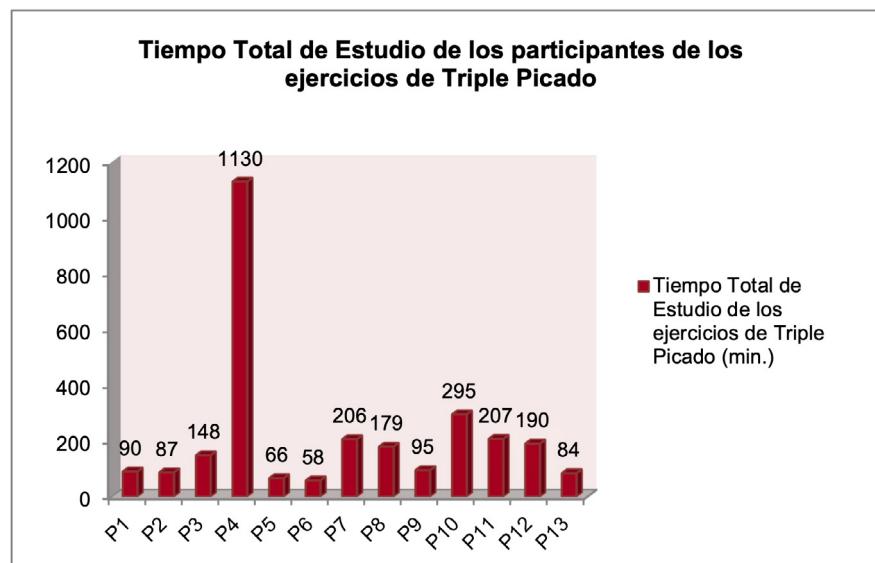
El ejercicio 1, cuya articulación está inspirada en el libro *The Simple Flute: From A-Z* de Michel Debost (2002) consiste en fortalecer y mejorar la articulación con la consonante “K”.

La dificultad de los ejercicios aumenta con el transcurso de las semanas. Los primeros 4 ejercicios son técnicamente sencillos y de longitud breve para no forzar a los participantes a estudiar un tiempo demasiado prolongado. En ellos, se realiza una misma nota varias veces seguidas con triple picado para que los participantes se centrasen en el ataque y sonido de una única nota y no de varias de ellas.

Subsiguientemente se realizan ejercicios de mayor longitud, así como con mayor amplitud de registro (lo que dificulta la realización de la técnica).

Como se puede apreciar en el Gráfico 1, el Participante 4 fue, con mucha diferencia, el clarinetista que más tiempo dedicó al estudio de la técnica con un total de 1130 minutos. Por otro lado, la Participante 10 sería el segundo que más tiempo dedicó al estudio (295 minutos). En cambio, los Participantes 1, 5, 6 y 13 fueron los que menos tiempo han empleado en el estudio del triple picado.

Gráfico 1. Tiempo total de estudio de los ejercicios de triple picado de los participantes.



Fuente: elaboración propia.

Cabe señalar que el mayor tiempo de estudio de todos los participantes se encontró en las dos primeras semanas. Por el contrario, la semana de menos estudio a nivel general de todos los participantes fue la Semana 6. En esta, los Participantes 1, 3, 9, 11, 12 y 13 no pudieron estudiar debido a Conciertos de Graduación, Trabajos Finales de Grado, exámenes finales en el conservatorio, motivos de trabajo, etc.

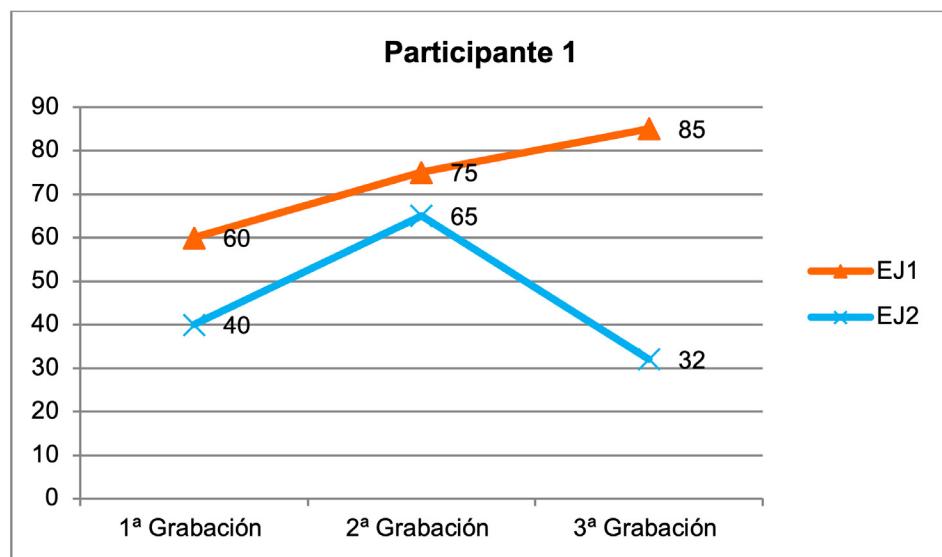
3.3. EVOLUCIÓN DE LA VELOCIDAD DEL TRIPLE PICADO EN LOS PARTICIPANTES

El seguimiento de los participantes ha consistido en tres grabaciones. La primera de ellas se realizó antes de proporcionar ningún ejercicio a los participantes para conocer el nivel del que partían cada uno de ellos sobre la técnica linguo-gutural. Una vez realizada la primera prueba comenzó la primera fase del estudio desde la Semana 1 a la Semana 3. Para terminar, tras la segunda grabación, comenzó la última fase del estudio (de la Semana 4 a la Semana 6) culminando el estudio con la tercera y última grabación.

- Participante 1:

Este participante dedicó mucho tiempo al estudio durante la Semana 1 pero disminuyó el tiempo de estudio progresivamente hasta la Semana 6. Por tanto, apenas dedica tiempo a estudiar triple picado. Al estar cursando 4º de Grado Superior debía emplear su tiempo en finalizar el Trabajo Final de Estudios y a preparar su Concierto de Graduación.

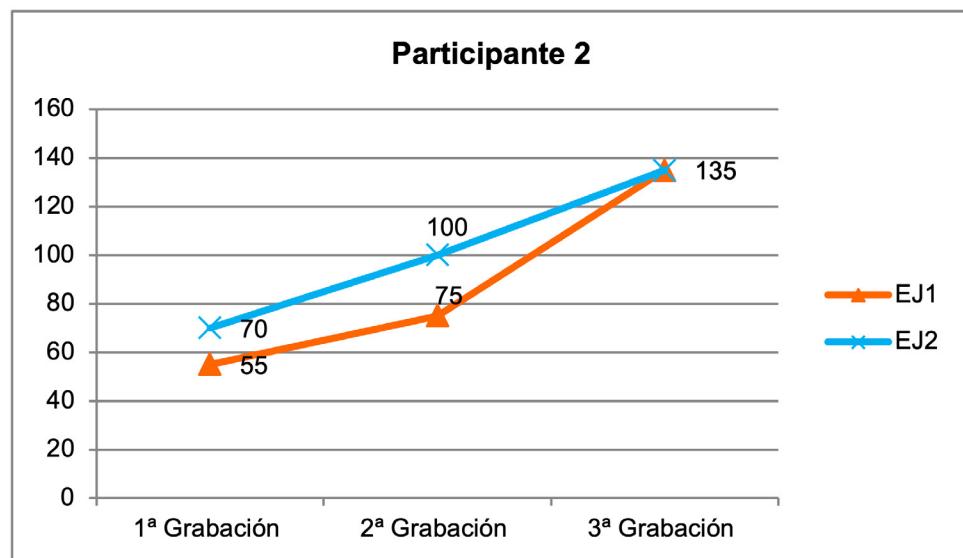
Este participante comienza la primera grabación con velocidades relativamente altas, sobre todo en el Ejercicio 1 (Gráfico 2). En cambio, en el Ejercicio 2, al contener notas en el registro sobreagudo se vio obligado a reducir la velocidad. Tanto en la segunda como en la tercera grabación aumenta la velocidad en el Ejercicio 1. Sin embargo, en el Ejercicio 2 aumenta la velocidad en la segunda grabación, pero la disminuye drásticamente en la última grabación a causa de la falta de práctica de los ejercicios de notas sobreagudas donde encuentra grandes dificultades. Tras la segunda grabación se le aconseja realizar de nuevo el primer ejercicio del estudio en el registro sobreagudo, pero no llega a ejecutarlo, lo que justifica su falta de evolución.

Gráfico 2. Evolución de la velocidad del Participante 1 de los ejercicios 1 y 2 de triple picado en las tres grabaciones.

Fuente: elaboración propia.

- Participante 2:

Este participante comienza a velocidades relativamente altas y las aumenta hacia la segunda grabación entre 20 y 30 puntos de metrónomo (ver en el Gráfico 3). Con respecto a la última grabación puede observarse una mayor mejoría en el Ejercicio 1 de hasta 60 puntos. Mientras, en el Ejercicio 2, también aumenta la velocidad en 35 puntos.

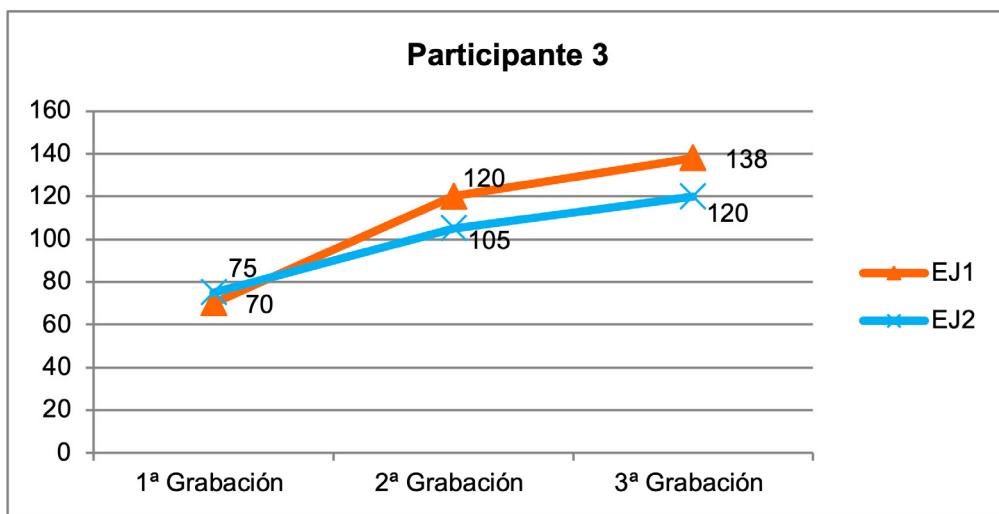
Gráfico 3. Evolución de la velocidad del Participante 2 de los ejercicios 1 y 2 de triple picado en las tres grabaciones.

Fuente: elaboración propia.

- Participante 3:

Este participante inicia en la primera grabación tanto el Ejercicio 1 como el Ejercicio 2 a unas de las velocidades más altas de todos los participantes (negra a 70 y a 75 respectivamente) (ver Gráfico 4).

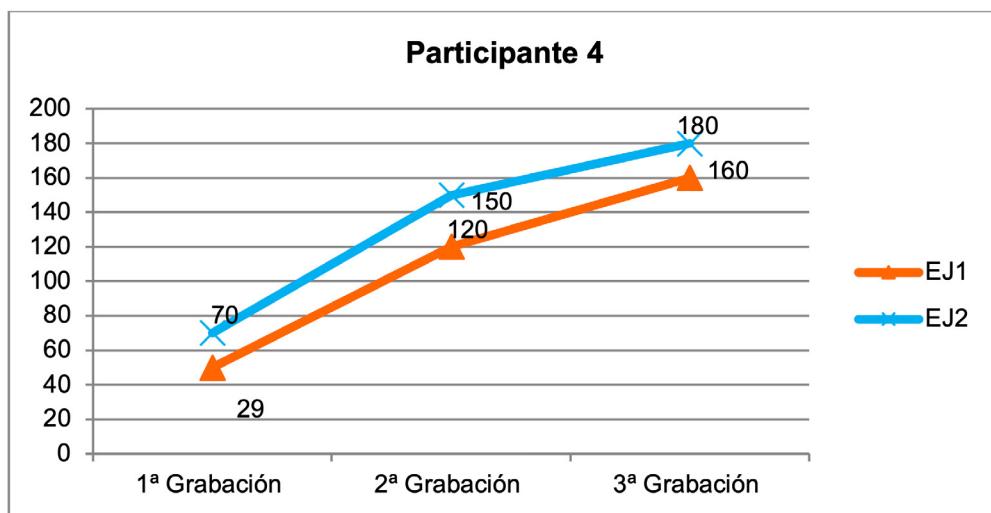
En la primera fase, de la primera a la segunda grabación, consigue una mayor evolución respecto a la segunda fase. Puede verse también en el Gráfico 4, que el Participante 3 aumenta considerablemente la velocidad en el Ejercicio 1 desde la primera grabación a la segunda (con un total de 50 puntos de diferencia). La disminución de la creciente y significativa evolución de este participante se debió a la reducción del tiempo de estudio en las últimas semanas.

Gráfico 4. Evolución de la velocidad del Participante 3 de los ejercicios 1 y 2 de triple picado en las tres grabaciones.

Fuente: elaboración propia.

- Participante 4:

Como se indicaba en el apartado referente al tiempo de estudio de los participantes, el Participante 4 empleó el mayor tiempo de estudio de la técnica durante las 6 semanas que duró la prueba piloto. Esto queda reflejado en el Gráfico 5 de este participante donde se puede ver que alcanza prácticamente los valores más altos en los dos ejercicios.

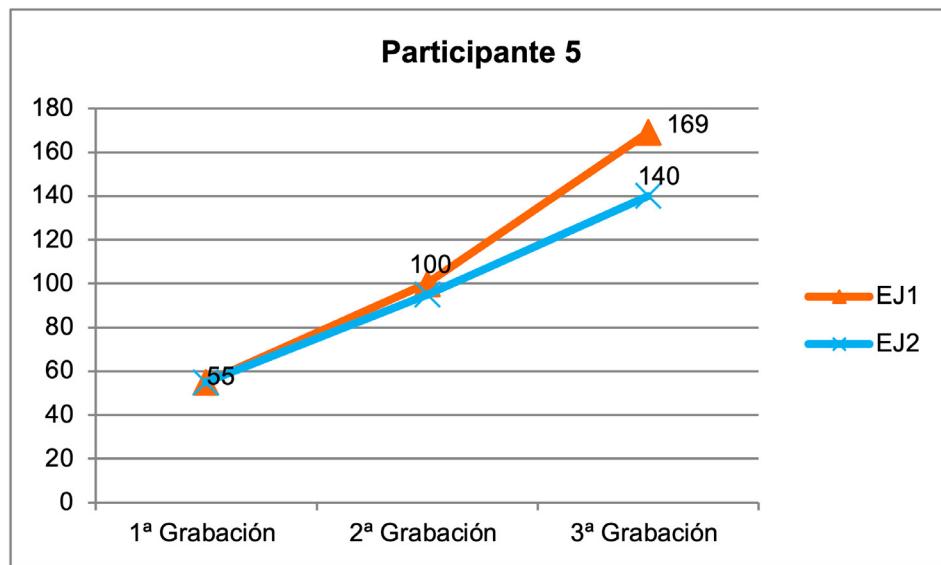
Gráfico 5. Evolución de la velocidad del Participante 4 de los ejercicios 1 y 2 de triple picado en las tres grabaciones.

Fuente: elaboración propia.

- Participante 5:

El caso del Participante 5 es también muy interesante. Puede verse en el Gráfico 6 que, pese a ser uno de los participantes que menos tiempo dedico a estudiar triple picado consiguió de los valores más altos de la última grabación. Además, evolucionó más en la segunda fase del estudio sobre todo en el Ejercicio 1, superando incluso la velocidad del Participante 4.

Gráfico 6. Evolución de la velocidad del Participante 5 de los ejercicios 1 y 2 de triple picado en las tres grabaciones.

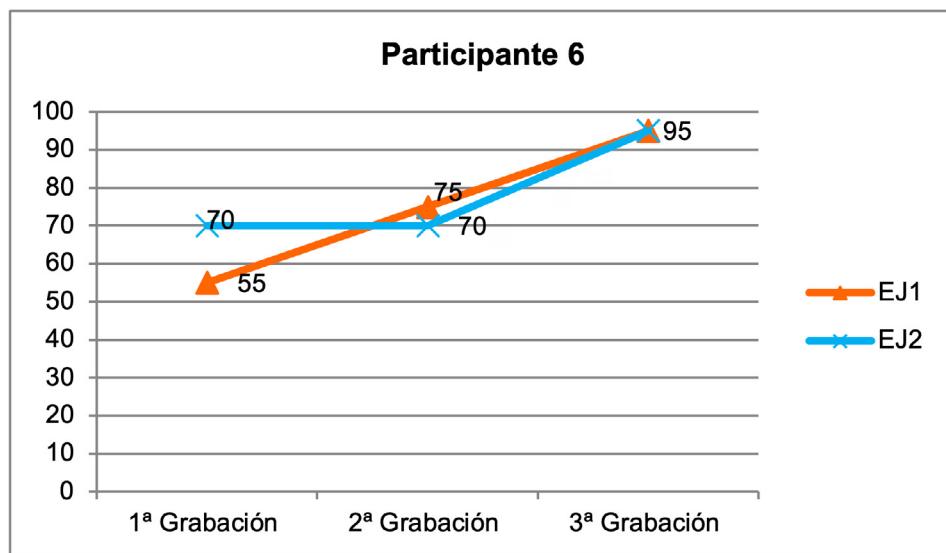


Fuente: elaboración propia.

- Participante 6:

Al contrario que sucedía con el participante anterior, en el Participante 6 se produce una relación directa entre las variables tiempo de estudio y velocidad de ejecución de los ejercicios (Gráfico 7).

Con respecto al Ejercicio 1 aumenta la velocidad hacia la segunda grabación, pero tan solo 20 puntos de metrónomo de la misma forma que sucede desde la segunda a la última grabación. En el Ejercicio 2 no existe evolución desde la primera a la segunda grabación, aunque sí la aumenta en la última fase con 25 puntos de metrónomo.

Gráfico 7. Evolución de la velocidad del Participante 6 de los ejercicios 1 y 2 de triple picado en las tres grabaciones.

Fuente: elaboración propia.

Por tanto, se puede decir que, aunque no es de los resultados más significativos, sí hubo una mejoría y, probablemente hubiese sido mayor si el participante hubiese podido estudiar más.

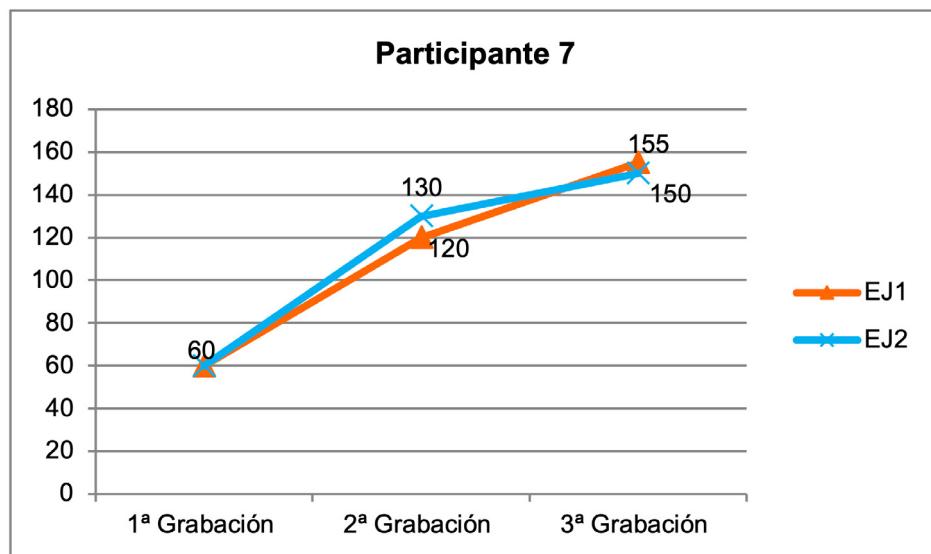
- Participante 7:

Como se puede observar en el Gráfico 8, el Participante 7 alcanzó velocidades muy altas en la tercera grabación con apenas 6 semanas de estudio. Cabe destacar que este participante también dedicó bastante tiempo a estudiar la técnica.

Como puede apreciarse en el Gráfico 8, el Participante 7 comienza ambos ejercicios a una velocidad no excesivamente baja a pesar de que nunca antes había desempeñado la técnica, aunque encontró dificultades para realizar el registro sobreagudo. En cambio, en la segunda grabación se puede ver cómo logra doblar las velocidades en ambos ejercicios superándola incluso más en el ejercicio más complejo, el

Ejercicio 2. Ya en la última grabación también aumentó las velocidades, pero en menor medida respecto a su evolución en la primera fase.

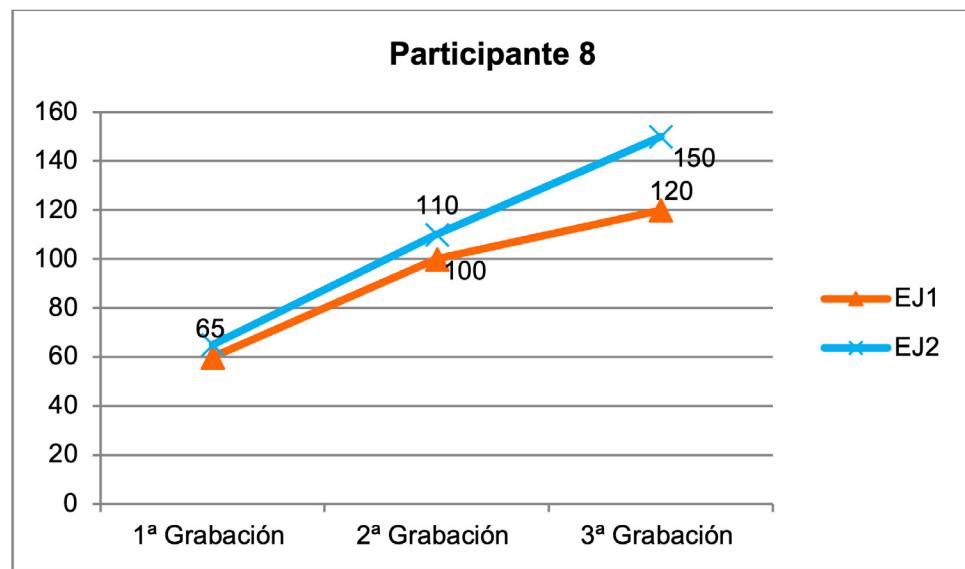
Gráfico 8. Evolución de la velocidad del Participante 7 de los ejercicios 1 y 2 de triple picado en las tres grabaciones.



Fuente: elaboración propia.

- Participante 8:

Este participante también comienza a velocidades moderadas en la primera grabación y experimenta una evolución continua en el Ejercicio 2. Respecto al Ejercicio 1 también evoluciona levemente más de la primera a la segunda grabación.

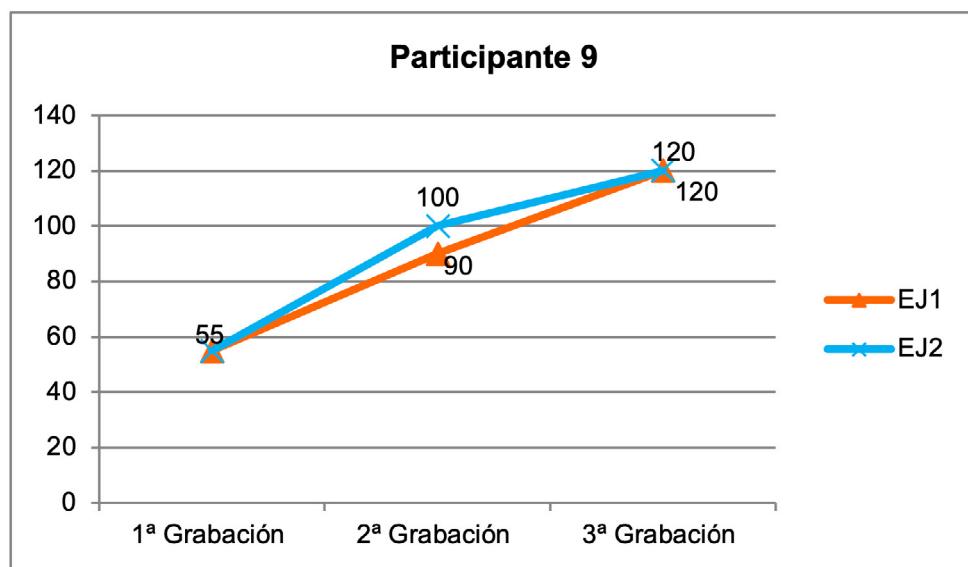
Gráfico 9. Evolución de la velocidad del Participante 8 de los ejercicios 1 y 2 de triple picado en las tres grabaciones.

Fuente: elaboración propia.

Este participante logra tener mayor velocidad en el ejercicio que teóricamente debe tener más complejidad.

- Participante 9:

Este participante, como puede verse en el Gráfico 10, también consigue más *tempo* en el ejercicio que posee sobreagudos en comparación con el primer ejercicio.

Gráfico 10. Evolución de la velocidad del Participante 9 de los ejercicios 1 y 2 de triple picado en las tres grabaciones.

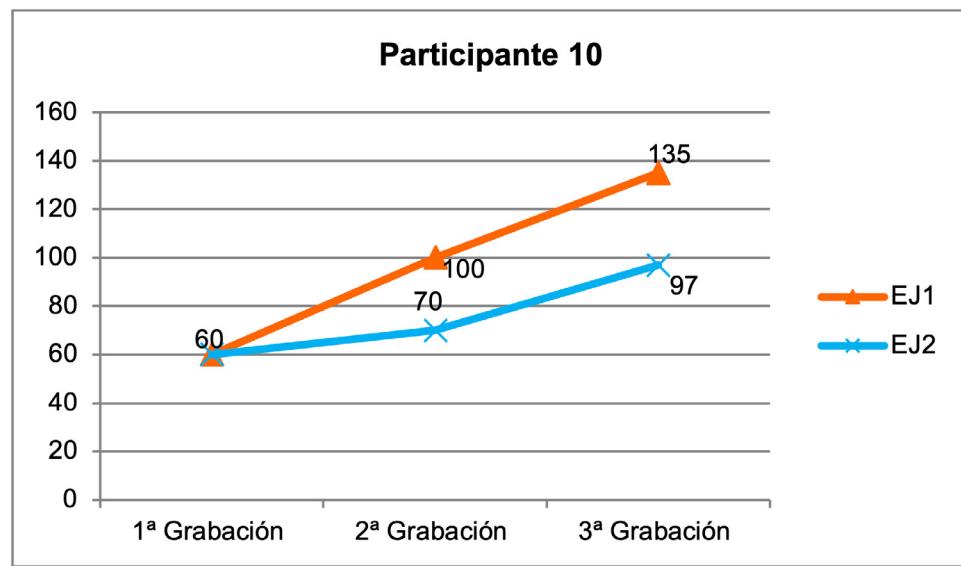
Fuente: elaboración propia.

Respecto a su evolución es fácil ver que la aumentó de forma progresiva en el Ejercicio 1 durante las dos fases del estudio. Por otro lado, en el Ejercicio 2 aumentó 45 puntos de metrónomo de la primera a la segunda grabación y 20 desde ésta a la última de todas.

- Participante 10:

El Participante 10 fue el segundo que más tiempo dedicó al estudio de la técnica, pero encontró bastantes dificultades en el registro sobreagudo del segundo de los ejercicios. Esto le llevó a tener que reducir bastante la velocidad general del ejercicio teniendo así, velocidades más altas sólo en el Ejercicio 1.

Aun así, cabe señalar que, en este caso, el participante evolucionó más en velocidad desde la segunda a la tercera grabación, a diferencia de la mayoría de los participantes, principalmente en el Ejercicio 2.

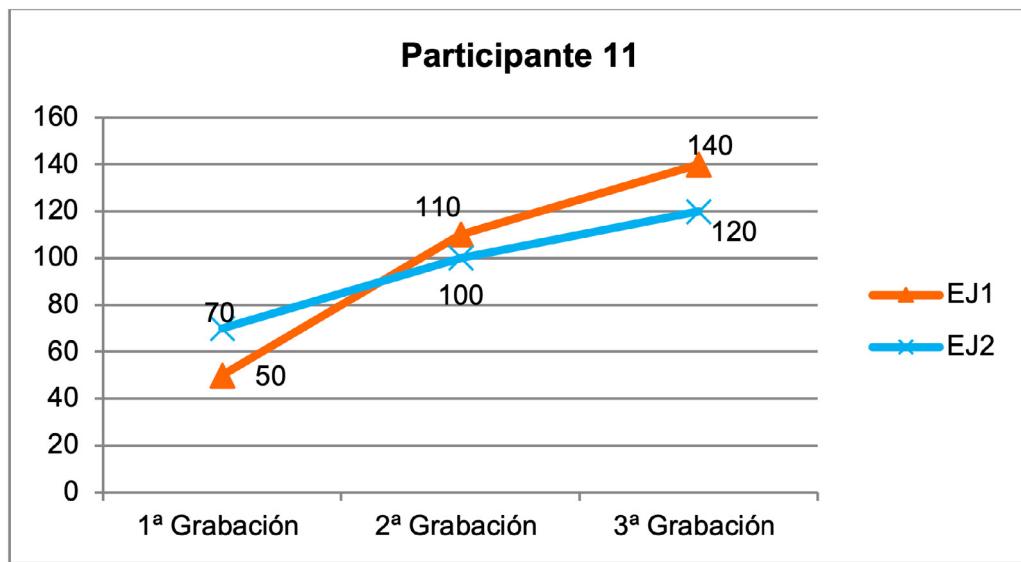
Gráfico 11. Evolución de la velocidad del Participante 10 de los ejercicios 1 y 2 de triple picado en las tres grabaciones.

Fuente: elaboración propia.

- Participante 11:

Este participante sigue al anterior en ser el tercero que más tiempo dedicó al estudio del triple picado. A diferencia del caso anterior, el Gráfico 12 muestra cómo este participante, pese a que encontró dificultades para la interpretación del Ejercicio 1 en la primera grabación, aumentó mucho el tiempo en la segunda.

Gráfico 12. Evolución de la velocidad del Participante 11 de los ejercicios 1 y 2 de triple picado en las tres grabaciones.

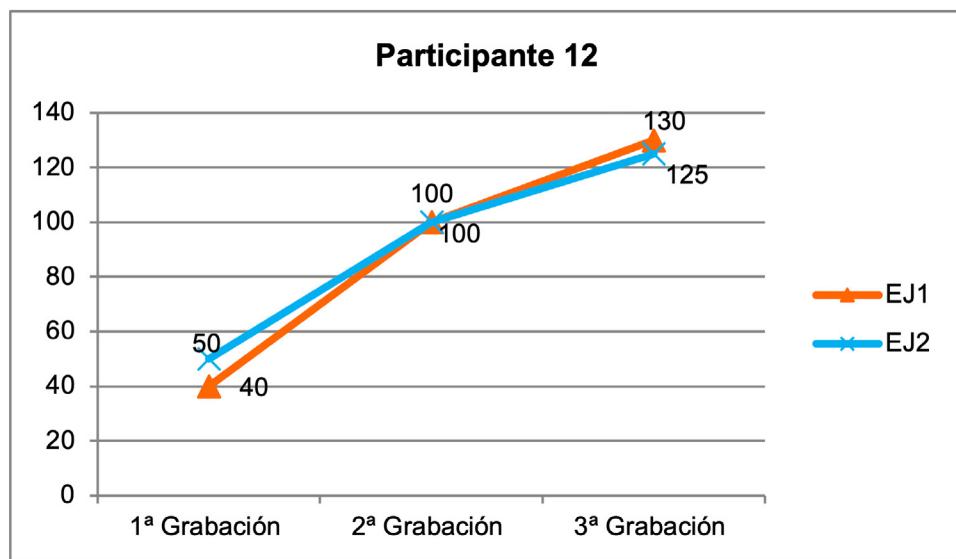


Fuente: elaboración propia.

De nuevo, en este caso también se observa un mayor aumento de velocidad en la última fase del estudio.

- Participante 12:

Si tenemos en cuenta la evolución desde la primera hasta la última grabación del Participante 12, puede verse en el Gráfico 13 que tiene uno de los crecimientos más notorios de todos los participantes.

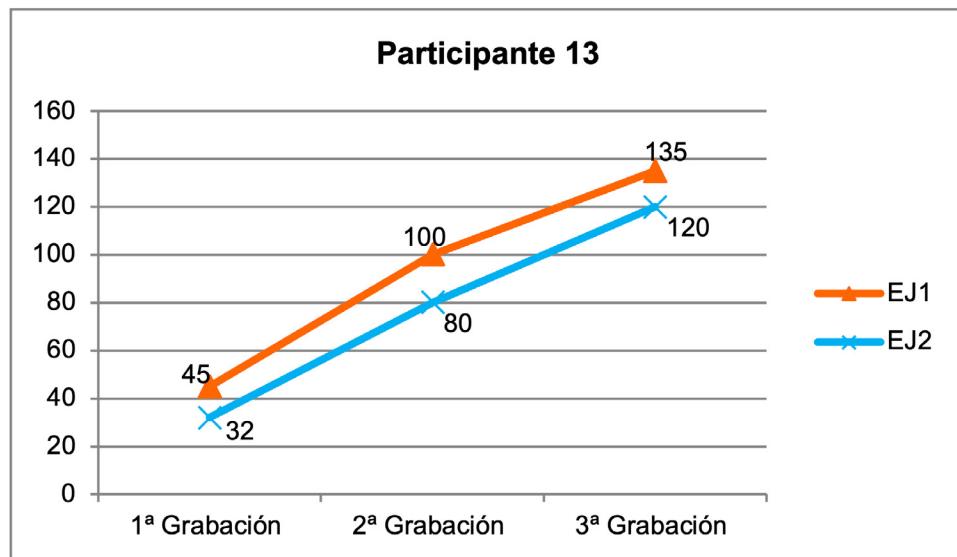
Gráfico 13. Evolución de la velocidad del Participante 12 de los ejercicios 1 y 2 de triple picado en las tres grabaciones.

Fuente: elaboración propia.

Cabe señalar que también en este caso el mayor aumento de velocidad se produce de la primera a la segunda grabación con hasta un aumento de entre 50 y 60 puntos de metrónomo.

- Participante 13:

Por último, el Participante 13 resulta ser otro de los más interesantes de este estudio. Se trata de un clarinetista que hacía años que no tocaba el clarinete tras finalizar sus estudios profesionales en el conservatorio. Es por esto que su velocidad de picado simple estaba muy oxidada, lo que conllevó que el inicio del triple picado propiciase una evolución sorprendente con muy poco tiempo de estudio (84 min.).

Gráfico 14. Evolución de la velocidad del Participante 13 de los ejercicios 1 y 2 de triple picado en las tres grabaciones.

Fuente: elaboración propia.

Las velocidades de la primera grabación fueron bastante bajas, sobre todo en el Ejercicio 2 pero porque le resultó complejo ejecutar la combinación “T-K”. Sin embargo, en esta grabación no encontró ningún problema para tocar todos los registros con triple picado sin errores logrando incluso mejor sonido con esta nueva técnica (sin estudiar) que con el picado simple. Además, pudo subir cómodamente la velocidad en todas las grabaciones y mejoró su autoestima al verse capaz de dominar una técnica que muchos la consideran imposible de ejecutar.

3.4. COMPARACIÓN DE VELOCIDADES FINALES DE LOS PARTICIPANTES EN TRIPLE PICADO Y PICADO SIMPLE

Para poder comparar las velocidades de los participantes, en la tercera grabación se incluyó un ejercicio diferente que puede encontrarse en la Figura 2.

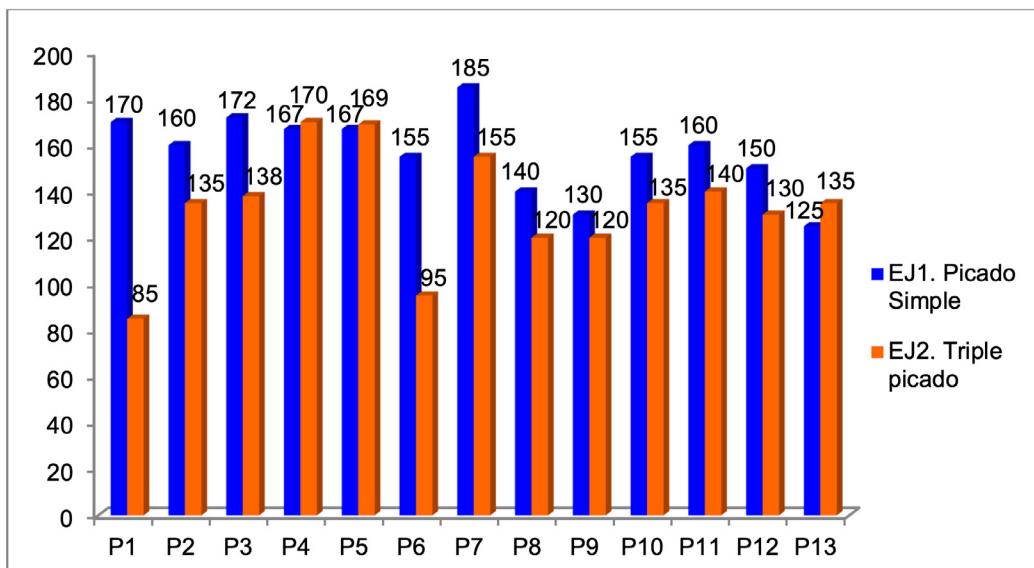
Este ejercicio fue ejecutado dos veces. La primera vez los participantes lo interpretaron utilizando el picado simple y la segunda mediante triple picado. De esta forma, al ser el mismo ejercicio, la dificultad era exactamente igual en ambas técnicas y se redujeron posibles sesgos.

Figura 2. Ejercicio utilizado para comparar las velocidades de picado simple y triple picado de los 13 participantes.



Fuente: elaboración propia.

Como se puede apreciar en el Gráfico 15, los Participantes 4, 5 y 13 consiguen superar su velocidad máxima de picado simple gracias al triple picado con menos de dos meses de estudio. Los Participantes 8, 9, 10, 11 y 12 consiguen aumentar considerablemente la velocidad del triple picado, quedando a una velocidad muy cercana a la máxima alcanzada con el picado simple (menos de 20 puntos de metrónomo). Finalmente, los Participantes 1, 2, 3, 6 y 7 mantienen una mayor distancia entre ambas técnicas, aunque menor respecto a las velocidades de la primera grabación.

Gráfico 15. Comparación de las velocidades finales de los de picado simple y triple picado de los participantes.

Fuente: elaboración propia.

4. CONCLUSIONES

Pérez (2016) indicaba en su Tesis que una de las razones por las que actualmente no se utiliza esta técnica en instrumentos de caña era a causa de la creencia de que solamente podían ejecutarla instrumentistas virtuosos. Sin embargo, algunos de los participantes y, principalmente, el Participante 13, demuestran que incluso clarinetistas más limitados técnicamente pueden lograr desempeñar la técnica linguo-gutural con un buen estudio de esta.

También Spring (1989) indicaba que en el registro sobreagudo dicha técnica no podía ser realizada más que por intérpretes con un alto dominio y nivel técnico del instrumento. No obstante, el Participante 13

no posee una articulación clara y rápida de picado simple (por su falta de tiempo para estudiar clarinete) pero consigue mejorar en calidad y velocidad en el triple picado en apenas 6 semanas de estudio.

Puede verse que son velocidades que distan bastante de las indicadas por los autores, entre 160 y 170. Por tanto, el aprendizaje de la técnica linguo-gutural es útil para todos los participantes del estudio para lograr interpretar con comodidad cualquier fragmento de notas picadas a velocidades altas del repertorio clarinetístico.

Por otra parte, el desempeño de la prueba piloto corrobora que la técnica linguo-gutural favorece incluso diversos aspectos que Spring comentaba en su estudio (1989). Por un lado, al focalizar completamente su atención en la articulación de la técnica del doble y el triple picado, los participantes tendían a disminuir el flujo de aire, lo que repercutía negativamente en el resultado sonoro de la técnica. Además, algunos de los participantes tendían a abrir o cerrar excesivamente la garganta en el registro sobreagudo en la primera grabación, lo que provocaba resultados sonoros negativos. Tras el periodo de estudio, todos los participantes consiguieron utilizar la cantidad de aire precisa para cada registro, evitando notas falsas a causa de la falta o exceso de aire.

De esta forma, lograron mantener la garganta perfectamente relajada y sin realizar cambios de apertura de la misma independientemente de la consonante con la que se ejecutase las notas de un mismo registro. Por otro lado, en la primera grabación algunos participantes obtenían involuntariamente efectos de *glissandi* en el registro superior. Esto se debía a un excesivo movimiento del tercio posterior de la lengua que fluctuaba el paso del aire provocando estos *glissandi*.

Por último, la implementación de las TIC en el presente estudio fue decisiva para poder obtener resultados tan ilustrativos. Cabe destacar el software *ZyMi*. Este, no sólo permitió medir la velocidad de interpretación de los ejercicios durante las grabaciones sino también durante la fase de estudio. Este aportó estabilidad rítmica a todos los participantes al utilizarlo para estudiar la técnica del triple picado

desde velocidades muy bajas. También *Sonic Visualiser* permitió observar de forma más detallada los errores que sucedieron en cada participante.

En definitiva, las TIC han demostrado que cualquier clarinetista puede ejecutar el triple picado a altas velocidades.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arban, J. B.** (1936). *Complete Conservatory Method for Trumpet*. Editorial Real Musical.
- Byo, J.** (2016). *The Woodwinds: Perform, Understand, Teach*. Routledge. <https://books.google.es/books?id=-0CBqDAAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q=double%20tongue&f=false>
- De León Barranco, L. P., y Castro, P. L.** (2017). Sacar partido a las TIC: preparación y reproducción de fragmentos sonoros con Audacity y Sonic Visualiser. *Eufonía: Didáctica de la música*, (72), 47-52.
- Fobes, C. W.** (2000). *Synthetic Speed Tonguing*. Clark W. Fobes. <https://www.clarkwfobes.com/pages/synthetic-speed-tonguing>
- McCue, P., et al.** (2020). Indicaciones rítmicas auditivas para mejorar la marcha y la actividad física en supervivientes de accidentes cerebrovasculares que viven en la comunidad (ACTIVAR): protocolo de estudio para un ensayo piloto controlado aleatorio. *Estudios piloto y de viabilidad*, 6, 1-14.
- Morell, T. T.** (2012). Música y tecnología: taller para la integración de las TIC en el aula de educación musical. *Contextos: Estudios de Humanidades y Ciencias Sociales*, (27), 109-124.
- Ory, I.** (s.f.). *Teke Tekete. Méthode de double et de triple coup de langue à la flûte traversière*. Éditions Van de Velde.
- Pérez, E.** (2016). *Análisis histórico de la utilización del doble/triple picado en el saxofón y su enseñanza en la actualidad* [Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Valencia]. Repositorio Institucional NET. <https://riunet.upv.es/handle/10251/62319>

Raasakka, M. (2017). Exploring The Clarinet: A Guide To Clarinet Technique And Finnish Clarinet Music. Fennica Gehrman Ltd.

Sparnaay, H. (2011). *El clarinete bajo*. Periferia.

Spring, R. S. (1989). Multiple Articulation for Clarinet. *The Clarinet*, 17, 44-49. <http://www.bandworld.org/pdfs/BWMagClarMultiArticulation.pdf>

Taffanel, P. y Gaubert, Ph. (1957). *17 Exercices Journaliers de Mecanisme pour Flûte Traversière*. Éditions Musicales Alphonse Leduc.

Thomas, D. H. (2008). Double Tonguing on Clarinet. *David H Thomas - Clarinete y música clásica*. <https://blog.davidhthomas.net/?s=double+tonguing>

Valdivia, R. F. (2019). *Sibelius y finale como herramientas vinculantes en el desarrollo de capacidades musicales en los estudiantes del programa de música de la Universidad Nacional del Altiplano* [tesis doctoral, Universidad Nacional del Altiplano]. Repositorio Institucional Digital de la Universidad Nacional del Altiplano. http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/10323/Valdivia_Terrazas_Renzo_Favianni.pdf?sequence=1&isAllowed=

/03/

DESARROLLO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN CATASTRAL DEL ESTADO DE COLIMA IMPLEMENTANDO SERVICIO DE FIRMA ELECTRÓNICA

DEVELOPMENT OF THE CADASTRAL INFORMATION SYSTEM OF THE STATE OF COLIMA IMPLEMENTING ELECTRONIC SIGNATURE SERVICE

Victor Manuel Romero Larios

Estudiante de la Maestría en Sistemas Computacionales del Tecnológico Nacional de México/ I. T. Colima, (México).

E-mail: victor.manuel.w01@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0522-2887>

Ramona Evelia Chávez Valdez

Profesor adjunto de la División de Estudios de Posgrado del Tecnológico Nacional de México/ I. T. Colima, (México).

E-mail: echavez@colima.tecnm.mx ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5697-6825>

Patricia Elizabeth Figueroa Millán

Profesor adjunto de la División de Estudios de Posgrado del Tecnológico Nacional de México/ I. T. Colima, (México).

E-mail: patricia.figueroa@colima.tecnm.mx ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7562-7578>

J. Reyes Benavides Delgado

Profesor adjunto de la División de Estudios de Posgrado del Tecnológico Nacional de México/ I. T. Colima, (México).

E-mail: rbenavides@colima.tecnm.mx ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6190-5933>

Recepción: 19/08/2021 **Aceptación:** 19/10/2021 **Publicación:** 29/03/2022

Citación sugerida:

Romero, V. M., Chávez, R. E., Figueroa, P. E., y Benavides, J. R. (2022). Desarrollo del sistema de información catastral del estado de Colima implementando servicio de firma electrónica. *3C TIC. Cuadernos de desarrollo aplicados a las TIC*, 11(1), 75-99. <https://doi.org/10.17993/3ctic.2022.111.75-99>

RESUMEN

Las tecnologías de información y comunicación estrecharon la relación ciudadano-gobierno, no obstante, la inclusión y cumplimiento de políticas públicas puede verse afectada. En Colima, la Dirección de Catastro (DC) opera desde 2009 el Sistema de Información Catastral (SIC), pero la tecnología en que fue desarrollado fue rebasada para brindar soporte a las nuevas necesidades de información. La investigación tuvo como objetivo, implementar la firma electrónica en la “Constancia de no propiedad”, desarrollando el Sistema de Información Catastral del Estado de Colima (SIASEC). Se siguió una metodología mixta para la investigación y el Proceso Unificado Ágil para el proceso de ingeniería de software empleando tecnologías de acceso abierto. En resultados, SIASEC ofrece una arquitectura moderna y funcional, sus recursos facilitan adaptar componentes y firmar electrónicamente la “Constancia de no propiedad”; por tanto, se prescinde de la firma autógrafa del director. Además, se conecta e intercambia información con servicios web de otras dependencias; verifica y genera órdenes de pago en la Secretaría de Planeación y Finanzas (SEPLAFIN) y obtiene información a partir de la CURP en el Registro Nacional de Población (RENAPO). Por ello, el ciudadano puede recibir información y documentación sin necesidad de acudir a otras ventanillas, una vez acreditado el pago, se realiza la entrega del documento. En conclusión, la DC aprovecha la infraestructura e información de otras dependencias para brindar valor agregado al trámite cuando este se emite con firma electrónica, beneficiando al ciudadano con la disponibilidad y agilización del trámite.

PALABRAS CLAVE

Trámites, Catastro, Gobierno Electrónico, SIASEC, Reingeniería, SIC, Firma Electrónica, Servicios Web, Sistema de Información, PUA, No Propiedad.

ABSTRACT

Information and communication technologies have strengthened the citizen-government relationship, however, the inclusion and compliance of public policies may be affected. In Colima, the Cadastre Directorate (DC) has operated the Cadastral Information System (SIC) since 2009, but the technology in which it was developed was exceeded to provide support to new information needs. The objective of the investigation was to implement the electronic signature in the “Proof of non-ownership”, developing the Cadastral Information System of the State of Colima (SIASEC). A mixed methodology was followed for research and the Agile Unified Process for the software engineering process using open access technologies. In results, SIASEC offers a modern and functional architecture, its resources make it easy to adapt components and electronically sign the “Proof of non-ownership”; therefore, the autograph signature of the director is dispensed with. In addition, it connects and exchanges information with web services of other dependencies; verifies and generates payment orders in the Secretary of Planning and Finance (SEPLAFIN) and obtains information from the CURP in the National Population Registry (RENAPO). Therefore, the citizen can receive information and documentation without having to go to other offices, once the payment is accredited, the document is delivered. In conclusion, the DC takes advantage of the infrastructure and information of other areas to provide added value to the procedure when it is issued with an electronic signature, benefiting the citizen with the availability and streamlining of the procedure.

KEYWORDS

Procedures, Cadastre, Electronic Government, SIASEC, Reengineering, SIC, Electronic Signature, Web Services, Information System, AUP, No Property.

1. INTRODUCCIÓN

Las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) han jugado un papel fundamental en las políticas públicas gubernamentales; las cuales, según Ávila (2014), al integrarlas en la función pública fomentan la transparencia y permiten el contacto entre la ciudadanía y los diferentes niveles de gobierno. Además, según Reyes *et al.* (2008), apoyándose de la comunicación entre los municipios, se puede obtener una base de datos más actualizada y por consecuencia una mejora en la recaudación del impuesto inmobiliario.

La administración del catastro comprende dos fines, la identidad de los predios y la recaudación del impuesto predial. Ceballos y Capó (2018) combinan ambos fines al describir el catastro como un registro o inventario de los bienes inmuebles de un territorio, útil para el manejo económico sostenible y el planeamiento urbano. En México, el predio representa la figura principal de interés y de análisis, por ejemplo, para el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2015) es el elemento geográfico básico de estudio del territorio, y a todo su conjunto se le denomina información catastral.

Por ley los propietarios de los bienes inmuebles tienen la obligación de manifestar los cambios realizados a la propiedad. Ante ello, los catastros precisan y actualizan el valor del bien con base en dos clasificaciones. La primera refiere el ámbito en que se ubica la propiedad, pudiendo ser urbana o rural, y la segunda a la forma de aplicar los procedimientos, que pueden ser, de forma individual o masiva (Instituto Catastral del Estado de Hidalgo, s.f.).

En el Gobierno del Estado de Colima, la Dirección de Catastro (DC) de acuerdo con sus funciones ha implementado un padrón e inventario, que permite la identificación y valuación de los bienes inmuebles que se encuentran en el territorio (Gobierno del Estado Libre y Soberano de Colima, s.f.), ellos son los responsables de resguardar y mantener actualizada toda la información catastral de la entidad.

La DC forma parte del Instituto para el Registro del Territorio del Estado de Colima (IRTEC), teniendo entre sus funciones integrar operativa y electrónicamente la información de las bases de datos y archivos

públicos del Registro Público de la Propiedad y del Comercio, del Catastro del Estado y del Registro del Territorio.

1.1. ANTECEDENTES Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La inclusión de la firma electrónica en los trámites y servicios de las instancias gubernamentales, en específico de la DC, impacta en la administración eficiente de los servicios públicos para los ciudadanos, garantizando la validez de los trámites. No obstante, la inclusión de ésta en las plataformas digitales de las instancias gubernamentales implica un proceso complejo de reingeniería.

Desde 2009, la DC se apoyó con el Sistema de Información Catastral (SIC), diseñado y desarrollado a la medida para atender las necesidades que se tenían en cuanto a información, trámites, servicios e infraestructura tecnológica. Implementado con una tecnología muy útil para el manejo de la administración de información alfanumérica catastral.

Sin embargo, los cambios de personal y proyectos tecnológicos que surgieron en el transcurrir de las administraciones del gobierno estatal, limitaron el desarrollo y soporte para mantener actualizado y vigente el SIC. Además, la tecnología de programación carecía de soporte técnico oficial y características que permitieran un rápido despliegue de cambios, independencia del sistema operativo, compatibilidad con librerías, complementos e instrucciones para mejorar la experiencia de usuario.

Actualmente, el SIC sirve de repositorio y fuente de información, incluye cinco componentes principales y más del veinte por ciento con botones, enlaces o apartados inactivos o desactualizados, ya sea por falta de mantenimiento o por necesidades rebasadas. Los módulos activos servían de acceso a los datos catastrales, pero el procesamiento y la generación de documentos oficiales para los ciudadanos, se realizaban de manera externa al sistema. Por tanto, resultaba necesaria la presencia del director para la firma autógrafa de documentos derivados de algún trámite o servicio, situación que postergaba las entregas, generando inconformidad al ciudadano por la espera o visitas que representaba.

1.2. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

Esta investigación tuvo por objetivo implementar la firma electrónica en trámites del Sistema de Información Catastral del Estado de Colima (SIASEC). Este surge como una reingeniería del SIC, permitiendo crear el entorno e infraestructura necesaria para la migración de los trámites y servicios al modelo electrónico, determinando a la “Constancia de no propiedad” como trámite de pruebas.

Para Hernández *et al.* (2019), una solución tecnológica es útil aun cuando ha dejado de satisfacer necesidades, pero aplicando reingeniería se puede crear un producto más completo, con mejor rendimiento y fiabilidad, mientras que para Rivas *et al.* (2015) la reingeniería es necesaria cuando se requiere actualizar el sistema con nuevas tecnologías de hardware y software.

1.3. PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Como solución a la problemática planteada se propuso el desarrollo del Sistema de Información Catastral del Estado de Colima (SIASEC); la Ilustración 1. “Modelo conceptual SIASEC” muestra los componentes internos, externos y los usuarios principales de dicho sistema.

El usuario Administrador provee y administra los catálogos para la operación del sistema, el usuario Director es quien visualiza la bitácora de movimientos, total de solicitudes y de ingresos. El usuario Operativo captura las solicitudes, crea las órdenes de pago y realiza las actualizaciones en las solicitudes: cancelada, pagada y entregada.

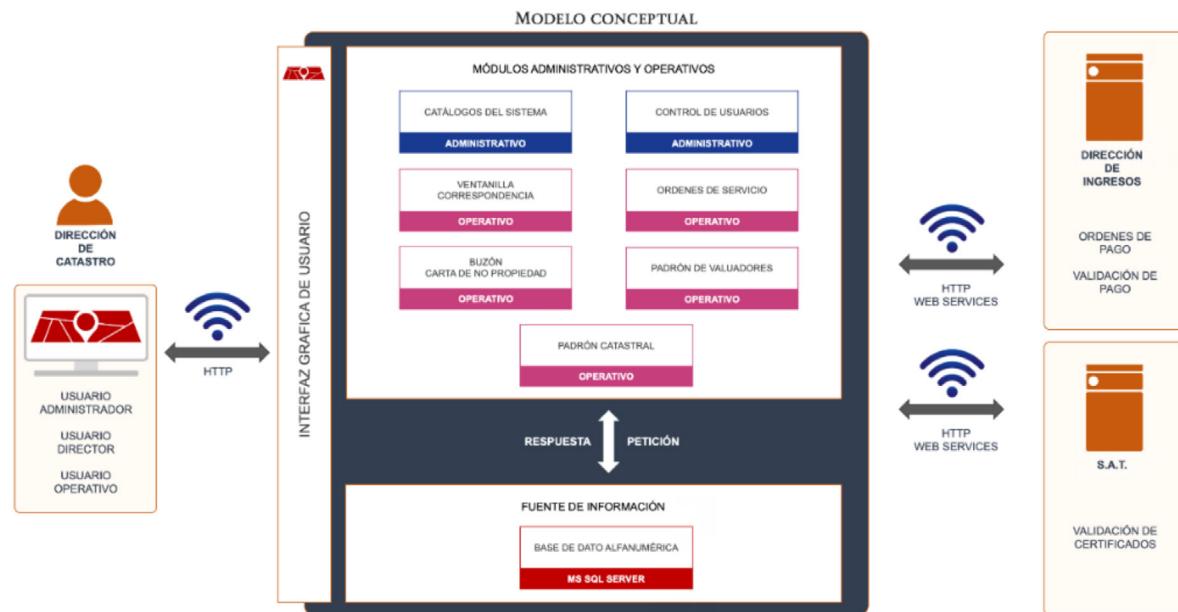


Ilustración 1. Modelo conceptual SIASEC.

Fuente: elaboración propia.

Para cumplir con el proceso de trámites catastrales, el SIASEC implementa y se comunica con otras dependencias por medio de servicios web, de esa forma es posible enviar y recibir información de los servidores del IRTEC, de SEPLAFIN, de RENAPO, del Instituto Colimense para la Sociedad de la Información y el Conocimiento (ICSIC) y del Servicio de Administración Tributaria (SAT). En cuanto a los componentes internos de SIASEC, estos se organizan como se describe a continuación:

- Catálogos. Integran la administración de perfiles, municipios, poblaciones, colonias, calles, servicios, usos, giros y asociaciones, datos indispensables para las transacciones catastrales del sistema.

- Control de usuarios. Contiene la información del personal con acceso al sistema, considera administrar los permisos y accesos empleando perfiles, así como reestablecer la contraseña de sesión.
- Correspondencia. Considera la captura de la documentación dirigida a la DC, puede ser turnada al personal, contener anotaciones y especificar si requiere de respuesta.
- Carta de no propiedad. Permite registrar las órdenes de servicio del trámite con el mismo nombre; para efectos de la investigación se entiende por “Carta de no propiedad” el documento expedido por el estado, donde se señala la existencia de bienes inmuebles a nombre del interesado. Además, este módulo permite la creación de órdenes de pago, y una vez acreditado, la generación del documento para su entrega.
- Padrón de valuadores. Administra la información del personal autorizado para la realización de valuaciones catastrales.
- Padrón catastral. Visualizador de contenido alfanumérico de carácter catastral, presentado en secciones, como la ubicación del predio, antecedentes históricos, domicilio de notificación, copropietario, observaciones e información general, sección en la cual se muestra la clave catastral, tipo de predio y folio real.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

SIASEC se justifica porque da solución a las necesidades de información sobre trámites y servicios digitales disponibles para la ciudadanía y, se alinea a las políticas públicas emitidas como parte de la Agenda Digital en el apartado de Gobierno Electrónico (Gobierno del Estado de Colima, s.f.). Además, está implementado en tecnologías de código abierto, de bajo costo, compatibles con la infraestructura actual del IRTEC, eso permitió disminuir el impacto en el presupuesto de la dependencia.

En lo institucional, SIASEC atiende la misión de la DC, misma que señala a las TIC como elemento de apoyo para la entrega de trámites y servicios pertinentes a la ciudadanía (Gobierno del Estado Libre y Soberano de Colima, s.f.).

1.5. REVISIÓN DE LA LITERATURA

Samuel *et al.* (2007) desarrolló un sistema informativo para el catastro nacional en Cuba, llamado Sistema de Información Geográfica del Catastro Nacional, con el objetivo de unificar los criterios de representación y empleo de los datos alfanuméricos, logrando así, la participación de instituciones y organismos del estado. Dicho sistema favoreció una constante actualización de los datos y precisión al momento de calcular el valor catastral y visualización cartográfica de un bien inmueble; sin embargo, carece de datos que precisen la autoridad que funge como árbitro para validar la calidad de la información que se suministra; adicionalmente su funcionamiento tiene fines jurídicos y fiscales, pues está limitado a las instituciones que intervienen sesgando la interacción con los ciudadanos.

La secretaría de finanzas de la Ciudad de México a través del Instituto de Acceso a la Información Pública del Distrito Federal (2010) publicó el Programa de Modernización y Actualización del Catastro de la Ciudad de México (PROMOCA), documento que señala el desarrollo de la Oficina Virtual del Catastro (OVICA) y el Sistema Integral de Gestión y Actualización de Predial, sistemas que en conjunto, fortalecieron en el corto plazo la recaudación del impuesto predial y proporcionaron a la sociedad un catastro confiable, con certeza y eficiencia para el ejercicio de sus obligaciones fiscales; sin embargo, se carece de información que describa cuáles y cuántos trámites y servicios se incorporaron, así como las tecnologías que brindaron soporte al sistema para llegar a los ciudadanos e interesados.

El gobierno estatal de Zacatecas (2019) desarrolló el Sistema de Gestión Catastral, herramienta sin costo para los municipios y de ambiente web, incluye funciones para cobro del impuesto predial, administración de trámites y la administración de cartografía digital georreferenciada, su alcance permite la comunicación entre las recaudadoras de rentas, instituciones bancarias y tiendas de conveniencia

para el pago del predial. A pesar de ser un desarrollo tecnológico reciente, no se ofrecen servicios o trámites con firma electrónica; la ficha técnica del trámite “Expedición de Constancias de Propiedad o No Propiedad” no especifica que se pueda realizar en línea y su tiempo de obtención puede ser de hasta tres días e implica la entrega presencial de la constancia.

2. METODOLOGÍA

2.1. MATERIALES

El entorno de desarrollo estuvo compuesto por XAMPP 7.2.12, Sublime Text, Postman y la versión gratuita de SQL Server 2008. Los permisos y credenciales fueron proporcionados por los responsables de cada servicio web.

En la codificación del backend, se utilizó el lenguaje de programación web PHP y CodeIgniter para la arquitectura Modelo-Vista-Controlador (MVC). En cuanto al frontend, se utilizaron las librerías de jQuery 3.4.0, Bootstrap 4.3.1, CSS3 para las hojas de estilo personales y TCPDF para el despliegue de archivos PDF.

Es importante destacar que las librerías implementadas no requieren del pago de licencias o derecho para descarga o implementación, además, todas ellas fueron alojadas y referenciadas para la operación de ciertas funciones de forma local aun cuando no se tenga acceso a Internet.

2.2. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

La metodología de esta investigación siguió un enfoque mixto. El aspecto cualitativo permitió orientar al proceso, por tanto, el desarrollo del software se adaptó al actual flujo de trabajo de la DC, además, integró aquellas problemáticas, necesidades y áreas de oportunidad que resultaban importantes para el personal directivo y operativo.

En el aspecto cuantitativo, se orientó a la identificación de las variables y patrones que pudieran demostrar impacto a partir de los resultados obtenidos, entre las variables figuran la cantidad de usuarios operando el sistema a la par, entornos o medios de acceso a la información. En patrones, se consideró el número de búsquedas por solicitud y el tiempo de respuesta promedio de los servicios web para la firma del documento.

2.3. METODOLOGÍA DE DESARROLLO

SIASEC se desarrolló e implementó siguiendo la metodología Proceso Unificado Ágil (PUA), versión simplificada del Proceso Racional Unificado (RUP) desarrollada y publicada en 2002 por Scott W. Ambler.

Los aspectos de la filosofía PUA señalados por Ambler (2005), como la agilidad, simplicidad y el centrarse en las actividades de alto valor, mantienen una estrecha relación con el orden de prioridad para el desarrollo de los componentes. El flujo de prioridad fue definido por la DC considerando la cantidad de participantes, recursos y tiempos de desarrollo.

La Ilustración 2 “Metodología PUA”, presenta la metodología como iterativa e incremental, integrada de cuatro fases (Inicio, Elaboración, Construcción y Transición) y siete disciplinas (Modelado, Implementación, Prueba, Despliegue, Configuración y gestión del cambio, Gestión del proyecto y Entorno).

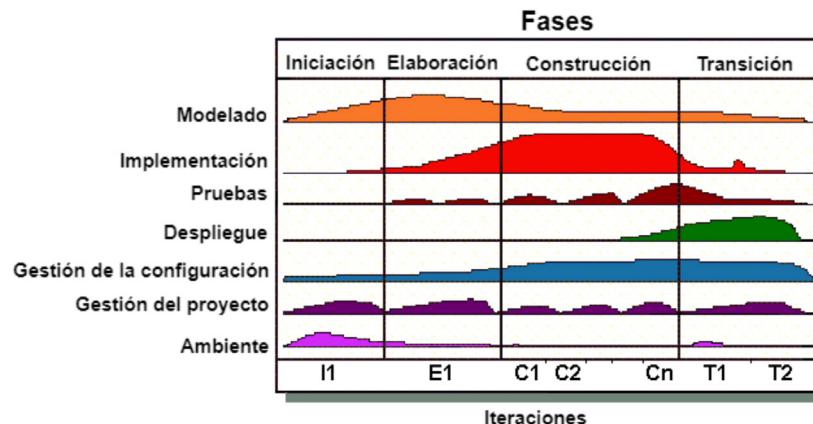


Ilustración 2. Metodología PUA.

Fuente: Ambler (2005).

En la fase de Iniciación se realizó investigación documental y de campo, la primera permitió conocer el marco normativo de la dependencia y la segunda obtener los requisitos del sistema.

- Investigación documental. Consideró la solicitud y revisión de manuales de procedimientos, normativa, organigramas, así como reglas y flujos trabajo. También se revisaron aspectos técnicos, se solicitó información de las características del ambiente de producción donde se previó subir el sistema.
- Investigación de campo. Se entrevistó al personal de la DC, dando prioridad a quienes generan la “Constancia de no propiedad”, esto facilitó determinar el alcance, los objetivos e identificar las necesidades y problemáticas actuales. También, se empleó la observación directa para apreciar la interacción de los usuarios, operación del SIC y obtener información que no se encuentra impresa.

En la fase de Elaboración, se desarrollaron las actividades relacionadas a la disciplina del modelado, se obtuvieron los modelos de clases, interfaces y despliegue, que definieron la arquitectura del sistema.

Durante la fase de Construcción, se implementaron los modelos elaborados; esto permitió codificar clases, métodos, componentes e interfaces. Para efectos de calidad y cumplimiento de requisitos se llevaron a cabo pruebas unitarias y de aceptación, estas últimas con el personal de la DC al momento de desplegar el incremento. Por otra parte, la base de datos del SIC se mantiene igual en virtud del servicio que presta a otros sistemas.

En la fase de Transición, se aplicaron pruebas de integración para probar el funcionamiento entre los componentes desarrollados previo a su despliegue en producción.

En la Tabla 1 “Iteraciones SIASEC”, se describe la cantidad y descripción de los casos de uso de cada iteración. En resumen, fueron diez iteraciones con duración de cuatro semanas cada una. Cada iteración presentó variación en la cantidad de casos de uso asignados de acuerdo a tamaño, complejidad y al componente que se trabajó.

Tabla 1. Iteraciones SIASEC.

No. Iteración	No. Casos de uso	Descripción de los casos de uso
1	10 (1 - 10)	Sesiones del sistema, administración de usuarios y de módulos.
2	9 (11 - 19)	Administración de perfiles, municipios y poblaciones.
3	9 (20 - 28)	Administración de colonias, calles y fraccionamientos.
4	9 (29 - 37)	Administración de tipos de predios rústicos, servicios y usos del predio.
5	9 (38 - 46)	Administración de giros, notarias y orígenes.
6	9 (47 - 55)	Reglas de negocio, administración de asociaciones y valuadores.
7	7 (56 - 62)	Padrón catastral, administración de trámites y conceptos de pago.
8	8 (63 - 70)	Ordenes de servicio y administración de correspondencia.
9	3 (71 - 73)	Órdenes de pago.
10	3 (74 - 76)	Constancias de no propiedad.

Fuente: elaboración propia.

3. RESULTADOS

Como resultado de esta investigación aplicada se obtuvo la solución tecnológica SIASEC, mismo que implementa firma electrónica y permite generar directamente desde ventanilla órdenes de pago. Como alcance de la investigación y prueba piloto la DC eligió el trámite “Constancia de no propiedad”.

La “Constancia de no propiedad” es un documento que dicta la existencia o inexistencia de bienes inmuebles de un particular, por ello, el primer servicio web que se consumió fue “getInfo”, desarrollado por el ICSIC en conjunto con RENAPO, su objetivo es obtener el nombre completo a partir de la CURP, la Ilustración 3 “Consumo del método getInfo” ejemplifica una petición de tipo GET.

The screenshot shows a Postman interface for a GET request to `http://wsrenapo.col.gob.mx/crup2/CURP/getInfo/ROLV920101HCMMRC03`. The 'Headers' tab is selected, showing 8 headers. The table below lists the headers:

	VALUE	DESCRIPTION
	Value	Description

Below the table, the 'Raw' tab displays the XML response:

```
<CURP>ROLV920101HCMMRC03</CURP>
<Nombre>VICTOR MANUEL</Nombre>
<Apellido1>ROMERO</Apellido1>
<Apellido2>LARIOS</Apellido2>
<Entidad>CM</Entidad>
```

Ilustración 3. Consumo del método getInfo.

Fuente: elaboración propia.

Todos los importes e ingresos son administrados por la SEPLAFIN, el método “Consulta” solo requiere de dos parámetros; la clave de ingresos y la cantidad, los valores retornados se aprecian en la ilustración

4 “Respuesta del método Consulta”. Para la “Constancia de no propiedad” la clave de ingresos es “1025200809303”.

```
'OST      v https://www.finanzas.col.gob.mx/nvo/ws/wsi.php
'xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
'SOAP-ENV:Envelope SOAP-ENV:encodingStyle="http://schemas.xmlsoap.org/soap/encoding/"
'  xmlns:SOAP-ENV="http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope/"
'  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
'  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
'  xmlns:SOAP-ENC="http://schemas.xmlsoap.org/soap/encoding/"
'  xmlns:tns="https://www.finanzas.col.gob.mx/nvo/ws"
<SOAP-ENV:Body>
    <ns1:ConsultaResponse xmlns:ns1="https://www.finanzas.col.gob.mx/nvo/ws">
        <resultado xsi:type="SOAP-ENC:Array" SOAP-ENC:arrayType="tns:conceptos[1]">
            <item xsi:type="tns:conceptos">
                <claveI xsi:type="xsd:string">1025200809303</claveI>
                <concepto xsi:type="xsd:string">CONSTANC.CERTIF.DE INSCRIP.O NO INSCRIP.</concepto>
                <cantidad xsi:type="xsd:string">1</cantidad>
                <costo xsi:type="xsd:int">179</costo>
            </item>
        </resultado>
    </ns1:ConsultaResponse>
</SOAP-ENV:Body>
'SOAP-ENV:Envelope>
```

Ilustración 4. Respuesta del método Consulta.

Fuente: elaboración propia.

El método “VerificaPago”, también forma parte de los servicios web disponibles por la SEPLAFIN, su implementación permitió consultar si la orden de pago tiene asociado un registro de pago. El único parámetro a enviar son los últimos ocho dígitos del folio de la orden de pago.

Cuando el importe de la orden no ha sido cubierto, el método regresa el código con valor cero y el mensaje “No se localizaron pagos”. En la ilustración 5 “Respuesta del método VerificaPago” se aprecian los valores retornados para la orden de pago con folio “02867150”, donde el código y mensaje son “1” y “Pago localizado” respectivamente.

```
POST https://www.finanzas.col.gob.mx/nvo/ws/wsi.php

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<SOAP-ENV:Envelope SOAP-ENV:encodingStyle="http://schemas.xmlsoap.org/soap/encoding/">
  xmlns:SOAP-ENV="http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope/"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xmlns:SOAP-ENC="http://schemas.xmlsoap.org/soap/encoding/" xmlns:tns="https://www.finanzas.col.gob.mx/nvo/ws">
    <SOAP-ENV:Body>
      <ns1:VerificaPagoResponse xmlns:ns1="https://www.finanzas.col.gob.mx/nvo/ws">
        <resultado xsi:type="SOAP-ENC:Array" SOAP-ENC:arrayType="tns:liquidaciones[1]">
          <item xsi:type="tns:liquidaciones">
            <folio xsi:type="xsd:string">02867150</folio>
            <codigo xsi:type="xsd:string">1</codigo>
            <mensaje xsi:type="xsd:string">Pago localizado</mensaje>
            <total xsi:type="xsd:string">174</total>
          </item>
        </resultado>
      </ns1:VerificaPagoResponse>
    </SOAP-ENV:Body>
  </SOAP-ENV:Envelope>
```

Ilustración 5. Respuesta del método VerificaPago.

Fuente: elaboración propia.

El objetivo de consumir el método “Recibo” es obtener un archivo único, que permita identificar quien paga, que quiere pagar y como lo puede pagar. Como se aprecia en la ilustración 6 “Respuesta del método Recibo”, se obtiene un folio, una línea de captura y las ligas que permiten generar el archivo PDF.

Ilustración 6 Respuesta del método Recibo

Fuente: elaboración propia

La Ilustración 7 “Formato de la orden de pago” muestra un fragmento del archivo, en el mismo se muestra el folio, datos del contribuyente, detalle de solicitudes y línea de captura.

SECRETARIA DE PLANEACION Y FINANZAS ORDEN DE PAGO UNIVERSAL														
FOLIO	CANTIDAD A PAGAR	FECHA LIMITE DE PAGO												
15-03072905	\$ 179.00	21 Abr 2021												
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Datos del Contribuyente</th> <th>OBSERVACIONES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2"> LEOPOLDO MANUEL JIMENEZ CAMPOS INSURGENTES 12 CENTRO ESTAPILLA COLIMA C.P.: 28030 JICL841209HJCMMMP09 </td> <td>Folio de Seguimiento: 2021/15472</td> </tr> </tbody> </table>			Datos del Contribuyente		OBSERVACIONES	LEOPOLDO MANUEL JIMENEZ CAMPOS INSURGENTES 12 CENTRO ESTAPILLA COLIMA C.P.: 28030 JICL841209HJCMMMP09		Folio de Seguimiento: 2021/15472						
Datos del Contribuyente		OBSERVACIONES												
LEOPOLDO MANUEL JIMENEZ CAMPOS INSURGENTES 12 CENTRO ESTAPILLA COLIMA C.P.: 28030 JICL841209HJCMMMP09		Folio de Seguimiento: 2021/15472												
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">CONCEPTOS DE PAGO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 CONSTANC.CERTIF.DE INSCRIP.O NO INSCRIP.</td> <td>179.00</td> </tr> <tr> <td colspan="2"> <small>EVITESE RECARGOS Y SANCIONES! Pagar oportunamente nuestras contribuciones BENEFICIA A TODOS</small> </td> </tr> <tr> <td colspan="2"> <small>CONSULTAS Y ACLARACIONES "SERVICIO AL CONTRIBUYENTE" COLIMA 31-209-95 31-440-47 31-402-70</small> </td> </tr> <tr> <td colspan="2"> <small>VILLA DE ALVAREZ 39-651-93 TECOMAN 32-402-40 MANZANILLO 33-205-54 Lada sin costo 01-800 - 22-147-55</small> </td> </tr> <tr> <td colspan="2"> <small>Estimado contribuyente, si deseas realizar tu pago vía transferencia bancaria o SPEI, imprime el presente documento y sigue los pasos indicados en la siguiente liga: https://www.finanzas.col.gob.mx/finanzas/pagoSPEI.asp</small> </td> </tr> </tbody> </table>			CONCEPTOS DE PAGO		1 CONSTANC.CERTIF.DE INSCRIP.O NO INSCRIP.	179.00	<small>EVITESE RECARGOS Y SANCIONES! Pagar oportunamente nuestras contribuciones BENEFICIA A TODOS</small>		<small>CONSULTAS Y ACLARACIONES "SERVICIO AL CONTRIBUYENTE" COLIMA 31-209-95 31-440-47 31-402-70</small>		<small>VILLA DE ALVAREZ 39-651-93 TECOMAN 32-402-40 MANZANILLO 33-205-54 Lada sin costo 01-800 - 22-147-55</small>		<small>Estimado contribuyente, si deseas realizar tu pago vía transferencia bancaria o SPEI, imprime el presente documento y sigue los pasos indicados en la siguiente liga: https://www.finanzas.col.gob.mx/finanzas/pagoSPEI.asp</small>	
CONCEPTOS DE PAGO														
1 CONSTANC.CERTIF.DE INSCRIP.O NO INSCRIP.	179.00													
<small>EVITESE RECARGOS Y SANCIONES! Pagar oportunamente nuestras contribuciones BENEFICIA A TODOS</small>														
<small>CONSULTAS Y ACLARACIONES "SERVICIO AL CONTRIBUYENTE" COLIMA 31-209-95 31-440-47 31-402-70</small>														
<small>VILLA DE ALVAREZ 39-651-93 TECOMAN 32-402-40 MANZANILLO 33-205-54 Lada sin costo 01-800 - 22-147-55</small>														
<small>Estimado contribuyente, si deseas realizar tu pago vía transferencia bancaria o SPEI, imprime el presente documento y sigue los pasos indicados en la siguiente liga: https://www.finanzas.col.gob.mx/finanzas/pagoSPEI.asp</small>														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>REFERENCIAS BANCARIAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LINEA: 02150307290530891263 IMPORTE: \$179.00</td> </tr> </tbody> </table>			REFERENCIAS BANCARIAS	LINEA: 02150307290530891263 IMPORTE: \$179.00										
REFERENCIAS BANCARIAS														
LINEA: 02150307290530891263 IMPORTE: \$179.00														

Ilustración 7. Formato de la orden de pago.

Fuente: SIASEC, Gobierno del estado de Colima.

La ilustración 8 “Función FirmaSAT”, muestra un fragmento del código necesario consumir el servicio web que permite obtener la secuencia y la firma, valores únicos que identifican toda la información que ha sido firmada electrónicamente con las credenciales SAT. En el método se observa que se reciben tres parámetros, el primero es un XML y contiene información relacionada a la búsqueda (nombre, CURP, el dictamen, fecha de la consulta, el consecutivo de catastro y folio de la orden de pago).

El segundo y el tercer parámetro son cadenas de texto; tipo de documento a firmar y CURP respectivamente. Como parte de los resultados esperados, el valor “firma” consiste en la cadena de caracteres alfanuméricos y el valor “secuencia” consiste en una clave numérica, que en conjunto con el dato validador (CURP) y año de cuando se firmó, hacen posible la validación electrónica del documento o archivo.

```

function FirmaSAT($xml,$tipodoc,$DatoValidador){
    $curl = curl_init();
    $xml=urlencode($xml);
    $xml=str_replace("+","%20",$xml);

    $POST="idDocumento=".$tipodoc;
    $POST.="$xml";
    $POST.="$validator=".$DatoValidador;
    $Length=strlen($POST);

    curl_setopt_array($curl, array(
        CURLOPT_RETURNTRANSFER => true,
        CURLOPT_ENCODING => "",
        CURLOPT_MAXREDIRS => 10,
        CURLOPT_TIMEOUT => 30,
        CURLOPT_HTTP_VERSION => CURL_HTTP_VERSION_1_1,
        CURLOPT_CUSTOMREQUEST => "POST",
        CURLOPT_POSTFIELDS => $POST
    ));

    $response = curl_exec($curl);
    $err = curl_error($curl);
    curl_close($curl);

    if ($err) {
        $Data=array(
            'Exito'=>0,'Mensaje'=>$err
        );
        echo json_encode($Data);
    } else {
        $Arr=json_decode($response,true);
        if($Arr['REST_Service'][['Status_response']]!= 'EXITO'){
            $Data=array(
                'Exito'=>0,'Mensaje'=>$Arr['REST_Service'][['Message']]
            );
            return $Data;
        }else{
            $Data=array(
                'Exito'=>1,
                'Secuencia'=>$Arr['Response'][['Sign']][['secuencia']],
                'Sign'=>$Arr['Response'][['Sign']][['firma']]
            );
        }
    }
}

```

Ilustración 8. Función FirmaSAT.

Fuente: elaboración propia.

La ilustración 9 “Constancia de no propiedad con firma electrónica” es el producto que el ciudadano recibe por parte de la DC, en la parte superior se muestra la información que permite identificar y validar al documento; año, número de secuencia y dato validador, número de oficio, asunto y quien certifica.

En la parte central, detalla el nombre de quien se realizó la búsqueda, la CURP que se proporcionó y el dictamen de la existencia de bienes inmuebles. En la parte inferior, se muestra la firma electrónica, sitio de validación, nombre y cargo de quien suscribe.



INSTITUTO PARA EL REGISTRO DEL TERRITORIO
DEL ESTADO DE COLIMA

Número de Oficio: **0002028**

AÑO: **2021**

SECUENCIA: **493025**

DATO VALIDADOR: **ROLV920101HCMMRC03**

ASUNTO: CERTIFICACIÓN

A QUIEN CORRESPONDA:

La Dirección de Catastro

CERTIFICA:

Que habiéndose realizado la búsqueda de inscripciones de propiedad en la Base de Datos de esta Dirección de Catastro en esta entidad, **NO** se encontró registro de inscripción a nombre de él(la) **C. ROMERO LARIOS VICTOR MANUEL** con CURP **ROLV920101HCMMRC03**.

Se extiende el presente certificado a solicitud de él(la) interesado(a) en la Ciudad de Colima, Capital del Estado de Colima, a los 14 días del mes de Abril del 2021.

ATENTAMENTE
SUFRAGIO EFECTIVO. NO REELECCION

FIRMA ELECTRÓNICA

```
blvfthET+qV4q5y+DhkflzShUQukeznEdT8SJr0l/gayTwVB5E+gDq3st+/pBit/eOdmfqaywnx5UDLStHse
3k6G+vhAx2N5xWY4k1IStn/WlwthjsQB5DW2Ch/x4Oj83DDZHA35WCN4tdszBStoIA1N8wqj2GYams
tY/6dMYDjc9lqN4rHmCyHeVavjtgy9wQQ2v9RXuyJvLrzjv6O0d/yVTTC6cnECdZn+V+57ysUxovjlyS63G
5LidiCDflrLveM1oDqwyj5lp3nTxabWU3WG5yKat26KK/EmlrkFrYHQXlgTu/Cmq3hLn3IJzcKj1O2z+RS3t
xc8PvLA==
```

Ing. Francisco Manuel Sánchez Hurtado
DIRECTOR DE CATASTRO

2021, Año de Griselda Álvarez Ponce de León

Página para validar documento: <http://firet.col.gob.mx>

DIRECCIÓN DE CATASTRO

Palacios Legislativo y de Justicia, Calzada Pedro A. Galván, S/N, Zona Centro.
Teléfono: (312) 31 4 54 53. Página WEB: <http://www.catastroestado.col.gob.mx>

Ilustración 9. Constancia de no propiedad con firma electrónica.

Fuente: SIASEC, Gobierno del estado de Colima.

Por otra parte, SIASEC no afectó el presupuesto de la DC, fue desarrollado con herramientas de código abierto y gratuito. El proyecto fue alojado en los servidores del IRTEC para la disponibilidad local, es compatible con los principales navegadores web y no necesita instalación ni compilación, por tanto, es posible acceder desde dispositivos móviles o computadoras portátiles.

En la operación y disponibilidad, se aumentó el número de usuarios en comparación del SIC, donde solo existía una sesión por computadora. Actualmente un usuario puede iniciar sesión desde cualquier navegador web, y mantener una o más sesiones abiertas temporalmente. En la práctica, el servidor web será el responsable de recibir y dar respuesta a las peticiones, así como determinar el número máximo de clientes activos.

Para la DC, SIASEC estableció los lineamientos de arquitectura y desarrollo, se dispone de las clases y métodos que permiten firmar electrónicamente, generar órdenes de pago e interoperar con servicios web de otras dependencias. Los servicios web implementados son externos y el tiempo de respuesta varía de acuerdo al servicio de internet del cliente, cantidad de peticiones y velocidad de internet disponible en el servidor web, el tiempo promedio oscila entre uno y tres segundos.

La “Constancia de no propiedad” como caso de prueba, ya no requiere del turnado y rúbrica del director, además, mantiene un registro propio de las órdenes de pago emitidas directamente desde ventanilla, comprueba en tiempo real la acreditación de pagos, permite asignar y realizar una o más búsquedas en una misma solicitud; cada uno de los nombres que se proporcionen representa una constancia individual, los archivos se pueden generar una vez acreditado el pago en la SEPLAFIN. Por otra parte, SIASEC muestra al usuario Operativo el detalle, el historial de estatus y turnados de una solicitud y puede utilizar la CURP como instrumento de búsqueda, la información como apellidos y nombre se obtienen desde RENAPO.

También, la “Constancia de no propiedad” permitió que el ciudadano solo requiera acreditar el pago, ahora la solicitud, búsqueda, generación, firma y entrega se realiza desde ventanilla, evitando la necesidad

de acudir a otra instancia para generar la orden de pago o tener que buscar un Kiosco de Gobierno, situaciones que generan pérdida de tiempo. Acudiendo a ventanilla, el interesado puede recibir más información y detalle al ser la DC quienes resguardan y concentran todos los movimientos catastrales.

4. CONCLUSIONES

Con la puesta en producción y operación del SIASEC, la DC reduce la brecha digital que mantenía, impulsa la Agenda Digital Colima y el modelo de gobierno electrónico, aprovecha la infraestructura, recursos y servicios ya desarrollados por otras dependencias, permitiendo generar desde ventanilla la “Constancia de no propiedad” con firma electrónica.

La firma electrónica brindó un valor agregado al documento, pues la constancia con firma electrónica equipara la validez de la firma autógrafo del director, impactando en una reducción de tiempos y costos para la ciudadanía; además con la posibilidad de verificar la autenticidad por parte de un tercero, al visitar el sitio de validación.

SIASEC cumplió con los requisitos funcionales y no funcionales, con el objetivo y alcance, la DC dispone de una solución tecnológica escalable, web, compatible con la infraestructura actual del IRTEC y de bajo costo.

En el corto plazo, SIASEC podrá integrar nuevos componentes, migrar procesos, trámites o servicios al modelo electrónico. En el mediano plazo, se podrían desarrollar y habilitar nuevos servicios web para el acceso desde Kioscos de Gobierno y portales web. Como sugerencia, se podría actualizar el portal de la DC orientado a la guía de estilo descrita en el manual de identidad de Gobierno del Estado, haciendo posible ofrecer a la ciudadanía contenido actualizado y relevante, con un diseño apegado al resto de dependencias y compatible para la visualización desde cualquier dispositivo móvil u ordenador.

AGRADECIMIENTOS

En especial al CONACYT por mantener el Programa Nacional de Posgrado de Calidad e incentivar la formación en maestrías y doctorados, mediante el programa de Becas Nacionales; a los docentes de la División de Estudios de Posgrado del Tecnológico Nacional de México campus Colima por el compromiso, apoyo, compañía y conocimiento que me ha sido compartido a lo largo de mi estadía, a mi familia por brindarme la energía y aliento para continuar mi preparación profesional y crecimiento personal; a la Dirección de Catastro del Estado de Colima, por brindar la oportunidad y confianza de trabajar en el SIASEC.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ambler, S. W.** (2005). *The Agile Unified Process (AUP) Home Page*. (Ambysoft Inc.) <http://www.ambisoft.com/unifiedprocess/agileUP.html>
- Avila, D.** (2014). El uso de las TICs en el entorno de la nueva gestión pública mexicana. *Andamios*, 11(24), 263-288.
- Ceballos, Y., y Capó, L.** (2018). El futuro del Catastro Urbano: 3D y más allá. *Revista Planificación Física Cuba* (26).
- Gobierno del Estado Libre y Soberano de Colima.** (s.f.). *¿Qué es la Dirección de Catastro?* (C. Colima, Productor). <http://www.catastroestado.col.gob.mx/quienes.php>
- Gobierno del Estado de Colima.** (s.f.). *¿Qué es la Agenda Digital?* <https://www.col.gob.mx/Agenda-Digital/>
- Gobierno del Estado de Zacatecas.** (2019, 21 de julio). *Noticias*. (G. d. Zacatecas, Productor). <https://www.zacatecas.gob.mx/se-consolida-sistema-de-gestion-catastral-de-zacatecas-como-herramienta-tecnologica-de-alto-nivel/>

Hernández, A., Chávez, R. E., Benavides, J. R., y Figueroa, P. E. (2019, 14 de junio). Reingeniería del sistema de seguimiento de demandas del Tribunal de Justicia Administrativo. *3C Tecnología*, 8(2), 12-35.

INEGI. (2015). *La situación del catastro en los Estados Unidos Mexicanos*. México.

Instituto Catastral del Estado de Hidalgo. (s.f.). *La importancia de la valuación catastral*. <http://catas-tro.hidalgo.gob.mx/descargables/Cultura%20Catasral/LA%20IMPORTANCIA%20DE%20LA%20VALUACION%20CATASTRAL.pdf>

Instituto de Acceso a la Información Pública del Distrito Federal. (2010). http://www.infodf.org.mx/innovaciones/transparencia/2010/2010_04_SEFIN_CedulaProyecto.pdf

Reyes-Bueno, F., Miranda, D., y Crecente Maseda, R. (2008). Catastro. *Revista de la Red de Expertos Iberoamericanos en Catastro*(3).

Rivas, C. I., Corona, V. P., Gutiérrez, J. F., y Hernández, L. (Diciembre de 2015). Metodologías actuales de desarrollo de software. *Tecnología e Innovación*, 2(5), 980-986.

Samuel Kelly, F., Salas Rosette, F., y Arencibia Cabrera, L. (2007). Desarrollo de un Sistema Informativo para el Catastro Nacional en Cuba con interés multifinalitario. *Mapping* (117), 74-77.

/04/

UTILIZACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS PARA AUMENTAR LA VELOCIDAD DEL DOBLE PICADO EN EL CLARINETE

USE OF TECHNOLOGIES TO INCREASE THE SPEED OF THE DOUBLE TONGUING IN THE CLARINET

Isabel Marín Conesa

Profesora de Flauta Travesera en Unión Musical San Pedro y profesora de Flauta Travesera y Jardín Musical en Unión Musical Torrevejense. Departamento de Arte: Producción e Investigación. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, (España).
E-mail: isabelmcf.13@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0414-8865>

María Belén Marín Conesa

Traductora e Intérprete de inglés y alemán. Máster en Creación Digital por la Universidad Católica San Vicente Mártir de Valencia, España. Departamento de Traducción e Interpretación. Universidad de Murcia. Murcia, (España).
E-mail: belenmarinconesa@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9433-5228>

Ester Marín Conesa

Médico especialista en H.C.U. Reina Sofía y en el H.C.U. Virgen de la Arrixaca, España. Licenciada en Medicina en la Universidad de Murcia, España. Departamento de Neurología. Universidad de Murcia. Murcia, (España).
E-mail: estermarinconesa@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3934-548X>

María Belén Conesa Ferrer

Matrona en Hospital Universitario de Torrevieja, España. Profesora asociada de la Universidad de Murcia, España.
Departamento de Enfermería. Universidad de Murcia. Murcia, (España).
E-mail: mb.conesaferre@um.es ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2970-8358>

Recepción: 10/08/2021 **Aceptación:** 20/10/2021 **Publicación:** 29/03/2022

Citación sugerida:

Marín Conesa, I., Marín Conesa, M. B., Marín Conesa, E. y Conesa Ferrer, M.B. (2022). Utilización de las tecnologías para aumentar la velocidad del doble picado en el clarinete. *3C TIC. Cuadernos de desarrollo aplicados a las TIC*, 11(1), 101-131. <https://doi.org/10.17993/3ctic.2022.111.101-131>

RESUMEN

En el clarinete, la interpretación del doble picado resulta compleja especialmente a altas velocidades. El objetivo es utilizar las TIC para medir la mejora de la velocidad del doble picado en este instrumento. Se realiza una prueba piloto con 13 participantes con el Título de Enseñanzas Profesionales de Clarinete. Se grabaron 2 ejercicios en dos ocasiones. La primera grabación pretendía medir la velocidad máxima a la que los participantes interpretaban los ejercicios con doble picado. Posteriormente, se facilitaron 29 piezas durante 8 semanas. Finalmente, se realizó una última grabación para observar si existía mejoría. Las herramientas tecnológicas utilizadas fueron *ZyMi* (para las grabaciones y el estudio), *Audacity* (para realizar las grabaciones), *Sibelius7* (para escribir ejercicios) y *Sonic Visualiser* (para asegurar la calidad de la técnica). Las velocidades iniciales fueron bastante bajas puesto que a un *tempo* mayor se perdía calidad en la técnica. En cambio, en la última grabación, 5 de los participantes habían dobrado las velocidades y 4 las triplicaron. Además, los Participantes 3 y 5 aumentaron tres veces la velocidad en el primero de los ejercicios y ladoblaron en el segundo. Por su parte, el Participante 13 aumentó desde negra igual a 13 hasta negra igual a 105 en el primer ejercicio y hasta 85 en el segundo con apenas unas semanas de estudio. Se puede concluir que el uso de las TIC ayudó a los participantes a aumentar la velocidad sin errores de ejecución. Además, mejoraron en estabilidad el *tempo* al utilizar *ZyMi* desde velocidades bajas.

PALABRAS CLAVE

Clarinete, Doble Picado, Articulación, Tecnologías, Metrónomo, Velocidad.

ABSTRACT

On clarinet, the interpretation of the double tonguing is complex, especially at high speeds. The objective is to use ICT to measure the improvement of the speed of the double tonguing on clarinet. A pilot test is carried out with 13 participants with the Title of Professional Clarinet Teaching. 2 exercises were recorded on two occasions. The first recording was intended to measure the maximum speed at which the participants performed the double tonguing exercises. Subsequently, 29 pieces were provided for 8 weeks. Finally, a last recording was made to see if there was improvement. The technological tools used were ZyMi (for the recordings and the study), Audacity (to make the recordings), Sibelius7 (to write exercises) and Sonic Visualiser (to ensure the quality of the technique). The initial speeds were quite low since at a higher tempo the quality of the technique was lost. On the other hand, in the last recording, 5 of the participants had doubled the speeds and 4 tripled them. In addition, participants 3 and 5 increased the speed three times in the first exercise and doubled it on second. For its part, participant 13 increased from black equal to 13 to black equal to 105 in the first exercise and up to 85 in the second with just a few weeks of study. It can be concluded that the use of ICT helped the participants to increase the speed without execution errors. In addition, they improved in tempo stability when using ZyMi from slow speeds.

KEYWORDS

Clarinet, Double Tonguing, Articulation, Technologies, Metronome, Velocity.

1. INTRODUCCIÓN

La técnica linguo-gutural, más conocida como doble y triple picado, es un recurso utilizado por diversos instrumentistas de viento para facilitar la interpretación de los pasajes de notas articuladas que deben ejecutarse a gran velocidad. Esta técnica permite superar la velocidad de articulación que se puede alcanzar utilizando el picado simple. Este último consiste en articular utilizando movimientos o golpes de lengua detrás de los dientes, en los labios o directamente sobre la caña, dependiendo del tipo de instrumento de viento.

El picado simple se lleva a cabo emitiendo las notas articuladas mediante la sílaba “TA” (o con cualquiera de las demás vocales), para conseguir una articulación clara y precisa, o “DA”, para interpretar un pasaje más delicado y con un carácter menos acentuado. El doble picado, por el contrario, se consigue mediante la combinación de un golpe de lengua (“TA” o “DA”) y un movimiento rápido o golpe de la garganta (con la sílaba “KA” o “GA” en función del resultado sonoro que se pretenda conseguir).

Sin embargo, pese a las posibilidades técnicas que ofrecen el doble picado, algunos intérpretes de instrumentos como el saxofón o el clarinete no suelen hacer uso de ella. Popularmente se justifica este hecho por la imposibilidad que supone a muchos de ellos ponerla en práctica al tener una parte del instrumento en la boca o a la falta de repertorio en la que aplicarla puesto que consideran “suficiente” el uso del picado simple (Pérez, 2016).

Respecto a la primera afirmación, Spring (1989) explica que el doble picado se consideraba un recurso de virtuosos, pero que la mentalidad está cambiando paulatinamente. Sin embargo, en cuanto al registro sobreagudo, asegura que no pueden hacerlo más que intérpretes muy resueltos y avanzados técnicamente. Por el contrario, Fobes (2000) considera que cualquier clarinetista puede aprender la técnica del doble picado con el debido estudio de esta. Este autor realizó su estudio con el fin de abrir una nueva perspectiva de posibilidades técnicas y musicales para aquellos clarinetistas que no poseen un picado simple sorprendentemente fugaz, entre los cuales se incluye (2000).

Baines y Boult también hacen alusión a la técnica del doble picado en su libro *Woodwind Instruments and Their History* (1967). En él se explica que, para los instrumentos de caña, el golpe “K”, al no estar en contacto con la caña, da lugar a un ataque menos claro que con la “T”. Sin embargo, también confirman que, con práctica, ambas sílabas se pueden igualar perfectamente y que cientos de oboístas, clarinetistas y fagotistas usan la combinación “T-K-T” para pasajes rápidos (Baines & Boult, 1967).

El Dr. Raasakka es conocido por ser especialista en el repertorio de música contemporánea para clarinete. En su libro *Exploring The Clarinet: A Guide To Clarinet Technique And Finnish Clarinet Music* (2010) explica que en el repertorio tradicional clarinetístico aparecen pasajes articulados que, de ser realizados con picado simple, se requeriría una velocidad sobrehumana para interpretarlos. Además, añade que, en la mayoría de los casos, llegar a esta velocidad es muy complicado por lo que se recurre a la introducción de ligaduras (Raasakka, 2010; Pérez, 2016).

Muchos autores coinciden en que el doble picado solamente debería utilizarse en aquellos casos en los que la velocidad de las notas picadas sea superior a la permitida por el picado simple del clarinetista en cuestión. Esta varía en función de la longitud y características del pasaje a interpretar y, claramente, de las habilidades del instrumentista. Thomas considera que su articulación de picado simple es muy rápida e indica que si se trata de un pasaje largo (más de dos compases aproximadamente), su velocidad máxima sería alrededor de cuatro semicorcheas picadas de 120 a 126 la negra. Esto se debe a que, cuanto más tiempo seguido se utiliza el picado simple, la lengua se va tensando paulatinamente y va perdiendo velocidad. Si, por el contrario, se trata de un pasaje breve, la velocidad puede ser ligeramente superior: negra igual a 132 aproximadamente (Sparnaay, 2011; Thomas, 2008). Por tanto, si, por ejemplo, se tratase de un fragmento corto con tresillos de corcheas, podrían articularse alrededor de 176 la negra, y si fuese un pasaje más largo sería sobre 160.

Para finalizar, cada vez son más los estudios que utilizan las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) para desarrollar aspectos de ramas del saber muy diversas entre sí. Un ejemplo sería el estudio realizado por McCue (2020) en el que se ha utilizado la señalización rítmica auditiva (ARC)

para proporcionar retroalimentación auditiva en el hogar y la comunidad a supervivientes de accidentes cerebrovasculares demostrando mejorar parámetros de la marcha y el equilibrio tras el accidente. En el ámbito educativo se puede hablar del estudio de Johnson (2018). Mediante el uso de encuestas y grabaciones se concluyó que un 88,6% de los estudiantes afirmaron practicar mejor sus partes utilizando las partituras junto a las grabaciones. En general, los estudiantes se mostraron con actitudes positivas respecto al uso de la tecnología de forma regular.

Por ello, viendo las prestaciones de las TIC en otros estudios y la situación actual acerca del doble picado en el clarinete, el objetivo de esta investigación es demostrar que la técnica puede interpretarse a altas velocidades en este instrumento gracias a las TIC.

2. METODOLOGÍA

En primer lugar, se ha llevado a cabo una búsqueda exhaustiva en diferentes Bases de Datos (*Dialnet*, All Music, JSTOR y ProQuest), Bibliotecas electrónicas (IMSLP y Scielo) y el Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica de Valencia (RiuNet). El objetivo de dicha búsqueda ha sido localizar bibliografía específica sobre el uso y funcionamiento de la técnica del doble picado en instrumentos de caña, principalmente en el clarinete.

Posteriormente, se han buscado métodos y libros específicos de clarinete sobre el estudio del doble picado en dicho instrumento. A continuación, se ha realizado una revisión de algunos de los métodos más característicos de flauta y trompeta acerca del estudio de esta técnica.

Finalmente, se ha realizado una prueba piloto mediante un muestreo no probabilístico, a través de un muestreo por redes o bola de nieve obteniendo un total de 13 participantes que poseen, como mínimo, el Título de Enseñanzas Profesionales de Música.

La prueba piloto ha comenzado con una prueba inicial a los sujetos formada por 2 ejercicios para evaluar la velocidad máxima a la que los participantes podían desempeñar el doble picado con calidad.

El periodo de estudio comenzó el 23 de abril y finalizó el 17 de junio de 2018 en el que se han proporcionado a los participantes en la prueba piloto enlaces a vídeos y los 29 ejercicios con explicaciones sobre su estudio para ayudarles a iniciarse en el desempeño de la técnica. Además, se les ha proporcionado una tabla donde anotar semanalmente distintos campos. Estos 29 ejercicios han estado inspirados en la bibliografía consultada, principalmente en los métodos de flauta traversera *Teke Tekete* de Isabelle Ory (s.f.); *17 Exercices Journaliers de Mecanisme pour Flûte Traversière* de Paul Taffanel y Philippe Gaubert (1957); y *Método para flauta, Vol. 3* de Henry Altés (1992) y en *Complete Conservatory Method for Trumpet* de Jean-Baptiste Arban de trompeta (1936). Todos los ejercicios han sido adaptados al clarinete según las indicaciones extraídas de la bibliografía sobre la técnica y han sido transcritas mediante el editor de partituras *Sibelius7* (Valdivia, 2019).

Se ha realizado un seguimiento transecuencial consistente en la grabación de 2 ejercicios comunes en diversas aulas del Conservatorio Superior de Música “Manuel Massotti Littel” y del Conservatorio de Música de Murcia. Para las grabaciones se ha utilizado el programa *Audacity*. Además, durante las grabaciones se comprobó la calidad de la técnica analizando los espectrogramas de los audios en el programa *Sonic Visualiser*. En la última grabación, se ha grabado a los participantes un nuevo ejercicio ejecutado tanto con doble picado como con picado simple para comparar las velocidades de ambas técnicas con posterioridad.

Para conseguir un buen resultado del estudio de la técnica, así como para las grabaciones, se ha utilizado como instrumento de medición de la velocidad de los diversos ejercicios el *software* gratuito *ZyMi*.

Finalmente, una vez analizados los resultados del presente estudio se han contrastado los resultados de la bibliografía consultada y se han extraído las conclusiones.

3. RESULTADOS

3.1. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Las características sociodemográficas de la muestra recogida pueden encontrarse en la Tabla 1. En lo referente a la edad, un 84,6% de los participantes son menores de 30 años, mientras el 15,4% restante (los participantes 4 y 6) son mayores de 30 años. Con respecto al sexo de estos, se puede apreciar que el mayor porcentaje de participantes son hombres, concretamente el 61,5%, y solamente un 38,5% son mujeres.

Tabla 1. Características sociodemográficas de los 13 participantes en la prueba piloto.

Participantes	Edad	Sexo	Nivel educativo
Part. 1	22	Hombre	Cursando 4º de Grado Superior
Part. 2	21	Hombre	Cursando 3º de Grado Superior
Part. 3	29	Hombre	Posee el Título de Grado Superior
Part. 4	42	Hombre	Posee el Título de Grado Profesional
Part. 5	24	Hombre	Posee el Título de Grado Superior
Part. 6	33	Hombre	Cursando 3º de Grado Superior
Part. 7	25	Mujer	Posee el Título de Grado Superior
Part. 8	21	Mujer	Cursando 3º de Grado Superior
Part. 9	20	Hombre	Cursando 2º de Grado Superior
Part. 10	26	Mujer	Posee el Título de Grado Superior
Part. 11	23	Mujer	Posee el Título de Grado Superior
Part. 12	25	Mujer	Cursando 4º de Grado Superior
Part. 13	21	Hombre	Posee el Título de Grado Profesional

Fuente: elaboración propia.

Por otro lado, existe gran variedad en lo relativo al nivel educativo de los participantes. Se seleccionaron clarinetistas de diversos niveles educativos con el fin de comprobar si la técnica solamente puede ser aprendida por clarinetistas que realizan o poseen los Estudios Superiores de clarinete o realmente cualquiera puede aprenderla. Por ello, un 38,46% (participantes 3, 5, 7, 10 y 11) poseen el Título de Grado Superior de clarinete; un 46,15% (participantes 1, 2, 6, 8, 9 y 12) se encuentra cursando los Estudios de Grado Superior de clarinete; y un 15,39% (participantes 4 y 13) poseen el Título de Grado Profesional.

3.2. DESCRIPCIÓN DEL TIEMPO DE ESTUDIO DEL DOBLE PICADO DE LOS PARTICIPANTES

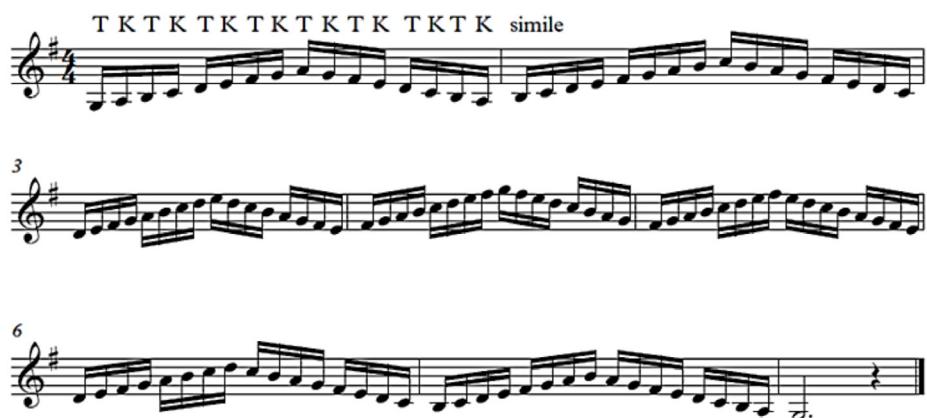
El periodo de estudio ha comprendido desde el 23 de abril de 2018 al 17 de junio del mismo año con un total de 29 ejercicios repartidos en un total de 8 semanas.

Con respecto a los ejercicios utilizados han sido extraídos y adaptados de diversos métodos de flauta y trompeta para desarrollar distintos aspectos. Algunos de los más importantes se detallan a continuación. El Ejercicio 3, cuya articulación está inspirada en el libro *The Simple Flute: From A-Z* de Michel Debost (2002) consiste en fortalecer y mejorar la articulación con la consonante “K”. Durante las dos primeras semanas, la articulación del doble picado se lleva a cabo mediante las sílabas “T-K” y “D-G”. La combinación “D-G” (de ejecución más suave que la combinación “T-K”) se utiliza solamente durante las dos primeras semanas para iniciar a los participantes en el control del golpe de la garganta disminuyendo las posibles lesiones iniciales en la misma. La dificultad de los ejercicios aumenta con el transcurso de las semanas de forma progresiva. Los primeros ocho ejercicios son técnicamente sencillos. En ellos, se realiza una misma nota varias veces seguidas con doble picado. Posteriormente, según las indicaciones al respecto extraídas de la bibliografía, se utilizan escalas como las del Ejercicio 4 del libro de Taffanel y Gaubert (1957), como son los ejercicios 22 y 23. En la Figura 1 se puede ver un ejemplo del Ejercicio 22.

Además, se recuperan ejercicios del *Método Completo* para clarinete de A. Magnani (1946), concretamente los Ejercicios 31 y 32, ligeramente modificados.

Figura 1. Ejercicio 22 de doble picado estudiado por los participantes durante la Semana 5.

Ejercicio 22



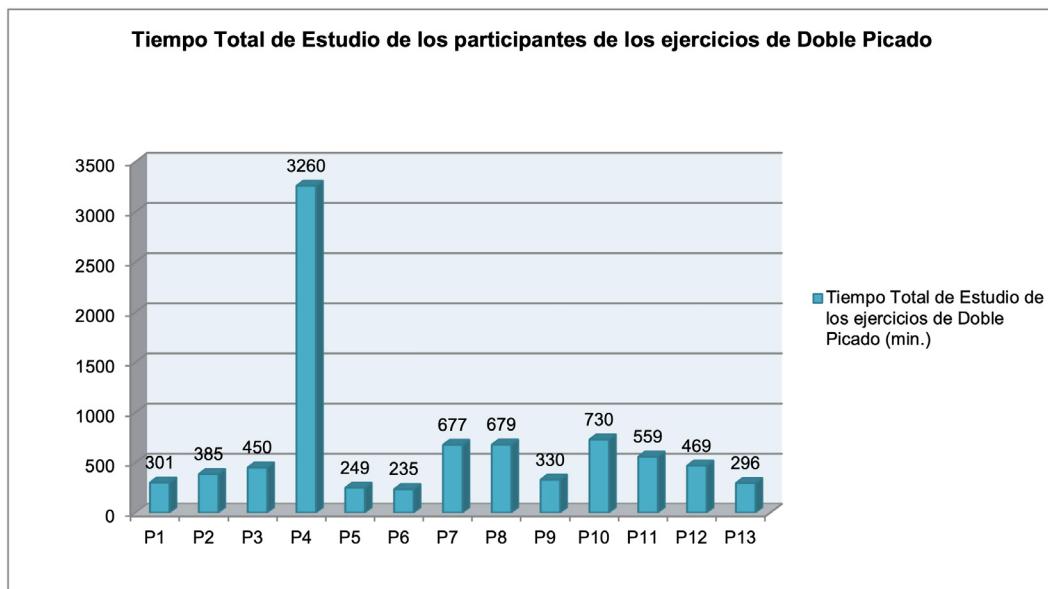
Fuente: elaboración propia.

Como se puede apreciar en el Gráfico 1, el clarinetista que más tiempo estudió doble picado fue el Participante 4. Este alcanza un total de 3260 minutos. Por otro lado, la Participante 10 sería el segundo que más tiempo dedica al estudio de la técnica, con 730 minutos y, posteriormente, los Participantes 7 y 8 (677 y 679 minutos respectivamente). Mientras, los Participantes 1, 5, 6 y 13 fueron los que menos tiempo dedicaron al doble picado (desde 235 hasta 301 minutos).

El mayor tiempo de estudio de todos los participantes se encuentra en las dos primeras semanas puesto que no eran meses cruciales para los estudiantes al no coincidir con las últimas semanas del curso académico. De hecho, la semana de menos estudio a nivel general de todos los participantes fue la Semana 8. En esta, los Participantes 1, 3, 9, 11, 12 y 13 no pudieron estudiar debido a varias causas:

Conciertos de Graduación, Trabajos Finales de Grado, exámenes finales en el conservatorio, así como por motivos de trabajo, etc.

Gráfico 1. Tiempo total de estudio de los ejercicios de doble picado de los participantes.



Fuente: elaboración propia.

3.3. EVOLUCIÓN INDIVIDUAL DE LA VELOCIDAD DEL DOBLE PICADO EN LOS PARTICIPANTES

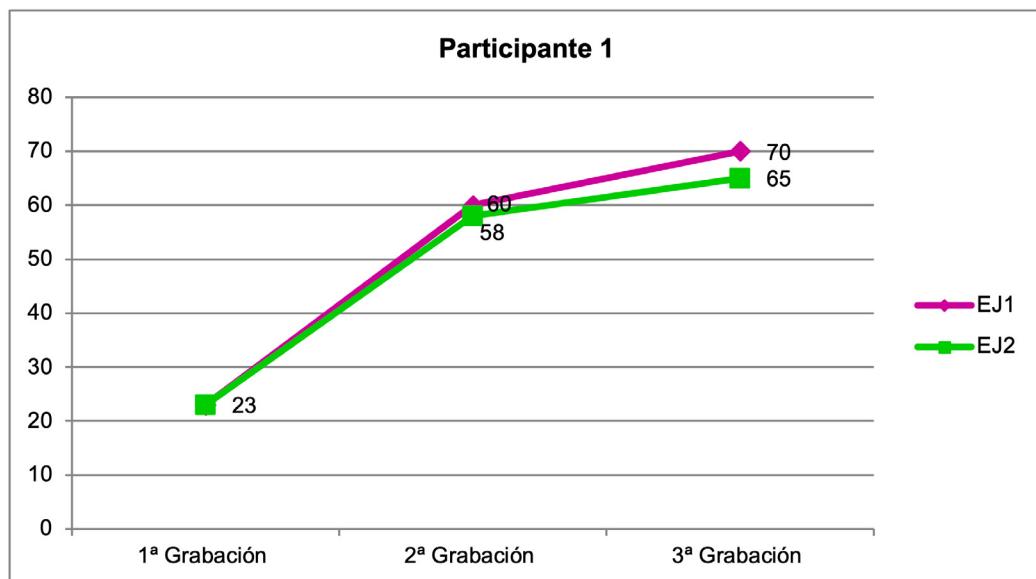
El seguimiento de los participantes ha consistido en tres grabaciones. La primera de ellas se realizó antes de proporcionar ningún ejercicio a los participantes para conocer el nivel del que partían cada uno de ellos sobre la técnica linguo-gutural. Una vez realizada la primera prueba comenzó la primera fase del estudio desde la Semana 1 a la Semana 4. Para terminar, tras la segunda grabación, comenzó la última fase del estudio (de la Semana 5 a la Semana 8) culminando el estudio con la tercera y última grabación.

- Participante 1:

Este participante dedicó mucho tiempo al estudio durante la Semana 1 pero disminuyó el tiempo de estudio progresivamente hasta la Semana 8. Por tanto, apenas dedica tiempo a estudiar doble picado. Al estar cursando 4º de Grado Superior debía emplear su tiempo en finalizar el Trabajo Final de Estudios y a preparar su Concierto de Graduación.

En lo que respecta a la evolución de la velocidad, como se puede observar en el Gráfico 2, comenzó a velocidades bastante moderadas. Se puede ver que hubo un mayor incremento de la velocidad de la primera a la segunda grabación que además coincide con el periodo de mayor estudio de este participante. En la última grabación también aumentó la velocidad en los ejercicios, aunque moderadamente.

Gráfico 2. Evolución de la velocidad del Participante 1 de los ejercicios 1 y 2 de doble picado en las tres grabaciones.

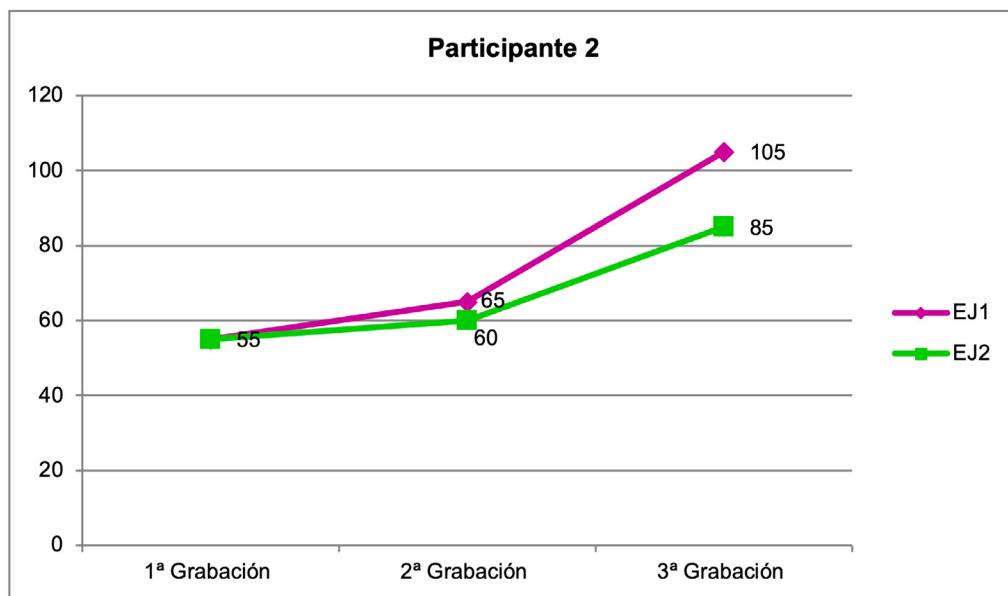


Fuente: elaboración propia.

- Participante 2:

Como se puede observar en el Gráfico 3, este participante comenzó con velocidades moderadas, aunque ligeramente superiores a las del Participante 1. En este caso, la mayor evolución de la velocidad puede encontrarse de la segunda a la tercera grabación. A diferencia con el participante anterior, en este caso no existe una relación directa entre la cantidad de tiempo estudiado y el aumento de la velocidad. El Participante 2, en la segunda fase de estudio (de la Semana 5 a la 8), dedicó menos tiempo al estudio de la técnica en comparación con la primera fase (de la primera a la segunda grabación).

Gráfico 3. Evolución de la velocidad del Participante 2 de los ejercicios 1 y 2 de doble picado en las tres grabaciones.



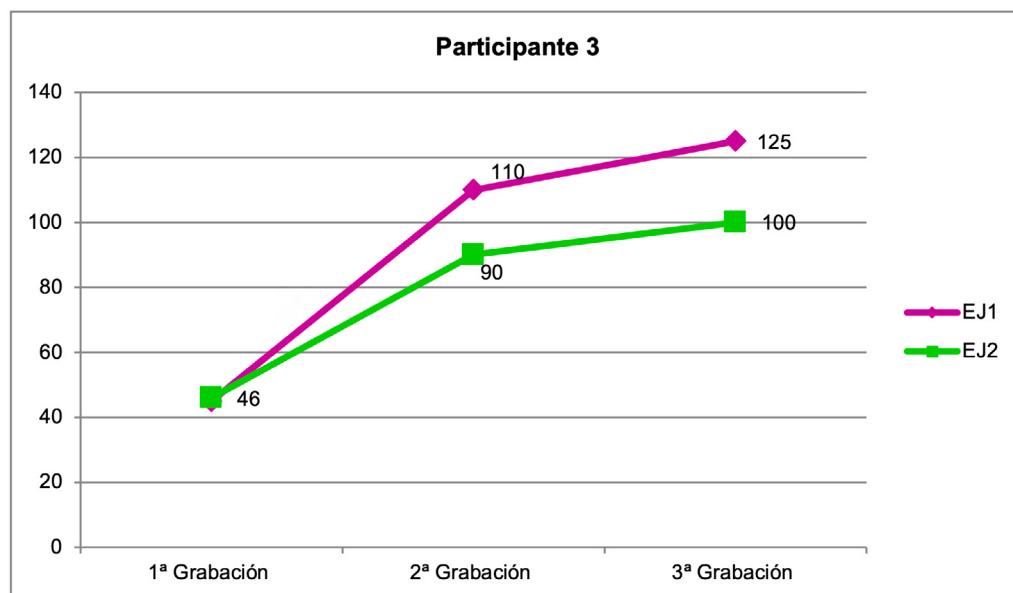
Fuente: elaboración propia.

- Participante 3:

En el Gráfico 4 se muestra una evolución acorde al tiempo de estudio de este tercer participante. Durante la primera parte del estudio (de la Semana 1 a la 4) invirtió más tiempo a estudiar la técnica lingüo-gutural que el tiempo empleado de la Semana 5 a la Semana 8.

Por ello, aunque aumenta la velocidad en ambos ejercicios en cada una de las grabaciones, hay una mayor evolución de la primera a la segunda. Aun así, este participante consiguió grandes resultados en apenas dos meses de estudio.

Gráfico 4. Evolución de la velocidad del Participante 3 de los ejercicios 1 y 2 de doble picado en las tres grabaciones.

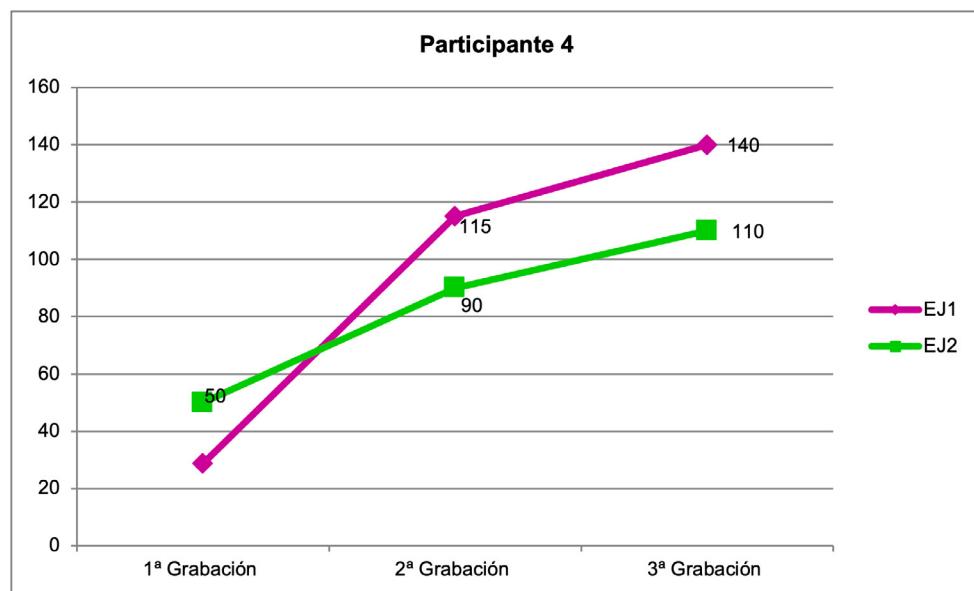


Fuente: elaboración propia.

- Participante 4:

Este participante, como se dijo en el apartado del tiempo de estudio, fue con mucha diferencia, el que más tiempo dedicó al estudio de ambas técnicas, lo que puede observarse en el gran aumento de la velocidad en las distintas grabaciones en el Gráfico 5. De nuevo, posee una evolución mayor de la primera a la segunda grabación.

Gráfico 5. Evolución de la velocidad del Participante 4 de los ejercicios 1 y 2 de doble picado en las tres grabaciones.

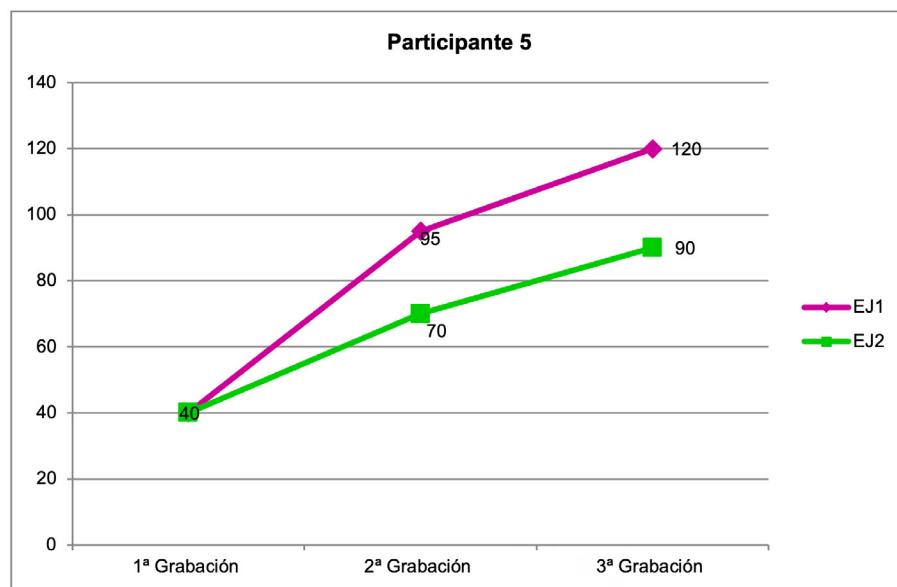


Fuente: elaboración propia.

- Participante 5:

Como se puede apreciar en el Gráfico 6, el Participante 5 mejoró de forma muy progresiva y continuada en las tres grabaciones a pesar de ser el segundo participante que menos tiempo dedicó al estudio de la técnica linguo-gutural. Inició la técnica a velocidades también moderadas y las aumentó considerablemente en muy poco tiempo de estudio.

Gráfico 6. Evolución de la velocidad del Participante 5 de los ejercicios 1 y 2 de doble picado en las tres grabaciones.



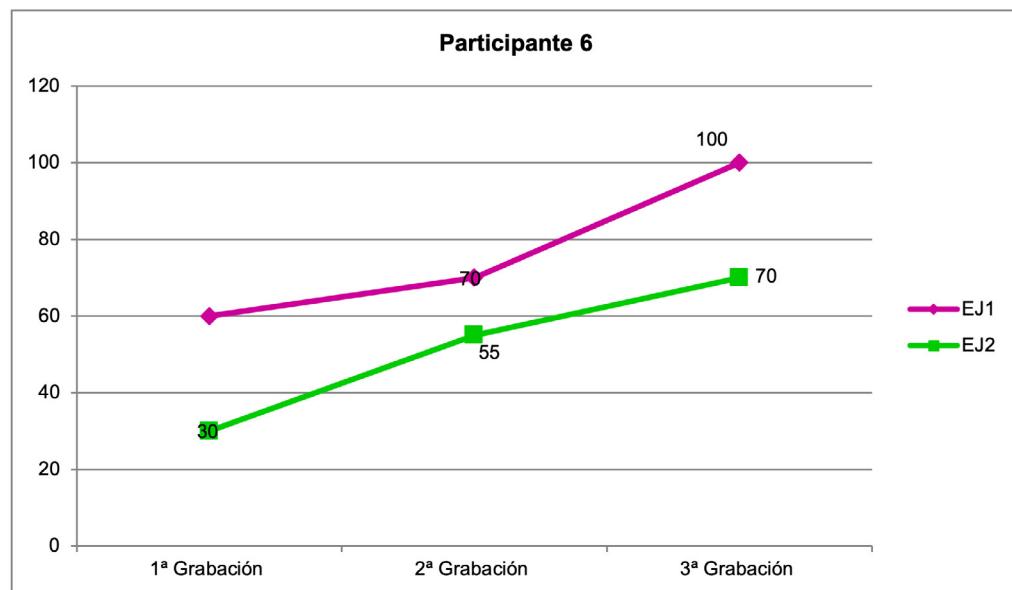
Fuente: elaboración propia.

- Participante 6:

En el caso del Participante 6 hubo una evolución distinta respecto a un ejercicio u otro de doble picado. En el Ejercicio 1, desde la primera a la segunda grabación apenas sí aumentó la velocidad (tan sólo 10 puntos del metrónomo). En cambio, desde la segunda a la tercera grabación, el participante aumentó el tempo desde 70 hasta 100. Por tanto, obtuvo una mayor evolución de la velocidad en la segunda fase.

En cambio, en el Ejercicio 2 comenzó a una velocidad muy baja en la primera grabación, tan sólo de 30. En la segunda grabación de este ejercicio logró aumentar el *tempo* hasta 55. Sin embargo, desde esta grabación a la última apenas subió 15 puntos de metrónomo.

Gráfico 7. Evolución de la velocidad del Participante 6 de los ejercicios 1 y 2 de doble picado en las tres grabaciones.

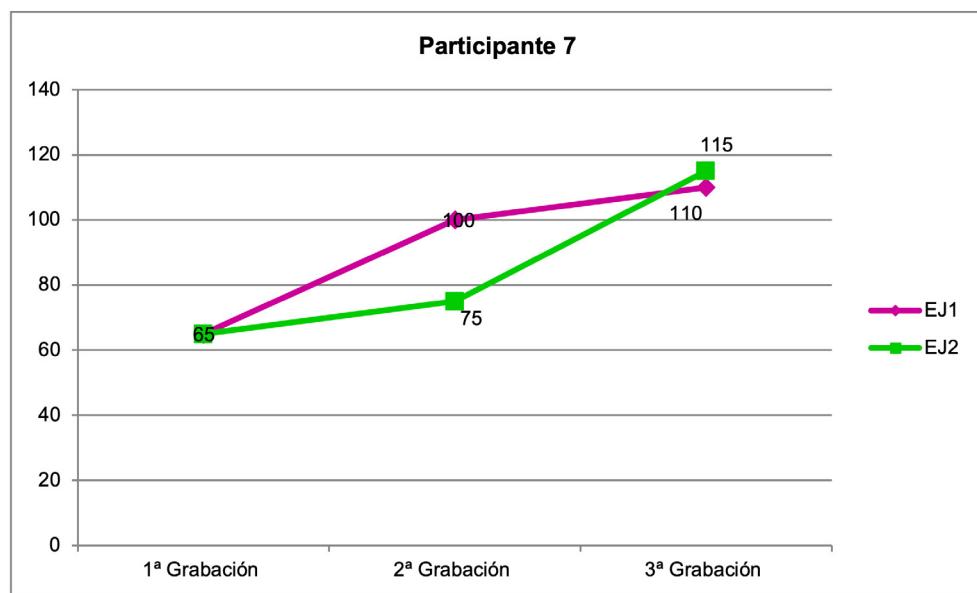


Fuente: elaboración propia.

- Participante 7:

En lo relativo a la evolución de la velocidad de este participante podemos encontrar similitudes con el Participante 6. Comenzó de nuevo a velocidades bastante altas respecto a otros participantes, pero experimentó mayor evolución de la primera a la segunda grabación en el Ejercicio 1 y de la segunda a la tercera en el Ejercicio 2.

Gráfico 8. Evolución de la velocidad del Participante 7 de los ejercicios 1 y 2 de doble picado en las tres grabaciones.

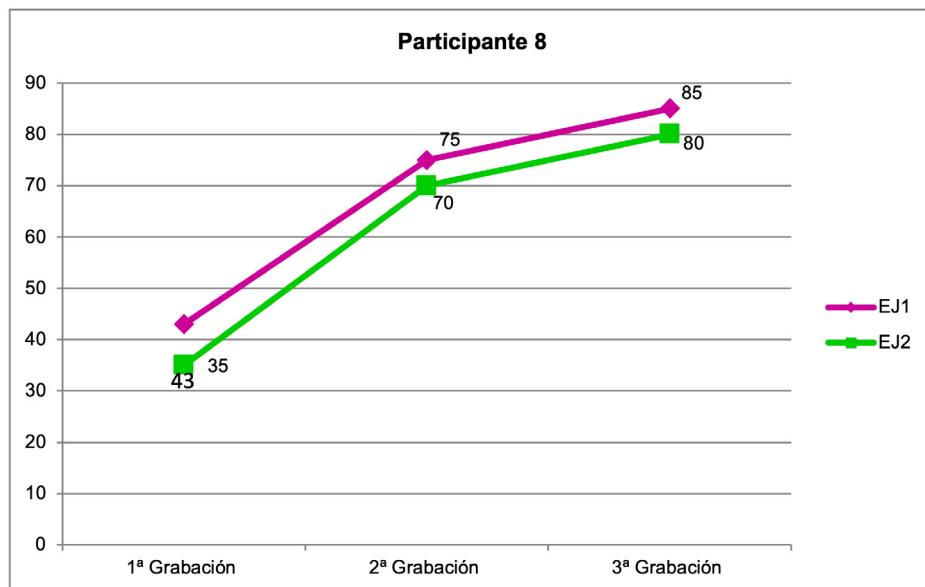


Fuente: elaboración propia.

- Participante 8:

Se puede apreciar en el Gráfico 9 que la Participante 8 obtuvo un mayor crecimiento desde la primera a la segunda grabación, coincidiendo con el periodo de más estudio de la participante.

Gráfico 9. Evolución de la velocidad del Participante 8 de los ejercicios 1 y 2 de doble picado en las tres grabaciones.

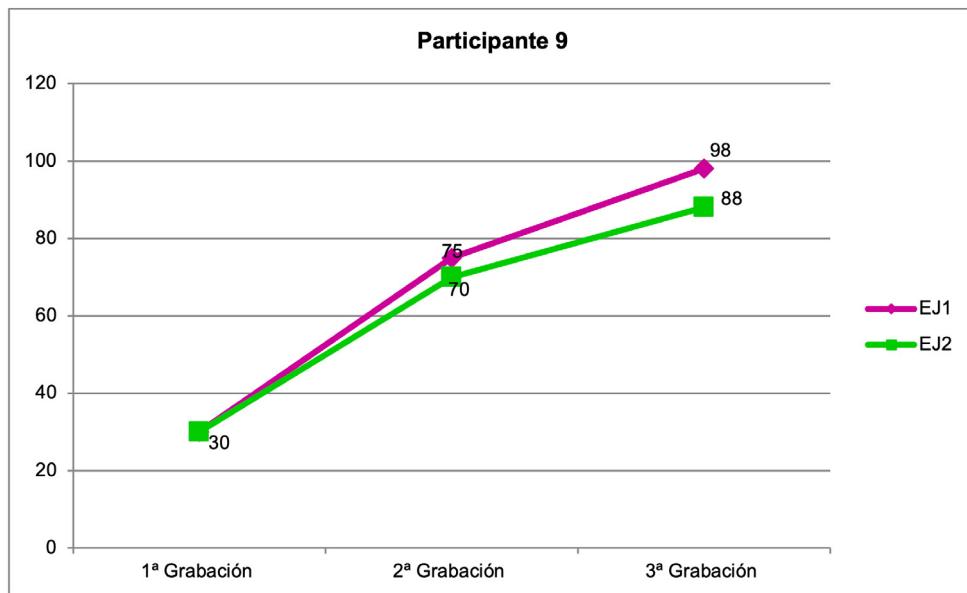


Fuente: elaboración propia.

- Participante 9:

Como se puede ver en el Gráfico 10, el Participante 8 también logró aumentar la velocidad del doble picado y, cabe destacar, que con gran calidad (desde 30 en la primera grabación a 88 y 98 en la última).

Gráfico 10. Evolución de la velocidad del Participante 9 de los ejercicios 1 y 2 de doble picado en las tres grabaciones.

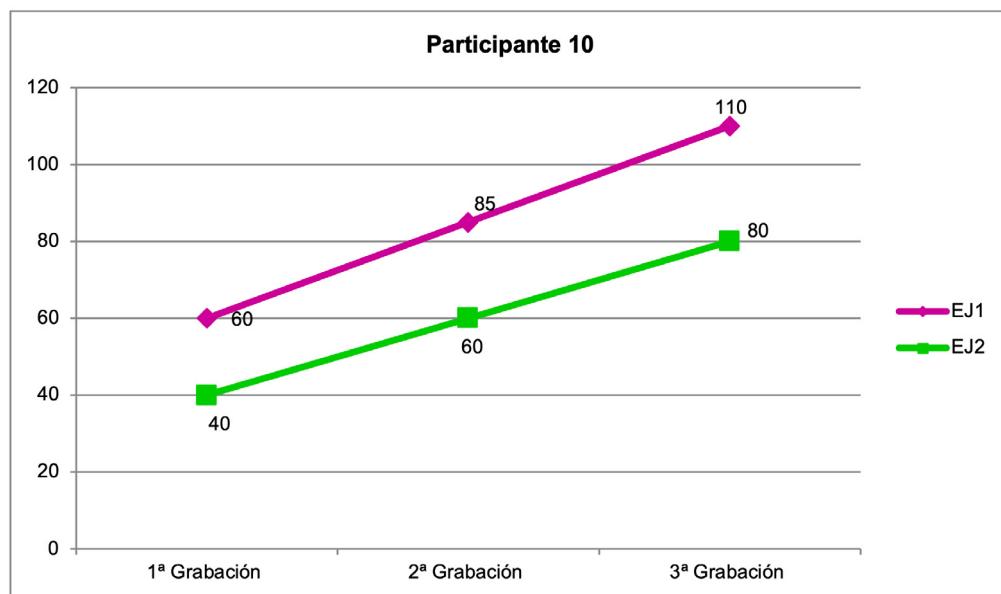


Fuente: elaboración propia.

- Participante 10:

Este participante también tuvo una evolución directa en las tres grabaciones de los dos ejercicios que se debe al trabajo continuado que realizó a lo largo de las 8 semanas de estudio (Gráfico 11).

Gráfico 11. Evolución de la velocidad del Participante 10 de los ejercicios 1 y 2 de doble picado en las tres grabaciones.



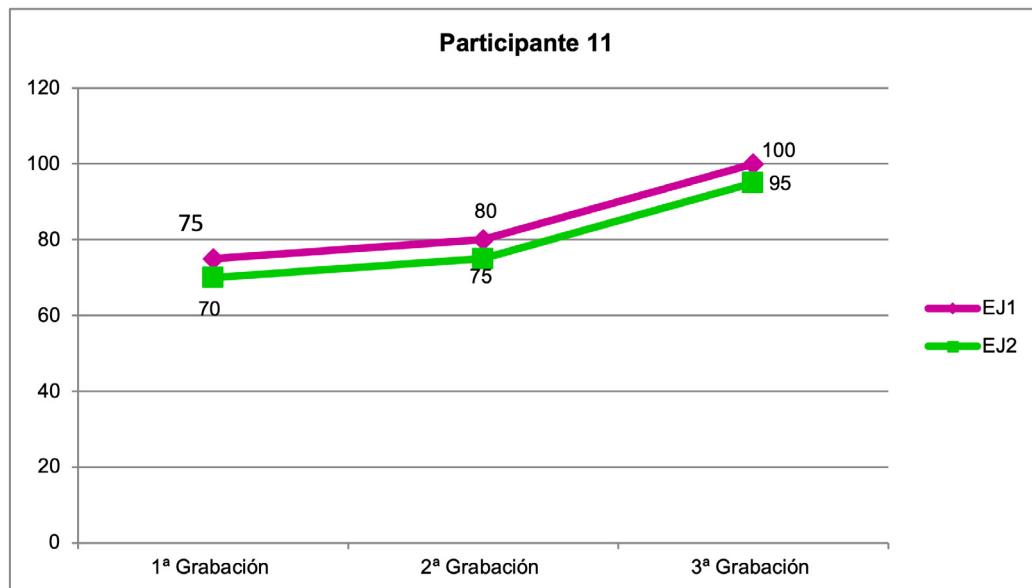
Fuente: elaboración propia.

- Participante 11:

En el Gráfico 12 perteneciente al Participante 11 puede apreciarse que aumentó más la velocidad de los ejercicios desde la segunda a la tercera grabación. Cabe destacar que desde la primera a la segunda apenas logró obtener evolución (tan solo 5 puntos de metrónomo más en ambos ejercicios).

Aunque esta participante fue bastante constante con el estudio durante prácticamente las 8 semanas, la evolución de la velocidad fue menor desde la primera a la segunda grabación a causa de que encontró dificultades para ejecutar la técnica en los registros inferiores.

Gráfico 12. Evolución de la velocidad del Participante 11 de los ejercicios 1 y 2 de doble picado en las tres grabaciones.

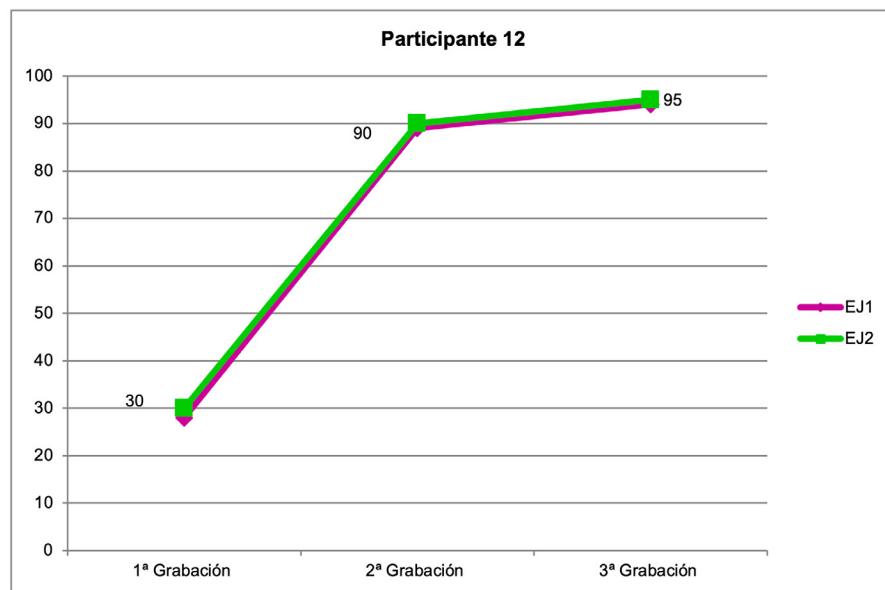


Fuente: elaboración propia.

- Participante 12:

Como se puede observar en el Gráfico 13, esta participante consiguió doblar la velocidad de los 2 ejercicios de doble picado desde la primera grabación a la segunda. Sin embargo, su evolución desde la segunda a la tercera grabación descendió en comparación, solamente aumentó 5 puntos del metrónomo. Esto se debió a que la última semana de estudio (la Semana 8) no pudo practicar ningún ejercicio puesto que debía terminar de preparar su Concierto Final de Estudios.

Gráfico 13. Evolución de la velocidad del Participante 12 de los ejercicios 1 y 2 de doble picado en las tres grabaciones.



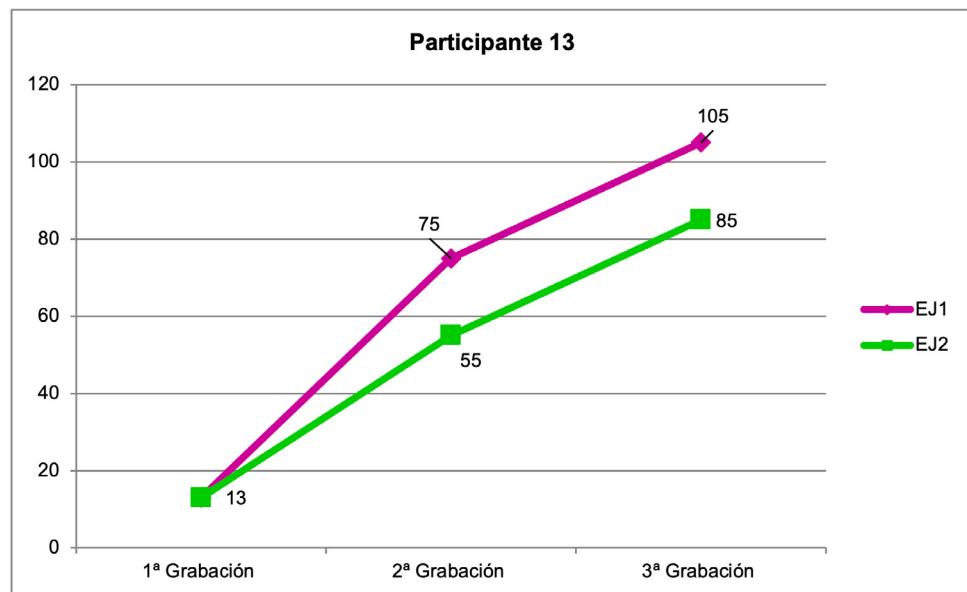
Fuente: elaboración propia.

- Participante 13:

En lo relativo a la mejora de la velocidad del Participante 13, al tener un picado simple tan lento, este participante consigue superar o igualar su velocidad de picado simple con la técnica del doble picado en los dos ejercicios.

Además, el participante asegura sentir mayor seguridad y resolución con la técnica linguo-gutural que con el picado simple tradicional. Como se puede observar en el Gráfico 14, comenzó con una de las velocidades más bajas en los ejercicios de doble picado. La evolución de la velocidad es prácticamente continua en todas las grabaciones, aunque ligeramente inferior de la segunda a la tercera grabación. Cabe destacar también que evolucionó rápidamente a pesar de no haber podido dedicar mucho tiempo al estudio de los ejercicios. Esto se debió a que realizó un viaje durante las Semanas 3 y 4 y a que debía desarrollar su Trabajo Final de Grado y completar las horas de las Prácticas de Empresa.

Gráfico 14. Evolución de la velocidad del Participante 13 de los ejercicios 1 y 2 de doble picado en las tres grabaciones.



Fuente: elaboración propia.

3.4. COMPARACIÓN DE VELOCIDADES FINALES DE LOS PARTICIPANTES EN DOBLE PICADO Y PICADO SIMPLE

Para poder comparar las velocidades de los participantes, en la tercera grabación se incluyó un nuevo ejercicio que puede encontrarse en la Figura 2.

Figura 2. Ejercicio utilizado para comparar las velocidades de picado simple y doble picado de los 13 participantes.



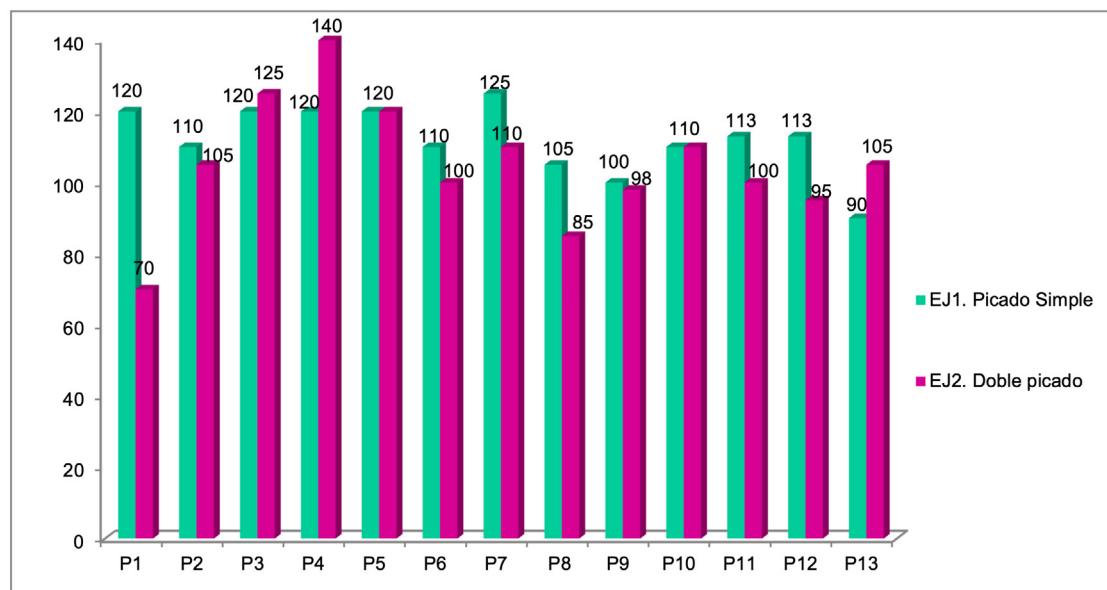
Fuente: elaboración propia.

Era fundamental que el ejercicio fuese el mismo para picado simple y doble picado para que, técnicamente fuesen iguales de dificultad en medida, sonoridad de los registros y posición de las notas.

Como se puede observar en el Gráfico 15, en tan solo dos meses, los Participantes 3, 4 y 13 consiguieron superar su velocidad máxima de picado simple. Por otro lado, los Participantes 5 y 10 igualaron la velocidad máxima del doble picado y la del picado simple.

Por su parte, los Participantes 2, 6, 7 y 9 aumentaron bastante la velocidad del doble picado y, aunque no consiguieron igualarla, hay una diferencia de menos de 10 puntos del metrónomo entre ambas.

Finalmente, los Participantes 1, 8, 11 y 12 no consiguieron velocidades tan cercanas entre el picado simple y el doble picado.

Gráfico 15. Comparación de las velocidades finales de picado simple y doble picado de los 13 participantes.

Fuente: elaboración propia.

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Tras la realización del presente estudio se pueden extraer las conclusiones. La revisión de la literatura al comienzo de la investigación fue ardua debido a la escasez de información, pero, pese a que la literatura encontrada no fue muy abundante y no está completamente actualizada, es de gran valor debido a que mucha de la información recogida pertenece a clarinetistas que han experimentado con el estudio de la técnica linguo-gutural sobre ellos mismos. De este modo, cada uno de ellos aportó sus propias experiencias y consejos de sus largas trayectorias como instrumentistas, las cuales han sido fundamentales para este estudio.

Moritz (1983), por ejemplo, recomendaba practicar ataques lenta y alternamente con espacios entre las notas, debiendo ser la duración de las pausas igual a la de las notas. Añadía que el ejercicio debe iniciarse en el registro más fácil del instrumento. Siguiendo estas indicaciones se adaptó el primer ejercicio de la Semana 1. Esto permitió a los participantes controlar la calidad del ataque de la técnica del doble picado, consiguiendo así igualar la articulación de las notas ejecutadas con las consonantes “T” y “K”. Por otro lado, Moritz indicaba que probablemente la velocidad y la calidad de la técnica linguo-gutural en el clarinete no serían iguales a las de otros instrumentos, al menos no en todos los registros. Sin embargo, los participantes de este estudio lograron conseguir una calidad muy buena de la técnica gracias a un buen estudio a velocidades muy reducidas. Algunos de ellos consiguieron subir la velocidad sin reducir absolutamente nada la calidad de la misma, aunque es cierto que otros encontraron más dificultades en el registro sobreagudo. Aun así, estos últimos podrían llegar a aumentar la velocidad y mantener la calidad lograda con un poco más de estudio y madurez de la técnica, ya que el periodo completo del presente trabajo fue muy breve.

Tras revisar los métodos encontrados se extrajeron las conclusiones y ejercicios necesarios para favorecer un buen dominio de la técnica. Una vez analizados los resultados obtenidos en este estudio se puede afirmar que estos ejercicios posibilitaron el aprendizaje de la técnica linguo-gutural en todos los participantes. El desarrollo de esta parte fue importantísimo para llevar a cabo la prueba piloto. Los resultados obtenidos en esta corroboran que la técnica linguo-gutural también favorece diversos aspectos que Spring comentaba en su estudio (1989). Por un lado, al focalizar completamente su atención en la articulación de la técnica del doble y el triple picado, los participantes tendían a disminuir el flujo de aire, lo que repercutía negativamente en el resultado sonoro de la técnica. Además, algunos de los participantes tendían a abrir o cerrar excesivamente la garganta en el registro sobreagudo en la primera grabación, lo que provocaba resultados sonoros negativos.

Este estudio ha demostrado que la velocidad máxima del picado simple de los participantes no les hubiera permitido interpretar multitud de fragmentos del repertorio clarinetístico. Las velocidades máximas de

picado simple indicadas por Thomas (2008) y Sparnaay (2011), utilizadas de referencia a lo largo del estudio, son superiores a las alcanzadas por 12 de los participantes de la prueba piloto. El ejercicio de picado simple de la última grabación de este trabajo era de larga extensión, por lo que la velocidad máxima de picado simple según los autores anteriores oscilaría entre 120 y 126 la negra. Sin embargo, las velocidades del picado simple alcanzadas por 12 de los participantes en el ejercicio fue inferior a 120 la negra. Solamente la Participante 7 alcanza la negra a 125. Por tanto, el aprendizaje de la técnica linguo-gutural es útil para todos los participantes del estudio para lograr interpretar con comodidad los fragmentos recogidos en el presente trabajo.

Finalmente, la aplicación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación, principalmente el software *ZyMi*, *Sonic Visualiser* y *Audacity* han hecho posible el desarrollo de este trabajo y han ayudado a demostrar que la técnica del doble picado puede interpretarse a altas velocidades en el clarinete.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altés, H.** (1992). *Método de flauta; Vol. 3* [revisión de Antonio Arias]. Editorial Real Musical.
- Arban, J. B.** (1936). *Complete Conservatory Method for Trumpet*. Editorial Real Musical.
- Baines, A., y Boult, A.** (1991). *Woodwind instruments and their history*. Courier Corporation. <https://books.google.es/books?id=EzWjITRz3nQC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q=double%20tonguing&f=false>
- Fobes, C. W.** (2000). *Synthetic Speed Tonguing*. Clark W. Fobes. <https://www.clarkwfobes.com/pages/synthetic-speed-tonguing>
- Johnson, M.K.** (2018). *High school choral students' perceptions of their use of technology in their independent choral practice habits* [Tesis Doctoral, Eastern Washington University]. EWU Digital Commons. <https://dc.ewu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1534&context=theses>

- McCue, et al.** (2020). Auditory rhythmical cueing to improve gait and physical activity in community-dwelling stroke survivors (ACTIVATE): study protocol for a pilot randomised controlled trial. *Pilot and Feasibility Studies*, 6:68, 1-14.
- Moritz, F.** (1983). The Art of Double Tonguing on Reed Instruments. Double Reed, 11, 14-16. <https://www.idrs.org/publicationscontrolled/DR/JNL11/double.html>
- Ory, I.** (s.f.). *Teke Tekete. Méthode de double et de triple coup de langue à la flûte traversière*. Éditions Van de Velde.
- Pérez Morell, E.** (2016). *Análisis histórico de la utilización del doble/triple picado en el saxofón y su enseñanza en la actualidad* [Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Valencia]. Repositorio Institucional NET. <https://riunet.upv.es/handle/10251/62319>
- Raasakka, M.** (2017). Exploring The Clarinet: A Guide To Clarinet Technique And Finnish Clarinet Music. Fennica Gehrman Ltd. <https://books.google.es/books?id=1LQ5DwAAQBAJ&pg=PP17&lpg=PP17&dq=exploring+the+clarinet:+a+guide+to+clarinet+technique+and+finnish+clarinet+music&source=bl&ots=rC9bmCZ262&sig=J39Ksh6EY3YvXcFl-DTzNUjMQXRo&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjt3t6E25bbAhXJKcAKHeKlBCsQ6AEIU-TAF#v=onepage&q=exploring%20the%20clarinet%3A%20a%20guide%20to%20clarinet%20technique%20and%20finnish%20clarinet%20music&f=false>
- Sparnaay, H.** (2011). *El clarinete bajo*. Periferia.
- Spring, R. S.** (1989). Multiple Articulation for Clarinet. *The Clarinet*, 17, 44-49. <http://www.bandworld.org/pdfs/BWMagClarMultiArticulation.pdf>
- Taffanel, P. y Gaubert, Ph.** (1957). *17 Exercices Journaliers de Mecanisme pour Flûte Traversière*. Éditions Musicales Alphonse Leduc.

Thomas, D. H. (2008). Double Tonguing on Clarinet. *David H Thomas - Clarinete y música clásica*. <https://blog.davidhthomas.net/?s=double+tonguing>

Valdivia Terrazas, R. F. (2019). *Sibelius y finale como herramientas vinculantes en el desarrollo de capacidades musicales en los estudiantes del programa de música de la Universidad Nacional del Altiplano* [tesis doctoral, Universidad Nacional del Altiplano]. Repositorio Institucional Digital de la Universidad Nacional del Altiplano http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/10323/Valdivia_Terrazas_Renzo_Favianni.pdf?sequence=1&isAllowed=y

/05/

APORTES DE INGENIERÍA EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL APLICADA EN LA EDUCACIÓN

ENGINEERING CONTRIBUTIONS IN ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPLIED IN EDUCATION

Francisca Silva Hernández

Profesora investigadora. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Tabasco, (México).
E-mail: fany987@hotmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3533-0002>

Germán Martínez Prats

Profesor investigador. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Tabasco, (México).
E-mail: germanmtzprats@hotmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6371-448X>

Recepción: 23/08/2021 Aceptación: 20/10/2021 Publicación: 29/03/2022

Citación sugerida:

Silva, F., y Martínez G. (2022). Aportes de ingeniería en inteligencia artificial aplicada en la educación. *3C TIC. Cuadernos de desarrollo aplicados a las TIC*, 11(1), 133-143. <https://doi.org/10.17993/3ctic.2022.111.133-143>

RESUMEN

La ingeniería en Inteligencia Artificial (IA) es de carácter multidisciplinario que conlleva mediante sistema inteligente la capacidad de realizar acciones de forma independiente con base a algoritmos. En el ámbito educativo los aportes de la aplicabilidad de la inteligencia artificial representan retos y oportunidades en los programas educativos. Este documento tiene como objeto describir los aportes de algunos recursos que fortalecen la calidad educativa a partir de la ingeniería en inteligencia artificial con herramientas digitales e innovación tecnológica. Mismas que ante una situación de cambios constantes representan un mecanismo de acción para trabajar en la brecha de desigualdad con medios y recursos digitales a partir de sistemas inteligentes que sin duda en el proceso de transición en mayor desarrollo y crecimiento de toda nación, sobrelleva aplicar avances de la ciencia y tecnología en el sector educativo.

PALABRAS CLAVE

Ciencia, Educación, Herramientas Digitales, Innovación, Responsabilidad Social, Tecnología.

ABSTRACT

Engineering in Artificial Intelligence (AI) is multidisciplinary in nature that entails through an intelligent system the ability to perform actions independently based on algorithms. In the educational field, the contributions of the applicability of artificial intelligence represent challenges and opportunities in educational programs. This document aims to describe the contributions of some resources that strengthen educational quality from engineering in artificial intelligence with digital tools and technological innovation. In the face of a situation of constant changes, they represent a mechanism of action to work on the inequality gap with digital means and resources based on intelligent systems that undoubtedly in the process of transition in greater development and growth of every nation, copes with applying advances in science and technology in the education sector.

KEYWORDS

Science, Education, Digital Tools, Innovation, Social Responsibility, Technology.

1. INTRODUCCIÓN

La ingeniería en inteligencia artificial es un proceso de desarrollo en la ciencia y tecnología a nivel global, trascendiendo aspectos innovadores en diversos ámbitos permitiendo potencializar naciones en los diversos ámbitos.

El uso de las nuevas tecnologías, fuentes de información y metodologías para propósitos sociales y políticas públicas es prometedor, como lo muestran los proyectos en la academia, las organizaciones de la sociedad civil, los organismos internacionales y las oficinas nacionales de estadística, sin embargo, es necesario expandir y democratizar el uso y conocimientos de estas innovaciones para materializar las oportunidades que representan (INEGI-COLMEX, 2019).

En el caso particular de los beneficios aplicados en la educación pueden abonar de forma gradual en los procesos de la brecha educativa y desigualdad, mediante sistemas de gestión, infraestructura y ecosistema de innovación.

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (Naciones Unidas, 2015) en el objetivo cuatro denominado “educación de calidad” se apuesta por que los países obtengan e implementen recursos innovadores y adecuados al contexto para el acceso a la educación a distancia aprovechando la tecnología. Al respecto, es importante el Consenso de Beijing sobre la Inteligencia Artificial y la Educación (UNESCO, 2019) dicho documento establece recomendaciones para emplear la Inteligencia Artificial con base a lo señalado en los apartados 17 a 19 del preámbulo de la Agenda 2030 que permitan sistemas de enseñanza adaptativos.

Es por ello, que en las siguientes líneas se desarrolla la contribución de la ciencia y tecnología con innovación aplicado en los procesos educativos de enseñanza aprendizaje, como una vía que refuerza la calidad educativa con equidad y acceso universal de acuerdo a las condiciones del medio.

2. METODOLOGÍA

Aportes de ingeniería en inteligencia artificial aplicada en la educación es un documento basado en una metodología cualitativa, estructurada en la consulta de revisión documental de artículos e informes de fuentes oficiales e institucionales. Tiene un enfoque descriptivo de los aportes de recursos tecnológicos e innovación aplicados en la educación, que han mostrado resultados alentadores en la mejora de la calidad educativa, ya que lleva implícito no sólo el aspecto del desarrollo de contenido en los programas educativos, sino también se presentan los aportes en infraestructura que abona a la calidad educativa.

3. RESULTADOS

La inteligencia artificial es concebida desde dos posturas, la primera hace referencia al tipo débil es caracterizada por uso particular de máquinas para el estudio de las posibilidades cognitivas del ser humano; y la segunda denominada fuerte es caracterizada por el vínculo entre inteligencia artificial y la humana, con interés de mayor vinculación en su proceso de relación (Porcelli, 2020; Hardy, 2001). De igual forma la integran técnicas tales como la robótica, las redes neuronales, sistemas expertos, algoritmos genéticos, búsqueda de soluciones, representación del conocimiento, procesamiento del lenguaje natural y reconocimiento de patrones.

En el caso de la ingeniería de inteligencia artificial algunos recursos o herramientas que han favorecido en las competencias del ámbito educativo son las siguientes (UNESCO, 2021; Secretaría de Educación Pública, 2020a; Jara y Ochoa, 2020; Moreno, 2019):

- Orquestadores de redes de aprendizaje.
- Aprendizaje colaborativo con Inteligencia Artificial.
- Sistemas de tutoría inteligentes.
- Sistemas de aprendizaje basado en la colaboración y el diálogo.

- Entornos de aprendizaje exploratorio.
- Evaluación automatizada de la escritura.
- Agentes enseñables.
- Realidad virtual y aumentada en educación.
- Aprendizaje de idiomas y lectura con apoyo de inteligencia artificial.
- Robots inteligentes.

Algunos ejemplos de prueba piloto, monitoreo y evaluación como acción de política pública de acuerdo a la UNESCO (2021) son:

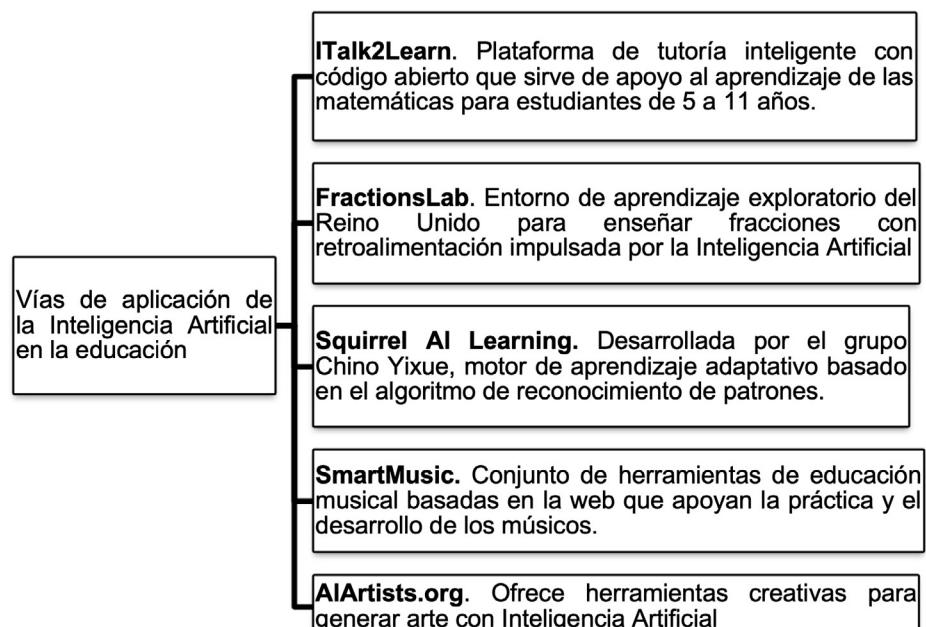


Figura 1. Recursos y herramientas de Inteligencia Artificial aplicadas en la educación.

Fuente: elaboración propia con base a UNESCO (2021, p.44).

Estos recursos y herramientas promueven las habilidades amplias y transferibles, tales como la socioemocional, la metacognición, la colaboración, la resolución de problemas y la creatividad, lo que prepondera una estrategia pedagógica a largo plazo.

La implementación y desarrollo de la inteligencia artificial con la educación debe tener pilares a través de políticas públicas, en el caso de la Secretaría de Educación Pública en México (2021), manifiesta que no sólo debe limitarse a ser usuarios sino ser creadores de nuevas tecnologías; en el año 2021 de @prende mx, Microsoft México y Code.org trabajaron en conjunto para abonar en la educación formal mediante la sensibilización del cuidado del planeta, se trata de afianzar entornos de innovación educativa digital (Secretaría de Educación Pública, 2020b). Por lo anterior, la incorporación, acceso (Secretaría de Educación Pública, 2020c), aplicación, desarrollo e implementación de la ingeniería en inteligencia artificial debe coadyuvar a la formación educativa formal considerando y afianzando una sociedad con democracia, ética, equitativa e inclusiva en el desarrollo sostenible, los derechos humanos, la igualdad de género, la cultura de paz y no violencia.

4. CONCLUSIÓN

Las aportaciones de la ingeniería de la inteligencia artificial en el ámbito educativo deben verse como acción y estrategias de políticas públicas que favorezcan el proceso de enseñanza aprendizaje. Por lo que es importante que la comunidad estudiantil (alumnos, profesores, personal administrativo y autoridades) tenga conocimiento de programas especializados en ciencia, tecnología integrados de forma específica en las áreas de los niveles educativos de forma progresiva y sustantiva.

Asimismo, se fortalece el proceso de transición de un lenguaje digital con competencias diversas como pensamiento computacional, programación, competencias informáticas, competencias informacionales y audiovisuales (Ocaña *et al.*, 2019) en un entorno multivariable en el que, el desarrollo e implantación debe ser conforme a las necesidades del contexto.

La inteligencia artificial representa todavía un foco de discusión en riesgos y retos (López, 2019; Corvalán, 2018) por cambio de paradigma, el uso y fin que se haga de ella determina el alcance e impacto para las sociedades y naciones en el mundo, se apuesta a su uso sostenible para el desarrollo y crecimiento de un bien común como lo es la educación, ya que permite mayor acceso a la misma, con calidad mediante sistemas inteligentes, aprendizaje permanente, formación, capacitación y actualización de forma progresiva con los recursos y herramientas que otorga.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Corvalán, J. G.** (2018). Artificial intelligence: challenges and opportunities - Prometea: the first artificial intelligence of Latin America at the service of the Justice System, *ARTIGOS*, 5(1). <https://doi.org/10.5380/rinc.v5i1.55334>
- Hardy, T.** (2001). IA: Inteligencia Artificial. POLIS, *Revista Latinoamericana*, 1(2). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30500219>
- INEGI-COLMEX.** (2019). Conferencia sobre Grandes Datos en Ciencias Sociales y Políticas Públicas. Recurrido de <https://www.inegi.org.mx/eventos/2019/bigdata/>
- Jara, I., y Ochoa, J. M.** (2020). Usos y efectos de la inteligencia artificial en educación. Banco Interamericano de Desarrollo, Estado Unidos.
- López, M. J.** (2019). Las narrativas de la inteligencia artificial, *Revista de Bioética y Derecho*, 46. Recuperado de <https://scielo.isciii.es/pdf/bioetica/n46/1886-5887-bioetica-46-00005.pdf>
- Moreno, R. D.** (2019). The arrival of artificial intelligence to education, *RITI Journal*, 7(14). <https://doi.org/10.36825/RITI.07.14.022>

Naciones Unidas. (2015). Objetivo 4: Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos. Recuperado de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/education/>

Ocaña-Fernández, Y., Valenzuela, L. A. y Garro, L. L. (2019). Artificial Intelligence and its Implications in Higher Education, *Propósitos y Representaciones*, 7(2). <http://dx.doi.org/10.20511/pyr2019.v7n2.274>

Porcelli, A. M. (2020). La inteligencia artificial y la robótica: sus dilemas sociales, éticos y jurídicos. *Derecho global. Estudios sobre derecho y justicia*, 6(16), 49-105. <https://doi.org/10.32870/dgedj.v6i16.286>

Secretaría de Educación Pública. (2020a). Boletín No. 178 Aprueba el CONALEP creación de tres nuevas carreras profesionales técnicas. <https://www.gob.mx/sep/articulos/boletin-no-178-aprueba-el-conalep-creacion-de-tres-nuevas-carreras-profesionales-tecnicas>

Secretaría de Educación Pública. (2020b). Boletín SEP no. 299 Inician Huawei, @prende.mx y la DGTVE Master Class sobre aprendizaje y competencias digitales. <https://www.gob.mx/sep/articulos/boletin-sep-no-299-inician-huawei-prende-mx-y-la-dgtve-master-class-sobre-aprendizaje-y-competencias-digitales?idiom=es>

Secretaría de Educación Pública. (2020c). Agenda Digital Educativa ADE.MX. [https://infesen.senado.gob.mx/sgsp/gaceta/64/2/2020-02-05-1/assets/documentos/Agenda_Digital_Educacion.pdf](https://infosen.senado.gob.mx/sgsp/gaceta/64/2/2020-02-05-1/assets/documentos/Agenda_Digital_Educacion.pdf)

Secretaría de Educación Pública. (2021). Boletín SEP no. 248 Participa SEP, junto con Microsoft y Code.org, en La Hora del Código para promover el uso y desarrollo de tecnologías. <https://www.gob.mx/sep/articulos/boletin-sep-no-248-participa-sep-junto-con-microsoft-y-code-org-en-la-hora-del-codigo-para-promover-el-uso-y-desarrollo-de-tecnologias?idiom=es>

UNESCO. (2019). BEIJING CONSENSUS on artificial intelligence and education. China.

UNESCO. (2021). Inteligencia Artificial y educación. Guía para las personas a cargo de formular políticas.

/06/

LA ARTICULACIÓN MÚLTIPLE EN EL REPERTORIO CLARINETÍSTICO. USO DE LAS TECNOLOGÍAS PARA MOSTRAR SU UTILIDAD

THE MULTIPLE ARTICULATION IN THE CLARINETISTIC REPERTOIRE USE OF TECHNOLOGIES TO SHOW ITS USEFULNESS

Isabel Marín Conesa

Profesora de Flauta Travesera en Unión Musical San Pedro y profesora de Flauta Travesera y Jardín Musical en Unión Musical Torrevejense. Departamento de Arte: Producción e Investigación.
Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, (España).
E-mail: isabelmcf.13@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0414-8865>

María Belén Marín Conesa

Traductora e Intérprete de inglés y alemán. Máster en Creación Digital por la Universidad Católica San Vicente Mártir de Valencia, España. Departamento de Traducción e Interpretación. Universidad de Murcia. Murcia, (España).
E-mail: belenmarinconesa@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9433-5228>

Ester Marín Conesa

Médico especialista en H.C.U. Reina Sofía y en el H.C.U. Virgen de la Arrixaca, España. Licenciada en Medicina en la Universidad de Murcia, España. Departamento de Neurología. Universidad de Murcia. Murcia, (España).
E-mail: estermarinconesa@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3934-548X>

María Belén Conesa Ferrer

Matrona en Hospital Universitario de Torrevieja, España. Profesora asociada de la Universidad de Murcia, España.
Departamento de Enfermería. Universidad de Murcia. Murcia, (España).
E-mail: mb.conesaferre@um.es ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2970-8358>

Recepción: 12/08/2021 **Aceptación:** 22/10/2021 **Publicación:** 29/03/2022

Citación sugerida:

Marín, I., Marín, M. B., Marín, E. y Conesa, M.B. (2022). La articulación múltiple en el repertorio clarinetístico. Uso de las tecnologías para mostrar su utilidad. *3C TIC. Cuadernos de desarrollo aplicados a las TIC*, 11(1), 145-169. <https://doi.org/10.17993/3ctic.2022.111.145-169>

RESUMEN

En la actualidad, la articulación múltiple es utilizada por pocos clarinetistas virtuosos por su complejidad a la hora de desempeñarla y a la supuesta falta de repertorio donde aplicarla. Por tanto, el objetivo es utilizar las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) para demostrar que es necesario aprender la articulación múltiple para interpretar el repertorio clarinetístico. Primeramente, se buscó bibliografía en Dialnet y Google Scholar para conocer la velocidad máxima de picado simple de un músico con alto dominio del clarinete mediante la cadena de búsqueda “Clarinete AND articulación múltiple AND tecnología”. Se buscaron partituras en International Music Score Library Project (IMSLP) donde hubiese notas picadas a mucha velocidad y, en aquellas que no poseían indicaciones numéricas, se recopilaron 7 grabaciones de calidad de *YouTube* y *Spotify* para medir las velocidades con “TAP Tempo” de *ZyMi*. Tras realizar la revisión se recopilaron fragmentos de 52 obras de las que 24 no indicaban el *tempo* al que debían interpretarse. Por ello, se midió la velocidad de un total de 168 vídeos donde se observó que las velocidades eran altísimas, todas superiores a las señaladas en la evidencia científica. Por tanto, se puede concluir que la articulación múltiple es útil y necesaria para cualquier instrumento como es el clarinete. Además, se ha mostrado, gracias al uso de las TIC, que en muchas ocasiones las velocidades de todos los pasajes incluidos en el estudio son muy altas para interpretarlos con picado simple y que la técnica facilitaría su interpretación.

PALABRAS CLAVE

Articulación Múltiple, Clarinete, Metrónomo, Velocidad, Picado, TIC.

ABSTRACT

At present, the multiple articulation is used by few virtuous clarinetists due to its complexity when performing it and the supposed lack of repertoire where to apply it. Therefore, the objective is to use ICT to demonstrate that it is necessary to learn multiple articulation to interpret the clarinet repertoire. First, a bibliography was searched in Dialnet and Google Scholar to find out the maximum speed of a single tonguing of a musician with a high command of the clarinet using the search string “Clarinet AND multiple articulation AND technology”. Scores were searched in the International Music Score Library Project (IMSLP) where there were notes chopped at high speed and, in those that did not have numerical indications, 7 quality recordings from YouTube and Spotify were collected to measure the speeds with ZYMI’s “TAP Tempo”. After conducting the review, fragments of 52 works were compiled, of which 24 did not indicate the tempo at which they should be interpreted. Therefore, the speed of a total of 168 videos was measured where it was observed that the speeds were very high, all higher than those indicated in the scientific evidence. Therefore, it can be concluded that multiple articulation is useful and necessary for any instrument such as the clarinet. Furthermore, it has been shown, thanks to the use of ICT, that on many occasions the velocities of all the passages included in the study are too high to be interpreted with simple chopping and that the technique would facilitate their interpretation.

KEYWORDS

Multiple Articulation, Clarinet, Metronome, Velocity, Tonguing, ICT.

1. INTRODUCCIÓN

La articulación múltiple, más conocida como doble y triple picado, es un recurso utilizado por instrumentistas de viento para interpretar pasajes de notas articuladas a gran velocidad. Este consiste en articular alternando golpes con la punta de lengua (detrás de los dientes, en los labios o sobre la caña) y golpes en el dorso lingual.

Mientras el doble picado se utiliza para fragmentos con ritmos binarios mediante “TKTK TKTK...”, el triple picado permite articular pasajes en ritmos ternarios con diversas combinaciones (“TKT TKT”, “TKK TKK” o “TKT KTK TKT...”) (Pérez, 2016).

Cualquier estudiante de viento metal o flauta travesera sabe ejecutar la articulación múltiple al finalizar las Enseñanzas Profesionales de Música del Conservatorio, sin importar el conservatorio en el que cursen sus estudios. En cambio, los instrumentistas de la familia del viento madera, exceptuando la flauta, no la utilizan.

Esto parece deberse a varios factores. En primer lugar, se considera que estos instrumentos carecen de repertorio suficientemente complejo como para implementarla y que el picado simple es suficiente para interpretarlo. Además, el hecho de que tengan parte de la boquilla en la embocadura y tengan que hacer vibrar la caña ha llevado a considerarla inviable para muchas personas.

Respecto a ello, Spring (1989) explica que la articulación múltiple se consideraba un recurso de virtuosos. En cuanto al registro sobreagudo asegura que no pueden hacerlo más que intérpretes muy resueltos y avanzados técnicamente. También Wolak comenta la dificultad que conlleva la articulación múltiple en este registro, para lo cual propone utilizar la sílaba “KI” sobre el paladar blando (2017).

En la actualidad, existe escasa bibliografía acerca del uso de esta técnica en instrumentos de caña. Sin embargo, el estudio de Pérez (2016) indica que esta técnica no suelen utilizarla los saxofonistas, pero sí demuestra que es posible aprenderla y justifica la necesidad de dominarla para poder interpretar

diversos pasajes de obras características del repertorio saxofonista. Dichas obras, en muchas ocasiones, no pueden ser interpretadas tal como fueron concebidas por el compositor puesto que no es posible para todos los saxofonistas alcanzar la velocidad requerida utilizando el picado simple.

Por su parte, los clarinetistas utilizan técnicas contemporáneas complejas de llevar a cabo. Poseen libros y métodos que aportan ejercicios y explicaciones para ponerlas en práctica. Algunas de estas son los multifónicos, microtonos, *glissandi*, *vibrato*, *frulatto*, armónicos, respiración circular, *slap*, etc. (Rehfeldt, 1994; Lovelock, 2013). Resulta curioso que, realizando todas estas técnicas con la misma calidad que otros instrumentos, aún se muestren reacios a la articulación múltiple y, de hecho, casi ningún libro la incluya.

Para justificar la necesidad de aprendizaje de la articulación múltiple es necesario conocer la velocidad máxima de picado simple que puede alcanzar un clarinetista con buen dominio del instrumento. Esta varía dependiendo de la longitud del fragmento y del virtuosismo del instrumentista.

Thomas (2008) considera que su picado simple es muy rápido e indica que si fuese un pasaje largo (más de dos compases), la velocidad sería de cuatro semicorcheas picadas de 120-126 la negra. Si fuese un pasaje breve, podría ser ligeramente superior: negra igual a 132 (Sparnaay, 2011; Thomas, 2008). Por tanto, si, por ejemplo, se tratase de un pasaje corto de un tresillo de corcheas, podrían articularse alrededor de 176 la negra, y si fuese un pasaje más largo sería sobre 160.

Fobes también trata este tema de forma directa. Para él, muchos poseen una limitación física en cuanto a la velocidad del picado simple, entre los cuales se incluye. Aunque reconoce tener una velocidad de picado simple más rápida que la media, explica no tener la habilidad suficiente para interpretar pasajes como *The Bartered Bride* de B. Smetana la blanca a 144-152 o el famoso *Scherzo* de F. Mendelssohn la negra con puntillo a 90. De hecho, se atreve a jurar que estos *tempi* están fuera del alcance de la mayoría de los clarinetistas (Fobes, 2000).

Como indica Gulick, en el quinto movimiento de *Ruralia Hungarica, Op. 32b* de Ernő Dohnányi, la velocidad es de negra a 168 y reconoce que los pasajes articulados suponen un problema en la interpretación (1981). Por ello, asegura que la única solución existente para dicho problema es ligar de cuatro en cuatro el pasaje articulado o acentuar algunas notas.

Raasakka explica cómo hoy en día muchos artistas se sienten cómodos con esta técnica y está ganando terreno. Como diversos autores, explica que la articulación múltiple resulta más fácil de ejecutar en el registro grave y que se vuelve más compleja hacia las tesituras superiores. De nuevo, Raasakka vuelve a hacer referencia a la introducción de ligaduras para unir las notas articuladas, pero sólo en aquellos lugares donde es poco probable que el oyente perciba el cambio (2010). Además, como experto en repertorio contemporáneo, asegura que un clarinetista que interpreta con frecuencia música contemporánea se encuentra habitualmente con texturas donde la articulación múltiple es esencial, como en el *Concierto para clarinete* (2002) de Magnus Lindberg.

Con respecto a las Tecnologías de la Información y la comunicación (TIC) aún son escasos los estudios en los que estas se utilizan en la rama de la interpretación musical. Cannam (2006) realizó un estudio donde se acercaba al programa *Sonic Visualiser*. En este artículo el autor explica perfectamente cómo analizar las distintas posibilidades que ofrece el programa en cuanto a paneles, capas, forma de onda, espectrogramas, así como sus *plugins*. López (2011) sí relaciona de forma más directa las TIC con la enseñanza en los conservatorios. En su estudio propone actividades y programas para desarrollar distintos aspectos: aplicaciones de conversión y edición de audio, grabación, editores de partituras, *software* de acompañamiento, etc.

Por ello, el objetivo principal de este estudio es justificar, mediante las TIC, que la técnica de la articulación múltiple es necesaria para poder interpretar parte del repertorio para clarinete y que cualquier clarinetista puede desempeñarla con un buen estudio de la misma.

2. METODOLOGÍA

En primer lugar, se ha llevado a cabo una búsqueda en Dialnet, *All Music*, JSTOR y ProQuest, Scielo y RiuNet con la finalidad de localizar bibliografía sobre el uso y funcionamiento de la articulación múltiple en instrumentos de caña.

Posteriormente se ha confeccionado un listado de obras de distintas agrupaciones instrumentales en las que interviene el clarinete y se seleccionan fragmentos de las mismas en las que el uso de la articulación múltiple facilitaría su interpretación.

Para ello, se ha revisado la bibliografía recogida durante la realización de la Introducción y se han extraído los fragmentos de las obras que diversos clarinetistas consideran que deberían interpretarse con articulación múltiple. A continuación, se han revisado las Guías Docentes de clarinete, orquesta y cámara del Conservatorio Superior de Música “Manuel Massotti Littel” de la Región de Murcia. De ellas se ha extraído el listado de obras revisadas para su posterior inclusión o exclusión en el trabajo.

Respecto a los pasajes seleccionados de las obras del repertorio, se aplican las TIC y se centra el trabajo en los fragmentos donde no existe una velocidad metrónómica precisa por parte del compositor. En estos pasajes se ha medido el *tempo* con “Tap Tempo” de *ZyMi*, el cual es contrastado entre un total de siete grabaciones de *YouTube* o *Spotify*.

En el repertorio orquestal se priorizan las grabaciones de Daniel Barenboim, Herbert von Karajan, Claudio Abbado, Leonard Bernstein, Zubin Mehta, André Rieu y Gustavo Dudamel. Se han seleccionado estos directores de orquesta puesto que son referentes para cualquier músico y principalmente para los directores de orquesta en la actualidad.

De las obras de las que no se encuentran grabaciones de estos directores se seleccionan otros similares, obteniendo siempre un total de siete directores en cada pieza. Se priorizan las grabaciones de las Orquestas Filarmónicas de Berlín, Viena, Nueva York, Israel, Los Ángeles, Londres y Rotterdam puesto

que los directores anteriormente citados suelen dirigir estas agrupaciones y son, además, agrupaciones orquestales de referencia por el gran nivel artístico que poseen sus interpretaciones. En última instancia, se realiza un estudio comparativo de la velocidad de interpretación de cada fragmento seleccionado según los distintos directores y la velocidad máxima del picado simple basada en la evidencia aportada por la bibliografía consultada (Sparnaay, 2011; Thomas, 2008).

3. RESULTADOS

3.1. REPERTORIO CLARINETÍSCO REVISADO

De un total de 137 obras revisadas se han seleccionado un 37,96% (52 obras) debido a que eran las que contenían pasajes articulados a gran velocidad. A lo largo del apartado se desarrollarán y comentarán los 24 fragmentos de obras en las que se han utilizado las TIC para medir el *tempo* y así, saber si la velocidad es lo suficientemente alta respecto a la bibliografía (Sparnaay, 2011; Thomas, 2008) para aplicar la articulación múltiple.

Dentro de las obras del repertorio orquestal se seleccionaron 20 (60,6%) de un total de 33 obras. De estas 20 obras fue preciso medir la velocidad de los 20 pasajes seleccionados.

Con respecto a las obras para clarinete solo se escogieron 6 (35,3%) de un total de 17 obras. Dentro de este grupo no fue necesario medir la velocidad puesto que las 6 obras contenían indicaciones del compositor ya superiores a las de la bibliografía.

De las piezas para clarinete y acompañamiento orquestal o pianístico se han seleccionado 5 (11,4%) de un total de 44 obras. De estas 5 obras solamente fue necesario medir el *tempo* de una de ellas.

Finalmente, de las piezas pertenecientes al repertorio de música de cámara se seleccionaron 21 (48,8 %) de un total de 43 obras. De las 21 obras de este grupo se tuvo que medir exclusivamente la velocidad de una de ellas puesto que en las demás el *tempo* estaba ya indicado en la partitura.

3.2. FRAGMENTOS DE REPERTORIO CLARINETÍSCO SELECCIONADO

- *Las Bodas de Figaro* de Wolfgang Amadeus Mozart (1785-1786).

A lo largo de la Obertura (“Presto”) aparecen grupos de corcheas en distintos instrumentos de la orquesta, incluidos los clarinetes I y II. Podrían interpretarse con picado simple sin bajar el *tempo* alrededor de 132 la blanca. Como se puede observar en la Tabla 1, la velocidad mínima calculada es de 135 la blanca (Abbado), mientras la máxima es de 165 (Karajan). Sin embargo, Abbado alcanza la blanca a 140 y los otros directores llegan desde 143 a 160. Por tanto, ya que no podría modificarse la articulación del motivo muchos clarinetistas podrán necesitar la articulación múltiple.

Tabla 1. Velocidad aproximada de los compases 16-17; 33-34; y 262-281 de la Obertura de “Las Bodas de Fígaro” de W. A. Mozart por siete directores de orquesta.

Obertura (“Presto”) de <i>Las Bodas de Fígaro</i> de W. A. Mozart								
Compases	Pulso	D.B.	H.K	C.A.	L.B.	R.M.	M.J.	F.L.
16-17	Blanca	145	165	140	149	157	150	146
33-34		140	161	135	149	160	143	148
262-281		133-135	163-160	138-135	149	157-155	150-148	144

D.B: Daniel Barenboim; H.K: Herbert von Karajan; C.A: Claudio Abbado; L.B: Leonard Bernstein; R.M: Riccardo Muti; M.J: Mariss Jansons; F.L: Fabio Luisi.

Fuente: elaboración propia.

- *Sinfonía No. 4* de Ludwig van Beethoven (1806).

En el “Finale” el clarinete I posee un solo con seis grupos de cuatro semicorcheas. Este suena al unísono con los violines I, por lo que variar el pasaje mediante ligaduras sería fácilmente perceptible. La velocidad mínima calculada es de 133 con Karajan y la máxima es de 147 con Kleiber (Tabla 2). Para aquellos clarinetistas que no posean un picado simple muy rápido, el doble picado les ayudaría a mantener el *tempo*.

Tabla 2. Velocidad aproximada de los compases 297-300 del “Finale” de la “Sinfonía No. 4” de L.V. Beethoven por siete directores de orquesta.

“Finale” de la Sinfonía No. 4 de L. V. Beethoven								
Compases	Pulso	D.B.	H.K	C.A.	L.B.	C.T.	C.K.	R.M.
297-300	Negra	142	133	144	139	135	147	145

D.B: Daniel Barenboim; H.K: Herbert von Karajan; C.A: Claudio Abbado; L.B: Leonard Bernstein; C.T: Christian Thielemann; C.K: Carlos Kleiber; R.M: Riccardo Muti.

Fuente: elaboración propia.

- *Sinfonía No. 6* de Ludwig van Beethoven (1808).

En el “Allegro”, el clarinete I tiene un solo con dos compases de corcheas articuladas. Según Fobes (2000), un clarinetista podría interpretarlo a 90 la blanca con puntillo. La señalización metronómica es altísima (blanca con puntillo a 108) y en la Tabla 3, la velocidad mínima es de 94 con Barenboim y la máxima es de 107 con Abbado. Además, solamente los clarinetistas de las orquestas de Karajan, Abbado y Mehta no modifican el pasaje. Los demás introducen algunas ligaduras.

Tabla 3. Velocidad aproximada de los compases 131-132 del tercer movimiento (“Allegro”) de la “Sinfonía No. 6” de L. V. Beethoven por siete directores de orquesta.

“Allegro” del tercer movimiento de la Sinfonía No. 6 de L. V. Beethoven								
Compases	Pulso	D.B.	H.K	C.A.	L.B.	Z.M.	C.K.	B.H.
131-132	Blanca con puntillo	96	96	107	94	101	106	102

D.B: Daniel Barenboim; H.K: Herbert von Karajan; C.A: Claudio Abbado; L.B: Leonard Bernstein; Z.M: Zubin Mehta; C.K: Carlos Kleiber; B.H: Bernard Haitink.

Fuente: elaboración propia.

- *Gazza Ladra* de Gioachino Rossini (1817).

Como se puede observar en la Tabla 4, la velocidad mínima es de 170 la negra (Dudamel y Videnoff), y la máxima de 188 (Abbado). Con picado simple podría realizarse la negra a 160 según las características del pasaje, una velocidad inferior a la calculada lo que dificulta su interpretación. Por ello, este pasaje podría ejecutarse con facilidad con triple picado.

Tabla 4. Velocidad aproximada de los compases 109-114 de la Obertura de “*La Gazza Ladra*” de G. Rossini por siete directores de orquesta.

“Allegro” de la Obertura de <i>La Gazza ladra</i> de G. Rossini								
Compases	Pulso	H.K	C.A.	L.B.	G.D.	B.V.	C.M.G.	D.H.
109 - 114	Negra	176	188	185	170	170	173	176

H.K: Herbert von Karajan; C.A: Claudio Abbado; L.B: Leonard Bernstein; G.D: Gustavo Dudamel; B.V: Boian Videnoff; C.M.G: Carlo Maria Giulini; D.H: Daniel Harding.

Fuente: elaboración propia.

- *Semiramide* de Gioachino Rossini (1823).

Desde el compás 22 al compás 31 del “Allegro”, el clarinete I posee un pasaje de semicorcheas picadas que, al ser breve, podría realizarse con picado simple a 132 la negra. En cambio, en la Tabla 5, la velocidad de interpretación mínima ya es de 145 (Armiliato) y la máxima de 165 (Abbado). Además, la flauta I y el oboe I también realizan este motivo por movimiento contrario por lo que no debería modificarse la articulación mediante ligaduras. Así, la articulación múltiple solventaría esta dificultad.

Tabla 5. Velocidad aproximada de los compases 22-31 de la Obertura de “*Semiramide*” de G. Rossini por siete directores de orquesta.

“Allegro” de la Obertura de <i>Semiramide</i> de G. Rossini								
Compases	Pulso	H.K	C.A.	L.B.	G.D.	M.A.	R.C.	S.S.R.
22-31	Negra	160	165	153	155	145	160	160

H.K: Herbert von Karajan; C.A: Claudio Abbado; L.B: Leonard Bernstein; G.D: Gustavo Dudamel; M.A: Marco Armiliato; R.C: Riccardo Chailly; S.S.R: Sir Simon Rattle.

Fuente: elaboración propia.

- *Guillermo Tell* de Gioachino Rossini (1829).

En la Obertura, ambos clarinetes realizan la misma melodía al unísono o por terceras en dos secciones distintas. La célula rítmica predominante está formada por dos semicorcheas anacrúsicas seguidas de una corchea. Al repetirse más de 50 veces a lo largo de 56 compases, la velocidad máxima de picado simple podría ser de negra igual a 132.

En cambio, la velocidad mínima calculada es de 153 (Mehta) y la velocidad máxima es de 168 (Bernstein) (ver la Tabla 6). Ambas velocidades son muy superiores a la de picado simple por lo que es recomendable utilizar doble picado.

Tabla 6. Velocidad aproximada de los compases 243-298 y 359-398 de la Obertura de “Guillermo Tell” de G. Rossini por siete directores de orquesta.

“Allegro Vivace” de la Obertura de Guillermo Tell de G. Rossini								
Compases	Pulso	D.B.	H.K	C.A.	L.B.	Z.M.	A.R.	G.D.
243-298	Negra	160	165	167	164	160	163	160
359-398		154	166	167	168	153	160	163

D.B: Daniel Barenboim; H.K: Herbert von Karajan; C.A: Claudio Abbado; L.B: Leonard Bernstein; Z.M: Zubin Mehta; A.R: André Rieu; G.D: Gustavo Dudamel.

Fuente: elaboración propia.

- *Sueño de una Noche de Verano* de Felix Mendelssohn (1826).

En “Scherzo” aparecen motivos rítmicos de corchea y cuatro semicorcheas y grupos de seis semicorcheas. La velocidad mínima es de negra con puntillo a 80 (Weller) y la máxima es de negra con puntillo igual a 97 con Szell (Tabla 7). Maag, Mcferrin, Gergiev, Szell y Tate alcanzan al menos la negra con puntillo a 90 en alguno de los tres fragmentos seleccionados mientras Glover llega a 86. Fobes (2000) explica tener un picado simple superior a la media de clarinetistas y asegura encontrar dificultades para realizar este pasaje la negra con puntillo a 90. Por ello, se recomienda utilizar la articulación múltiple.

Tabla 7. Velocidad aproximada de los compases 1-36; 99-114; y 131-273 del “Scherzo” de “Sueño de una Noche de Verano” de F. Mendelssohn por siete directores de orquesta.

“Scherzo” de Sueño de una Noche de Verano de F. Mendelssohn								
Compases	Pulso	P.M.	B.M.	J.G.	V.G.	G.S.	W.W.	J.T.
1-36	Negra con puntillo	93-91	88-91	86-84	82-84	89-93	83-82	89-90
99-114		91-90	91-90	82	84	93-94	80	86
131-273		90	87	84-85	94	97-95	80	87-86

P.M: Peter Maag; B.M: Bobby Mcferrin; J.G: Jane Glover; V.G: Valery Gergiev; G.S: George Szell; W.A: Walter Weller; J.T: Jeffrey Tate.

Fuente: elaboración propia.

- *Sinfonía No. 4 en la Mayor, Op. 90 (“La Italiana”)* de Felix Mendelssohn (1830-1833).

En el cuarto movimiento los clarinetes poseen grupos de tresillos picados que, con picado simple podrían ejecutarse aproximadamente a 160 la negra. En la Tabla 8, la velocidad mínima sería de 172 (con Bernstein) y la máxima de 206 (Sanderling). Por tanto, sería precisa la utilización de la articulación múltiple.

Tabla 8. Velocidad aproximada de los compases 2-27; 64-69; y 156-165 del “Saltarello” de la “Sinfonía No. 4” de F. Mendelssohn por siete directores de orquesta.

“Saltarello” (“Presto”) de la Sinfonía No. 4 de F. Mendelssohn								
Compases	Pulso	H.K	C.A.	L.B.	G.D.	R.M.	K.M.	S.S.
2-27	Negra	195	194	180	204	200	184	206
64-69		190	190	172	192	196	178	194
156-165		198	192	184	190	192	184	194

H.K: Herbert von Karajan; C.A: Claudio Abbado; L.B: Leonard Bernstein; G.D: Gustavo Dudamel; R.M: Riccardo Muti; K.M: Kurt Masur; S.S: Stefan Sanderling.

Fuente: elaboración propia.

- *Sinfonía Fantástica, Op. 14* de Hector Berlioz (1830).

En el quinto movimiento, el clarinete I y las flautas realizan juntos un pasaje con grupos de corcheas articuladas alternadas con negras. Con picado simple la velocidad sería de blanca a 126. Ya la indicación metronómica (blanca=152) es muy superior. Además, en la Tabla 9, la velocidad mínima es de 124 (Mehta), muy inferior a la indicada por el compositor. Karajan, Bernstein y Abbado se acercan más y Dudamel 160. Por tanto, para interpretarlo a la velocidad original del compositor es indispensable utilizar el doble picado. Quizá por la limitación de algunos instrumentos los directores se han visto obligados a reducir el tempo del fragmento.

Tabla 9. Velocidad aproximada de los compases 31-38 del “Allegro assai” del quinto movimiento de la “Sinfonía Fantástica” de H. Berlioz por siete directores de orquesta.

“Allegro assai” del quinto movimiento de la <i>Sinfonía Fantástica</i> de H. Berlioz								
Compases	Pulso	D.B.	H.K.	C.A.	L.B.	Z.M.	G.D.	S.C.D.
31-38	Blanca	136-135	155-153	151-149	153	124	160	148

D.B: Daniel Barenboim; H.K: Herbert von Karajan; C.A: Claudio Abbado; Z.M: Zubin Mehta; G.D: Gustavo Dudamel; S.C.D: Sir Colin Davis.

Fuente: elaboración propia.

- *Roman Carnival, Op. 9* de Hector Berlioz (1844).

En la Obertura, las flautas, oboes, fagotes y clarinetes realizan siete grupos de cuatro semicorcheas articuladas que, con picado simple, podrían interpretarse a 132 la negra. Sin embargo, en la Tabla 10 se puede ver que las velocidades son superiores, incluso la mínima (160 con Mengelberg). Además, la indicación del compositor es de 152, por lo que, en cualquier caso, sería necesario el doble picado.

Tabla 10. Velocidad aproximada de los compases 14-17 del “Allegro assai con fuoco” de la Obertura de “Roman Carnival, Op. 9” de H. Berlioz por siete directores de orquesta.

“Allegro assai con fuoco” de la Obertura de <i>Roman Carnival</i>, Op.9 de H. Berlioz								
Compases	Pulso	H.K.	C.A.	Z.M.	L.M.	Y.T.	W.M.	C.E.
14-17	Negra	161	163	164	164	166	160	170

H.K: Herbert von Karajan; C.A: Claudio Abbado; Z.M: Zubin Mehta; L.M: Lorin Maazel; Y.T: Yoav Talmi; W.M: Willem Mengelberg; C.E: Christoph Eschenbach.

Fuente: elaboración propia.

- *The Bartered Bride, JB 1:100* de Bedřich Smetana (1863-1866).

Durante toda la Obertura, la orquesta posee corcheas articuladas que, en muchos casos, realizan los clarinetes junto con las flautas y el flautín (que utilizan doble picado). Por tanto, la introducción de ligaduras no sería correcta. En la Tabla 11 se recogen las velocidades de tres de los fragmentos, aunque también son aplicables a los compases 172-175; 242-245; 259-265; y 319-329. En dicha tabla la velocidad mínima es de 133 la blanca (Hauser). Sin embargo, este mismo, al comienzo llega a 148 la blanca y Levine incluso llega a 159. Al no ser fragmentos excesivamente largos podrían interpretarse a 132 con picado simple.

Tabla 11. Velocidad aproximada de los compases 5-7; 94-107; y 409-420 de la Obertura de “The Bartered Bride” de B. Smetana por siete directores de orquesta.

Obertura (“Vivaccissimo”) de <i>The Bartered Bride</i> de B. Smetana								
Compases	Pulso	J.L.	M.J.	F.R.	A.H.	V.N.	O.S.	S.K.
5-7	Blanca	150	148	155	148	155	147	138
94-107		145-143	149	148	134	156-149	157-153	138
409-420		159-152	152	154-155	134-133	150-154-157-152	150-146-148	142-140

J.L: James Levine; M.J: Mariss Jansons; F.R: Fritz Reiner; A.H: Alexis Hauser; V.N: Vaclav Neumann; O.S: Otmar Suitner; S.K: Stanislav Kochanovsky.

Fuente: elaboración propia.

- *Danza Húngara No. 1* de Johannes Brahms (1869).

Los seis grupos de cuatro semicorcheas de estos fragmentos duran tres compases seguidos, por lo que, con picado simple, pueden interpretarse a 132 la negra. En la Tabla 12, la velocidad mínima es de 140 (Nishimoto) pero el director la aumenta hasta 149 en el segundo fragmento. Además, la velocidad máxima es de negra igual a 165 (Karajan) y, al sonar el clarinete al unísono con el flautín, el primero no podría incluir ligaduras sin que el oyente lo notase. Por ello, el doble picado sería muy útil.

Tabla 12. Velocidad aproximada de los compases 61-67 y 153-159 de la “Danza Húngara No. 1” de J. Brahms por siete directores de orquesta.

Danza Húngara No. 1 de J. Brahms								
Compases	Pulso	D.B.	H.K.	C.A.	G.D.	T.N.	M-W.C.	N.J.
61-67	Negra	148-150	160	145	150	140-142	150-152	145
153-159		150	165	155-160	148	149	155-159	152

D.B: Daniel Barenboim; H.K: Herbert von Karajan; C.A: Claudio Abbado; G.D: Gustavo Dudamel; T.N: Tomomi Nishimoto; M-W.C: Myung-Whun Chung; N.J: Neeme Järvi.

Fuente: elaboración propia.

- *Sinfonía No. 3* de Camille Saint-Saens (1886).

En el segundo movimiento aparece una célula rítmica de corchea y cuatro semicorcheas que podría interpretarse la negra con puntillo a 80 con picado simple. En la Tabla 13, los siete directores varían el *tempo* justo cuando los vientos ejecutan las semicorcheas y, cuando las cuerdas retoman la célula vuelven a recuperarlo. La velocidad mínima de la Tabla 13 es de 80 la negra con puntillo con Barenboim, quien la aumenta a 88. La velocidad máxima es de 106 (Chung). Por ello, para que el director pueda mantener el *tempo* independientemente de los instrumentos que toquen, todos los instrumentos deberían utilizar doble picado.

Tabla 13. Velocidad aproximada de los compases 9-42; y 215-248 del “Allegro moderato” del segundo movimiento de la “Sinfonía No. 3” de C. Saint-Saens por siete directores de orquesta.

“Allegro moderato” del segundo movimiento de la <i>Sinfonía No. 3</i> de C. Saint-Saens								
Compases	Pulso	D.B.	H.K.	Z.M.	G.D.	G.P.	P.J.	M-W.C.
9-42	Negra con puntillo	85- 80 -88	91-88-84-92	85-83-88	82-88	87-83-88	92-83-88-87	100-96
215-248		89-82- 85-89	90-84-91-95	85-88- 84-88	88-85	88-91-87- 90	91-85-90- 94-96	100-103-98- 101- 106

D.B: Daniel Barenboim; H.K: Herbert von Karajan; Z.M: Zubin Mehta; G.D: Gustavo Dudamel; G.P: Georges Prêtre; P.J: Paavo Järvi; M-W.C: Myung-Whun Chung

Fuente: elaboración propia.

- *Scheherazade*, Op. 35 de Nikolái Rimsky-Korsakov (1888).

En el cuarto movimiento, los clarinetes poseen seis grupos de tresillos de semicorcheas junto con las cuerdas, las flautas, los oboes, los fagotes, los trombones, la tuba y los platos. Por ello, no parece adecuado que unos instrumentos introdujesen ligaduras y otros no. En la Tabla 14, la velocidad mínima es de 177 la corchea, aunque el mismo Maazel comienza este pasaje a más velocidad (180). La velocidad máxima es de 210 (Gergiev) pero tratándose de un pasaje breve podría interpretarse como máximo a 176. Aunque la velocidad señalada por el compositor es de 176, los directores parecen interpretarlo a más velocidad por lo que seguramente muchos clarinetistas precisarían del triple picado.

Tabla 14. Velocidad aproximada de los compases 231-273 de “Scheherezade, Op. 35” de N. Rimsky-Korsakov por siete directores de orquesta.

<i>Scheherezade, Op. 35</i> de N. Rimsky-Korsakov								
Compases	Pulso	L.B.	G.D.	L.M.	C.D.	C.P.F.	V.G.	A.P.
231-273	Corchea	186-188	192	180-177	183-186	187-183	210-205	178-184

L.B: Leonard Bernstein; G.D: Gustavo Dudamel; L.M: Lorin Maazel; C.D: Charles Dutoit; C.P.F: Claus Peter Flor; V.G: Valery Gergiev; A.P: André Previn.

Fuente: elaboración propia.

- *Don Juan, Op. 20* de Richard Strauss (1888).

En este caso, los clarinetes realizan seisillos de corcheas junto con las flautas, oboes, fagotes y la trompa en Mi. Al repetirse seguidamente las mismas notas ningún clarinete podría introducir ligaduras. Al ser pasajes largos, con picado simple podría alcanzarse la negra a 160 pero la velocidad mínima es de negra a 164 con Rattle (Tabla 15). No obstante, este director aumenta la velocidad a 167 coincidiendo con Karajan. La velocidad máxima es de 193 (Bohm y Busch). Por tanto, sería necesaria la articulación múltiple.

Tabla 15. Velocidad aproximada de los compases 9-16; 169-180; y 375-389 de “*Don Juan, Op. 20*” de R. Strauss por siete directores de orquesta.

<i>Don Juan, Op. 20 de R. Strauss</i>								
Compases	Pulso	H.K.	G.D.	J.L.	S.S.R.	K.B.	F.B.	V.G.
9-16		167-166	169-166	167-171-170	164 -167	170-178	191-190	184-182
169-180	Negra	175-176	169-171	169-172	169-172	186-189-192	188-185	186
375-389		168-171-175	171	176-179	170-173-176	188-190- 193	193 -191	181-185

H.K: Herbert von Karajan; G.D: Gustavo Dudamel; J.L: James Levine; S.S.R: Sir Simon Rattle; K.B: Karl Bohm; F.B: Fritz Busch; V.G: Valery Gergiev.

Fuente: elaboración propia.

- *Sinfonía No. 5* de Pyotr Ilyich Tchaikovsky (1888).

En el tercer movimiento aparecen grupos de cuatro semicorcheas que suenan primero en las cuerdas y posteriormente en las maderas (incluidos los clarinetes). En la Tabla 16, la velocidad mínima es de negra igual a 134 (Barenboim), *tempo* ligeramente superior al del picado simple (alrededor de cuatro semicorcheas a 132 la negra). Las velocidades de los demás directores son superiores, llegando hasta 159.

Además, los clarinetistas no pueden ligar este pasaje puesto que, al finalizarlo, lo retoman las flautas que utilizan el doble picado. Por ello, los clarinetistas conseguirían un resultado sonoro parecido al de las flautas y tendrían menos problemas con la velocidad si utilizasen doble picado.

Tabla 16. Velocidad aproximada de los compases 112-115 del “Valse” de la “Sinfonía No. 5” de P. I. Tchaikovsky por siete directores de orquesta.

“Valse” de la Sinfonía No. 5 de P. I. Tchaikovsky								
Compases	Pulso	H.K.	C.A.	L.B.	Z.M.	D.B.	M.H.	V.P.
112-115	Negra	139	149	140	137	134	156	159

H.K: Herbert von Karajan; C.A: Claudio Abbado; L.B: Leonard Bernstein; Z.M: Zubin Mehta; D.B: Daniel Barenboim; M.H: Manfred Honeck; V.P: Vasily Petrenko.

Fuente: elaboración propia.

- *Romanian Rhapsody No. 1* de Georges Enesco (1901).

En esta pieza, ambos clarinetes realizan tresillos de corcheas picados a la octava y por terceras. La velocidad del picado simple podría ser de negra a 176. Ya en la Tabla 17, Jansons llega a 170 pero en el primer fragmento llega a 175. Además, la velocidad máxima es de negra igual a 220 (Dorati) por lo que muchos clarinetistas necesitarían utilizar la articulación múltiple.

Tabla 17. Velocidad aproximada de los compases 223-235; 247-266; 409-422; y 609-612 de “Romanian Rhapsody No. 1” de G. Enesco por siete directores de orquesta.

Romanian Rhapsody No. 1 de G. Enesco								
Compases	Pulso	L.S.	A.D.	S.C.	G.G.	V.V.	C.M.	M.J.
223-235	Negra	182	197	185	195	188	168	175
247-266		196-194	188	183	187	189	175	172
409-422		199-198	193-191	186	183	188	175	171
609-612		198	220	198	192	186	185	170

L.S: Leopold Stokowski; A.D: Antal Dorati; S.C: Sergiu Celibidache; G.G: George Georges; V.V: Vlad Vizireanu; C.M: Cristian Mandeal; M.J: Mariss Jansons.

Fuente: elaboración propia.

- *Petrushka* de Igor Stravinsky (1910-1911).

En la Suite, los clarinetes I y III poseen seis semicorcheas articuladas alternadamente. Este motivo se repite en violines, violas, flautas, flautín, oboes y corno inglés. La velocidad indicada en la primera edición de la partitura fue de negra con puntillo igual a 100. La velocidad del picado simple sería de 90, por lo que la velocidad de Stravinsky es muy superior. En la Tabla 18, la velocidad mínima es de 83 con Gergiev mientras Abbado, Rattle, Muti, Jansons y Järvi superan incluso la velocidad de Stravinsky. Cabe destacar la interpretación de los clarinetistas dirigidos por Gergiev al ser los únicos que no modifican el pasaje con ligaduras. Esta es la razón por la que el fragmento comienza a 94 la negra con puntillo, pero, debido a la dificultad, disminuye el *tempo* progresivamente.

Tabla 18. Velocidad aproximada de los compases 23-33 del “Agitato” de la Escena 3 de la Suite de “Petrushka” de I. Stravinsky por siete directores de orquesta.

“Agitato” de la Escena 3 de la Suite de <i>Petrushka</i> de I. Stravinsky								
Compases	Pulso	C.A.	Z.M.	S.S.R.	R.M.	V.G.	M.J.	P.J.
23-33	Negra con puntillo	108-105	95-98	101	102	94-83	103-96	102

C.A: Claudio Abbado; Z.M: Zubin Mehta; S.S.R: Sir Simon Rattle; R.M: Riccardo Muti; V.G: Valery Gergiev; M.J: Mariss Jansons; P.J: Paavo Järvi.

Fuente: elaboración propia.

- *The Planets, Op. 32* de Gustav Holst (1914-1916).

En el primer movimiento (“Marte”) hay grupos de semicorcheas con *staccato* que suenan en clarinetes, oboes, corno inglés, flautas, flautín y cuerdas al mismo tiempo y en compases anteriores y posteriores. Por ello, no sería adecuado introducir ligaduras. En la Tabla 19 las velocidades de los directores son homogéneas, desde 150 la negra (Karajan) a 174 (Bernstein). Al ser fragmentos breves, un clarinetista podría alcanzar la negra a 132 con picado simple. Por tanto, es una velocidad bastante inferior a la de los directores.

Tabla 19. Velocidad aproximada de los compases 91-94 y 175-177 de “Mars, the Bringer of War” de la Suite “The Planets, Op. 32” de G. Holst por siete directores de orquesta.

<i>Mars, the Bringer of War de la Suite The Planets, Op. 32 de G. Holst</i>								
Compases	Pulso	H.K.	L.B.	S.C.M.	J.L.	R.H.	S.G.S.	S.M.
91-94	Negra	150	167	157	160	163	159	164
175-177		150	174	155	155	160	163	159

H.K: Herbert von Karajan; L.B: Leonard Bernstein; S.C.M: Sir Charles Mackerras; J.L.: James Levine; R.H: Richard Hickox; S.G.S: Sir Georg Solti; S.M: Susanna Mälkki.

Fuente: elaboración propia.

- *Danzas de Galanta* de Zoltán Kodály (1930-1933).

Esta pieza posee numerosos compases seguidos con notas articuladas en el clarinete I. El primer fragmento tiene una velocidad indicada por el compositor de 140 la negra. En la Tabla 20, Trenti es el único que no llega a esta velocidad mientras los demás la alcanzan o superan. El segundo fragmento el compositor señala “negra a 152”. En este caso, Barenboim y Trenti no llegan mientras los otros cinco vuelven a superarla, principalmente Jurowski llegando a 160. En el tercero, al mismo tempo que el anterior, Barenboim aumenta la velocidad llegando a 169 (como Jurowski) mientras Trenti la mantiene. Finalmente, en el cuarto fragmento todos los directores aumentan la velocidad llegando a alcanzar Barenboim la negra a 170. Por ello, utilizar la articulación múltiple otorgaría tranquilidad a cualquier clarinetista.

Tabla 20. Velocidad aproximada de los compases 315-321; 442-517; 543-556; y 586-600 de “Danzas de Galanta” de Z. Kodály por siete directores de orquesta.

Danzas de Galanta de Z. Kodály								
Compases	Pulso	D.B.	V.J.	S.H.	M.T.	I.K.	D.S.	N.J.
315-321	Negra	149	155	140	123	141-140	145	140
442-517		146	160	158-156	138-136	156	155-154	153-154
543-556		169	166-167	152	136	156	154	158
586-600		168-170	166-168	156	140	152	158-156	166

D.B: Daniel Barenboim; V.J: Vladimir Jurowski; S.H: Shoji Haraguchi; M.T: Michele Trenti; I.K: István Kertész; D.S: Dima Slobodeniouk; N.J: Neeme Järvi.

Fuente: elaboración propia.

- *Concerto No. 2 in Eb Major, Op. 57* de Louis Spohr (1810).

El fragmento (del cuarto movimiento) posee seisillos de semicorcheas articuladas. En la Tabla 21, la velocidad mínima es de 191 la corchea. mientras la máxima es de 204. Estas velocidades serían imposibles sin modificar el fragmento con ligaduras como hacen seis clarinetistas de la tabla. Solamente Paul Meyer, quien utiliza el triple picado, logra alcanzar la velocidad de 198 sin problemas. Como demuestra Meyer, mediante el triple picado todos los clarinetistas podrían interpretar con facilidad este fragmento articulándolo por completo.

Tabla 21. Velocidad aproximada de los compases 161-164 del “Rondo. Alla polacca” del “Concerto No. 2 in Eb Major, Op. 57” de L. Spohr por siete clarinetistas.

“Rondo. Alla polacca” del Concerto No. 2 in Eb Major, Op. 57 de L. Spohr								
Compases	Pulso	J.B.	P.M.	K.L.	E.B.	C.D-Y.	W.H.	K.W-J.
161-164	Corchea	201	198	192	194	191	204	190

J.B: Julian Bliss; P.M: Paul Meyer; K.L: Karl Leister; E.B: Eduard Brunner; C.D-Y: Cha Da-Yoon; W.H: Woo Heesoo; K.W-J: Kim Woo-Jin.

Fuente: elaboración propia.

- *Three Shanties para quinteto de viento* de Malcolm Arnold (1943).

Como se puede observar en la Tabla 22, la velocidad mínima es de 136 (Rowden), *tempo* bastante cercano al del picado simple (132 la negra aproximadamente al ser un fragmento corto). Los demás clarinetistas alcanzan e incluso superan la negra a 150 al comienzo, pero Metro, Tichota, Rakov y Rosser pierden un poco de *tempo* durante el desarrollo de estos compases. Una de las posibles causas podría ser precisamente la velocidad de la articulación.

Tabla 22. Velocidad aproximada de los compases 4-8 del “Allegro con brio” de “Three Shanties” de M. Arnold por siete clarinetistas.

“Allegro con brio” de Three Shanties de M. Arnold								
Compases	Pulso	M.C.	D.R.	D.M.	K.T.	R.R.	A.R.	A.V.
4-8	Negra	155	136	154-148	146-145	159-154	151-145	150-158

M.C: Michael Collins; D.R: David Rowden; D.M: Dominick Metro; K.T: Kamil Tichota; R.R: Renat Rakov; A.R: Allison Rosser; A.V: Alan Vivian.

Fuente: elaboración propia.

4. CONCLUSIONES

Tras aportar los fragmentos anteriormente analizados se puede concluir, como sucedía con el estudio de Pérez (2016) que sí existen obras de repertorio con fragmentos articulados a altas velocidades donde aplicar la articulación múltiple. Tal como indicaba Pérez, las obras con pasajes rápidos articulados se ven afectadas por la imposibilidad, por parte de los intérpretes, de alcanzar las velocidades indicadas por los compositores. Como se podía apreciar en algunos fragmentos, los clarinetistas, para alcanzar algunas de las velocidades de las obras seleccionadas, debían modificar los pasajes mediante ligaduras.

Por tanto, es fundamental que todos los instrumentos de viento aprendan y pongan en práctica la técnica para que los pasajes seleccionados, así como todos aquellos aún por recopilar, puedan interpretarse a cualquier *tempo* por cualquier clarinetista.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cannam, C., Landone, C., Sandler, M. B., y Bello, J. P.** (2006). The Sonic Visualiser: A Visualisation Platform for Semantic Descriptors from Musical Signals. *ISMIR*, 324-327.
- Fobes, C. W.** (2000). *Synthetic Speed Tonguing*. Clark W. Fobes. <https://www.clarkwfobes.com/pages/synthetic-speed-tonguing>
- Gulick, H.** (1981). Performance and Pedagogy, Part II. *The Clarinet*, 8 (3), 73-75. <https://clarinet.music.unt.edu/sites/default/files/performancePedagogy.pdf>
- López Serrano, R.** (2011). TIC y entornos virtuales en los Conservatorios de Música: Creación de recursos. Software específico. *Temas para la Educación*, 12, 1-14. <https://www.feandalucia.ccoo.es/docu/p5sd7871.pdf>
- Lovelock, A. K.** (2013). *Exploration of selected extended clarinet techniques: a portfolio of recorded performances and exegesis* [Tesis Doctoral, University of Adelaide]. Elder Conservatorium of Music <https://digital.library.adelaide.edu.au/dspace/bitstream/2440/84698/8/02whole.pdf>
- Pérez Morell, E.** (2016). *Análisis histórico de la utilización del doble/triple picado en el saxofón y su enseñanza en la actualidad* [Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Valencia]. Repositorio Institucional NET. <https://riunet.upv.es/handle/10251/62319>
- Raasakka, M.** (2017). Exploring The Clarinet: A Guide To Clarinet Technique And Finnish Clarinet Music. Fennica Gehrmann Ltd. <https://books.google.es/books?id=1LQ5DwAAQBAJ&pg=PP17&lpg=PP17&dq=exploring+the+clarinet:+a+guide+to+clarinet+technique+and+finnish+clarinet+music&source=bl&ots=rC9bmCZ262&sig=J39Ksh6EY3YvXcFl-DTzNUjMQXRo&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjt3t6E25bbAhXJKcAKHeKIBCsQ6AEIU-TAF#v=onepage&q=exploring%20the%20clarinet%3A%20a%20guide%20to%20clarinet%20technique%20and%20finnish%20clarinet%20music&f=false>

Rehfeldt, P. (2003). *New Directions for Clarinet (Vol. 4)*. Scarecrow Press.

Sparnaay, H. (2011). *El clarinete bajo*. Periferia.

Spring, R. S. (1989). Multiple Articulation for Clarinet. *The Clarinet*, 17, 44-49. <http://www.bandworld.org/pdfs/BWMagClarMultiArticulation.pdf>

Thomas, D. H. (2008). Double Tonguing on Clarinet. *David H Thomas - Clarinete y música clásica*. <https://blog.davidhthomas.net/?s=double+tonguing>

Wolak, K. (2017). Articulation Types for Clarinet- Kornel Wolak. INTERNATIONAL CLARINET ASSOCIATION. <http://clarinet.org/2017/10/06/articulation-types-for-clarinet-kornel-wolak/>

/07/

APOYO EN LOS TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN PARA EL INCREMENTO DE TITULADOS POR LA MODALIDAD DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

SUPPORT IN RESEARCH WORK FOR THE INCREASE OF GRADUATES BY THE THESIS DISSERTATION MODE

Hugo Vega Huerta

Universidad Nacional Mayor de San Marcos, (Perú).

E-mail: hvegah@unmsm.edu.pe ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4268-5808>

Santiago Moquillaza Henríquez

Universidad Nacional Mayor de San Marcos, (Perú).

E-mail: smoquillazah@unmsm.edu.pe ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9531-881X>

Oscar Benito Pacheco

Universidad Nacional Mayor de San Marcos, (Perú).

E-mail: obenitop@unmsm.edu.pe ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1157-7764>

Percy De La Cruz Vélez de Villa

Universidad Nacional Mayor de San Marcos, (Perú).

E-mail: pdelacruzv@unmsm.edu.pe ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4943-7620>

Recepción: 25/08/2021 **Aceptación:** 26/10/2021 **Publicación:** 29/03/2022

Citación sugerida:

Vega, H., Moquillaza, S., Benito, O., y De la Cruz, P. (2022). Apoyo en los trabajos de investigación para el incremento de titulados por la modalidad de sustentación de tesis. *3C TIC. Cuadernos de desarrollo aplicados a las TIC*, 11(1), 171-189. <https://doi.org/10.17993/3ctic.2022.111.171-189>

RESUMEN

Según los compendios estadísticos publicados en la página web de Universidad Nacional Mayor de San Marcos por la Oficina General de Planificación, en la facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática la cantidad de titulados por la modalidad de sustentación de tesis es inferior al 20% de la cantidad total de titulados, esto significa que más de 80% se titula mediante otras modalidades no vinculantes a la investigación. La consecuencia es la baja cantidad de tesis producidas, por ello, el objetivo de la presente investigación es incrementar el porcentaje de titulados por tesis en la facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática mediante un apoyo extraordinario, por parte de los docentes, en las asesorías de los trabajos de investigación de los estudiantes. El proyecto se implementó durante los años 2015 y 2016 y como resultado se obtuvo un incremento del 72% de titulados por la modalidad de sustentación de tesis.

PALABRAS CLAVE

Titulados por tesis, Trabajos de investigación, Modalidad de sustentación de tesis, Competencia colaborativa, Plataformas virtuales.

ABSTRACT

According to the statistical compendia published on the website of the National University Mayor de San Marcos by the General Planning Office, in the Faculty of Systems Engineering and Informatics, the number of graduates from the thesis dissertation modality is less than 20% of the total number of graduates, this means that more than 80% are titled by other non-binding research modalities. The consequence is the low number of theses produced; therefore, the objective of this research is to increase the percentage of thesis graduates at FISI through extraordinary support for students' research work. The project was implemented during 2015 and 2016, resulting in a 72% increase in graduates from the thesis dissertation modality.

KEYWORDS

Graduates by thesis, Research work, Thesis dissertation modality, Collaborative competence, Virtual platforms.

1. INTRODUCCIÓN

Según la Oficina General de Planificación UNMSM (2015-2020), en la facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática (FISI) el porcentaje de titulados por tesis con respecto al total de titulados es menor al 20%, es decir más del 80% se titula por otras modalidades no vinculantes al proceso de investigación, la situación es similar en toda la universidad y en muchas otras universidades nacionales del país.

En consecuencia, en la presente investigación, consideramos como problema principal el bajo porcentaje de titulados por la modalidad de sustentación de tesis en la FISI.

Por lo tanto, nuestro objetivo es incrementar significativamente el porcentaje de titulados por la modalidad de sustentación de tesis en la FISI.

Por otro lado, uno de los factores de evaluación a las universidades para su posicionamiento en el ranking internacional es la cantidad de investigaciones desarrolladas, por lo tanto, el incremento de tesis desarrolladas también contribuirá en mejorar este factor de evaluación. Para mejorar la baja producción de tesis se plantea brindar a los egresados un apoyo extraordinario a lo largo de desarrollo de sus tesis propiciando un ambiente de motivación colaborativa mediante el uso de plataformas virtuales.

2. REFERENCIAS TEÓRICAS

Herramientas educativas virtuales. Son sistemas que gestionan procesos y grupos humanos de aprendizaje en línea brindando las más diversas facilidades de comunicación y colaboración entre diversos actores del proceso de aprendizaje (Pineda y Castañeda, 2013). Las herramientas virtuales apoyan el desarrollo de competencias colaborativas y esto es una gran alternativa de apoyo a la investigación colaborativa (Paredes *et al.*, 2017). “Esta idea es compartida y abordada por la UNESCO en la Conferencia Regional de Educación Superior, celebrada en Córdoba, Argentina, en junio de 2018” (Román *et al.*, 2018). El mundo en que vivimos es cada vez más competitivo, de una u otra manera todos quieren ser mejor que los demás y una buena alternativa para lograrlo es buscando adecuadamente un

socio estratégico (Vega, 2020). Los entornos virtuales nos permiten conformar equipos de trabajo de modo que sus integrantes puedan compartir con facilidad sus fortalezas. Para el adecuado desarrollo del apoyo a la investigación se debe contar con plataformas virtuales que incentive la interactividad. La práctica del E-learning con el soporte de una plataforma virtual es fundamental para el éxito de una adecuada tutoría para estudiantes universitarios (Saldarriaga, 2021). Un aspecto muy importante es considerar la integración de los diferentes sistemas de información para facilitar la toma de decisiones (Hilario, 2021), y considerar la oportuna adopción e integración de nuevas tecnologías (Salas, 2021), para garantizar un adecuado soporte tecnológico en el proceso educativo.

Procesos de aprendizaje Colaborativo. Para realizar un aprendizaje colaborativo, Lara (2005) sugiere se sigan los siguientes pasos: discusión con los estudiantes en clase, selección de los equipos de aprendizaje, ejercicios de formación de grupos, selección del tema del equipo, preparación de las presentaciones del equipo, evaluación del equipo, entre otros. El aprendizaje colaborativo resalta por sus resultados ya que permite que los miembros logren sus objetivos de enseñanza aprendizaje, si y solo ayudando a sus compañeros a alcanzar los suyos. Lo más rescatable del trabajo en equipo del tipo colaborativo es que uno aprende más cuanto más colabora en el aprendizaje de su compañero. Las herramientas que favorecen el aprendizaje colaborativo y trabajo en equipo en ambientes virtuales se pueden agrupar en: comunicativas, colaborativas, y de construcción, a estas debemos añadir las recientes plataformas del mercado como zoom, google meet, classroom entre otras. Otro aspecto importante es considerar el un trato motivador, buscando entender al estudiante y tratando de comprender su óptica y para ello es importante conocer el perfil del cliente en este caso del estudiante (Martínez *et al.*, 2020).

Aprendizaje colaborativo. Las TIC juegan un rol muy importante en el aprendizaje colaborativo porque permiten la interacción en línea entre docentes y estudiantes, el acceso a la información y contenidos y el seguimiento al progreso del estudiante, entre las utilidades de las TIC para el aprendizaje colaborativo tenemos: la comunicación sincrónica, la comunicación asincrónica, la transferencia de datos, las aplicaciones compartidas, la convocatoria de reuniones y la navegación compartida; entre

algunas aplicaciones en la enseñanza en línea se menciona que el uso de blogs es una buena alternativa, definiendo al blog como un sitio Web en donde los usuarios depositan contenidos de tipo texto, documentos, imágenes videos etc, sobre algún tema en particular, los visitantes pueden comentar o ligar hacia otro blog, algunos utilizan los blogs para organizar sus ideas, mientras que otros redactan para grandes audiencias en la Internet. Son un medio de comunicación colectivo que promueve la creación y consumo de información original que provoca, con mucha eficiencia, la reflexión personal y el debate (Ruiz *et al.*, 2015). Las TIC también proporcionan sistemas más formales y confiables para intercambiar información como las firmas digitales (Córdoba *et al.*, 2020).

Gestión del conocimiento en la educación. Respecto a la gestión del conocimiento y su pertinencia de en la educación universitaria (Paredes *et al.*, 2017) nos dice que la educación universitaria actualmente requiere de la gestión del conocimiento y la pericia del docente juega un rol muy importante en el logro del aprendizaje usando estas herramientas. Los estudios científicos vinculantes a la gestión del conocimiento, “se puede decir que la gestión del conocimiento se presenta como una opción idónea para desarrollar procesos innovadores orientados a proporcionar una formación integral a los estudiantes universitarios”. El aspecto más importante en la gestión del conocimiento es que se permite compartir el conocimiento y facilita el aprendizaje colaborativo.

Rol del docente investigador y asesor. Viñals *et al.* (2016) mencionan que en la era digital, uno de los roles más importantes del docente es aprender a usar las tecnologías digitales y a buscar información relevante usando el internet esto le permitirá mejorar importantemente que enseñar y como llegar mejor al estudiante, esto le dará la característica de ser competente digital ya que “los jóvenes nativos digitales deben recibir una educación acorde a sus necesidades”. El rol del docente investigador desde su práctica social, el incentivo a la investigación para la generación de tesis depende de los asesores ya que deben estar en una continua y abierta cooperación con los estudiantes. Los asesores deben conformar una red integrando a docentes de diversos países y de diversas disciplinas, lo que apoya para tener una óptica más amplia de la investigación en Iberoamérica. Según Ruiz *et al.* (2015), el asesor juega un rol muy

importante en el proceso del aprendizaje colaborativo ya que además de transmitir el conocimiento a sus estudiantes, también debe proporcionarles la capacidad de creatividad e investigación trabajando en ellos un modelo colaborativo en entornos virtuales debe procurar llegar a conocer el perfil emocional y psicológico de cada estudiante para ser capaz de llegar en forma personalizada a cada uno de ellos con una comunicación muy dinámica y fluida. Los requerimientos que para ser considerados como un buen asesor virtual son: “ 1- Guiar a los estudiantes en el uso de las bases de información y conocimiento, así como propiciar el acceso a los mismos para usar sus propios recursos. 2- Potenciar a los estudiantes activos en el proceso de aprendizaje auto dirigido, en el marco de acciones de aprendizaje abierto, explotando las posibilidades comunicativas de los grupos como sistemas de acceso a los recursos de aprendizaje. 3- Asesorar y gestionar el ambiente de aprendizaje en el que los estudiantes están utilizando los recursos. 4- Tener acceso fluido al trabajo del estudiante, en consonancia con las estrategias empleadas en el aprendizaje colaborativo”

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. HIPÓTESIS

El apoyo en los trabajos de investigación incrementa significativamente el porcentaje titulados por la modalidad tesis en la FISI.

3.2. VARIABLES

Variable independiente: Apoyo en los trabajos de investigación.

Variable dependiente: Titulados por la modalidad tesis en la FISI.

3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

En la Tabla 1 se presenta la matriz de operacionalización de variables.

Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables.

Variables	Definición	Definición Operacional	Dimensiones
Apoyo en los trabajos de investigación	Trabajo excepcional y voluntario que realizan algunos docentes en apoyo de los estudiantes en sus proyectos de investigación fuera de su carga lectiva.	Procedimientos propuestos para que los egresados de la FISI logren Titularse por Tesis	Cantidad de estudiantes que se benefician del apoyo
Titulados por la modalidad Tesis en la FISI	La Titulación por tesis es el proceso por el cual un bachiller solicita a su Escuela la aprobación de su proyecto de tesis y asignación de un docente asesor de Tesis y culmina con la sustentación de tesis y entrega del diploma de su Título correspondiente.	Cantidad de egresados que logran titularse por la modalidad de tesis en la FISI	Cantidad de titulados por tesis en la FISI

Fuente: elaboración propia.

3.4. MATRIZ DE CONSISTENCIA

En la Tabla 2 se presenta la matriz consistencia.

Tabla 2. Matriz de consistencia.

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables e indicadores
<u>Problema General</u> ¿En qué medida el apoyo en los trabajos de investigación incrementa el porcentaje de egresados titulados por Tesis en la FISI?	<u>Objetivo General</u> Incrementar el porcentaje de egresados titulados por Tesis en la FISI mediante el apoyo en los trabajos de investigación.	<u>Hipótesis General</u> El apoyo en los trabajos de investigación incrementa significativamente el porcentaje de egresados Titulados por Tesis en la FISI.	<u>V. INDEPENDIENTE</u> apoyo en los trabajos de investigación Indicador: Estudiantes que se benefician del apoyo. <u>V. DEPENDIENTE</u> Titulados por la modalidad de Tesis en la FISI. Indicador: Titulados por Tesis en la FISI.

Fuente: elaboración propia.

3.5. POBLACIÓN

La población está conformada por todos los egresados no titulados y para efectos de este estudio se trabajó con los egresados de los años 2014 y 2015 y que según la Tabla 3 serían en total 120 estudiantes.

Tabla 3. Población por año (Número de No titulados por año).

Egresados	2014			No titulados	Egresados	2015			No titulados		
	Titulados					Total	Tesis	Otra			
	Total	Tesis	Otra								
FISI	127	107	10	97	20	179	79	26	53	100	
UNMSM	3802	3649	528	3121	153	3761	3527	602	2925	234	

Fuente: adaptado de Oficina General de Planificación UNMSM (2015-2020), (<https://ogpl.unmsm.edu.pe/resources/Publicaciones/Compendios/Compendio2015/Cap5.html>, del 2015 al 2017).

3.6. MUESTRA

La muestra está conformada por los egresados no titulados que inscritos voluntariamente en el proyecto. El tamaño de la muestra 26 estudiantes (18 egresados el año 2014 y 8 el 2015).

3.7. ACTIVIDADES DE APOYO EN LA INVESTIGACIÓN

El Grupo de Investigación (GI) YACHAY es un grupo constituido en la facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática de la UNMSM y aprobado formalmente con resolución rectoral en el año 2014; este GI compuesto por 10 docentes nombrados, tiene como objetivo desarrollar proyectos de investigación y también apoyar a los estudiantes en sus trabajos de investigación y en desarrollo de sus tesis, por esta razón en el año 2014 presentó un proyecto titulado “Apoyo extraordinario a los estudiantes en la Titulación por la modalidad de Sustentación de Tesis” al Vicerrectorado de Investigación de la UNMSM, el cual fue aprobado por resolución rectoral, desde entonces, una de sus principales funciones

es apoyar a los estudiantes en el desarrollo de sus proyectos de investigación y logren sustentar su tesis. Para lograr este propósito se ha generado un procedimiento con las siguientes actividades:

- Actividad 1. Selección de interesados.
- Actividad 2. Ejecución de asesoría a los participantes.
- Actividad 3. Motivación constante.
- Actividad 4. Monitoreo del proceso.
- Actividad 5. Sustentación de tesis.
- Actividad 6. Ceremonia de reconocimiento a los titulados y asesores.

3.8. DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES DE LA PROPUESTA DE APOYO A LA INVESTIGACIÓN

Actividad 1. Recolección de datos y selección de interesados

Las actividades de recolección de datos de este proyecto iniciaron en mayo del 2015 y concluyeron en mayo del 2017; en total se registraron de 26 estudiantes, 18 egresados en el año 2014 y 8 egresados en el año 2015, quienes presentaron adecuadamente sus proyectos de investigación vinculados a sus proyectos de Tesis.

Actividad 2. Ejecución de la asesoría

A cada estudiante se le asigna un asesor temático y otro asesor metodológico, quienes, según Ruiz *et al.* (2015), además de brindar su apoyo en lo temático y metodológico, también brindan su apoyo motivador, personalizado y constante, a sus estudiantes asesorados para el desarrollo adecuado de su proyecto de tesis, así mismo eventualmente se realiza la junta del equipo de docentes del grupo de apoyo para evaluar en conjunto todos los proyectos de investigación y brinden al Tesista sus recomendaciones del caso.

Actividad 3. Motivación constante y monitoreo del proceso

La atención de las asesorías siempre se ejecuta con prontitud y sugerencias precisas para las mejoras correspondientes, esto motiva sustancialmente a los participantes, así mismo, se les apoya brindándoles información sobre los procedimientos formales para el registro de sus proyectos de tesis en la Escuela; para optimizar el apoyo colaborativo entre todo el equipo se cuenta con una plataforma virtual en la que los participantes comparten sus avances con sus compañeros y asesores para que todos puedan apreciar sus avances de modo que podrían tener claros ejemplos para apoyarse en el desarrollo de sus propios proyectos. El monitoreo del proceso se realizó con mucha facilidad gracias a nuestra plataforma virtual que también servía para poder visualizar constantemente el avance del desarrollo de las tesis por parte de los estudiantes, así como los aportes y observaciones generados por los docentes asesores. La Figura 1 muestra el Blog implementado para el apoyo al monitoreo del proceso

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS E INFORMATICA

TESIS 2014 Documentos

Viernes 8 de agosto de 2014

Proyectos de Tesis en procesos de Titulación 2014

Proyectos de Tesis en procesos de Titulación 2014:

Apellidos y Nombres	Asesor	Título Tesis	Fecha
Jhuapaya Vásquez José	Percy de la Cruz	Automatización del radar y monitoreo para gest puérperas y distribución de información a través mart y business intelligence	

Asesores

Nombre
Nora La Señ
Hugo Vega
Carlos Cácer

Figura 1. Blog de monitoreo del avance del proyecto.

Fuente: elaboración propia.

Actividad 4. Sustentación de tesis

Concluido el apoyo por parte de los asesores, los tesistas presentan sus proyectos de tesis formalmente a su Escuela Profesional solicitando sea admitida para su evaluación y Sustentación Pública correspondiente. Cuando el tesista cuenta con la aprobación de su tesis por parte del jurado revisor asignado por la escuela mediante resolución directoral, la Escuela determina la fecha para la sustentación pública de su tesis, para ello a los participantes se les brinda una charla motivadora con muchas recomendaciones para que tengan una adecuada presentación y asistan con total confianza al acto protocolar. Al finalizar el presente proyecto, 18 de los 26 tesistas registrados sustentaron sus tesis logrando el objetivo de titularse por la modalidad de la Sustentación de Tesis (ver Figura 2).



Figura 2. Acto de juramentación luego de la sustentación de tesis.

Fuente: elaboración propia.

Actividad 5. Ceremonia de reconocimiento a nuestros egresados titulados por la modalidad de sustentación de tesis y a los docentes asesores

Con la presencia de las autoridades de la facultad y contando con la asistencia de los titulados por tesis, de los docentes asesores de tesis y contando también con la importante compañía de los padres de familia y otros familiares de los titulados se realizó la ceremonia de reconocimiento al importante trabajo de haber concretado con titularse con la realización de una tesis. A continuación, en la Figura 3 se muestran las imágenes respectivas.



Figura 3. Decano de la facultad brindando su discurso de clausura.

Fuente: elaboración propia.

4. RESULTADOS

A continuación, se presenta los resultados alcanzados:

- En la Tabla 4 se observa la cantidad de inscritos en el proyecto por año en comparación con la cantidad de participantes que lograron culminar con la sustentación de su tesis

Tabla 4. Cantidad de inscritos en el proyecto vs cantidad de titulados.

	2015	2016	Total
Inscritos	18	8	26
Titulados	12	6	18
Efectividad	67%	75%	69%

Fuente: elaboración propia.

El logro alcanzado es que 18 de los 26 egresados que participaron en el presente proyecto de investigación lograron titularse por la modalidad de sustentación de tesis. Con estas cifras, se puede afirmar que la efectividad del apoyo ofrecido a los tesistas para que logren titularse por la modalidad de sustentación de tesis en la FISI es del 69%

- En la Tabla 5, se puede apreciar el incremento del porcentaje de titulados por la modalidad de sustentación de tesis por años; en el año 2015 fue del 86% y en el 2016 fue de 55 %. Estas cifras reflejan que se logró un crecimiento total 72% de tesistas que lograron titularse por la modalidad de sustentación de tesis en la FISI, gracias al apoyo ofrecido por los asesores del presente proyecto.

Tabla 5. Número de titulados por tesis en FISI del 2014 al 2016.

	2014	2015	2016	Total
FISI - proceso normal	10	14	11	25
Proyecto - Apoyo a la Titulación por Tesis		12	6	18
Total - FISI	10	26	17	43
Incremento respecto al proceso normal	0%	86%	55%	72%

Fuente: elaboración propia.

5. DEMOSTRACIÓN DE LAS HIPÓTESIS

Prueba de la hipótesis por el método de T-de Student

La hipótesis que se desea demostrar previamente la definimos como:

H_i: El apoyo en los trabajos de investigación incrementa significativamente el porcentaje titulados por la modalidad tesis en la FISI

Por lo tanto, la hipótesis nula queda definida como:

H_o: El apoyo en los trabajos de investigación NO incrementa significativamente el porcentaje titulados por la modalidad tesis en la FISI

Para esta demostración, de acuerdo con Hernández *et al.* (2014, 2020), como se aprecia en la Tabla 6, se cuenta con dos grupos de análisis, por un lado, el grupo de control conformado por los estudiantes los 127 egresados el año 2014, que no recibieron el apoyo del presente estudio de investigación, dicho grupo cuenta con 10 estudiantes, equivalente al 8% del total, quienes lograron titularse por la modalidad de sustentación de tesis, para análisis ellos han sido agrupados según el mes que lograron titularse; mientras que el otro grupo, denominado grupo experimental estuvo conformado por los 26 tesistas participantes de este proyecto de los cuales 18 lograron titularse por la modalidad de sustentación de tesis, para el análisis estos han sido agrupados por el asesor asignado

Tabla 6. Datos preprueba y posprueba: (Titulados por tesis antes y después de brindar el apoyo a los Tesistas).

Sin la aplicación de la Metodología			Con la aplicación de la Metodología			
MES	TITULADOS	% TITULADOS	ASESOR	ASESORADOS	TITULADOS	% TITULADOS
M1	0	0,00	A1	2	1	0,04
M2	0	0,00	A2	3	3	0,12
M3	1	0,01	A3	4	1	0,04
M4	2	0,02	A4	5	5	0,19
M5	1	0,01	A5	2	2	0,08
M6	2	0,02	A6	2	0	0,00
M7	2	0,02	A7	2	1	0,04
M8	1	0,01	A7	3	2	0,08
M9	1	0,01	A9	1	1	0,04
M10	0	0,00	A10	1	1	0,04
M11	0	0,00	A11	1	1	0,04
TOTAL	10	0,08	TOTAL	26	18	0,69

Fuente: elaboración propia.

Los datos de la Tabla 6, fueron cargados al SPSS donde se procedió a realizar la prueba de la hipótesis, y dicho aplicativo generó el reporte mostrado en la Figura 4.

Prueba T						
Estadísticas de muestras emparejadas				Correlaciones de muestras emparejadas		
	Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio		
Par 1	PorcSinMetodo	,0091	11	,00831	,00251	
	PorConMetodo	,0645	11	,05203	,01569	

Prueba de muestras emparejadas						
Diferencias emparejadas				95% de intervalo de confianza de la diferencia		
	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	Inferior	Superior	t gl Sig. (bilateral)
Par 1	PorcSinMetodo - PorConMetodo	-,05545	,05165	,01557	-,09015	-,02076 -3,561 10 ,005

Figura 4. Prueba de la hipótesis mediante T-de Student. Reporte generado por el SPSS.

Fuente: elaboración propia.

El valor de significancia obtenido es de 0.005; como este valor es menor que 0.05, entonces se rechaza la hipótesis nula H_0 y se acepta la hipótesis de investigación H_i .

6. CONCLUSIONES

- Gracias al presente estudio se puede concluir que el apoyo en los trabajos de investigación incrementa significativamente el porcentaje titulados por la modalidad tesis en la FISI.
- Una mayor cantidad de egresados titulados por tesis incrementa significativamente la imagen institucional de una facultad, y sobre todo, la posibilidad de realizar publicaciones en revistas indexadas que puede contribuir en facilitar el logro de la calificación RENACYT de los docentes colaboradores.
- Usando la plataforma Tic se logra un acercamiento y se mejora el compromiso docente-alumno para optar la titulación por tesis.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cordova, J., Vega, H., Rodriguez, C., y Escobedo, F.** (2020). Firma digital basada en criptografía asimétrica para generación de historial clínico. *3C Tecnología. Glosas de innovación aplicadas a la pyme*, 9(4), 65-85. <https://doi.org/10.17993/3ctecno/2020.v9n4e36.65-85>
- Hernández, R., y Baptista, P.** (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill
- Hernández, R., y Hernandez, N.** (2020). *Prueba de hipótesis estadística con excel*. México.
- Hilario, M., Esenarro, D., Vega, H., y Rodríguez, C.** (2021). Integration of the enterprise information to facilitate decision making. *Journal of contemporary issues in business and government*, 27(1).
- Lara, R.** (2005). El aprendizaje cooperativo: un modelo de intervención para los programas de tutoría escolar en el nivel superior. *Revista de la Educación Superior*, 24-1(133).
- Martínez, G., Vega, H., Rodriguez, C., y Guzmán, Y.** (2020). Marketing de proximidad mediante aplicación móvil con dispositivos Beacon. *3C TIC. Cuadernos de desarrollo aplicados a las TIC*, 9(4), 89-111. <https://doi.org/10.17993/3ctic.2020.94.89-111>
- Oficina General de Planificación.** (2015-2020). *Compendio estadístico UNMSM 2015 - 2020*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. <https://ogpl.unmsm.edu.pe/resources/Publicaciones/Compendios/Compendio2015/Cap5.html>
- Paredes, J., Calvopiña, D., Velasco, V., y Álvarez, J.** (2017). La Gestión del conocimiento y su pertinencia en la Educación Universitaria. *Revista Científica Hermes*, 19, 475-493.
- Pineda, P., y Castañeda, A.** (2013). Los LMS como herramienta colaborativa en educación. Un análisis comparativo de las grandes plataformas a nivel mundial. En *V Congreso Internacional Latina de Comunicación Social*.

Roman, E., Porras, M., Madrigal, A., y Medina, P. (2018). Escenarios educativos latino-americanos. Una mirada desde las universidades. *Sancti Spíritus*, Cuba.

Ruiz, E., Martínez, N., y Galindo, R. (2015). El aprendizaje colaborativo en ambientes virtuales. Editorial Cenid.

Salas, C., Vega, H., y Rodriguez, C. (2021). Contributions to the Technological Adoption Model for the Peruvian Agro-Export Sector. *International Journal of E-Adoption*.

Saldarriaga, R. (2021). Prospective Vision of the Implementation of E-learning Modules at the National Major University of San Marcos. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 12(3).

Vega, H. (2020). Alianzas Estratégicas en un mercado globalizado. *Editorial Académica Española*.

Viñals, A., y Cuenca, J. (2016). El rol del docente en la era digital. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 30(2).

/08/

UTILIZACIÓN DE LAS TIC PARAR MEJORAR LA CALIDAD DEL DOBLE PICADO EN EL CLARINETE

USE OF ICT TO IMPROVE THE QUALITY OF THE DOBLE TONGUING IN THE CLARINET

Isabel Marín Conesa

Profesora de Flauta Travesera en Unión Musical San Pedro y profesora de Flauta Travesera y Jardín Musical en Unión Musical Torrevejense. Departamento de Arte: Producción e Investigación.
Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, (España).
E-mail: isabelmcf.13@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0414-8865>

María Belén Marín Conesa

Traductora e Intérprete de inglés y alemán. Máster en Creación Digital por la Universidad Católica San Vicente Mártir de Valencia, España. Departamento de Traducción e Interpretación. Universidad de Murcia. Murcia, (España).
E-mail: belenmarinconesa@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9433-5228>

Ester Marín Conesa

Médico especialista en H.C.U. Reina Sofía y en el H.C.U. Virgen de la Arrixaca, España. Licenciada en Medicina en la Universidad de Murcia, España. Departamento de Neurología. Universidad de Murcia. Murcia, (España).
E-mail: estermarinconesa@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3934-548X>

María Belén Conesa Ferrer

Matrona en Hospital Universitario de Torrevieja, España. Profesora asociada de la Universidad de Murcia, España.
Departamento de Enfermería. Universidad de Murcia. Murcia, (España).
E-mail: mb.conesaferre@um.es ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2970-8358>

Recepción: 12/08/2021 Aceptación: 25/10/2021 Publicación: 29/03/2022

Citación sugerida:

Marín, I., Marín, M. B., Marín, E. y Conesa, M.B. (2022). Utilización de las TIC parar mejorar la calidad del doble picado en el clarinete. *3C TIC. Cuadernos de desarrollo aplicados a las TIC*, 11(1), 191-221. <https://doi.org/10.17993/3ctic.2022.111.191-221>

RESUMEN

La técnica del doble picado no suele utilizarse en el clarinete por la dificultad que entraña. El objetivo es demostrar que la técnica puede ser desempeñada con el clarinete utilizando las TIC. Se puso en práctica la técnica en 13 clarinetistas con el Título de Grado Profesional o cursando estudios superiores. Estos la estudiaron mediante 29 ejercicios tras realizar una primera grabación de 2 ejercicios. Tras 8 semanas de estudio se realizó la última grabación para ver si la calidad de la técnica era mayor. La implementación de las TIC consistió en el uso de *Audacity* (para grabar), *Sibelius7* (para escribir los ejercicios), *ZyMi* (para grabaciones y estudio) y los espectrogramas en *Sonic Visualiser* de los audios pregrabados (para valorar si existe evolución de la calidad del doble picado). Una vez que fueron analizados los espectrogramas y se escucharon las grabaciones en *Sonic Visualiser*, se observó que en la primera grabación la calidad del doble picado fue bastante deficiente en los registros agudo y sobreagudo de muchos de los participantes. Sin embargo, en la última grabación todos ellos consiguieron realizar los dos ejercicios con gran calidad en todos los registros. Como conclusión, puede decirse que el doble picado puede ser ejecutado por cualquier clarinetista y que, para ello, es muy recomendable la utilización de las TIC. La utilización de *ZyMi* y *Sonic Visualiser* permitió ver en los espectrogramas si la ejecución era precisa en cuanto a *tempo*, calidad del sonido, articulación, duración e igualdad de las notas.

PALABRAS CLAVE

Clarinete, Doble Picado, Tecnologías, Velocidades Altas, Metrónomo, Espectogramas.

ABSTRACT

The double tonguing technique is not usually used on the clarinet due to its difficulty. The objective is to demonstrate that the technique can be performed with the clarinet using ICT. The technique was put into practice in 13 clarinetists with the Title of Professional Degree or attending higher studies. They studied it through 29 exercises after making a first recording of 2 exercises. After 8 weeks of study, the last recording was made to see if the quality of the technique was higher. The implementation of ICT consisted of the use of Audacity (to record), Sibelius7 (to write the exercises), ZyMi (for recordings and study) and the spectrograms in Sonic Visualiser of the pre-recorded audios (to assess whether there is evolution of the quality double tonguing). Once the spectrograms were analyzed and the recordings were listened to in Sonic Visualiser, it was observed that in the first recording the quality of the double tonguing was quite poor in the high and high register of many of the participants. However, in the last recording all of them managed to perform both exercises with great quality in all registers. In conclusion, it can be said that the double tonguing can be performed by any clarinet player and that the use of ICT is highly recommended. The use of ZyMi and Sonic Visualiser allowed to see in the spectrograms if the execution was precise in terms of tempo, sound quality, articulation, duration and equality of the notes.

KEYWORDS

Clarinet, Double Tonguing, Technologies, High Speeds, Metronome, Spectrograms.

1. INTRODUCCIÓN

El doble picado (junto al triple picado), también conocido como “técnica linguo-gutural” (Pérez, 2016) o “articulación múltiple” (Byo, 2016), es un recurso utilizado por los instrumentistas de la familia del viento metal y de flauta travesera. Este aporta grandes beneficios en lo relativo a la velocidad de fragmentos de notas picadas a *tempi* muy altos. Ésta suele ser utilizada para superar la velocidad que permite alcanzar el picado simple, técnica utilizada por todos los instrumentos de viento. Este picado simple se ejecuta utilizando movimientos o golpes de lengua detrás de los dientes, en los labios o sobre la caña, dependiendo del instrumento. Este se lleva a cabo emitiendo notas articuladas mediante la consonante “T” o “D” (seguida de cualquier vocal en función del color o el registro).

El doble picado, por su parte, se realiza combinando un golpe de lengua (“T” o “D”) y un movimiento rápido o golpe de la garganta (con las consonantes “K” o “G” en función del resultado sonoro que se quiera conseguir).

Existen multitud de métodos en los que se explica y se reúnen multitud de ejercicios para dominar la técnica linguo-gutural. Algunos muy famosos son *TéKe, TéKeTé* de Isabelle Ory, *Método de flauta* de Henry Altés, *École de l'Articulation* de Marcel Moyse y el *Método Completo de trompeta* de Jean-Baptiste Arban.

Sin embargo, pese a las posibilidades técnicas que ofrecen el doble y triple picado, los instrumentos de viento cuya boquilla posee una caña no suelen utilizarla. En ocasiones se justifica este hecho ante la aparente imposibilidad de estos instrumentos de ponerla en práctica por tener una parte del instrumento dentro de la cavidad bucal o a la supuesta falta de repertorio en la que aplicarla.

Moritz (1983) asegura que estas desventajas fueron la principal razón por la que la gran mayoría de los instrumentistas de caña ignoraron casi completamente las posibilidades que ofrece el doble picado. La concepción general de los instrumentistas de caña era que los resultados no eran lo suficientemente precisos. Además, Moritz insiste en que aquellos que se atrevían a intentar estudiar la técnica del doble picado no estaban bien vistos por sus compañeros.

A pesar de ello, en el pasado, algunos (aunque escasos) oboístas y fagotistas consiguieron dominar con bastante éxito la técnica linguo-gutural. Moritz conoció a algunos músicos de instrumentos de caña que utilizaban doble picado o que lo estaban estudiando. El autor no critica la calidad conseguida por sus pioneros de la técnica ya que estos consiguieron superar sus teóricas desventajas, demostrando a los demás la viabilidad de la técnica. La tarea de sus sucesores sería continuar este gran trabajo y, de ser posible, establecer el hecho de que el doble picado en los instrumentos de caña produce una mayor velocidad y podría sonar igual que el picado simple (Moritz, 1983).

Moritz también hace alusión a la sección de la caña que queda dentro de la boca. Este explica que interfiere claramente en el movimiento de la lengua y que supone una desventaja para los instrumentos de caña en la ejecución de la técnica. Otro factor adverso sería la inusual tensión de la garganta al comienzo del estudio de la misma. Esta tensión, en ocasiones, puede dar lugar a molestias y puede provocar complicaciones más graves si la práctica de esta es demasiado prolongada. Sin embargo, este problema puede evitarse simplemente limitando la práctica a un período de tiempo más corto por cada día hasta que el tiempo pueda aumentarse sin producir ningún daño (Moritz, 1983).

Para Spring es fundamental poseer una posición relajada de los labios y abrir levemente estos hacia afuera. Esto ayudaría a superar parcialmente la dificultad que entraña la técnica al tener una parte de la boquilla dentro de la cavidad bucal (Spring, 1989).

Para introducirse en el aprendizaje del doble y el triple picado son muy útiles las aportaciones de los autores en sus estudios. Moritz (1983) recomienda practicar ataques lenta y alternamente con espacios entre las notas, debiendo ser la duración de las pausas igual a la de las notas. El ejercicio debe iniciarse en el registro más fácil del instrumento y tratando de no colocar el ataque de la garganta demasiado atrás. Una vez dominado el ejercicio aconseja practicar notas articuladas a velocidades lentas para aprender a tocar todas las notas con una buena calidad y, sobre todo, uniformemente. Una vez conseguida la calidad se aumenta la velocidad. Para Moritz no existen trucos para dominar la técnica y cada alumno difiere mucho de otro. Algunos podrán llegar a altas velocidades más fácilmente que otros, aunque, a

menudo, antes de realizar una buena ejecución de la técnica. Sin embargo, Moritz lo considera peligroso porque esos estudiantes suelen priorizar en la velocidad y no llegan a controlar la técnica a velocidades inmediatamente superiores al límite de su picado simple.

Para Spring (1989), el aire es crucial para realizar la sílaba KA de la técnica, puesto que la tendencia natural del clarinetista es utilizar menos aire para hacerla, resultando una articulación débil e irregular. La colocación de la lengua también es primordial para poder aprender la técnica de la “articulación múltiple”. En este caso, la lengua debe estar totalmente relajada y en la parte posterior de la boca puesto que no es precisa su presencia en la parte delantera cuando se ejecuta la sílaba “KA”. El autor aconseja la utilización de la sílaba “KEE” para los pasajes que se encuentren en el registro clarín, puesto que con la utilización de la sílaba “KAH” resultaría muy difícil conseguir un buen resultado, casi imposible. Respecto a los distintos registros del clarinete, Spring aconseja comenzar por el estudio de notas del registro Chalumeau puesto que resultan más fáciles que las de registros superiores (1989).

Moritz (1983) finaliza su artículo indicando que, aunque la técnica no ha sido adoptada universalmente por los instrumentistas de caña, el camino se ha iniciado. Se ha demostrado que es posible y práctica para momentos de gran exigencia técnica en el trabajo profesional, en la orquesta o como intérprete solo. Por otro lado, como indica también Spring (1989), considera que quizás no lleguen a lograr la velocidad de un flautista o que quizás el clarinetista nunca lo perfeccione en el registro sobreagudo. Sin embargo, pese a estas limitaciones, confirma que, tarde o temprano, se convertirá en una técnica indispensable para el artista del futuro (Moritz, 1983).

Pérez (2016) logró demostrar en su Tesis Doctoral que diversos alumnos de saxofón del Conservatorio Superior de Música “Joaquín Rodrigo” de Valencia pudieron desempeñar el doble y el triple picado con buenos resultados. En este estudio también se recogieron y analizaron fragmentos extraídos de obras características del repertorio saxofonista donde era recomendable utilizar la técnica linguo-gutural. Con respecto al repertorio de clarinete, Álvarez (2014) hace alusión a todas las técnicas modernas clarinetísticas presentes en el repertorio español. Entre ellas se encuentra el trémolo, el cual se ejecuta

mediante la rápida repetición de un mismo sonido o de dos sonidos distintos. En el doble picado es necesario saber qué número de veces se debe repetir cada sonido, mientras el trémolo gutural es más libre al no tener que controlar este aspecto. De este modo y, aunque existen distintas formas de realizar el trémolo gutural, como explica Gil en su libro (1991), para obtener un buen trémolo se podrían utilizar las combinaciones del doble picado (TA-KA o DA-GA).

En estudios de actualidad como los realizados por Sandulescu (2018) y Valdivia (2019) se implementan las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en el ámbito musical. El primero de ellos se centra en el papel de la música en las relaciones sociales y destaca el término “post-digital”. Las nuevas tecnologías, afirma, han dejado de ser nuevas y ya forman una parte de nuestras vidas. Los investigadores que intervienen en el libro han realizado análisis desde distintas perspectivas. Algunas de ellas son el *streaming*, la música digital en la cultura y cómo afecta la era post-digital a la relación de la música con la educación. Valdivia (2019) consiguió mejorar capacidades compositivas y orquestales mediante *Sibelius* y *Finale* en los alumnos del programa de música de la Universidad Nacional del Altiplano. Román (2017) analiza algunas herramientas para su utilización en la educación musical en función de la calidad, estabilidad y facilidad de utilización. Cannam (2010) utiliza *Sonic Visualiser* y muestra que es una interfaz con funciones de visualización que permiten realizar análisis adicionales. García (2014) recoge la creación del llamado “MPEG-A” creado por el Grupo de Expertos en Imágenes en Movimiento (MPEG) de ISO/IEC. El objetivo era describir el diseño e implementar un códec IM AF para integrarlo en *Sonic Visualiser*. De este modo, se consiguió la visualización de acordes o del tono de la melodía principal alineados con la letra de la canción en el tiempo.

El objetivo es mejorar la calidad del doble picado en el clarinete y demostrar que sí puede ser desempeñada por cualquier instrumentista utilizando *Sonic Visualiser*.

2. METODOLOGÍA

Primeramente, se ha llevado a cabo una búsqueda de bibliografía sobre el funcionamiento de la técnica del doble picado en instrumentos de caña como el clarinete. Dicha búsqueda se realizó en las Bases de Datos *Dialnet*, *JSTOR* y *ProQuest*, en la Biblioteca electrónica *Scielo* y, por último, en el Repositorio Institucional *RiuNet* de la Universidad Politécnica de Valencia.

A continuación, se han buscado métodos y libros de clarinete, flauta travesera y trompeta que traten total o parcialmente de la técnica del doble y triple picado. Posteriormente, se ha realizado una adaptación de 29 ejercicios extraídos de los métodos más importantes de flauta y trompeta. Estos han sido Ory (s.f.), Altés (1992), Taffanel y Gaubert (1957) y Arban (1936). Todos los ejercicios han sido adaptados al clarinete en base a las indicaciones extraídas de la bibliografía sobre la técnica y han sido transcritas mediante el editor de partituras *Sibelius7*.

Finalmente, se ha realizado una prueba piloto mediante un muestreo no probabilístico por redes o bola de nieve obteniendo un total de 13 participantes que poseían, como mínimo, el Título de Enseñanzas Profesionales de Música.

La prueba piloto ha comenzado con una prueba inicial a los sujetos formada por 2 ejercicios para evaluar la velocidad máxima a la que los participantes podían desempeñar el doble picado con calidad.

El periodo de estudio comenzó el 23 de abril y finalizó el 17 de junio de 2018 en el que se han proporcionado a los participantes en la prueba piloto enlaces a vídeos y los 29 ejercicios (adaptados con anterioridad) con explicaciones sobre su estudio para ayudarles a iniciarse en el desempeño de la técnica. Además, se les ha proporcionado una tabla donde anotar semanalmente distintos campos. Para conseguir un buen resultado del estudio de la técnica se ha utilizado como instrumento de medición de la velocidad de los ejercicios el *software* gratuito *ZyMi*.

Se ha realizado un seguimiento transecuencial consistente en la grabación de 2 ejercicios comunes en diversas aulas del Conservatorio Superior de Música “Manuel Massotti Littel” y del Conservatorio de Música de Murcia. Para las grabaciones se ha utilizado el programa *Audacity* y también el software *ZyMi*.

A continuación, se ha realizado un análisis del espectrograma del ejercicio más complejo grabado en las distintas sesiones mediante *Sonic Visualiser* con el fin de evaluar y analizar el progreso de la calidad del doble picado. Una vez analizados los resultados del presente estudio se han contrastado los resultados con los de la bibliografía consultada y se han extraído las conclusiones.

3. RESULTADOS

3.1. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Las características sociodemográficas de la muestra recogida pueden encontrarse en la Tabla 1. En lo referente a la edad, un 84,6% de los participantes son menores de 30 años, mientras el 15,4% restante (los participantes 4 y 6) son mayores de 30 años. Con respecto al sexo de estos, se puede apreciar que el mayor porcentaje de participantes son hombres, concretamente el 61,5%, y solamente un 38,5% son mujeres.

Tabla 1. Características sociodemográficas de los 13 participantes en la prueba piloto.

Participantes	Edad	Sexo	Nivel educativo
Part. 1	22	Hombre	Cursando 4º de Grado Superior
Part. 2	21	Hombre	Cursando 3º de Grado Superior
Part. 3	29	Hombre	Posee el Título de Grado Superior
Part. 4	42	Hombre	Posee el Título de Grado Profesional
Part. 5	24	Hombre	Posee el Título de Grado Superior
Part. 6	33	Hombre	Cursando 3º de Grado Superior
Part. 7	25	Mujer	Posee el Título de Grado Superior

Part. 8	21	Mujer	Cursando 3º de Grado Superior
Part. 9	20	Hombre	Cursando 2º de Grado Superior
Part. 10	26	Mujer	Posee el Título de Grado Superior
Part. 11	23	Mujer	Posee el Título de Grado Superior
Part. 12	25	Mujer	Cursando 4º de Grado Superior
Part. 13	21	Hombre	Posee el Título de Grado Profesional

Fuente: elaboración propia.

Por otro lado, existe gran variedad en lo relativo al nivel educativo de los participantes. Se seleccionaron clarinetistas de diversos niveles educativos con el fin de comprobar si la técnica solamente puede ser aprendida por clarinetistas que realizan o poseen los Estudios Superiores de clarinete o realmente cualquiera puede aprenderla. Por ello, un 38,46% (participantes 3, 5, 7, 10 y 11) poseen el Título de Grado Superior de clarinete; un 46,15% (participantes 1, 2, 6, 8, 9 y 12) se encuentra cursando los Estudios de Grado Superior de clarinete; y un 15,39% (participantes 4 y 13) poseen el Título de Grado Profesional.

3.2. DESCRIPCIÓN DEL TIEMPO DE ESTUDIO DEL DOBLE PICADO DE LOS PARTICIPANTES

El periodo de estudio ha comprendido un total de 8 semanas, desde el 23 de abril de 2018 al 17 de junio del mismo año. Durante este tiempo los participantes han estudiado 29 ejercicios.

Con respecto a estos ejercicios utilizados, han sido extraídos y adaptados de diversos métodos de flauta y trompeta para desarrollar distintos aspectos. Algunos de los más importantes se detallan a continuación. El Ejercicio 3, cuya articulación está inspirada en el libro *The Simple Flute: From A-Z* de Michel Debost (2002) consiste en fortalecer y mejorar la articulación con la consonante “K”. Durante las dos primeras semanas, la articulación del doble picado se lleva a cabo mediante las sílabas “T-K” y “D-G”. La

combinación “D-G” (de ejecución más suave que la combinación “T-K”) se utiliza solamente durante las dos primeras semanas para iniciar a los participantes en el control del golpe de la garganta disminuyendo las posibles lesiones iniciales en la misma. La dificultad de los ejercicios aumenta con el transcurso de las semanas de forma progresiva. Los primeros ocho ejercicios son técnicamente sencillos. En ellos, se realiza una misma nota varias veces seguidas con doble picado. Posteriormente, según las indicaciones al respecto extraídas de la bibliografía, se utilizan escalas como las del Ejercicio 4 del libro de Taffanel y Gaubert (1957), como son los Ejercicios 22 y 23. En la Figura 1 se puede ver un ejemplo del Ejercicio 16. Además, se recuperan ejercicios del *Método Completo para clarinete* de A. Magnani (1946), concretamente los Ejercicios 31 y 32, ligeramente modificados.

Figura 1. Ejercicio 16 de doble picado estudiado por los participantes durante la Semana 4.

Joseph-Henry Altés (1826-1889)
Arreglo: Isabel Marín

Te-e Te Ke Te-e Te Ke simile

mf

6

11

16

p mp mf molto cresc. f ff

a 8^a
como 2^a

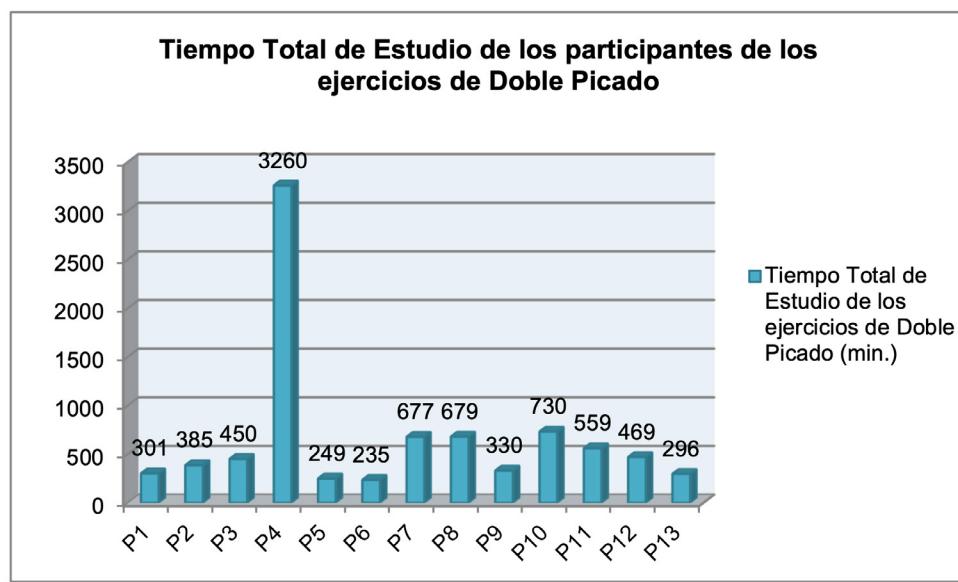
Fuente: elaboración propia.

Como se puede apreciar en el Gráfico 1, el clarinetista que más tiempo estudió doble picado fue el Participante 4. Este alcanza un total de 3260 minutos. Por otro lado, la Participante 10 sería el segundo

que más tiempo dedica al estudio de la técnica, con 730 minutos y, posteriormente, los Participantes 7 y 8 (677 y 679 minutos respectivamente). Mientras, los Participantes 1, 5, 6 y 13 fueron los que menos tiempo dedicaron al doble picado (desde 235 hasta 301 minutos).

El mayor tiempo de estudio de todos los participantes se encuentra en las dos primeras semanas puesto que no eran meses cruciales para los estudiantes al no coincidir con las últimas semanas del curso académico. De hecho, la semana de menos estudio a nivel general de todos los participantes fue la Semana 8. En esta, los Participantes 1, 3, 9, 11, 12 y 13 no pudieron estudiar debido a varias causas: Conciertos de Graduación, Trabajos Finales de Grado, exámenes finales en el conservatorio, así como por motivos de trabajo, etc.

Gráfico 1. Tiempo total de estudio de los ejercicios de doble picado de los participantes.



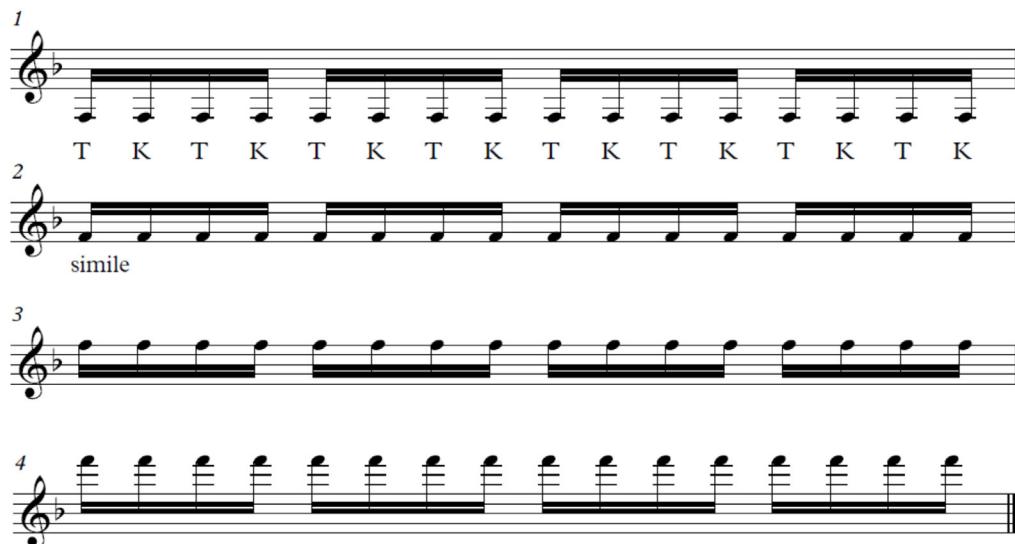
Fuente: elaboración propia.

3.3. EVOLUCIÓN INDIVIDUAL DE LA CALIDAD DEL DOBLE PICADO EN LOS PARTICIPANTES

El seguimiento de los participantes ha consistido en tres grabaciones. La primera de ellas se realizó antes de proporcionar ningún ejercicio a los participantes para conocer el nivel del que partían cada uno de ellos sobre la técnica del doble picado. En todas las grabaciones se han medido los mismos 2 ejercicios.

Puesto que analizar las 3 grabaciones de los dos ejercicios de los 13 participantes ocuparía un espacio demasiado amplio, se han seleccionado la primera y la tercera grabación de uno de los ejercicios grabados. El ejercicio seleccionado es el número 2, que se encuentra en la Figura 2.

Figura 2. Ejercicio 2 grabado por los 13 participantes y analizado con *Sonic Visualiser*.



Fuente: elaboración propia.

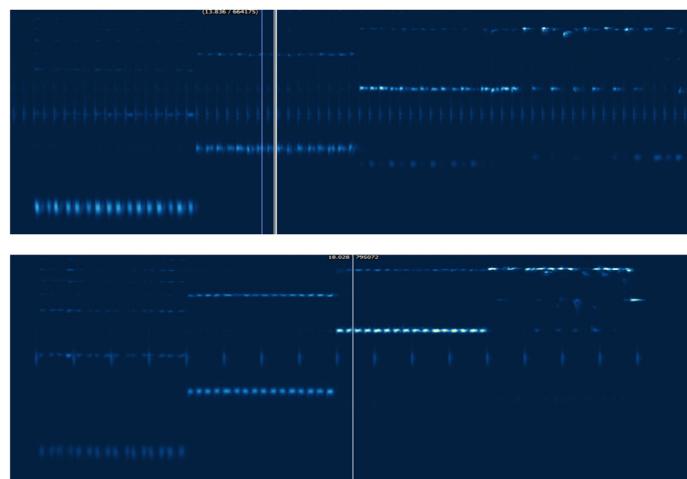
A diferencia del ejercicio descartado, este ejercicio seleccionado para el análisis tiene un nivel mayor de dificultad para ejecutarlo puesto que contempla los 4 registros del clarinete (grave, medio, agudo y sobreagudo).

- Participante 1:

Como se comentó con anterioridad, este participante dedicó bastante tiempo a estudiar doble picado durante las primeras semanas, pero este fue disminuyéndolo paulatinamente hasta la Semana 8. Esto se debió a que estaba cursando 4º de Grado Superior y debía dedicar tiempo a finalizar su Trabajo Final de Estudios y a preparar su Concierto de Graduación.

Como se puede ver en el espectrograma superior de la Figura 3, en la primera grabación del Ejercicio 8 el participante necesitó que el metrónomo marcase semicorcheas para poder individualizar las notas articuladas con “T” y con “K”. Además, en la primera grabación, la ejecución de las notas con “T” y “K” tanto en la segunda como en la tercera octava eran desiguales, sonando las notas articuladas con “T” con más intensidad que las articuladas con la “K”. Incluso, en el registro sobreagudo, al ejecutarlo con posición de armónico, se puede observar que todas las notas ejecutadas con la consonante “K” sonaron una octava por debajo mientras que las articuladas con la “T” se encontraban en la tesitura correcta.

Figura 3. Primera y tercera grabación del ejercicio de doble picado del Participante 1 respectivamente



Fuente: elaboración propia.

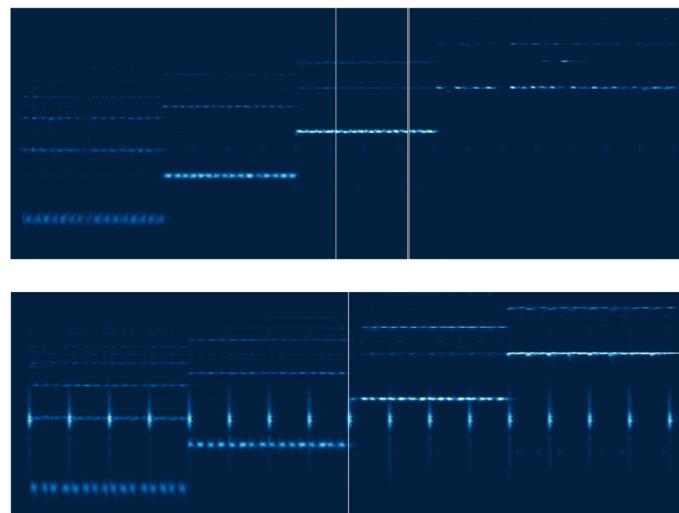
En cambio, en la tercera grabación (espectrograma inferior de la Figura 3) se puede ver cómo las notas del registro medio y agudo fueron completamente homogéneas y que las notas del registro sobreagudo, aunque no eran tan correctas como las de los otros registros, habían mejorado.

- Participante 2:

Este participante realizó la primera grabación del ejercicio a la corchea. Como se puede apreciar en la Figura 4, en los tres primeros registros la consonante “K” sonó más débil que la consonante “T” perceptible en los colores menos intensos resultantes en estas notas. Además, el registro sobreagudo, también por realizarse con posición de armónico, no sonó siempre a la misma altura.

Sin embargo, en la tercera grabación todos los registros se habían igualado a falta de perfeccionar el registro sobreagudo (muy bien conseguido, aun así) para que todas las notas ejecutadas con la “K” suenen homogéneas y sin los pequeños *glissandi* que pueden observarse levemente en el espectrograma inferior de la Figura 4.

Figura 4. Primera y tercera grabación del ejercicio de doble picado del Participante 2 respectivamente.



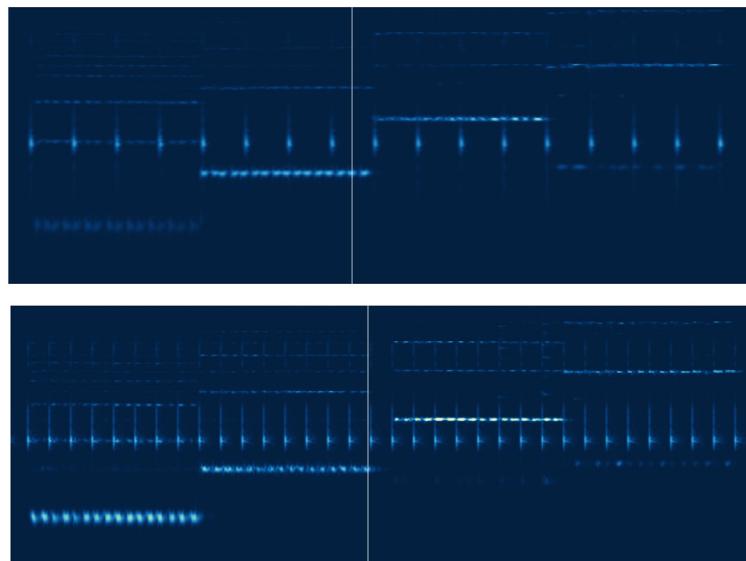
Fuente: elaboración propia.

- Participante 3:

Este participante realizó el ejercicio a una velocidad moderada en la primera grabación. Como se puede observar en el espectrograma de arriba de la Figura 5, obtuvo mucha calidad en casi todos los registros, salvo en la tesisura media.

Como se puede apreciar en los espectrogramas de este ejercicio, la emisión de las notas de la segunda octava fue un poco menos limpia que la de las demás, incluyendo la del registro sobreagudo. Sin embargo, en la tercera grabación lo solventó perfectamente.

Figura 5. Primera y tercera grabación del ejercicio de doble picado del Participante 3 respectivamente.



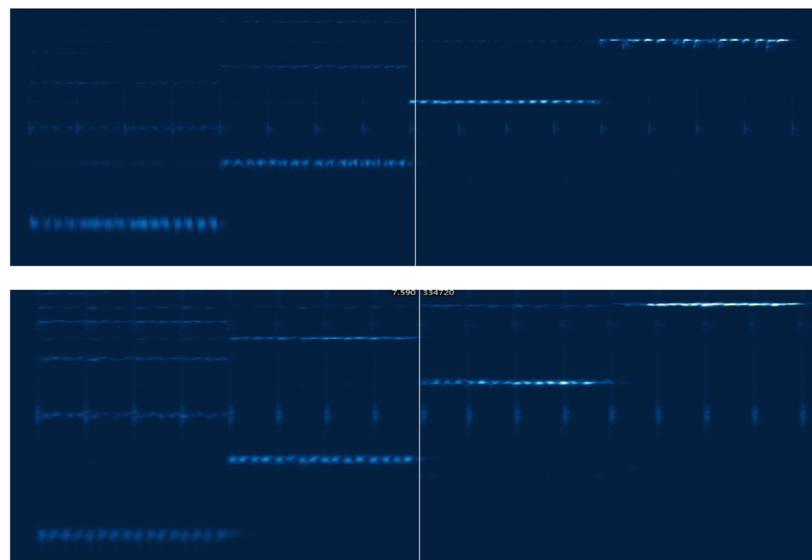
Fuente: elaboración propia.

- Participante 4:

Este participante, como se dijo en el apartado del tiempo de estudio, fue, con mucha diferencia, el que más tiempo dedicó al estudio de la técnica. En lo que respecta a la calidad del sonido, fue ligeramente inferior a la de otros participantes, lo que se ve reflejado también en la ejecución del ejercicio de doble picado de la tercera grabación (ver Figura 6).

Sin embargo, se comprobó el espectrograma de este mismo ejercicio siendo ejecutado con picado simple, y la calidad de la articulación resultó ser igual tanto en el doble picado como en el picado simple. Por ello, se puede decir que el trabajo de este participante fue muy bueno, logrando realizar el ejercicio con doble picado con la misma calidad que con picado simple, incluso interpretando el ejercicio de doble picado a mucha más velocidad.

Figura 6. Primera y tercera grabación del ejercicio de doble picado del Participante 4 respectivamente.



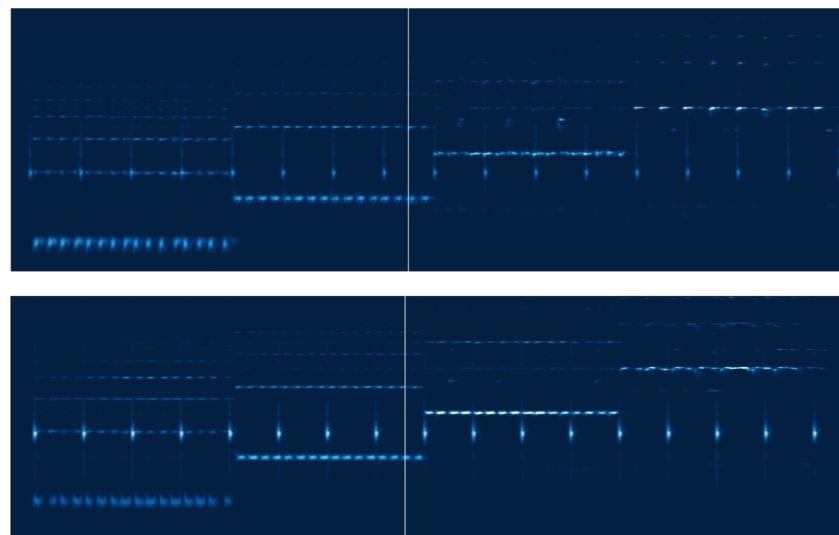
Fuente: elaboración propia.

- Participante 5:

Este participante realizó una de las mejores interpretaciones del ejercicio en la primera grabación. Como se puede observar en su espectrograma de la Figura 7, la articulación del doble picado fue homogénea, corta y precisa en todos los registros.

En la tercera grabación, la articulación continúa siendo muy buena, aunque un poco más larga en los registros agudo y sobreagudo respecto a los registros inferiores (como sucedía con el Participante 4). De nuevo, se contrastó la articulación del picado simple y doble picado de este participante para comprobar si la calidad era semejante y se pudo observar que el resultado sonoro de ambas técnicas (picado simple y doble picado) efectivamente era muy similar.

Figura 7. Primera y tercera grabación del ejercicio de doble picado del Participante 5 respectivamente.



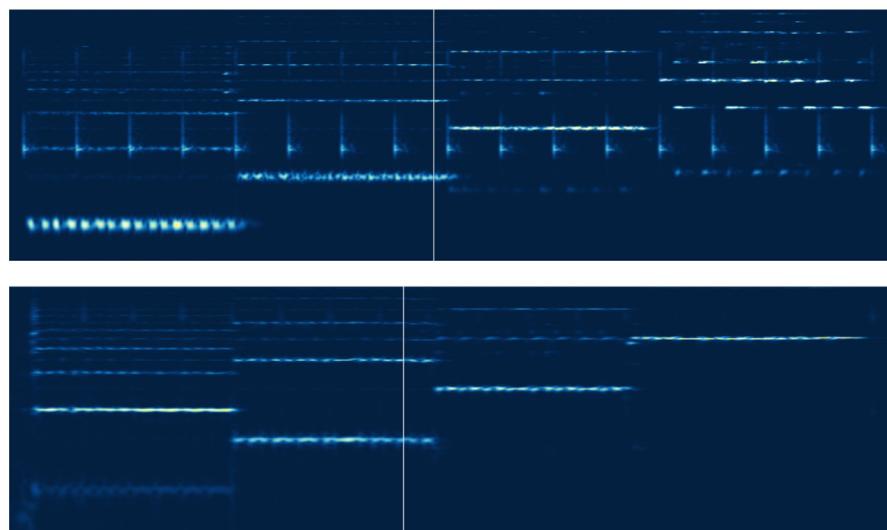
Fuente: elaboración propia.

- Participante 6:

Este participante, como se dijo anteriormente, es el que menos tiempo dedicó al estudio de la técnica del doble picado. Sin embargo, también se puede ver una evolución de la misma respecto a la calidad. Se puede ver en sus espectrogramas de la Figura 8, el ejercicio en la primera grabación carecía de homogeneidad y precisión en el doble picado en las tres octavas superiores. Además, no logra hacer sonar el registro sobreagudo con la consonante “K”.

Sin embargo, en la tercera grabación se puede apreciar cómo, a pesar haber dedicado poco tiempo de estudio, consigue una calidad perfecta en el registro medio y agudo, además de lograr que suenen las notas del registro sobreagudo con la consonante “K”, aunque con menor calidad respecto a los registros anteriores. Tras la segunda grabación, a este participante se le sugirió trabajar más los sobreagudos mediante el refuerzo del estudio de ejercicios en este registro, lo que le ayudó a mejorar esta tesitura.

Figura 8. Primera y tercera grabación del ejercicio de doble picado del Participante 6 respectivamente.



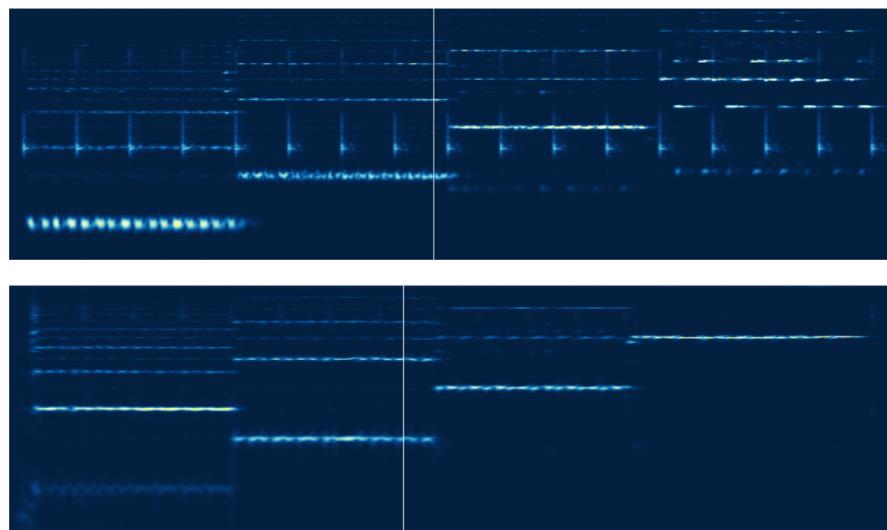
Fuente: elaboración propia.

- Participante 7:

Esta participante realizó el ejercicio en la primera grabación a una velocidad bastante alta en comparación con los demás participantes. Sin embargo, como se puede observar en la Figura 9, la tesisura grave era la que más calidad tenía en la articulación, quedando las demás muy por debajo de la calidad necesaria. La articulación de los registros superiores era sucia y el registro sobreagudo no consiguió realizarlo ya que, al ser una nota ejecutada con posición de armónico, sonaba la nota inferior o superior.

Sin embargo, en la última grabación consigue una articulación homogénea en todos los registros, incluido el sobreagudo, ejecutado con gran precisión.

Figura 9. Primera y tercera grabación del ejercicio de doble picado del Participante 7 respectivamente.



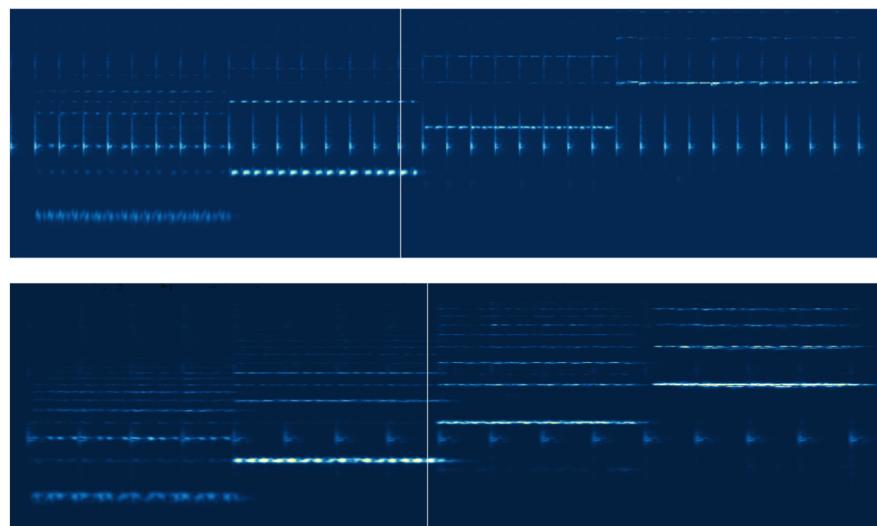
Fuente: elaboración propia.

- Participante 8:

En la primera grabación del ejercicio, tal como se puede apreciar en el espectrograma de la Figura 10, esta participante consigue desempeñar la técnica del doble picado con bastante calidad en el registro medio y sobreagudo. Sin embargo, en los registros grave y agudo, las notas ejecutadas con la consonante “K” sonaron más débiles que las ejecutadas con la consonante “T”.

Por otro lado, en la tercera grabación, todos los registros estuvieron compensados, siendo la articulación de los dos registros superiores un poco más larga.

Figura 10. Primera y tercera grabación del ejercicio de doble picado del Participante 8 respectivamente.

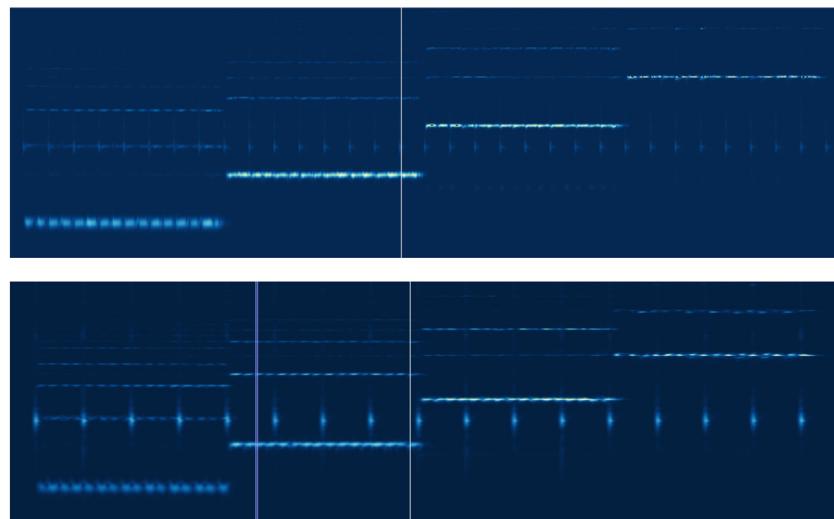


Fuente: elaboración propia.

- Participante 9:

Como se puede observar en el espectrograma del ejercicio de la primera grabación, este participante consiguió ejecutar el doble picado perfectamente en todos los registros, aunque a una velocidad muy moderada. En la última grabación, mantuvo la misma calidad en la técnica incluso aumentando la velocidad (ver Figura 11).

Figura 11. Primera y tercera grabación del ejercicio de doble picado del Participante 9 respectivamente.



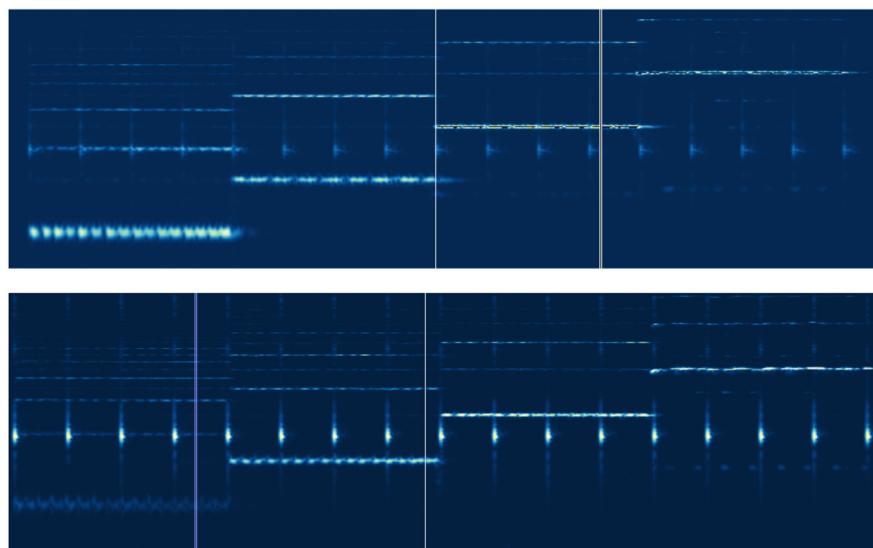
Fuente: elaboración propia.

- Participante 10:

Esta participante fue la que más tiempo dedicó al estudio del doble picado después del Participante 4. En la primera grabación del ejercicio se puede ver que fue ejecutado con una articulación bastante precisa en todos los registros, destacando que la articulación de los dos registros superiores fue un poco más larga que la de los inferiores.

En la tercera grabación de este mismo ejercicio se puede observar una articulación muy precisa en el registro medio y en el agudo, aunque no sucede lo mismo en el sobreagudo. A causa de la dificultad que le supuso este último registro, la participante incluyó un puntillo en las notas ejecutadas con la consonante “T” ya que el ataque de la nota ejecutada con la “K” llegaba un poco rezagado.

Figura 12. Primera y tercera grabación del ejercicio de doble picado del Participante 10 respectivamente.



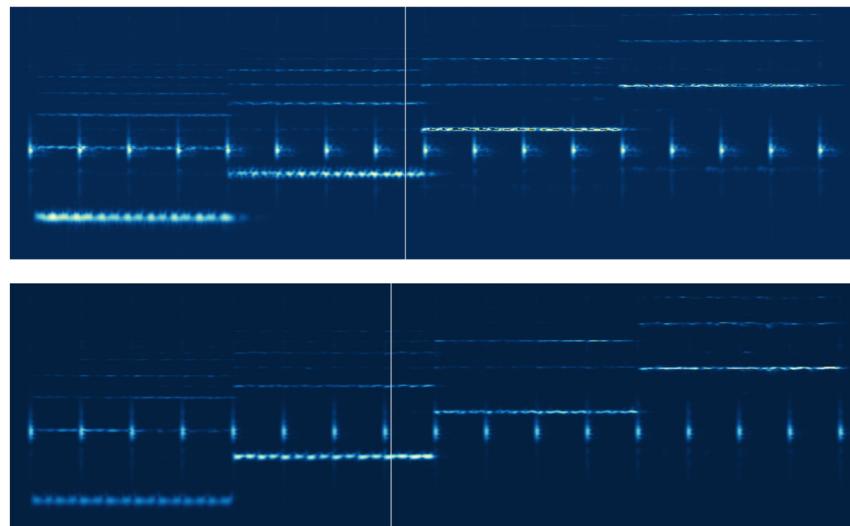
Fuente: elaboración propia.

- Participante 11:

Como se puede apreciar en los espectrogramas de la Figura 13, en la primera grabación del ejercicio, la participante consiguió bastante calidad en la articulación. Aun así, en la tercera grabación se puede observar cómo mejoró la calidad de los registros grave y medio principalmente, mientras los registros superiores mantuvieron la misma calidad.

En el registro sobreagudo de la última grabación le sucedió algo similar a la Participante 10, es decir, varió ligeramente el ritmo a causa de la dificultad.

Figura 13. Primera y tercera grabación del ejercicio de doble picado del Participante 11 respectivamente.



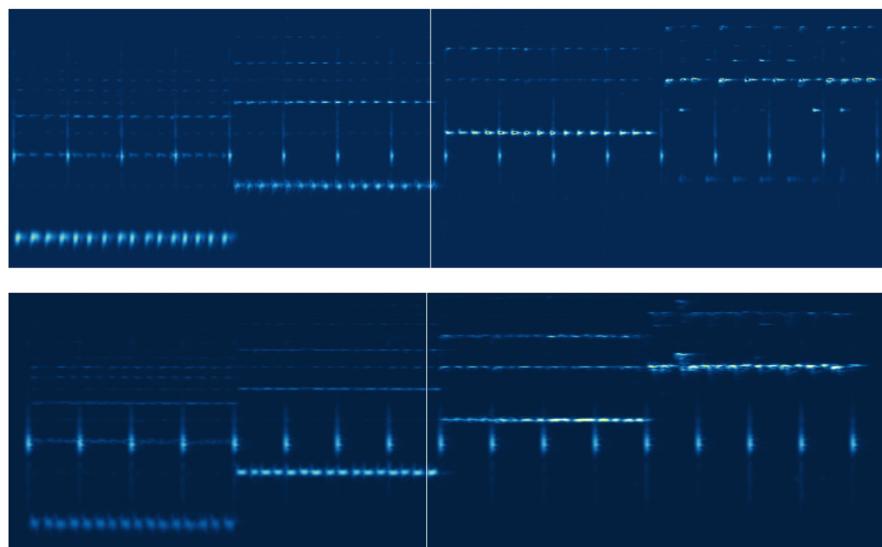
Fuente: elaboración propia.

- Participante 12:

Como se puede observar en el espectrograma del ejercicio de la primera grabación de la Figura 14, esta participante consiguió ejecutar el doble picado con bastante calidad desde la primera grabación en los tres registros inferiores. Sin embargo, el registro sobreagudo no sonaba homogéneo e incluso algunas notas no llegaron a sonar.

En cambio, en la tercera grabación del ejercicio, puede verse una evolución positiva ya que la participante logró gran calidad en las tres octavas inferiores y mejoró bastante el registro sobreagudo, aunque tenía una calidad inferior a los otros registros.

Figura 14. Primera y tercera grabación del ejercicio de doble picado del Participante 12 respectivamente.



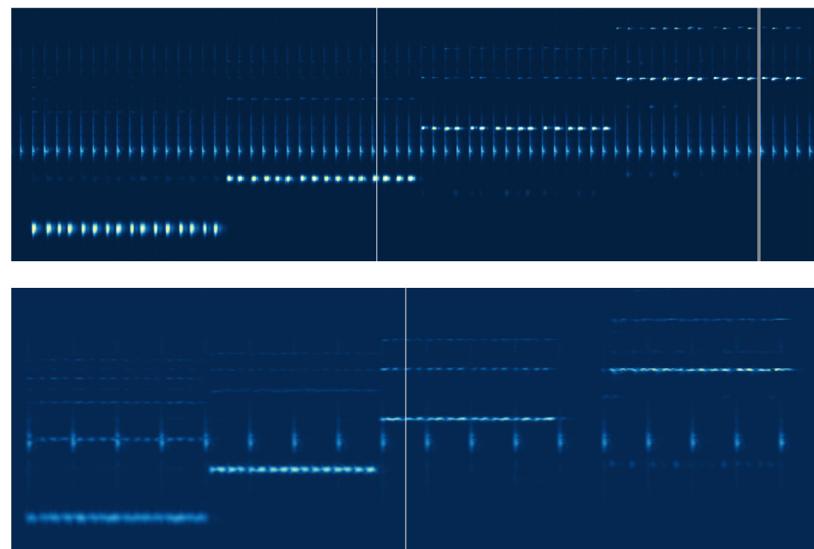
Fuente: elaboración propia.

- Participante 13:

La evolución de este último participante es de las más interesantes del estudio. Este participante poseía una de las velocidades más bajas de picado simple puesto que llevaba cuatro años sin tocar el clarinete (desde que finalizó el Grado Profesional).

Sin embargo, ya en la primera grabación del ejercicio, el participante consiguió realizar con mucha calidad el doble picado en todos los registros, aunque con un nivel sonoro menor a los demás participantes. Además, en la tercera grabación aumentó considerablemente la velocidad y mantuvo la calidad de la técnica del doble picado, alargando en este caso la duración de las notas del registro sobreagudo para ejecutarlas con mayor comodidad.

Figura 15. Primera y tercera grabación del ejercicio de doble picado del Participante 13 respectivamente.



Fuente: elaboración propia.

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Tras la realización del estudio se pueden encontrar puntos comunes y contrarios comparándola con la evidencia científica. Moritz (1983) señalaba que podían existir molestias en la garganta al inicio del estudio de la técnica y, precisamente, algunos de los participantes del presente estudio notaron estas molestias en la garganta durante la Semana 1 al superar el tiempo de estudio señalado. Sin embargo, las semanas posteriores redujeron el tiempo de estudio siguiendo las indicaciones de Moritz (1983) y, con ello, desaparecieron las molestias en la garganta. Además, el ejercicio 1 de la Semana 1 seguía las indicaciones aportadas por Moritz. La duración de las pausas de esta era igual a la figuración de las notas y, además, se aconsejó su estudio a velocidades moderadas. Esto permitió a los participantes controlar la calidad del ataque de la técnica del doble picado, consiguiendo así igualar la articulación de las notas ejecutadas con las consonantes “T” y “K”.

Por otro lado, Moritz indicaba que probablemente la velocidad y la calidad de la técnica linguo-gutural en el clarinete no serían iguales a las de otros instrumentos, al menos no en todos los registros. Sin embargo, los participantes de este estudio lograron conseguir una calidad muy buena de la técnica gracias a un buen estudio a velocidades muy reducidas. Algunos de ellos consiguieron subir la velocidad sin reducir absolutamente nada la calidad de la misma mientras otros encontraron más dificultades en el registro sobreagudo. Aun así, estos últimos podrían llegar a aumentar la velocidad y mantener la calidad lograda con un poco más de estudio y madurez de la técnica, ya que el periodo completo del presente trabajo fue muy breve.

Tras realizar la prueba piloto se puede confirmar que para la realización de la técnica cada participante utilizó las vocales que mejores resultados sonoros les proporcionaban. Como indicaba Wolak, todos coincidían en que en registros agudos resultaba más fácil el uso de vocales cerradas (2017) y articulando “GUI” o “GU” en la zona superior de la garganta (sobre el paladar blando). Además, en el registro grave, al ser el sonido más denso, es preciso utilizar articulaciones más claras y con vocales más abiertas como “KA” o “KE”. Pérez indicaba en su Tesis que una de las razones por las que actualmente no se

utiliza esta técnica en instrumentos de caña era a causa de la creencia de que solamente podían ejecutarla instrumentistas virtuosos. Sin embargo, el caso del Participante 13 demuestra que incluso un clarinetista limitado técnicamente puede lograr desempeñar la técnica linguo-gutural con un buen estudio de la misma. Spring (1989) indicaba que en el registro sobreagudo dicha técnica no podía ser realizada más que por intérpretes con un alto dominio y nivel técnico del instrumento. No obstante, el Participante 13 no posee una articulación clara y rápida de picado simple (por su falta de tiempo para estudiar clarinete) pero consigue mejorar en calidad y velocidad en el doble picado en apenas 8 semanas de estudio.

Los resultados obtenidos en la prueba piloto corroboran que la técnica linguo-gutural favorece diversos aspectos que Spring comentaba en su estudio (1989). Por un lado, al focalizar completamente su atención en la articulación de la técnica del doble picado, los participantes tendían a disminuir el flujo de aire, lo que repercutía negativamente en el resultado sonoro de la técnica. Además, algunos de los participantes tendían a abrir o cerrar excesivamente la garganta en el registro sobreagudo en la primera grabación, lo que provocaba resultados sonoros negativos. Tras el periodo de estudio, todos los participantes consiguieron utilizar la cantidad de aire precisa para cada registro, evitando notas falsas a causa de la falta o exceso de aire. Además, lograron mantener la garganta perfectamente relajada y sin realizar cambios de apertura de la misma independientemente de la consonante con la que se ejecutases las notas de un mismo registro. Por otro lado, en la primera grabación los Participantes 2 y 4 obtuvieron involuntariamente efectos de *glissandi* en el registro superior. Esto se debía a un excesivo movimiento del tercio posterior de la lengua que fluctuaba el paso del aire provocándolos.

Finalmente, se puede concluir que la implementación de las TIC ha sido fundamental para poder llevar a cabo esta investigación. Estas han ayudado a demostrar que los clarinetistas pueden desempeñar el doble picado con calidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altés, H.** (1992). *Método de flauta; Vol. 3*. Editorial Real Musical.
- Álvarez López, I.** (2014). *Las técnicas extendidas en el clarinete del repertorio español (1970-1990): Estudio analítico comparativo* [Trabajo Fin de Grado, Universidad de Valladolid]. https://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/8027/1/TFG_F_2014_70.pdf
- Arban, J. B.** (1936). *Complete Conservatory Method for Trumpet*. Editorial Real Musical. Carl Fischer.
- Byo, J.** (2016). *The Woodwinds: Perform, Understand, Teach*. Routledge. <https://books.google.es/books?id=-0CBqDAAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q=double%20tongue&f=false>
- Cannam, C., Landone, C., & Sandler, M.** (2010). Sonic visualiser: An open source application for viewing, analysing, and annotating music audio files. *Proceedings of the ACM Multimedia 2010 International Conference*, 1467-1468. <https://www.sonicvisualiser.org/sv2010.pdf>
- García, J., Taglialatela, et al.** (2014). Interactive Music Applications by MPEG-A Support in Sonic Visualizer. *In Audio Engineering Society Conference: 53rd International Conference: Semantic Audio*.
- Gil, F. J.** (1991). *El Clarinete: Técnica e Interpretación*. Ariel.
- Moritz, F.** (1983). The Art of Double Tonguing on Reed Instruments. Double Reed, 11, 14-16. <https://www.idrs.org/publications/controlled/DR/JNL11/double.html>
- Ory, I.** (s.f.). *Teke Tekete. Méthode de double et de triple coup de langue à la flûte traversière*. Éditions Van de Velde.
- Pérez, E.** (2016). *Ánalisis histórico de la utilización del doble/triple picado en el saxofón y su enseñanza en la actualidad* [Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Valencia]. Repositorio Institucional NET. <https://riunet.upv.es/handle/10251/62319>

Román, M. (2017). Tecnología al servicio de la educación musical. *Revista Española de Pedagogía*, 75(268), 481-495. https://revistadepedagogia.org/wp-content/uploads/2017/09/tecnologia_servicio_educacion_musical.pdf

Sandulescu Budea, A. et al. (2018). *Los nuevos métodos de producción y difusión musical de la era post-digital*. Ediciones Egregius. <https://books.google.es/books?id=IX5xDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>

Spring, R. S. (1989). Multiple Articulation for Clarinet. *The Clarinet*, 17, 44-49. <http://www.bandworld.org/pdfs/BWMagClarMultiArticulation.pdf>

Taffanel, P., y Gaubert, Ph. (1957). *17 Exercices Journaliers de Mecanisme pour Flûte Traversière*. Éditions Musicales Alphonse Leduc.

Valdivia, R. F. (2019). *Sibelius y finale como herramientas vinculantes en el desarrollo de capacidades musicales en los estudiantes del programa de música de la Universidad Nacional del Altiplano* [tesis doctoral, Universidad Nacional del Altiplano]. Repositorio Institucional Digital de la Universidad Nacional del Altiplano http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/10323/Valdivia_Terrazas_Renzo_Favianni.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Wolak, K. (2017). Articulation Types for Clarinet- Kornel Wolak. INTERNATIONAL CLARINET ASSOCIATION <http://clarinet.org/2017/10/06/articulation-types-for-clarinet-kornel-wolak/>

/09/

DISEÑO ARQUITECTURAL DE UNA PLATAFORMA IOT PARA LA MONITORIZACIÓN AMBIENTAL APLICADA EN VIVEROS DE PLANTAS DE ORNATO

ARCHITECTURAL DESIGN OF AN IOT PLATFORM FOR ENVIRONMENTAL MONITORING APPLIED IN ORNAMENTAL PLANT GREENHOUSES

Jaime Osvaldo González Cárdenas

Estudiante de Maestría del Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico Nacional de México/I.T. Colima. (México).

E-mail: valdoc7@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2890-010X>

Patricia Elizabeth Figueroa Millán

Profesor adjunto de la División de Estudios de Posgrado del Tecnológico Nacional de México/I.T. Colima, México).

E-mail: patricia.figueroa@colima.tecnm.mx ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7562-7578>

Ismael Amezcuá Valdovinos

Profesor adjunto de la Facultad de Telemática/Universidad de Colima, (México).

E-mail: ismaelamezcua@ucol.mx ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2661-513X>

J. Reyes Benavides Delgado

Profesor adjunto de la División de Estudios de Posgrado del Tecnológico Nacional de México/I.T. Colima, México).

E-mail: rbenavides@colima.tecnm.mx ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6190-5933>

Recepción: 30/08/2021 **Aceptación:** 19/10/2021 **Publicación:** 29/03/2022

Citación sugerida:

Osvaldo, J., Figueroa, P. E., Amezcuá, I., y Benavides, J. R. (2022). Diseño arquitectural de una plataforma IoT para la monitorización ambiental aplicada en viveros de plantas de Ornato. *3C TIC. Cuadernos de desarrollo aplicados a las TIC*, 11(1), 223-249. <https://doi.org/10.17993/3ctic.2022.111.223-249>

RESUMEN

El uso de las aplicaciones del Internet de las Cosas (IoT) está beneficiando a un número cada vez mayor de productores y organizaciones agrícolas en sus procesos de producción, mejorando su eficacia a largo plazo y contribuyendo al desarrollo sostenible, pues se estima que para 2023 estarán cerca de 12 millones de sensores agrícolas en uso globalmente. Por ello, los agricultores de diferentes sectores agrícolas, incluyendo el hortícola ornamental, están apostando por la pronta adopción del IoT para mejorar la eficiencia en su trabajo diario; aun cuando, en países subdesarrollados, los problemas para adquirir, acceder y utilizar las nuevas Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) han dificultado esta tarea. En este artículo se describe el diseño arquitectural de una plataforma IoT, utilizada para la monitorización ambiental en viveros de plantas de ornato, permitiendo el almacenamiento y visualización dinámica de los datos sensados en la nube. La metodología en espiral para el desarrollo de prototipos fundamenta el diseño arquitectural presentado. Diseño que proporciona una solución innovadora al integrar un nodo portable que utiliza tecnología WiFi y una red de sensores estática basada en el estándar 6LoWPAN para el sensado, recolección y visualización de datos. Como resultados, este diseño contribuirá a establecer prácticas de agricultura inteligente para mejorar la calidad, productividad, rentabilidad y sustentabilidad en la producción de plantas ornamentales, así como a ahorrar tiempo y dinero en las empresas y productores de este sector al disminuir el esfuerzo laboral y riesgo de errores humanos en la recopilación de datos.

PALABRAS CLAVE

Desarrollo sostenible, Diseño arquitectural, Internet de las cosas, Plantas ornamentales, WiFi, 6LoWPAN, Almacenamiento en la nube.

ABSTRACT

The use of Internet of Things (IoT) applications is benefiting an increasing number of agricultural producers and organizations in their production processes, improving their long-term efficiency and contributing to sustainable development, as it is estimated that by 2023 there will be close to 12 million agricultural sensors in use globally. Therefore, farmers from different agricultural sectors, including ornamental horticulture, are betting on the early adoption of IoT to improve efficiency in their daily work; even though, in underdeveloped countries, problems in acquiring, accessing and using new Information and Communication Technologies (ICT) have made this task difficult. This paper describes the architectural design of an IoT platform, used for environmental monitoring in ornamental plant greenhouses, allowing the storage and dynamic visualization of the sensed data in the cloud. The spiral methodology for the development of prototypes underpins the architectural design presented. The design provides an innovative solution by integrating a portable node using Wi-Fi technology and a static sensor network based on the 6LoWPAN standard for sensing, data collection and visualization. As a result, this design will contribute to establish smart agriculture practices to improve quality, productivity, profitability and sustainability in the production of ornamental plants, as well as saving time and money for companies and producers in this sector by reducing the labor effort and risk of human error in data collection.

KEYWORDS

Sustainable development, Architectural design, Internet of things, Ornamental plants, WiFi, 6LoWPAN, Cloud storage.

1. INTRODUCCIÓN

Los avances en la electrónica y en los sistemas de comunicación, especialmente en la comunicación inalámbrica, han favorecido la movilidad de los dispositivos y los servicios ubicuos con el fin de permitir el acceso a los recursos desde cualquier lugar, en cualquier dispositivo y en cualquier momento, impulsando la necesidad de interconectar el mundo físico con el cibernetico, promoviendo la aparición de los Sistemas Ciberfísicos (CPS) y, consecuentemente, del IoT, donde la utilidad de los dispositivos no se limita a conectar a los usuarios a Internet, sino a desempeñar un papel activo dentro del mundo ciberfísico, gracias a sus capacidades de mejora (Singh *et al.*, 2019).

El IoT es reconocido como un cambio de paradigma en donde todas las “cosas” están conectadas a éste, gracias a la integración de múltiples dominios como redes de computadoras, Redes Inalámbricas de Sensores (WSN), Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), Informática distribuida y ubicua, análisis y procesamiento de datos, Big Data, Inteligencia Artificial (IA) y aprendizaje automático, entre otros (Singh *et al.*, 2019); lo anterior, permite que los objetos puedan recolectar, procesar y comunicar datos sin necesidad de la intervención humana. Por consiguiente, se ha presentado un crecimiento exponencial del IoT, debido a la miniaturización del hardware, la fabricación de sensores de bajo coste, sistemas integrados y actuadores, especificación y estandarización de protocolos de comunicación; lo cual, ha convertido al IoT de una idea abstracta a una realidad que incrementa significativamente el despliegue de sensores (Pattar *et al.*, 2018). Actualmente, el IoT es considerado un factor vital en la vida diaria, ofreciendo múltiples soluciones en diferentes ámbitos como en: el área de la salud, el comercio minorista, el tráfico, la seguridad, los hogares y ciudades inteligentes, la agricultura inteligente y de precisión, entre otros (Farooq *et al.*, 2020), permitiendo el desarrollo de una infraestructura digital con potencial impacto en el desarrollo sostenible a nivel global.

En el entorno agrícola, el IoT es utilizado principalmente para lidiar con la recolección distribuida de datos de los entornos agrarios, dirigiendo a los agricultores con información dinámica de los campos de cultivo; lo cual, resulta en un aumento de la productividad y el ahorro en las materias primas, insumos

y recursos naturales (Almalki *et al.*, 2021). Su aplicación en este sector puede ayudar a garantizar una demanda suficiente en la producción, así como aumentar la eficiencia de los procesos de producción agrícola en general (Alreshidi, 2019), mejorar la sustentabilidad y la seguridad alimentaria, acorde con el estudio presentado en (García *et al.*, 2019), contribuyendo con los objetivos de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (UN General Assembly, 2015). En la Tabla 1 se presentan los principales objetivos en los que impacta el IoT.

Tabla 1. Alcance e impacto del IoT con respecto a los Objetivos de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible.

Objetivos de la Agenda 2030	Impacto del IoT
No.1: Poner fin a la pobreza	Reducción potencial de los daños en cultivos y mejora de la productividad a través de la monitorización del entorno y de las condiciones del suelo; reducción de los gastos y costos de producción a través de la optimización de los ingresos; incremento de los cultivos mediante la mejora de los procesos de toma de decisiones a través de datos precisos; mejora de la productividad y el rendimiento de los cultivos a través de los tratamientos y pronósticos meteorológicos.
No.2: Agua limpia y saneamiento	Administración y monitoreo eficiente del consumo hídrico.
No.12: Producción y consumo responsable	Reducir la huella ecológica significativa de las actividades agrícolas en cuanto al consumo hídrico.

Fuente: UN General Assembly, 2015.

Como se puede observar en la Tabla 1, la aplicación del IoT en la agricultura puede contribuir en el alcance de los objetivos de desarrollo sostenible a nivel local, regional, nacional y global, ya que ésta conforma múltiples aplicaciones, principalmente de monitorización, control y seguimiento, que consideran varios tipos de variables como el aire, temperatura, humedad, suelo, agua, fertilización, control de plagas, control de iluminación y seguimiento de la ubicación (Farooq *et al.*, 2020). Así pues, la agricultura inteligente sostenible tiene como objetivo mantener la calidad del suelo, reducir la erosión del suelo, ahorro de los recursos hídricos y se ha aplicado al cultivo para preservar los recursos naturales sin comprometer la calidad de los requerimientos fundamentales, que además mitigan los problemas

relacionados con malezas, enfermedades de las plantas, insectos y otras plagas (Zikria *et al.*, 2021). En este sector, la recopilación de datos se realiza mediante el uso de sensores y otros dispositivos IoT para su almacenamiento mediante Bases de Datos (BBDD) y su posterior procesamiento, análisis y adquisición de conocimiento, apoyando los procesos de toma de decisiones para aumentar la producción de los cultivos mediante un autoanálisis sobre éstos y su entorno (Mishra *et al.*, 2021). Su uso da lugar a avances que pueden modificar drásticamente los actuales procedimientos de producción en la agricultura (Alreshidi, 2019).

Las principales aplicaciones de IoT en la agricultura se dan en la agricultura inteligente y de precisión, la ganadería e invernaderos; los cuales, se agrupan en diferentes dominios de monitorización (Farooq *et al.*, 2020). Las funciones y características de la integración de la agricultura con el IoT son: sensado remoto, interfaces de usuario basadas en Internet, irrigación y fertilización específica al sitio, vehículos autónomos para la agricultura, sensado de cultivos y suelo en el campo, entre otros (Hassan, 2018).

Considerando lo anterior, cualquier campo de la agricultura puede beneficiarse de su integración con el IoT, como por ejemplo la horticultura; la cual, es un subcampo de la agricultura, que se centra en las plantas utilizadas por el ser humano para medicina, alimentación y plantas decorativas (Dinesh *et al.*, 2021), formando parte ampliamente de la industria agrícola, desempeñando actividades agrícolas dentro de los invernaderos, como el cultivo de frutas, verduras y plantas ornamentales. En México, la producción de plantas ornamentales se desarrolla al aire libre, con malla sombra, con macrotunel y en invernaderos (Agroproductores, 2019).

Por tanto, en la horticultura, el IoT es especialmente importante para optimizar los métodos de cultivo, ya que los dispositivos IoT pueden medir la temperatura del aire, la humedad del aire y del suelo, y los flujos de savia de los cultivos (De Prieëlle *et al.*, 2020).

No obstante, el IoT requiere de la integración de dispositivos heterogéneos para proporcionar una infraestructura ubicua y robusta en donde todo se conecta mediante protocolos de comunicación basados

en tecnologías heterogéneas para la interconexión, interoperabilidad e intercambio de información entre dispositivos y aplicaciones en el Internet, independientemente del sector de aplicación. Características de heterogeneidad que, generalmente, provocan que los despliegues de soluciones IoT sean complejos y costosos.

Actualmente, se han desarrollado algunas soluciones que buscan hacer más eficientes los procesos de producción agrícola mediante aplicaciones de IoT. Entre ellos se encuentra el propuesto por Gómez *et al* (2017), quienes realizaron un sistema IoT para el monitoreo de cultivos protegidos con la capacidad de recolectar información de parámetros relacionados con el desarrollo y crecimiento de los cultivos como humedad y temperatura. Para su elaboración utilizaron el protocolo MQTT empleando Paho un cliente de Python, así como un visualizador web para mostrar la información y capturar alertas relacionadas con el cultivo.

Por otro lado, Flores (2017) realizó un sistema de control difuso en invernaderos de plantas ornamentales en donde sensaba temperatura, pH, humedad y CE. Utilizaron un sistema tipo Mamdani con la herramienta jFuzzyLogic y el sensado se realizó mediante ZigBee, un servidor y un panel de monitoreo web obteniendo tiempos cortos respecto al sensado. Este sistema al utilizar tecnología privada como ZigBee no permite la interoperabilidad directa con el Internet, al romperse el paradigma end-to-end, requiriendo una traducción entre protocolos de comunicación.

Además, Terrones (2018) presenta un sistema web para monitorear variables como temperatura, humedad, salinidad y CE en invernaderos de plantas ornamentales. Para implementarlo se utilizó una Raspberry y un Arduino en conjunto con tecnologías ZigBee y una página web desarrollada con PHP y MySQL para el almacenamiento y visualización de los datos. Entre las limitantes encontradas se aprecia que únicamente utilizaron un nodo para realizar el sensado y se utilizó la tecnología ZigBee la cual agrega complejidad en la interoperabilidad con otros sistemas y dispositivos de Internet.

Núñez-Agurto *et al* (2020) proponen una plataforma de bajo costo basado en IoT para Agricultura Inteligente mediante la implementación de una solución de hardware y software de bajo costo, permitiendo almacenar y analizar datos ambientales de los cultivos de manera centralizada y remota, para posteriormente realizar pronósticos con una mayor precisión en indicadores ambientales como humedad y temperatura. Para esto se utilizaron microcontroladores NodeMCU ESP8266, sensores de temperatura/humedad AM2302, sensores de lluvia MH-RD y se desarrolló un panel de control para analizar los datos en tiempo real utilizando la herramienta node-red y se usó una conexión WiFi por medio del protocolo MQTT. Los datos obtenidos tuvieron una mayor precisión en comparación de un termohigrómetro y de la aplicación de Google Weather. Entre las limitaciones se aprecia que los datos que se recopilan se guardan en un servidor local, por lo que los datos no se encuentran en la nube y no se pueden acceder de manera ubicua.

Por otra parte, Guerrero *et al* (2017) presentan una plataforma IoT de bajo costo y consumo energético para la monitorización de campos de cultivo e invernaderos. Las variables consideradas fueron humedad y temperatura. El sistema fue desarrollado utilizando un nodo frontera con una Raspberry Pi 3 y nodos sensores con microcontroladores PIC18LF46K22. La comunicación se realizó con el protocolo ZigBee y tecnología celular, visualizando los datos mediante una aplicación web. Entre las limitaciones de este proyecto se encuentran que utilizan un protocolo de comunicación desarrollado por ellos mismos a nivel de aplicación, omitiendo la utilización de un protocolo estándar.

Como se puede observar, existen diversas soluciones IoT para diversos contextos en torno al sector agrícola; soluciones que emplean tecnologías de red inalámbrica para redes de sensores pero que carecen de características de autoconfiguración y adaptación, así como de la integración con otras tecnologías como WiFi en el contexto en el que se desarrollan.

Considerando lo anterior, en este artículo se propone el diseño de una plataforma de IoT para la monitorización ambiental y de sustrato aplicada en viveros de plantas ornamentales, considerando como caso de estudio el Consejo Estatal de Productores de Plantas de Ornato (COEPPLANTS) del

estado de Colima, México; el cual, se encarga principalmente de la producción de plantas ornamentales. Este consejo está conformado por cincuenta y dos viveristas que se encargan de comercializar especies ornamentales producidas en el estado a través de su comercializadora Ornamentales de Colima SPR de RL de CV (ORNACOL). Actualmente, como parte de su infraestructura digital se cuenta con una red de sensores autoconfigurable que opera con tecnología 6LoWPAN (Cortés-Quiroz *et al.*, 2020) y un nodo portable que mide valores de pH y conductividad eléctrica (CE) del sustrato de las plantas de ornato, el cual utiliza la tecnología inalámbrica WiFi para la transmisión de los datos sensados (Delgadillo-Gaytán *et al.*, 2018). No obstante, no cuenta con una plataforma, como parte de su infraestructura, que permita el aprovisionamiento, gestión de los datos e interoperabilidad entre estos proyectos; por lo tanto, el diseño propuesto surge de la necesidad de integrar éstos, solución que será capaz de ofrecer:

- Una infraestructura digital sostenible y de bajo coste que favorezca el desarrollo sustentable en la producción de plantas ornamentales para el despliegue de una solución IoT novedosa que pueda migrar a distintos contextos del sector agrícola.
- Monitoreo dinámico de la información sensada en torno a las condiciones del sustrato de las plantas, así como del ambiente de forma remota.
- Almacenamiento de los datos en una base de datos alojada en la nube garantizando el acceso ubicuo a la información.
- Capa de presentación para el análisis oportuno y preciso de los datos para mejorar los procesos de toma de decisiones sobre la producción de plantas ornamentales.
- Conectividad total a Internet en las áreas de producción del vivero.
- Posibilidad de implementarse en invernaderos con dimensiones mayores (escalable).

El resto del artículo presenta la metodología tanto de investigación como de desarrollo; resultados que describen el diseño arquitectural propuesto, así como la viabilidad de este considerando el avance parcial del desarrollo tecnológico del mismo; las conclusiones, discusión y trabajo a futuro de este proyecto.

2. METODOLOGÍA

En esta sección se describe la metodología de investigación y de desarrollo para el alcance de los resultados presentados en este artículo. La investigación se ha desarrollado siguiendo un diseño de investigación-acción; mientras que, para la especificación del diseño arquitectural y del avance parcial del desarrollo tecnológico se empleó la metodología de desarrollo en espiral. A continuación, se describe cada una de éstas.

2.1. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Para el desarrollo de la investigación de este proyecto se sigue el enfoque de la investigación aplicada, que de acuerdo con Sampieri (Hernández-Sampieri *et al.*, 2014) cumple con el propósito fundamental de resolver problemas, incluyendo como justificación adelantos y productos tecnológicos; a su vez, se marca en un diseño investigación-acción el cual tiene como precepto conducir a cambiar y por tanto este cambio debe incorporarse en el propio proceso de investigación, es decir, se indaga al mismo tiempo que se interviene.

Por el tipo de investigación se utilizó como instrumento de recolección de datos la observación participante a través de la investigación de campo, manteniendo experiencias directas con los productores y con el ambiente, como fueron las pruebas realizadas en una de las zonas de producción de ORNACOL.

2.2. METODOLOGÍA DE DESARROLLO

Para la especificación del diseño arquitectural o modelo del sistema de la plataforma IoT, se eligió la metodología de espiral como metodología de desarrollo. Metodología definida por Pressman (2020) como un modelo evolutivo que se desarrolla en una serie de entregas, enmarcadas en las fases de: comunicación, planeación, modelado, construcción y despliegue; las cuales, se repiten con cada iteración. Durante la primera iteración lo que se entrega puede ser un modelo o un prototipo, y las entregas posteriores

producen versiones cada vez más completas del sistema. La Figura 1 muestra las fases del modelo y su comportamiento evolutivo.

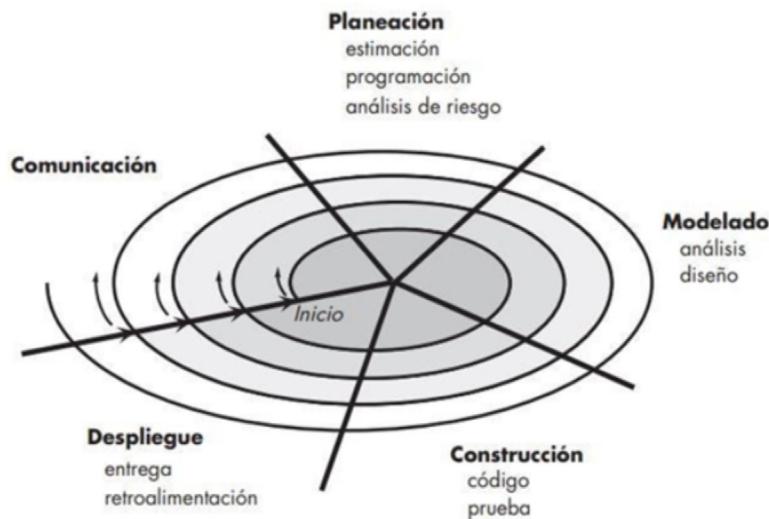


Figura 1. Metodología Espiral.

Fuente: Pressman (2020).

De manera que, a continuación, se enlistan las actividades realizadas para el desarrollo del diseño propuesto en este artículo, las cuales se enmarcan en la primera iteración considerado como el modelo del sistema:

- **Comunicación:** Se estableció comunicación con los productores de COEPLANTS para establecer los requisitos del proyecto considerando la necesidad de: 1) integrar un nodo portable para el muestreo de conductividad y pH en el sustrato de plantas de ornato y 2) una red de sensores para el monitoreo ambiental en torno a la producción de éstas. Para su integración, se identificó que se cuenta con una infraestructura tecnológica básica basada en conectividad WiFi y de bajo costo, con un modem único para el acceso a Internet el cual no cubre las áreas de producción a cielo abierto y bajo sombra en donde el nodo portable se tiene que desplazar para el muestreo del sustrato, así

como la necesidad de registrar los datos recolectados por este en un almacenamiento en la nube. En cuanto a la red de sensores, ésta se encuentra desplegada en las zonas de producción y su capacidad de autoconfiguración y adaptación, así como la utilización del estándar 6LoWPAN la dotan de las características necesarias para su operación e integración con el Internet; no obstante, carece de una infraestructura de almacenamiento persistente y de mecanismos de visualización y presentación de la información sensada. Por tal motivo, como resultado de la primera iteración en esta fase se identificó la necesidad de: 1) expandir la red mediante repetidores basados en WiFi con el objetivo de proporcionar conectividad al nodo portable a través de las diversas áreas de producción; 2) crear una infraestructura de almacenamiento en la nube con características de persistencia que permita que la red de sensores 6LoWPAN registre y genere un histórico de los datos sensados y 3) crear un sistema en entorno web que permita visualizar y analizar la información recolectada del nodo portable y de la red de sensores.

- **Planeación:** Se realizó una investigación para determinar y estimar: 1) la plataforma de bajo costo que permita la creación de los repetidores WiFi para cubrir las áreas de producción en donde se estará desplazando el nodo portable que mide las condiciones del sustrato de las plantas en producción; 2) el tipo de base de datos en la nube para el almacenamiento. 3) las tecnologías para el desarrollo del sistema en entorno web para la presentación-análisis de los datos y 4) la planificación del proyecto y el análisis de riesgo en el desarrollo y 5) la planeación del despliegue con base en un mapa de cobertura. Esta iteración resultó en la identificación de la plataforma ESP8266 con conectividad WiFi para la construcción de los repetidores, Firebase como base de datos para el almacenamiento en la nube de los datos con características de persistencia y Node. Js, JavaScript, HTML5 y CSS para la construcción de la capa de presentación de los datos en la nube.
- **Modelado:** Se realizó la: 1) especificación de los requisitos funcionales y no funcionales, 2) modelo de la arquitectura de red y comunicación de la plataforma IoT.

- **Construcción:** Se adquirió la plataforma ESP8266 para la creación de los repetidores WiFi, se realizaron pruebas para asignarle mediante la codificación y programación de ésta el rol de repetidor WiFi, se configuró agregando los parámetros necesarios para que ésta pudiera funcionar incluyendo las credenciales de la red WiFi y modo de conexión en malla a la que se iba a conectar y pudiera tener conexión a Internet, la administración de energía mediante una batería externa, así como la elaboración de un mapa de cobertura para planear la distribución de los repetidores considerando el rango de transmisión de WiFi y las áreas de producción del vivero.
- **Despliegue:** Se realizó la primera prueba funcional de los repetidores para demostrar la viabilidad técnica, así como pruebas con la base de datos Firebase para su integración para el registro de los datos que serán recolectados y sensados, resultando en un repetidor funcional capaz de proporcionar conectividad a un dispositivo móvil para efectos de las pruebas, permitiendo el envío de mensajes de texto a través de la conexión al repetidor.

Las iteraciones mostradas en la metodología delimitan el alcance de este artículo, el cual propone el diseño arquitectural de una plataforma IoT para la monitorización ambiental aplicada en viveros de plantas ornamentales. Las iteraciones siguientes corresponden con fases que se trabajarán como trabajo a futuro para el desarrollo e implantación del proyecto.

3. RESULTADOS

Como resultados con base en el alcance del presente artículo y la realización de la primera iteración de la metodología de desarrollo se obtiene la especificación del diseño arquitectural de una plataforma de IoT para la monitorización ambiental aplicada en viveros de plantas ornamentales; la cual, surge de la necesidad de integrar dos proyectos, una red de sensores autoconfigurable que trabaja con tecnología 6LoWPAN (Cortés-Quiroz *et al.*, 2020) y un bastón portable que mide valores de pH y conductividad eléctrica (CE) el cual utiliza WiFi para enviar los datos que mide (Delgadillo-Gaytán *et al.*, 2018). Por lo que, esta infraestructura tecnológica que se propone también usará WiFi para que el bastón portable

pueda funcionar a lo largo de las zonas de producción de ORNACOL y sea capaz de enviar los datos sensados a una Base de Datos en la nube en Firebase, la cual también recibe datos de la Red de Sensores basada en el estándar 6LoWPAN. De esta forma será posible observar la información de ambos proyectos desde un solo lugar, propiciando transparencia en los servicios y en los recursos de cada uno de los proyectos, así como el acceso ubicuo desde cualquier dispositivo, en cualquier momento y desde cualquier lugar, de tal forma que los productores puedan ver la información de manera dinámica del entorno ambiental de las áreas de producción así como del monitoreo del sustrato de las plantas y con esto poder tomar las mejores decisiones para el bien de la producción de las plantas de ornato.

Con base en lo realizado anteriormente, en la Figura 2 se muestra el resultado obtenido del diseño arquitectural de la plataforma IoT propuesta en donde se detalla el proceso y la funcionalidad que se realiza en cada paso.

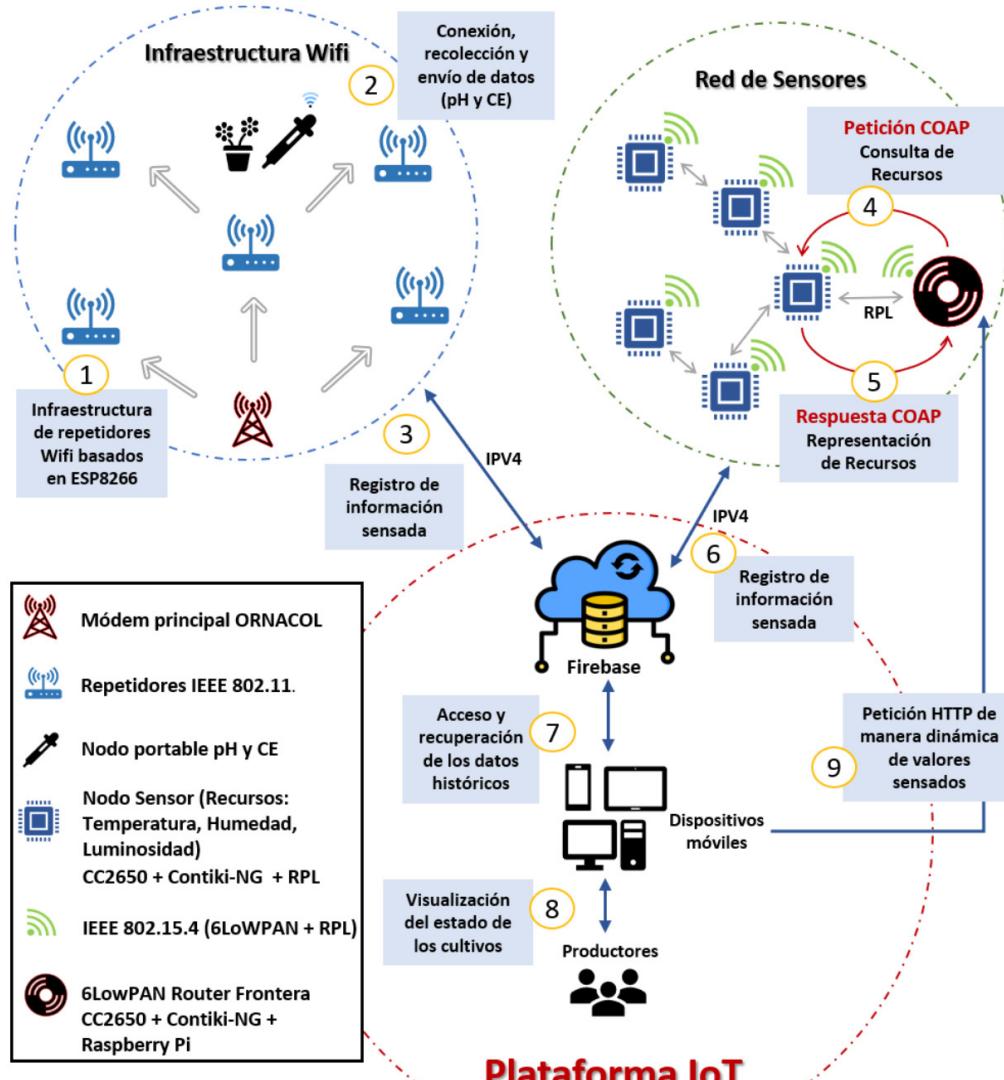


Figura 2. Diseño arquitectural de la solución propuesta.

Fuente: elaboración propia.

A continuación, se describe cada proceso que se realiza dentro del diseño arquitectural:

1. Se configura la infraestructura de repetidores WiFi basados en la tarjeta ESP8266 para que tengan las credenciales del módem principal, el cual provee el acceso a Internet. Cada uno de los repetidores debe ser configurado para que pueda funcionar con una distribución en malla y con esto poder lograr ampliar la cobertura de red a lo largo de las áreas de producción.
2. Una vez que la infraestructura se encuentra en funcionamiento, el nodo portable de pH y CE realiza la conexión a la red. Se lleva a cabo el sensado del sustrato de las plantas.
3. Los valores se envían a través del protocolo IPv4 y se almacenan en la base de datos de Firebase alojada en la nube. Este proceso se realiza de manera dinámica, en cuanto se tienen los datos se actualiza la BD.
4. Dentro de la Red de Sensores, el router frontera puede realizar peticiones de manera periódica a los nodos sensores para obtener recursos como humedad, temperatura, luminosidad y presión atmosférica.
5. Los nodos sensores reciben, procesan, obtienen el recurso solicitado y responden a la petición del router frontera.
6. La información recopilada se registra en la misma base de datos que utiliza el nodo portable, esto de igual forma se realiza de manera dinámica a través del protocolo IPv4.
7. Se realiza el acceso a la base de datos de Firebase, de donde se extrae la información necesaria para ser enviada a la plataforma web.
8. Los productores pueden visualizar el estado de sus cultivos, tanto de la red de sensores como del nodo portable de pH y CE, por medio de cualquier dispositivo móvil con acceso a Internet accediendo al sitio web.

9. Existe la posibilidad de realizar una petición HTTP sobre un nodo en específico para conocer su estado actual. Esto también se realiza de manera dinámica.

De igual forma, para demostrar la viabilidad técnica de la solución propuesta se logró realizar:

- El estudio del terreno del caso de estudio permitiendo definir un mapa de cobertura con la finalidad de realizar las pruebas de transmisión, rango de alcance, velocidad de conexión a Internet y otros parámetros necesarios para asegurar que el nodo portable de pH y CE pueda enviar los datos sensados a la base de datos en la nube. Después de realizar las pruebas requeridas con los repetidores, se determinó que éstos deben estar a una distancia máxima de 35 metros. La Figura 3 muestra el mapa de cobertura elaborado para el desarrollo e implementación de la infraestructura de repetidores WiFi, el cual permite demostrar la distribución que tendrán los nodos, la cantidad y distribución para crear la infraestructura de conectividad. Como se puede observar en la imagen la superficie en rojo muestra la ubicación de las oficinas de ORNACOL en donde se encuentra el módem que proporciona la conexión a Internet y los puntos en amarillo representan cada uno de los repetidores requeridos para cubrir las áreas de producción.

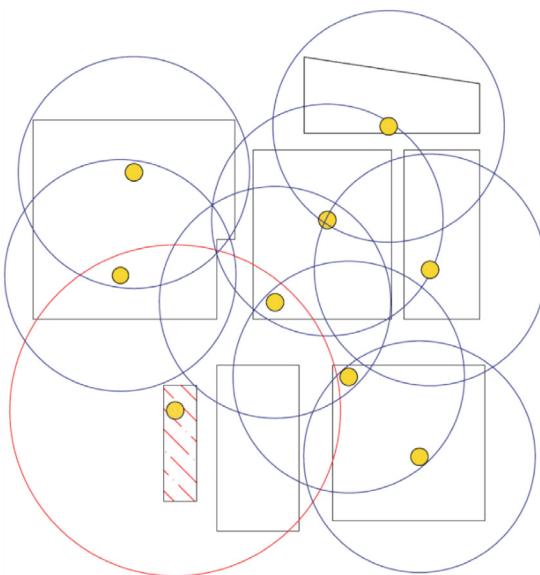


Figura 3. Mapa de Cobertura de las áreas de producción en ORNACOL y los repetidores necesarios para el desarrollo de la infraestructura digital.

Fuente: elaboración propia.

- La configuración de varias tarjetas ESP8266 para crear los repetidores (Figura 4), se les añadió el Firmware `ESP_WIFI_REPEATERT1` y se usó el modo Automesh para conectarse en modo malla, se les añadió una batería externa y se realizaron pruebas rápidas para demostrar la conectividad entre ellos y la conectividad de un dispositivo móvil a Internet a través de éstos, obteniendo con esto un primer prototipo de los repetidores WiFi que proporciona una infraestructura para el nodo portable de pH y CE. Esto permitirá crear una infraestructura de bajo costo logrando proporcionar conexión a Internet al nodo portable que se estará desplazando por las áreas de producción para el muestreo del sustrato de las plantas de ornato.

¹ https://github.com/martin-ger/esp_wifi_repeater

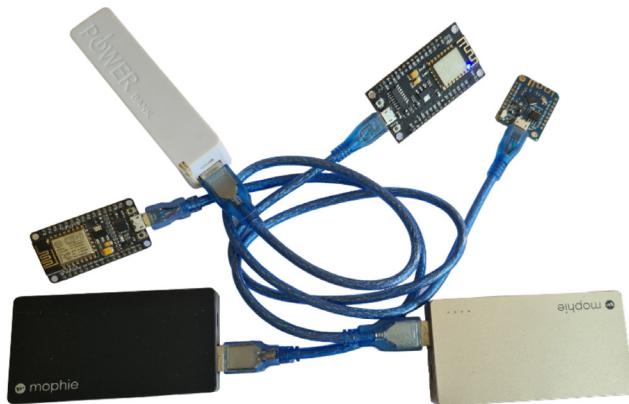


Figura 4. Prototipo del repetidor.

Fuente: elaboración propia.

- El diseño de la base de datos de Firebase que utilizará tanto el nodo portable basado en WiFi como la red de sensores basada en 6LoWPAN la cual logra la conectividad a Internet a través del módem y la utilización de un enrutador frontera conectado a este; el cual, se encarga de conformar la red 6LoWPAN y proporcionarle salida a Internet mediante un túnel entre su interfaz Ethernet y la interfaz de radio IEEE 802.15.4 empleada por esta red.
- Pruebas de almacenamiento de los datos sensados del nodo portable; el cual ya tiene la posibilidad de recolectar la información y transmitirla de manera dinámica, así como de la red de sensores 6LoWPAN (Figura 5).

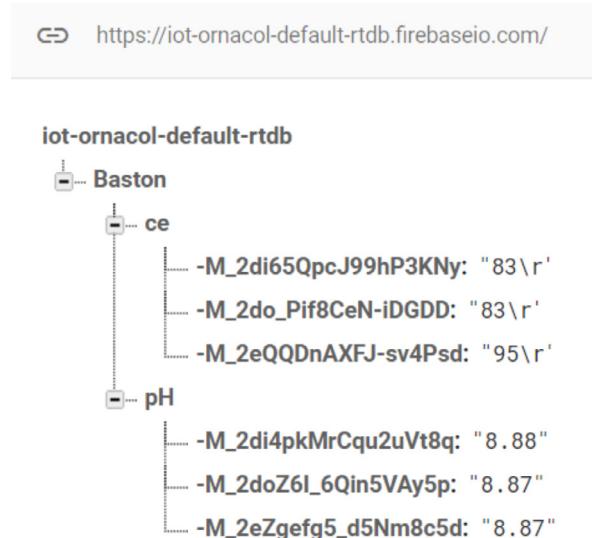


Figura 5. Datos recolectados y subidos a la nube.

Fuente: elaboración propia.

Finalmente, a manera de discusión de resultados, se presenta un análisis cualitativo sobre las características y funcionalidades que la plataforma IoT, cuyo diseño se presenta en el alcance de este artículo proporcionará una vez que ésta sea desarrollada e implantada en las instalaciones del caso de estudio, el cual se presenta en la Tabla 2.

Tabla 2. Análisis cualitativo sobre las características y funcionalidades de las soluciones existentes con la plataforma IoT que se propone.

Soluciones	Características				
	Tecnología aplicada	Plataforma web para visualizar datos	Bajo costo	Almacenamiento en la nube	Proporciona interoperabilidad transparente con sistemas y protocolos de Internet
Gómez <i>et al</i> (2017)	MQTT, Paho	Si	Si	No	No
Flores (2017)	jFuzzyLogic, ZigBee, Servidor	Si	No	Si	No
Terrones (2018)	ZigBee, PHP, MySQL	Si	No	No	No
Núñez-Agurto <i>et al</i> (2020)	WiFi, MQTT	Si	Si	No	No
Guerrero <i>et al</i> (2017)	ZigBee, Redes Móviles	Si	Si	Si	No
Propuesta Plataforma IoT	6LoWPAN, CoAP, WiFi	Si	Si	Si	Si

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar, a diferencia de las soluciones existentes analizadas en este artículo, la plataforma IoT propuesta permite integrar tecnologías de red inalámbricas estandarizadas, lo cual permite:

- Integración e interoperabilidad transparente con los sistemas y protocolos de Internet existentes.
- Almacenamiento en la nube con características de persistencia.
- Infraestructura de bajo costo considerando plataformas de hardware accesibles y de código abierto.
- Visualización y análisis de los datos con tecnologías de código abierto ampliamente utilizadas por los tecnólogos lo que permitirá escalar el sistema y realizar actualizaciones y mantenimientos eficientes y eficaces.

4. CONCLUSIONES

Este trabajo presenta el diseño arquitectural de una plataforma IoT para la monitorización ambiental en viveros de plantas ornamentales. Además, para demostrar su viabilidad técnica, se han definido los siguientes puntos: un primer prototipo de los repetidores a utilizar para crear la infraestructura requerida en las áreas de producción, un mapa de cobertura de la distribución de los repetidores situados a una distancia de 35 metros, distancia establecida debido al gran número de árboles y plantas que hay dentro del vivero que influyen en la intensidad de la señal con base en las pruebas de cobertura realizadas, así como pruebas de almacenamiento del sensado del nodo portable y de la red de sensores 6LoWPAN.

El trabajo futuro se enfoca en las iteraciones siguientes de la metodología en espiral para: crear los repetidores suficientes con base en el mapa de cobertura, realizar pruebas de ganancia mediante la incorporación de una antena externa, desplegar los repetidores en las áreas de producción y realizar las pruebas necesarias para garantizar la conectividad del nodo portable en todas las áreas de producción.

Además, también se plantea el desarrollo de la capa de presentación; la cual, permitirá el análisis oportuno, preciso y eficiente de los datos para mejorar los procesos de toma de decisiones sobre la producción de plantas ornamentales, empleando tecnologías web de código abierto las cuales brindan flexibilidad, actualización y escalabilidad del sistema, facilitando el mantenimiento de éste. Esta plataforma contribuirá a: reducir el esfuerzo laboral en el muestreo de las variables tanto climatológicas como del sustrato de las plantas ornamentales que afectan su desarrollo y calidad; reducción de posibles errores humanos en la recopilación de los datos, así como ahorro de tiempo y por consiguiente dinero, ya que permitirá a través de la visualización del comportamiento de las variables tomar decisiones sobre acciones preventivas y la ministración de nutrientes, fertilizantes y agroquímicos.

AGRADECIMIENTOS

Al CONACyT por su programa de Becas Nacionales y al Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Colima por su programa de Maestría en Sistemas Computacionales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agroproductores. (2019). Horticultura ornamental: situación actual en México. <https://agroproductores.com/horticultura-ornamental/>

Almalki, F., Soufiene, B., Alsamhi, S., y Sakli, H. (2021). A Low-Cost Platform for Environmental Smart Farming Monitoring System Based on IoT and UAVs. *Sustainability*, 13(11), 5908. <https://doi.org/10.3390/su13115908>

Alreshidi, E. (2019). Smart Sustainable Agriculture (SSA) Solution Underpinned by Internet of Things (IoT) and Artificial Intelligence (AI). *International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA)*, 10(5). <http://dx.doi.org/10.14569/IJACSA.2019.0100513>

Cortés-Quiroz, J.A., Figueroa-Millán, P. E., Farias-Mendoza, N., Chávez-Valdez, R. E., y Cervantes-Zambrano, F. (2020). Diseño de una Red de Sensores Autoconfigurable para el Monitoreo de Parámetros Físicos en Viveros de Plantas Ornamentales. Congreso Int. en Ing. Electrónica. Mem. *ELECTRO*, 42, 89-94.

De Prieëlle, F., De Reuver, M. y Rezaei, J. (2020). The Role of Ecosystem Data Governance in Adoption of Data Platforms by Internet-of-Things Data Providers: Case of Dutch Horticulture Industry. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 1-11. doi: 10.1109/TEM.2020.2966024

Delgadillo-Gaytán, R., García-Díaz, N., García-Virgen, J., y Osorio-Llerenas, E. (2018). Diseño y construcción de un nodo prototípico para monitoreo de humedad de suelo en invernaderos ornamentales. Congreso Int. en Ing. Electrónica. Mem. *ELECTRO*, 40, 133-139.

- Dinesh, J. R., Priyadharsini, K., Saktheewaran, G., Jannani, R., Keerthi, G., y Ganesh, C.** (2021). An Experimental Study of Outgrowth of Plants in Horticulture using IoT. *SSRN Electronic Journal*. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3768386>
- Farooq, M., Riaz, S., Abid, A., Umer, T., y Zikria, Y.** (2020). Role of IoT Technology in Agriculture: A Systematic Literature Review. *Electronics* 9(2), 319. <https://doi.org/10.3390/electronics9020319>
- Flores Gallegos, E.** (2017). Sistema de Control Difuso para el Monitoreo de la Temperatura, la Humedad, el PH, y la Conductividad Eléctrica en Invernaderos de Plantas Ornamentales. [Tesis doctoral, Tecnológico Nacional de México]. <http://hdl.handle.net/123456789/721>
- García, A., Iglesias, E. y Adamowicz, A.** (2019). The Impact of Digital Infrastructure on the Sustainable Development Goals: *A Study for Selected Latin American and Caribbean Countries*. <http://dx.doi.org/10.18235/0001685>
- Gómez, J.E., Castaño, S., Mercado, T.T., Fernández, A., y García, J.Á.** (2018). Sistema de internet de las cosas (IoT) para el monitoreo de cultivos protegidos. *Ingeniería e innovación*, 5(1). <http://dx.doi.org/10.21897/23460466.1101>
- Guerrero, J., Estrada, F. y Medina, M.** (2017). SGreenH-IoT: Plataforma IoT para Agricultura de Precisión. *Sistemas, Cibernetica e Informatica*, 5(2). <http://www.iiisci.org/journal/pdv/risci/pdfs/CA544SI17.pdf>
- Hassan, Q. F.** (2018). Internet of things A to Z: technologies and applications. *Wiley-IEEE Press*.
- Hernández-Sampieri, R., Fernández, C., y Baptista, P.** (2014). Metodología de la investigación (6a ed.). McGraw-Hill Education.

Mishra, K., Kumar, S., y Patel, N. (2021). Survey on Internet of Things and its Application in Agriculture. *Journal of Physics: Conference Series*, 1714, 012025. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1714/1/012025>

Nuñez-Agurto, D., Benavides-Astudillo, E., Rodríguez, G., y Salazar, D. (2020). Propuesta de una Plataforma de Bajo Costo Basada en Internet de las Cosas para Agricultura Inteligente. *Cumbres*, 6(1), 53–66. <https://doi.org/10.48190/cumbres.v6n1a5>

Ornamentales de Colima SPR de RL de CV. (2021). CONÓCENOS. <https://ornacol.com/historia>

Pattar, S., Buyya, R., Venugopal, K., Iyengar, S., y Patnaik, L. (2018). Searching for the IoT Resources: Fundamentals, Requirements, Comprehensive Review, and Future Directions. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 20(3), 2101-2132. <https://doi.org/10.1109/COMST.2018.2825231>.

Pressman, R. S., y Maxim, B. R. (2020). Software Engineering: A Practitioner's Approach. *McGraw-Hill Education*.

Singh, A., Payal, A., y Bharti, S. (2019). A walkthrough of the emerging IoT paradigm: Visualizing inside functionalities, key features, and open issues. *Journal of Network and Computer Applications*, 143, 111-151. <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2019.06.013>

Terrones Benicio, R. C. (2018). Sistema Web para el Monitoreo de la Temperatura, Humedad, Salinidad y Conductividad Eléctrica en Invernaderos de Plantas Ornamentales. [Tesis doctoral, Tecnológico Nacional de México]. <http://hdl.handle.net/123456789/1239>

UN General Assembly. (2015). Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development.

Zikria, Y., Ali, R., Afzal, M., y Kim, S. (2021). Next-Generation Internet of Things (IoT): *Opportunities, Challenges, and Solutions*. *Sensors*, 21(4), 1174. <https://doi.org/10.3390/s21041174>

/10/

ONLINE FAKE JOB ADVERTISEMENT RECOGNITION AND CLASSIFICATION USING MACHINE LEARNING

Gasim Othman Alandjani

Computer Science and Engineering Department. Yanbu University College, (Saudi Arabia).

E-mail: alandjanig@rcyci.edu.sa ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0321-7013>

Recepción: 21/10/2021 Aceptación: 20/12/2021 Publicación: 29/03/2022

Citación sugerida:

Alandjani, G. (2022). Online fake job advertisement recognition and classification using machine learning. *3C TIC. Cuadernos de desarrollo aplicados a las TIC*, 11(1), 251-267. <https://doi.org/10.17993/3ctic.2022.111.251-267>

ABSTRACT

Machine learning algorithms handle numerous forms of data in real-world intelligent systems. With the advancement in technology and rigorous use of social media platforms, many job seekers and recruiters are actively working online. However, due to data and privacy breaches, one can become the target of perilous activates. The agencies and fraudsters entice the job seekers by using numerous methods, sources coming from virtual job-supplying websites. We aim to reduce the quantity of such fake and fraudulent attempts by providing predictions using Machine Learning. In our proposed approach, multiple classification models are used for better detection. This paper also presents different classifiers' performance and compares results to enhance the results through various techniques for realistic results.

KEYWORDS

Machine learning, Supervised algorithms, Fake jobs detection, Classification.

1. INTRODUCTION

Every organization nowadays is the internet and social media dependent. Systems like enterprise applications, management information systems, Information systems for Human Resources, and office automation applications are pivotal for running work. Creating an effective workforce recruitment process is considered by employing online applications, as it is more convenient for applicants. The majority of the human asset specialists and associations empower the online application framework for the enlistment and choice cycle. It has many benefits. Candidates can apply without the time and transfer their educational program vitae for additional references. Managers additionally can channel the applications rapidly and make waitlists within a brief period.

In this way, electronic enrollment makes human resource capacities fast. It gives an ideal chance to online scammers to exploit their distress on these needy occasions when thousands and millions of individuals seek jobs. Over time, there is an expansion in these fake job posts where ads appear to be very ordinary, frequently these organizations will likewise have a site and will have an enlistment interaction like different firms in the area (Ward, Gbadebo, & Baruah, 2015).

Online Recruitment Fraud (ORF) is becoming a severe issue in recent times. Due to hype in social media, online job advertisements are growing rapidly, but with advantages, there are many scammers, fraud employers scam them for money or taking personal information. Deceitful jobs ads can be posted using a well-known organization for disregarding their validity (Ward *et al.*, 2015). Detecting fake job posts has taken consideration for acquiring an automatic tool, recognizing fake ads positions, and revealing them to individuals to stay away from the application for such positions.

2. RELATED WORK

All Fraud jobs advertisements can be viewed as bogus data on the web and as a type of scam. Information on the internet can be false, which is divided into misinformation and disinformation. If information is

falsely created by misunderstanding or misconception, disinformation is purposefully made to cheat per user (Kumar & Shah, 2018). Fake job ads are considered disinformation. Supervised and unsupervised learning solves disinformation-related problems such as fake news and reviews.

Bondielli and Marcelloni (2019) suggested two approaches in their paper. The first approach uses fact-checking websites for source information validation, it is named knowledge-based detection and the second approach uses the key attributes and extraction of essential features from source information.

Fake or bogus news datasets are created manually based on multiple resources that are:

- Creation of Fact-checking websites such as FakeNewsNet Dataset (Murtagh, 1991).
- Using document samples labeled dataset in Burfoot Satire News Dataset by Burfoot and Baldwin
- Credbank Dataset by Mitra and Gilbert (2015) approach by dataset gathering by using expert judgment.

For classification, supervised and unsupervised, both algorithms can work. Random forest agave learning-based approach where each classifier comprehends numerous tree-like classifiers applied to various examples, and each tree votes in favor of the most fitting class. Another helpful technique can be boosting, which can work with multiple classifiers for a single classifier to improve classification results. Extended innovation applies an algorithm for classifying the weighted adaptations of training data and chooses the grouping of the more significant voting classifier. AdaBoost illustrates a procedure of boosting, which delivers better effectiveness (Murtagh, 1991). Expanding algorithms implies tackling issues with spam filtration viably. In addition, Gradient boosting is an extra boosting procedure for a Classifier dependent on the decision tree rule (Prentzas *et al.*, 2019). It likewise limits the deficiency of accuracy.

Algorithms approaches that can distinguish fake advertisements in online media are the decision forest. Models of a quick, controlled ensemble. The decision tree can be the best model assuming the need to

anticipate a target for up to two tests. It is suggested to train and test different models by utilizing the Tune Model Hyperparameters system. Alghamdi and Alharby (2019) provided a model for detecting scam posts in online job ads systems. The authors had used the EMSCAD dataset on various machine-learning algorithms.

The methodology is divided into 3 steps preprocessing, selection of features, and identifying scams by the classifier:

- In step, one unwanted noise and tags are removed from the data and bringing into general text.
- To reduce extraversion features that are not in use selective features are selected using a support vector machine and random forest classifier.
- It is reported that the detect fake job posts classification accuracy showed 97.4%.

Rathi and Pareek (2013) implemented various data mining techniques to detect spam mail in conjunction with analyzing various data mining approaches on the spam dataset to search for the best classifier for email characterization. Support vector machine was utilized to classify and investigate data. A Naïve Bayes classifier was utilized to locate a specific feature of a class that was irrelevant to the existence of some other feature, analyze and clean data by breaking down the information, and eliminate immaterial and repetitive features from the data feature selection methods were used. The outcomes showed that well exactness of the classifier Random Tree is 99.715% (Rathi & Pareek, 2013).

Van Huynh *et al.* (2020) put forward a method in which authors used deep neural networks retrained models with text datasets. The classification was done on IT-related jobs. Models were text CNN, BiGRU CNN, and Bi-GRU-LSTM CNN. The TextCNN model is fully connected and contains layers of convolution and pooling (Mujtaba *et al.*, 2021; Mujtaba & Ryu, 2020). The training was done using layers (convolution and pooling). Softmax function was used in this model for classification with that ensemble classifier was used to get more accuracy. Reported accuracy was 66% from text CNN. Bi-GRU- LSTM CNN 70% accuracy

Zhang, Dong, and Philip (2020) presented a model, an automatic fake detector. Utilizing text processing separates good and false news, containing articles and subjects. They had gathered a custom dataset of information or articles using the Twitter account PolitiFact site. For the proposed GDU diffusive unit model custom dataset was used to train. As there are multiple sources of information simultaneously, this prepared model has worked well.

3. METHODOLOGY

3.1. RESEARCH QUESTION

What is the best suitable classification algorithm for detecting Fake job advertisements?

What are the appropriate and important features for fraudulent job detection?

This research aims at constructing a suitable model to detect fraudulent job advertisements, to protect the expatriates from falling into the trap. This research falls under the category of an empirical study that would be based on observation, testing, evaluations, and comparison of the applied algorithms.

3.2. PROPOSED APPROACH

The research under study can be described as a three-tier approach starting with the dataset preprocessing, feature selection, and classifying by applying different machine learning models and evaluating them. Let us look at the research that has already been done in this field of detecting fraudulent advertisements or detection of spam emails etc., over a period. It is observed that many researchers have applied several classification algorithms, including SVM, NB, MLP, KNN, ID3, J48, decision tree, etc., among which SVM outperformed in many cases (Mitra & Gilbert, 2015). Considering this performance of SVM as a parameter to be validated, this research focuses on applying SVM, multinomial NB, decision tree, random forest, and K-nearest neighbor on the dataset and comparing their results (Islam *et al.*, 2020).

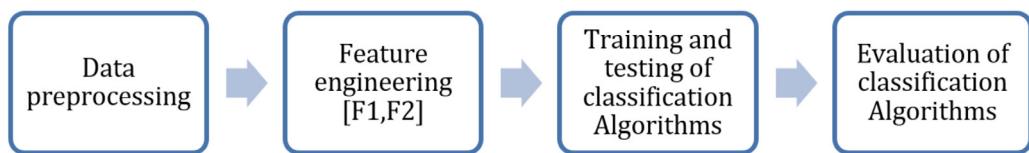


Figure 1. Work Methodology.

Source: own elaboration.

3.2.1. DATASET

This research works on a dataset from Kaggle to categorize a job advertisement as fraudulent or not based on some attributes derived from the advertisements available on different sources. The data was available in a CSV file having 17880 instances of jobs advertisements. Each advertisement is defined in terms of attributes on which we are working, that data is then preprocessed and classified through several algorithms. As the dataset has many missing values and anomalies, it needs a preprocessing step before it can be used as an input to any classification algorithm.

3.2.2. PREPROCESSING DATASET

The initial dataset had 17 attributes based on which this model would be predicting the status of an advertisement. These 17 attributes include job id, title, location, department, salary range, company profile, description, requirements, benefits, and telecommuting, has the company logo, has questions, employment type, required experience, required education, industry, and function. Each attribute contains either object or integer data. The label is binary for the specific problem domain, i.e., 0 for non-fraudulent and 1 for fraudulent.

The preprocessing phase starts after analyzing the dataset for missing values and some basic statistical operations on the integer data. Our integer fields include job id, telecommuting, has the company logo, has questions, and the final label of being fraudulent or not. Figure 1 describes the number of missing values in each field; this description justifies the deletion of job IDs and salary range containing the

maximum missing values. The integer fields were ten checked for the correlation, and Figure 2 depicts the correlation heat map.

```
job_id          0
title           0
location        346
department      11547
salary_range    15012
company_profile 3308
description     1
requirements    2695
benefits        7210
telecommuting   0
has_company_logo 0
has_questions   0
employment_type 3471
required_experience 7050
required_education 8105
industry         4903
function         6455
fraudulent       0
dtype: int64
```

Figure 2. Key attributes.

Source: own elaboration.

After doing the exploratory data analytics, the process calls for proper preprocessing, including removing the missing values and stop words, deleting the irrelevant attributes that can be observed from the correlation heat-map, and finally removing the extra space. Now, the dataset is ideal for transforming into categorical encoding to achieve a feature vector. This feature vector would then be the final and transformed input to the classifiers.

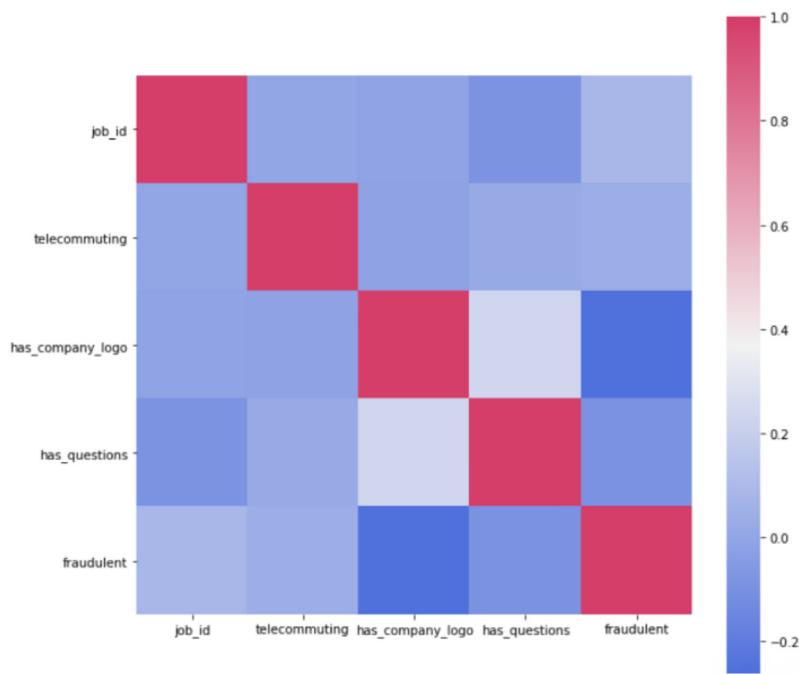


Figure 3. Attributes heat map.

Source: own elaboration.

3.2.3. IMPLEMENTATION OF CLASSIFIER

The proposed approach compares the performance of classifiers on two different feature sets. The first feature set includes the processed data discussed above and the second feature set has the integer attributes, benefits, and location. In this research, several classifiers are engaged, such as Naive Bayes Classifier, Decision Tree Classifier, K- Nearest Neighbor, and Random Forest Classifier, classifying job posts as fake. Note that 'fraudulent' is the target class for the research under discussion. Moreover, the feature sets on which the models are trained are mentioned in Table 1 below:

Table 1. Feature Sets.

Feature set 1	Feature set 2
title, location, department, company profile, description, requirements, benefits, telecommuting, has the company logo, has questions, employment type, required experience, required education, industry, and function	title, telecommuting, has the company logo, has questions, benefits

Source: own elaboration.

For both the feature sets, the classifiers are passed on to the training phase with 80 percent of the entire dataset, the remaining 20 percent would be used for the prediction phase. Training the classifiers for the proposed approach starts with choosing the right and tuned parameters as default parameters do not guarantee the best and promising results. After the prediction of the testing data, the model would be then evaluated on metrics such as Accuracy, F-measure, and Cohen- Kappa score. They are keeping the work on both the feature sets in parallel. The best classifier would be chosen to have outstanding performance among all the peer classifiers for each feature set.

3.2.4. EVALUATION METRICS

To evaluate the performance of any machine-learning model, evaluation metrics are used for this purpose. Given metrics are considered for evaluating and identifying the subtle approach for solving a problem. Accuracy metric aims to identify the true cases (predictions) from overall numbers to cases given to test. Accuracy may not be the primary metric for checking the model's performance as false cases (prediction). If a false result is taken as true, one will become problematic. It is important to consider false positive and false negative cases to requisite the wrong classification. Precision checks the ratio of the right identified positive case from the total positive results given by the classifier. Recall presents the correct results of positive cases divided by the number of cases relevant. F-measure is a metric, which is involved in precision and recall, calculation is done by the harmonic mean of precision and recall.

4. RESULTS AND DISCUSSION

After getting the predictions from all five classifiers discussed in this research, their performance is compared based on a couple of evaluation metrics to conclude the best classifier for predicting fraudulent job advertisements. Table 1 displays the comparative study of the classifiers concerning evaluating metrics for both feature sets.

Table 2. Comparative table of classifiers performance.

Performance Measure Metric	Naïve Bayes Classifier		SVM		Decision tree		Random forest		K-Nearest neighbour	
	F1	F2	F1	F2	F1	F2	F1	F2	F1	F2
Accuracy	73.03	63.21	93.04	90.8	97.2	96.3	98.27	98	95.9	93.5
F1-Score	0.72	0.63	0.93	0.91	0.93	0.96	0.98	0.98	0.96	0.93
Cohen-kappa Score	0.12	0.09	0.28	0.25	0.38	0.34	0.74	0.73	0.33	0.3
MSE	0.52	0.59	0.06	0.075	0.04	0.04	0.02	0.02	0.041	0.049

Source: own elaboration.

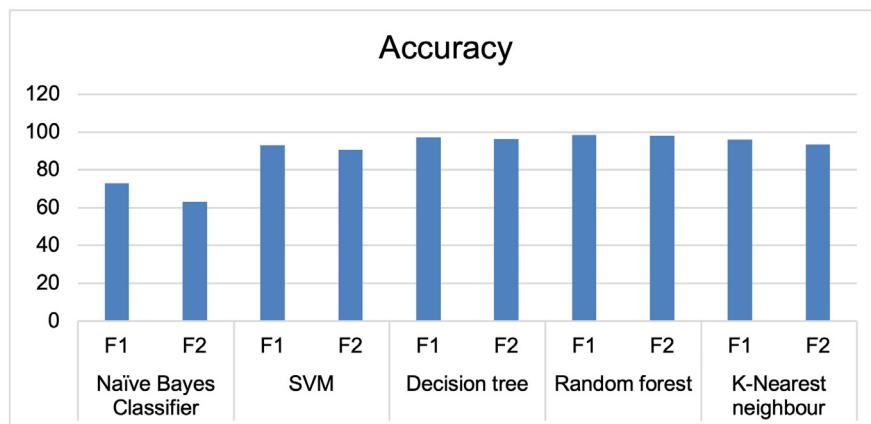


Figure 4. Accuracy Metric Comparisons of algorithms.

Source: own elaboration.

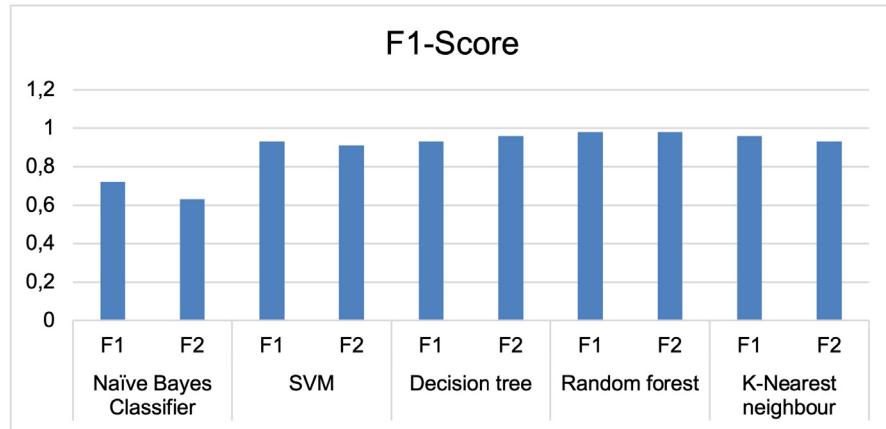


Figure 5. F1 Metric Comparison of algorithms.

Source: own elaboration.

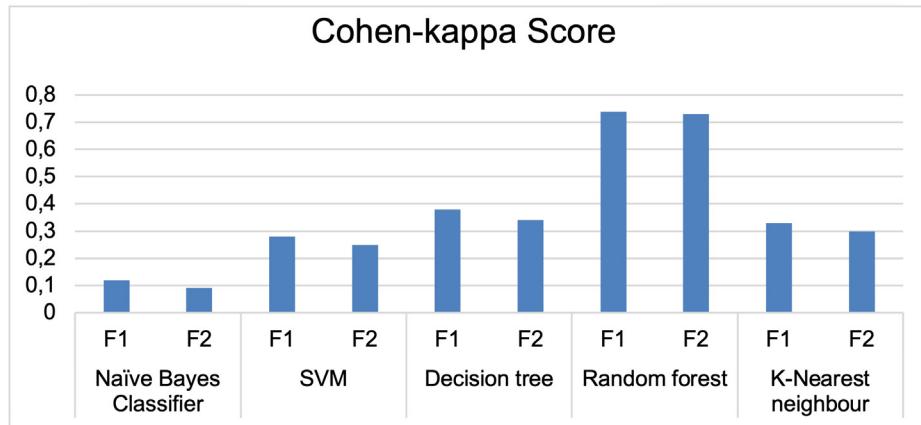


Figure 6. Cohen-Kappa Score of algorithms.

Source: own elaboration.

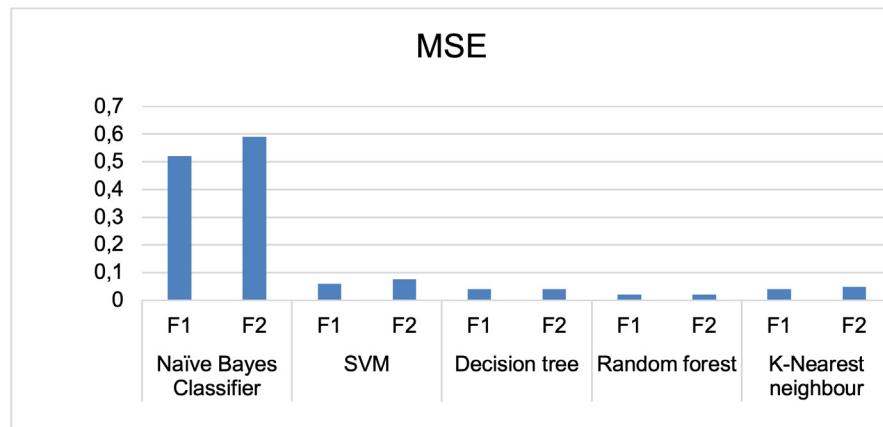


Figure 7. MSE calculations.

Source: own elaboration.

5. CONCLUSIONS

Platforms such as online job portals or social media for job advertisements are an exciting way of attracting potential candidates on which many enterprise companies are dependent on the hiring process. Fake jobs scam detection at an early stage can save a job seeker and make them only apply for legitimate companies. For this purpose, various machine learning techniques were utilized in this paper. Specifically, supervised learning algorithms classifiers were used for scam detection. This paper experimented with different algorithms such as naïve Bayes, SVM, decision tree, random forest, and K-Nearest Neighbor. It is reported that the K-NN classifier gives a promising result for the value k=5 considering all the evaluating metrics. On the other hand, Random Forest is built based on 500 estimators on which the boosting is terminated. In the future, the proposed method can be used for mobile devices using energy-efficient techniques (Mujtaba, Tahir, & Soomro, 2019; Mujtaba & Ryu, 2021).

REFERENCES

- Alghamdi, B., & Alharby, F.** (2019). An intelligent model for online recruitment fraud detection. *Journal of Information Security*, 10(03), 155. <https://www.scirp.org/journal/paperinformation.aspx?paperid=93637>
- Bondielli, A., & Marcelloni, F.** (2019). A survey on fake news and rumour detection techniques. *Information Sciences*, 497, 38-55. <https://app.dimensions.ai/details/publication/pub.1114201506>
- Islam, M. R., Liu, S., Wang, X., & Xu, G.** (2020). Deep learning for misinformation detection on online social networks: a survey and new perspectives. *Social Network Analysis and Mining*, 10(1), 1-20. <https://doi.org/10.1007/s13278-020-00696-x>
- Kumar, S., & Shah, N.** (2018). *False information on web and social media: A survey*. arXiv preprint arXiv:1804.08559.
- Mitra, T., & Gilbert, E.** (2015). Credbank: A large-scale social media corpus with associated credibility annotations. In *Ninth international AAAI conference on web and social media*. <https://ojs.aaai.org/index.php/ICWSM/article/view/14625>
- Mujtaba, G., & Ryu, E. S.** (2020). Client-driven personalized trailer framework using thumbnail containers. *IEEE Access*, 8, 60417-60427. <https://ieeexplore.ieee.org/document/9046852>
- Mujtaba, G., & Ryu, E. S.** (2021). Human Character-oriented Animated GIF Generation Framework. In *2021 Mohammad Ali Jinnah University International Conference on Computing (MAJICC)* (pp. 1-6). IEEE.
- Mujtaba, G., Lee, S., Kim, J., & Ryu, E. S.** (2021). Client-driven animated GIF generation framework using an acoustic feature. *Multimedia Tools and Applications*, 1-18. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11042-020-10236-6>

- Mujtaba, G., Tahir, M., & Soomro, M. H.** (2019). Energy efficient data encryption techniques in smartphones. *Wireless Personal Communications*, 106(4), 2023-2035. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11277-018-5920-1>
- Murtagh, F.** (1991). Multilayer perceptrons for classification and regression. *Neurocomputing*, 2(5-6), 183-197. <https://pure.hud.ac.uk/en/publications/multilayer-perceptrons-for-classification-and-regression>
- Prentzas, N., Nicolaides, A., Kyriacou, E., Kakas, A., & Pattichis, C.** (2019). Integrating machine learning with symbolic reasoning to build an explainable AI model for stroke prediction. In *2019 IEEE 19th International Conference on Bioinformatics and Bioengineering (BIBE)* (pp. 817-821). IEEE. <https://ieeexplore.ieee.org/document/8941679>
- Rathi, M., & Pareek, V.** (2013). Spam mail detection through data mining-A comparative performance analysis. *International Journal of Modern Education and Computer Science*, 5(12), 31. <https://www.mecs-press.org/ijmecs/ijmecs-v5-n12/v5n12-5.html>
- Van Huynh, T., Van Nguyen, K., Nguyen, N. L. T., & Nguyen, A. G. T.** (2020). Job prediction: From deep neural network models to applications. In *2020 RIVF International Conference on Computing and Communication Technologies (RIVF)* (pp. 1-6). IEEE. <https://ieeexplore.ieee.org/document/9140760>
- Vidros, S., Kolias, C., Kambourakis, G., & Akoglu, L.** (2017). Automatic detection of online recruitment frauds: Characteristics, methods, and a public dataset. *Future Internet*, 9(1), 6. <https://www.mdpi.com/1999-5903/9/1/6>
- Ward, A., Gbadebo, A., & Baruah, B.** (2015). Using job advertisements to inform curricula design for the key global technical challenges. In *2015 International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET)* (pp. 1-6). IEEE. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7218042>

Zhang, J., Dong, B., & Philip, S. Y. (2020). Fakedetector: Effective fake news detection with deep diffusive neural network. In *2020 IEEE 36th International Conference on Data Engineering (ICDE)* (pp. 1826-1829). IEEE. <https://arxiv.org/abs/1805.08751>

/11/

UNDERSTANDING THE VIABILITY OF INTEGRATING WSN WITH IOT USING CLOUD INFRASTRUCTURE

Cosmena Mahapatra

University School of Information, Communication and Technology
Guru Gobind Singh Indraprastha University, New Delhi, (India).

Vivekananda Institute of Professional Studies
Guru Gobind Singh Indraprastha University, New Delhi, (India).

E-mail: cosmenamahapatra1@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5810-5006>

Ashish Payal

University School of Information, Communication and Technology
Guru Gobind Singh Indraprastha University, New Delhi, (India).

E-mail: ashish@ipu.ac.in ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6396-3777>

Meenu Chopra

Vivekananda Institute of Professional Studies
Guru Gobind Singh Indraprastha University, New Delhi, (India).

E-mail: drmeenuchopravips@gmail.com ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9907-8542>

Recepción: 21/10/2021 **Aceptación:** 29/12/2021 **Publicación:** 29/03/2022

Citación sugerida:

Mahapatra, C., Payal, A., y Chopra, M. (2022). Understanding the viability of integrating WSN with IoT using cloud infrastructure. *3C TIC. Cuadernos de desarrollo aplicados a las TIC*, 11(1), 269-289. <https://doi.org/10.17993/3ctic.2022.111.269-289>

ABSTRACT

IEEE 802.15.4, Wireless Sensor Networks, have increasingly become an important part of many sustainable development applications. However, due to the energy expenditure restrictions of Wireless Sensor Networks, it has become imperative to optimize its usage and reach ability through a amalgam of nature inspired techniques, Internet of things and cloud. In our study, we have used CupCarbon simulator to first establish the workability of such a model and to see if nature inspired algorithms technique may be used to develop and optimization wireless sensor network integrated Internet of Things cloud based modals as efficient solutions to modern problems. A resultant application was designed to handle healthcare facilities through the specified infrastructure. On the basis of the feedback from the usage of application, the study was able to infer that despite the challenges, Internet of Things, wireless sensor networks and cloud, although separate technologies, may be used together to deliver ‘smart’ applications in the field of smart town, smart residences and smart security.

KEYWORDS

Internet of Things, Cloud, Wireless Sensor Networks, Nature Inspired Algorithm, Coverage Optimization.

1. INTRODUCTION

Nature inspired mechanism of novelty with focuses on attaining sustainable solutions to human tests by emulating nature's time-tested patterns (Mead & Jeanrenaud, 2017), thus, it is a fact that this approach is applied to ideologies that maximizes the promising capabilities. It also refers to copying the models, processes and features found in natural environment to deal with complicated problems. This has even brought changes to how we view our surroundings and the kind of relationship we share with the Nature. The knowledge extracted from our surroundings is being used to develop modern technology, including the cutting-edge engineering skills that have contributed to an easy and smooth lifestyle. However, if we truly wish to control our natural surroundings, we first must get ready to follow its rules. In other words, to execute the natural processes, we should follow those processes (Kellert, Heerwagen, Mador, 2011). The more advanced our society is getting; the more we are finding ourselves looking at Nature for inspiration. Earlier, the technological advancement was only process-driven and not considered from sustainability point of view. This, however, proved limited in handling complex situations and has thus pushed professionals from all quarters to turn to Nature for searching novel solutions. The ability to redesign solutions that are increasingly more efficient and useful has been the key factor that has proved biomimetics advantageous. There is no dearth of practical examples of how business organizations have employed nature-based algorithms to execute many of the organizational functions and tasks. A significant difference between our earlier engineering solutions and Nature is that latter follows a bottom-upward structure, such that the elements are created in coherence with their functionality instead of first creating the element and then attempt at adapting it to the required needs. Technology like 3D printing work on this principle, and is the latest approach to gain momentum in the emerging 4th industrial revolution that includes creation of Internet of Things (IoT) and evolution of manufacturing processes (Katiyar, Goel, & Hawi, 2021).

So the IoT has been verified via the use of Wireless Sensor Networks (WSNs) and the biomimetics have seen exponential growth as WSNs has been also employed in a great variety of practical problem areas

which need a common means to share data over the Internet Borges (Neto, *et al*, 2015). The important of nature inspired algorithms used in WSN model is discussed detail in recent work (Mahapatra, Payal, & Chopra, 2020).

Every living being, in order to survive, searches for resources and upon finding it analyse it to make the best use of it as appropriate to it. The Nature's organisms follow their resources rather than acting dormant and inadaptable. A number of examples can illustrate this fact; for instance, a sunflower bends in accordance to the sun rays for its nourishment and growth. Similarly, a plant modifies its leaves to either capture more sunlight or prevent loss of moisture. For copying this kind of behaviour; there is a need to create such ubiquitous sensors that will relay the information without interruption and bias. As many inputs come in, there should be broadcasting of information simultaneously. However, such an approach could be successful with 'cloud' technology where virtual networks are established in a manner that facilitates broadcasting of information through every channel in contrast to one-way route. Application of biomimetics on a wider scale has the capacity to deal with universal challenges and intrinsically change the modern infrastructures too (Khanh et al. 2020). As energy from sunlight triggers a chain of reaction that drives a flower petal to open up or a plant to shift its location, we can likewise harness the same energy through solar panels to run a motor that can move the blinds on a window automatically.

Nevertheless, a critical requirement for successful application of biomimetics (Wagh & Escobar, 2019) in IoT is the availability of necessary infrastructure to not only handle the vast amount of data but to store them in an efficient way that results in minimum chances of redundancy. For example, the efficiency of any network is limited by its redundant or defective nodes that continue to occupy space and cause obstruction. Such nodes should follow the Nature's rule of extermination upon uselessness. The nodes should be obliterated from the current ecosystem' and employed elsewhere thus reducing the redundancy in network. This process can be exemplified through trees' shedding of leaves in winter. The dry autumn wind causes the redundant leaves to detach from the branch and fall onto the soil

where it decays and increases its nutrient composition (Plessis, 2019). Thus, the redundant component is transformed into a useful entity. For IoT implementations, we can draw upon Nature's myriad examples for creating processes, sharing resources and storing vital information. The crucial knowledge of how various ecological cycles function can provide a fundamental base for building solutions in IoT, thus acting as biomimetics. Next section discusses the literature review related to our study, section 3 discusses the methodology employed for our research, section 4 outlines the inferences drawn from the design and usage of our application for healthcare and section 5 contains the conclusion of our study.

2. REVIEW OF LITERATURE

(Dhivyaprabha, Manjutha and Subashini, 2012) examined the latest development in the usage of metaheuristic algorithms for solving problems related to classification, edge detection and denoising. The authors list out many of the universally used optimization algorithms for Smart city applications like logistics, transport, sustainability and mobility etc. These algorithms are evaluated on certain fitness functions and parameters for deep investigation.

(Gill and Buyya, 2021) reviewed nature-inspired algorithms for analysis of big data. The chosen studies were examined on the basis of taxonomy, topic of research and stated limitations. The authors divided the algorithms into three separate categories, ecological, swarm-based and evolutionary and studied their demerits in details to help readers choose the most-desired algorithm as per the requirements.

(Hildmann *et al*, 2018) described optimization of energy- and cost-efficient wireless access network infrastructure. A Particle Swarm Optimization technique is also proposed to optimize design decisions with respect to Distributed Antenna Systems. The authors focused their work on two main targets, namely, reducing the total cost of hardware employed, and to increase the energy efficiency.

(Kimovski, *et al*, 2018) introduced a novel and promising Fog Computing framework called SmartFog that demonstrated the capability of adjusting and scaling whenever there are unpredictable patterns of

load due to the distributed IoT applications. The authors devised nature-inspired algorithms based on concepts of decision-making, graph theory and machine learning to create the intelligent processing system. The evaluation results showed a dramatic reduction of 13% in network load and 8% in latency.

(Li *et al*, 2018) proposed a new Hybrid Enhanced Particle Swarm Optimization (EHPSO) algorithm based on two Nature Inspired hybrid algorithms, Novel Particle Swarm Optimization (NPSO) and Hybrid Particle Swarm Optimization (HPSO). Simulation results clearly show EHPSO as the winner as it outperforms HPSO and NPSO in evaluating localizing node positions and improves convergence by avoiding being trapped into local optima and hence eliminating pre mature results.

(Channe *et al*, 2015) proposed a multidisciplinary model for smart agriculture in Soil based on the key technologies: Internet-of-Things (IoT), Sensors, Cloud-Computing, Mobile Computing, Big-Data analysis.

(Malik and Dimple, 2017) proposed an Ant Colony Optimization technique for IoT network that was inspired from Nature. The technique was used to find the shortest path possible between the source and the destination node. A number of iterations were performed and after many trials the best path was demonstrated.

(Khattab *et al*, 2015) presented an IoT and cloud based architecture customized for precision agriculture applications. In this built a prototype of the proposed architecture and the accuracy metric demonstrates its performance advantages.

(Shah *et al*, 2019) conducted a detailed literature survey to study the techniques that have been used in Smart homes for optimisation of energy consumption and scheduling. Many factors like temperature regulation, visibility and air quality were investigated thoroughly. Latest developments, like fog and edge computing techniques have also been reviewed.

(Zedadra *et al*, 2018) described the technical aspects of swarm intelligence algorithms and their possible utility in IoT based applications. The authors first reviewed SI algorithms with their major applications, followed by current IoT system that is using these algorithms. In the last section, authors discussed how main features of SI can be constructively employed in IoT-based system.

(Zedadra *et al*, 2018) presented a framework for the Smart city based on swarm intelligence. Besides describing the scope of SI algorithms and existing use of them in IoT based system, the chapter described trends on how flexibility and scalability can be achieved in Smart Cities through the SI paradigm.

(Singh *et al*, 2017) introduced a newly hybrid nature-inspired approach (MGBPSO-GSA) is developed with a combination of Mean Gbest Particle Swarm Optimization (MGBPSO) and Gravitational Search Algorithm (GSA).

3. METHODOLOGY

The Internet of Things (IoT) is a new revolution of the Internet (Abraham, 2016). Objects make themselves recognizable and they obtain intelligence by making or enabling context related decisions.

Sensor networks are a crucial element of IoT ecosystem as they can assist other systems like RFID to track a status, locate position of an object, determine movement pattern or ascertain temperature and likewise. A large number of sensor nodes inter-communicating in a wireless multi-hop fashion form a sensor network. There are special nodes called sinks that function primarily to collect results. Application of WSN (Qian & Wang, 2014) can be found in sectors like healthcare, military surveillance, defense strategies, environmental programmes, governmental services, disaster prevention, geographical exploration and such. Still, there are many challenges in sensor networks with respect to communications and resources. Communication issues could be extent of area covered, robust data security, and protection of privacy, reliability and mobility. On the other hand, addressing matters about backup power, ample storage capacity, sufficient processing power, availability of required bandwidth etc. come

under the purview of resource management. In addition to this, there are WSN-specific limitations in regards to resources and design, which in turn are influenced by application and settings, and can be modulated as per the monitoring environment. However, evidence reflects that many of the concerns like efficient energy expenditure, consistency, sturdiness, accessibility and soon have been deeply studied by the scientific community.

With wireless technologies like Wi-Fi and RFID, there is massive transformation of the internet by IoT framework. While people to people connections increased through internet evolution, there has been a surge in object to object connectivity creating Smart environment. For this to be successful, the most important requirement is to distinguish an object unique from other ones and thus identify different number of devices that are connected through internet. This scheme of uniquely addressing each object is governed by factors like dependability, tenacity, exclusivity and scalability. IPv4 can help solve the challenge of unique identification to a limited extent by geographically identifying a set of shared sensor devices but not single ones. While IPv6 due to its internet mobility characteristics is expected to better address the issue. Due to diversity of the member objects with respect to their storage capabilities and processing skills, and due to a number of varied applications associated with it, there is a need for middleware between the application layer and things. Middleware helps in extraction of the functionalities and communication capacity of the involved devices. This middleware can be in turn divided into further layers of “Object Abstraction, Service management, Service Composition, and Application” (Kosmatos, Tselikas & Boucouvalas, 2011)

Cloud computing (Sadeeq *et al.*, 2021) is not a new term, denoting a framework that enables universal access to shared group of computation resources like servers, applications and networks with minimum disturbance and interaction between the user and the provider. However, it became popular over the last few years especially with Google cloud services that have increased the storage capacity to virtually unlimited extent. Further, there is increased processing power at minimum cost and availability of resources on-demand. Major companies like Amazon and Facebook are the popular success stories that

have utilized cloud for delivering their services and becoming market pioneers. technical challenges that needs to be addressed in cloud computing. Many of the times, users are apprehensive of the privacy of their data, how secure the network is for private transactions and how will their data be used by the service provider. The service level agreements may not be approved by many potential users resulting in loss of business (Alouffi *et al.*, 2021).

A successful cloud model has typical characteristics, a layered architecture and standard service models. The architecture is divided into four layers comprising of “hardware”, “infrastructure”, “platform” and “application” (Fig. 1). Each layer provides service to the below level layer and consumes services from the above level layer. Practically, three cloud services are available, namely IaaS, PaaS and SaaS. Infrastructure as a Software (IaaS) has been of utmost interest as it provides storage, processing capabilities and network resources thus making the user a better controller of operating system. Support for operating system and frameworks for development come under Platform as a Service. Software as a Service involves applications running on clouds that are accessible through a web browser. Cloud Computing Technology solves the deadlock condition by providing a elasticide environment of resource allocation and processing. This infrastructure is not only highly reliable in terms of storage but also a very efficient computing provider to its users (Mo, 2019).

Although cloud and IoT are independent technologies, they share a number of features that act complementary to each other. Much research has been directed towards merging of these two to extract maximum advantages. The limitations of IoT, like storage, communication range and processing capabilities, gets countered by unlimited virtual space and availability of resources in cloud. For instance, cloud can be very effective to manage IoT services and to execute the applications that run on things.

In return, cloud can extend its service delivery in a distributed manner to the real world through IoT. Quite often, cloud helps in creating a middle layer between things and applications to compensate any limitation in running the latter. It holds a future significance when multi-cloud system will exist, and it will become imperative to search for novel ways of collecting, processing and broadcasting information

(Prabhu, 2017). A typical IoT framework is heterogeneous in character with various devices and their protocols. The lack of extendibility, elasticity, dependability and efficiency is compensated by cloud features that are known as Cloud-IoT drivers.

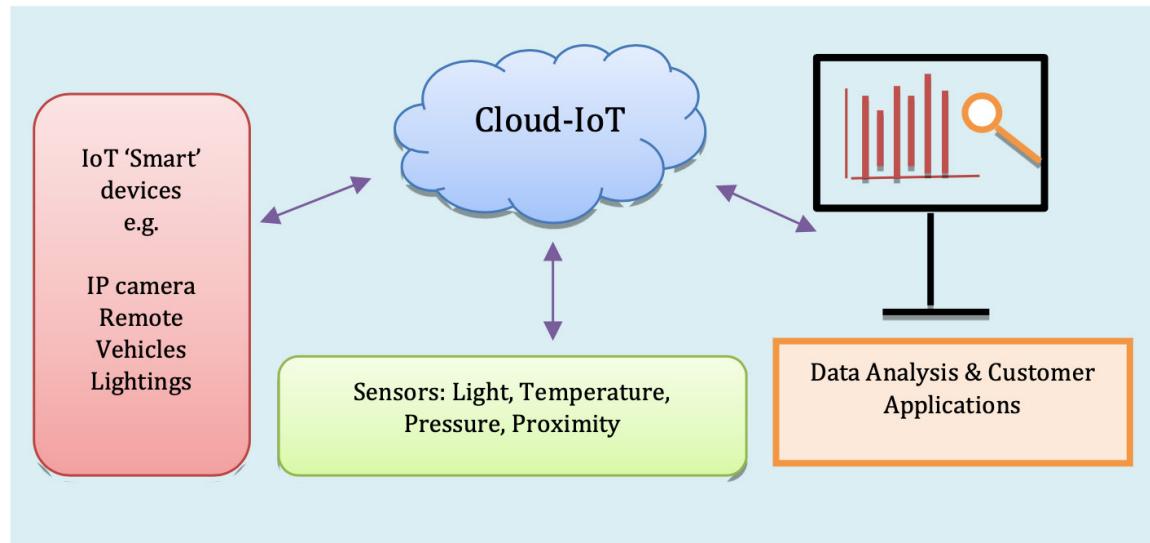


Figure 1. Cloud and IoT paradigm.

Source: own elaboration.

It leads to smooth operations between data gathering and its processing, thereby facilitating quick integration with reduced costs of deployment, and prompts analyses of complex data through better decision support system and predictive algorithms. Through cloud-IoT, customized applications can be accessed by the users without much trouble. Moreover, through personalized portals and applications, it is easy to track or connect anything anywhere.

The fast speed network has resulted in successful regulation and control of distant things for improved communication, inter-operability and synchronization (Figure 1). However, there can be certain situations where cloud may not be able to solve the limitations of IoT. For instance, though there has been enormous increase in the storage and processing capabilities, we cannot find such incremental

surge in broadband capabilities. IoT through its many information sources generate a lot of organised and unorganised data that is similar to Big Data in terms of volume, variability, speed and complexity.

Our research aimed to study the effectiveness of WSN IoT network interlinked through the cloud infrastructure. For this we simulated our network on cupcake IoT simulator 5.0 – 2021 (Bounceur *et al*, 2018). The simulator is able to integrate IoTNode as well as IoTRNode together thus making it possible for them to communicate using MQTT Protocol. This feature allows us to record WSN behavior while interacting with IoT infrastructure through cloud and thus gaze out its effectiveness.

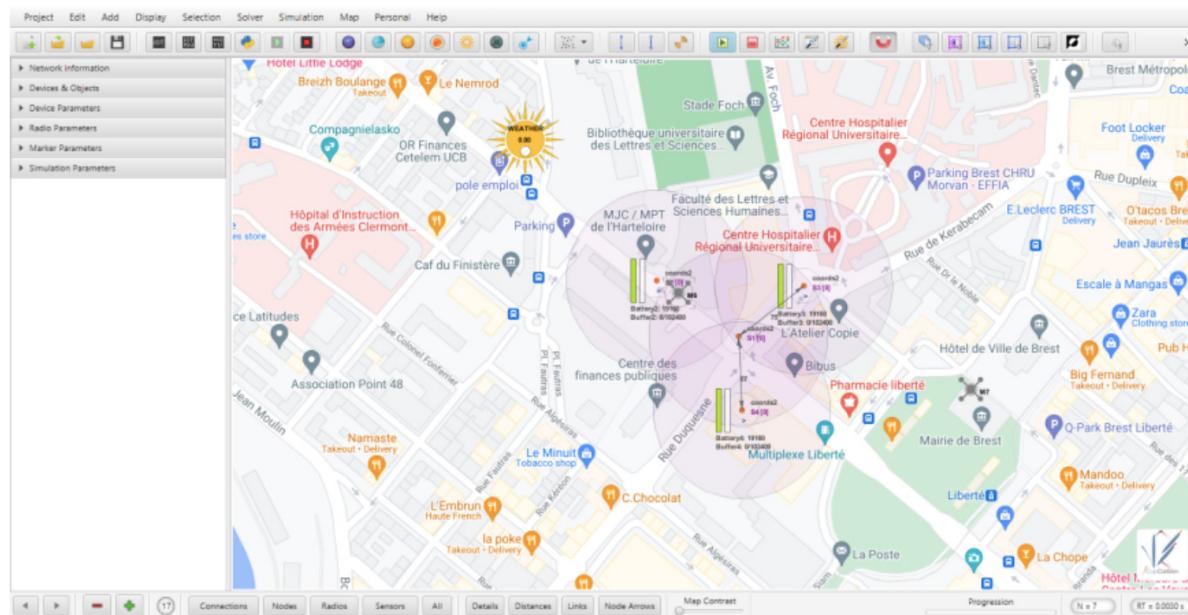


Figure 2. CupCarbon screenshot for node localization.

Source: own elaboration.

The simulator can easily be programmed using python, thus making it possible for us to check individualized algorithms and optimize the same. The power of the simulator can be gauged from the fact that a single sensor node can be configured at PHY level to work with 802.15.4, ZigBee, LoRa and

WiFi mode. The simulator can be used to study mobile sensor nodes as well as static sensor nodes and their interaction and communication with base stations and other sensor nodes. The heterogeneous data is converted into homogenous by APIs and secured to be safely accessed from any remote location.

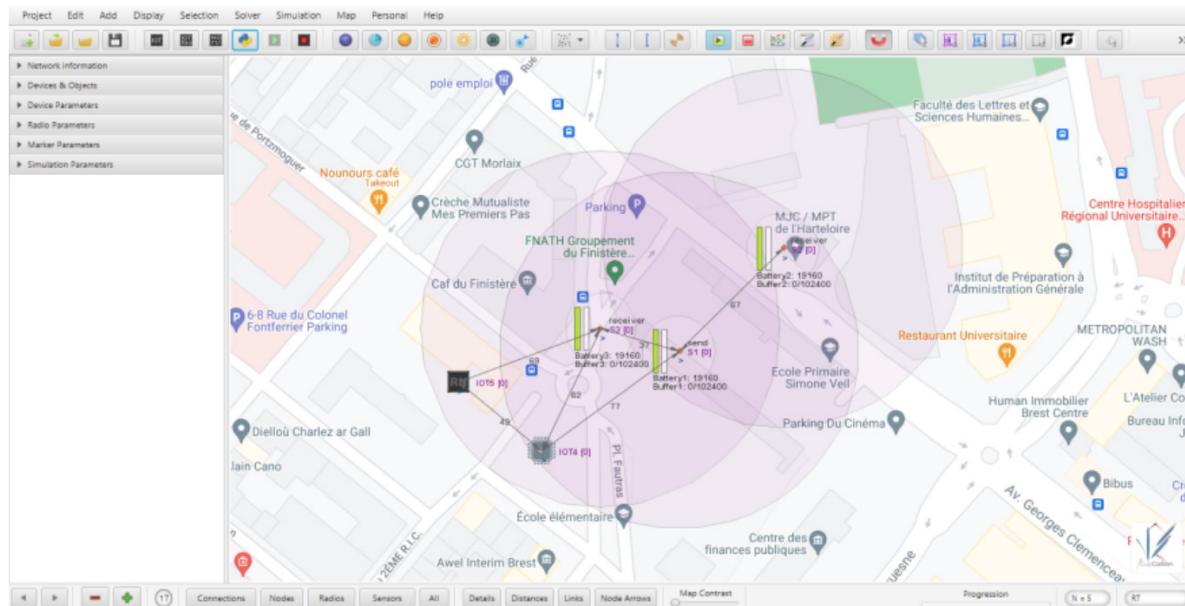


Figure 3. CupCarbon screenshot depicting message transfer between WSN and IoTNodes.

Source: own elaboration.

4. RESULTS

Thus, the cloud-IoT paradigm has resulted in more people connections and greater flow of information, creating billions of new networks and Internet of Everything (IoE). This facilitates availability of new ‘smart’ services and applications (Kumar & Chand, 2020) such as WSenHealthcare MoniDoc App.

WSenHealthcare MoniDoc App is a cloud based IoT + WSN integrated resultant app for optimizing usage, of most important infrastructure of the hospitals and nursing Home ie. nurses and patient live

data. The App has been conceived to capture a wearable sensor worn by every nurse and the access points (AP) laid inside the healthcare facility are able to localize the position of the nurse so that incase of emergency the nearest nurse (s) can be sent to the effected patient site. The patients themselves shall wear a sensor band which not only relays there location inside the healthcare facility but also transmits patients health status to AP(s) for processing in the cloud through IoT. All processing and storage is done on cloud infrastructure thus providing a affordable, fast and elastic backbone to the WSN, what's more, a robot nature inspired algorithm may be used to further optimize the App. Below are the screen shots of the prototype App and the layout of Healthcare Facility:

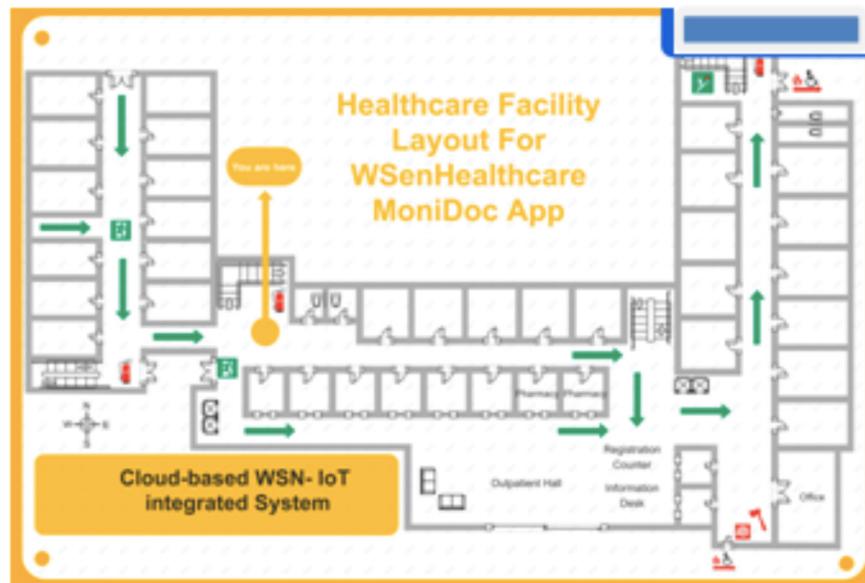


Figure 4. Healthcare Facility Layout For WSN + IoT + Cloud Setup.

Source: own elaboration.

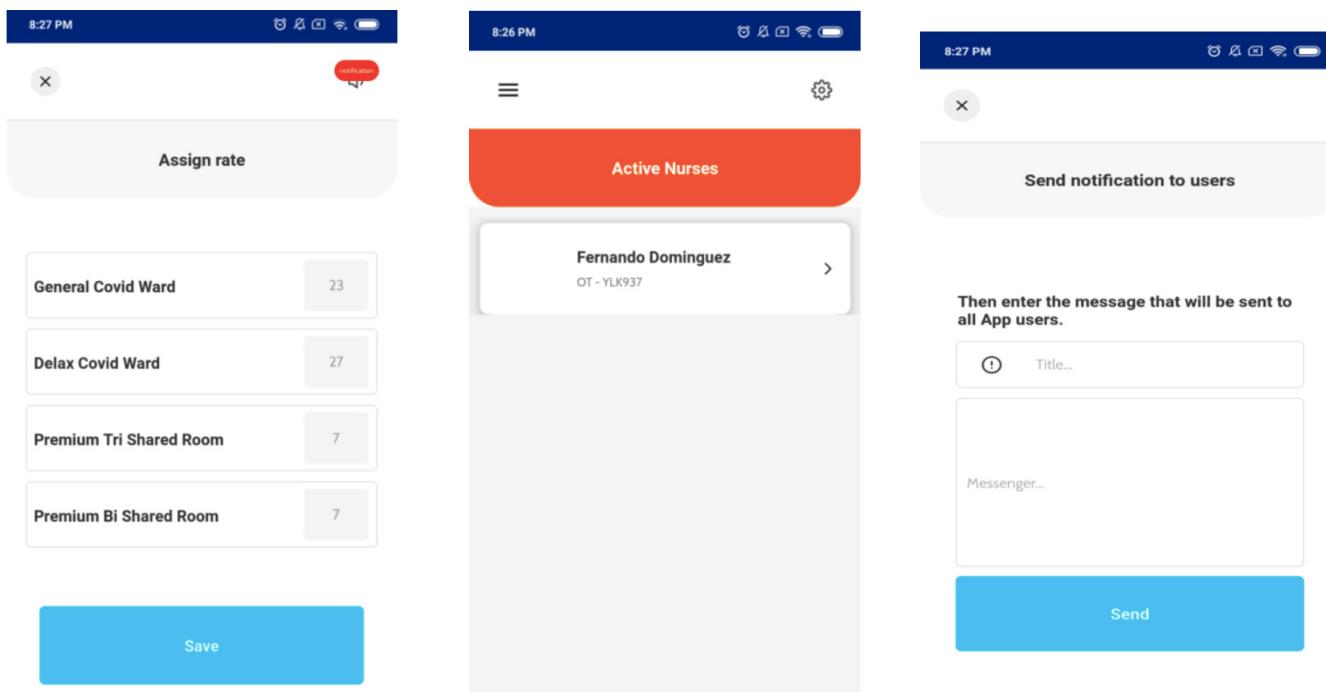


Figure 5. Screen Shots of the Prototype App.

Source: own elaboration.

The IoT + WSN cloud based applications have grown tremendously in the market nowadays. Drawing inference from our study, we suggest that the IoT + WSN + Cloud based applications can be successful in following given areas: **Smart Towns** – Modern society suffer from the lack of awareness regarding the need to have sustainable development with efficient and skilful technologies and services. Through the vast network of people and their inter-exchange of information and sensors, a collective intelligence can be drawn to modify the communal behaviours. Cloud-IoT provides opportunity to access information from the heterogeneous objects, including the geo-location, context and 3D representations, to present in a detailed map. The structure comprises of a sensor platform and a cloud platform that work in

coordination. The sensors are actuated by APIs in the platform while cloud provides a scalable storage for processing the information generated by sensing devices. Literature presents many examples, like “Sensing as a Service” framework (Munirathinam, 2020), or a paradigm for mobile devices. The application developers are under immense pressure to deal with the extremely heterogeneous environment of IoT which can be managed by sensor virtualization that enables communication at different sensor layers. Architecture that supports detection, linking and addition of sensors can help create universal connectivity and success of smart cities. Moreover, IoT plug-ins can be created by third party to enable connectivity of any device to the cloud thus removing the issue of heterogeneity. The challenges are associated with privacy, scalability, heterogeneity, storage and computing abilities.

Smart Residences—Through application of cloud and heterogeneous devices, many domestic activities can be automated creating smart homes. The inanimate objects are transformed into information generating devices that are connected to internet due to presence of sensors. The wireless networks of these intelligent devices are used to control the appliances from a remote location. For instance, controlling the cooling temperature of an air conditioner, or switching off smart fan and lights. Such endeavors can have major impact on environmental concerns, as for example, saving power energy by switching off lights can reduce greenhouse gases’ emissions. Home automation is relatively an easy task through cloud by enabling easy interaction between users and sensors, along with critical prerequisites of inter-appliance connection, intelligent control from remote places, and automation. In addition, cloud-based infrastructure provides a universal space that allows individual access of all devices in a fixed manner and also delivers synchronized functionality among many users. However, to meet the challenge of different devices and their communication among themselves as well as with the cloud, potent computing devices should be installed as mediators between IoT objects and cloud, and to execute the complex functions. Furthermore, issues related to establishment of standards and making home devices reliable should be addressed to deal with failed or unreachable devices (Chan, 2008).

Smart Security: The surveillance video produced from IP cameras are effectively stored, processed and handled by Cloud-IoT. The information is generated by the video sensors on the camera and transmitted to various registered devices through the internet. The task of processing is distributed over the server in a methodical manner to balance the load. There have been specific cloud-based options like SaaS (Prati, 2013) to satisfy the necessities of storing files at a central place with facilities of on-demand, scalability and availability, and further processing through specific algorithms and pattern-recognition software. The notable challenges in this application are incompatibility issues with different cameras which arise due to ill-defined standards and service framework.

5. CONCLUSIONS

This paper discuss about the details of cloud computing environment, Internet of Things (IoT) which is applied to Wireless Sensor Network (WSN) and optimized by nature inspired algorithm. Initially they discuss about the importance of IoT in WSN, then review work related to IoT with WSN, cloud computing are clearly discussed with each other. After that how the cloud computing is integrated to IoT is clearly discussed. Finally, the applications used for applying the technologies are clearly discussed. From the review work it concludes that the importance of IoT in WSN is mostly used by several authors in the recent work. Hence, the study establishes the future of WSN integrated IoT cloud platform, which shall encourage the researchers to work having to focus on the application of IoT in WSN in healthcare facility.

REFERENCES

- Abraham, S. C.** (2016). Internet of Things (IoT) with Cloud Computing and Machine-to-Machine (M2M) Communication, *International Journal of Emerging Trends in Science and Technology*, 03(09), 4654-4661.

- Alouffi, B., Hasnain, M., Alharbi, A., Alosaimi, W., Alyami, H., & Ayaz, M.** (2021). A Systematic Literature Review on Cloud Computing Security: Threats and Mitigation Strategies. *IEEE Access*, 9, 57792-57807.
- Borges Neto, J. B., Silva, T. H., Assunção, R. M., Mini, R. A., & Loureiro, A. A.** (2015). Sensing in the collaborative internet of things. *Sensors*, 15(3), 6607-6632.
- Bounceur, A., Marc, O., Lounis, M., Soler, J., Clavier, L., Combeau, P., ... & Manzoni, P.** (2018, January). Cupcarbon-lab: An IoT emulator. In 2018 15th IEEE Annual Consumer Communications & Networking Conference (CCNC) (pp. 1-2). IEEE.
- Channe, H., Kothari, S., & Kadam, D.** (2015). Multidisciplinary model for smart agriculture using internet-of-things (IoT), sensors, cloud-computing, mobile-computing & big-data analysis. *Int. J. Computer Technology & Applications*, 6(3), 374-382.
- Chan, M., Estève, D., Escriba, C., & Campo, E.** (2008). A review of smart homes—Present state and future challenges. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 91(1), 55–81.
- Dhivyaprabha, T. T., Manjutha, M., & Subashini, P.** (2017, October). Survey on nature inspired algorithm for smart city applications. In *Proceedings of the Mediterranean Symposium on Smart City Application* (pp. 1-13).
- Du Plessis, A., Broeckhoven, C., Yadroitsava, I., Yadroitsev, I., Hands, C. H., Kunju, R., & Bhate, D.** (2019). Beautiful and functional: a review of biomimetic design in additive manufacturing. *Additive Manufacturing*, 27, 408-427.
- Hildmann, H., Atia, D. Y., Ruta, D., Poon, K., & Isakovic, A. F.** (2018). Nature-Inspired? Optimization in the Era of IoT: Particle Swarm Optimization. *The IoT Physical Layer: Design and Implementation*, 171.

- Katiyar, N. K., Goel, G., Hawi, S., & Goel, S.** (2021). Nature-inspired materials: Emerging trends and prospects. *NPG Asia Materials*, 13(1), 1-16.
- Kellert, S. R., Heerwagen, J., & Mador, M.** (2011). Biophilic design: the theory, science and practice of bringing buildings to life. John Wiley & Sons.
- Khanh, T. T., Nguyen, V., Pham, X. Q., & Huh, E. N.** (2020). Wi-Fi indoor positioning and navigation: a cloudlet-based cloud computing approach. *Human-centric Computing and Information Sciences*, 10(1), 1-26.
- Khattab, A., Abdelgawad, A., & Yelmarti, K.** (2016). Design and implementation of a cloud-based IoT scheme for precision agriculture. In 28th International Conference on Microelectronics (ICM), 201-204.
- Kimovski, D., Ijaz, H., Saurabh, N., & Prodan, R.** (2018, May). Adaptive nature-inspired fog architecture. In 2018 IEEE 2nd International Conference on Fog and Edge Computing (ICFEC) (pp. 1-8). IEEE.
- Kosmatos, E. A., Tselikas, N. D., & Boucouvalas, A. C.** (2011). Integrating RFIDs and Smart Objects into a Unified Internet of Things Architecture. *Advances in Internet of Things*, 01(01), 5–12.
- Kumar, M., & Chand, S.** (2020). A Secure and Efficient Cloud-Centric Internet-of-Medical-Things-Enabled Smart Healthcare System With Public Verifiability. *IEEE Internet of Things Journal*, 7(10), 10650-10659.
- Kumar, R., Kumar, P., & Singhal, V.** (2019). A survey: Review of cloud IoT security techniques, issues and challenges. In Proceedings of 2nd International Conference on Advanced Computing and Software Engineering (ICACSE).

- Li, D., Cheng, D., Qin, J., Liu, S., & Liu, P.** (2018). EHPSO: An Enhanced Hybrid Particle Swarm Optimization Algorithm for Internet of Things. *International Journal of Online Engineering (JOE)*, 14(06), 203–211.
- Mahapatra, C., Payal, A., & Chopra, M.** (2020). Review of WSN and Its Quality of Service Parameters Using Nature-Inspired Algorithm. In *International Conference on Innovative Computing and Communications* (pp. 451-461). Springer, Singapore.
- Malik, R. & Dimple.** (2017). ACO Based Routing in Internet of Things. *International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication*, 5(4), 315–320.
- Mead, T., & Jeanrenaud, S.** (2017). The elephant in the room: biomimetics and sustainability? Bioinspired, *Biomimetic and Nanobiomaterials*, 6(2), 113-121.
- Mo, Y.** (2019). A data security storage method for IoT under Hadoop cloud computing platform. *International Journal of Wireless Information Networks*, 26(3), 152-157.
- Munirathinam, S.** (2020). Industry 4.0: Industrial internet of things (IIOT). In *Advances in computers*, 117(1), 129-164.
- Prabhu, C. S. R.** (2017). Overview-fog computing and internet-of-things (IOT). *EAI Endorsed Transactions on Cloud Systems*, 3(10).
- Prati, A., Vezzani, R., Fornaciari, M., & Cucchiara, R.** (2013). Intelligent Video Surveillance as a Service. *Intelligent Multimedia Surveillance*, 1–16.
- Qian, Z.-H. & Wang, Y.-J.** (2014). Internet of Things-oriented Wireless Sensor Networks Review. *Journal of Electronics & Information Technology*, 35(1), 215–227.

- Sadeeq, M. M., Abdulkareem, N. M., Zeebaree, S. R., Ahmed, D. M., Sami, A. S., & Zebari, R. R.** (2021). IoT and Cloud computing issues, challenges and opportunities: A review. *Qubahan Academic Journal*, 1(2), 1-7.
- Shah, A., Nasir, H., Fayaz, M., Lajis, A., & Shah, A.** (2019). A Review on Energy Consumption Optimization Techniques in IoT Based Smart Building Environments. *Information*, 10(3), 108.
- Singh, H., Tyagi, S., Kumar, P., Gill, S. S., & Buyya, R.** (2021). Metaheuristics for scheduling of heterogeneous tasks in cloud computing environments: Analysis, performance evaluation, and future directions. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 102353.
- Singh, N., Singh, S., & Singh, S. B.** (2017). A new hybrid MGBPSO-GSA variant for improving function optimization solution in search space. *Evolutionary Bioinformatics*, 13, 1–13.
- Wada, I.** (2018). Cloud computing implementation in libraries: A synergy for library services optimization. *International journal of library and Information Science*, 10(2), 17-27.
- Wagh, P., & Escobar, I. C.** (2019). Biomimetic and bioinspired membranes for water purification: A critical review and future directions. *Environmental Progress & Sustainable Energy*, 38(3), e13215.
- Zedadra, O., Guerrieri, A., Jouandeau, N., Spezzano, G., Seridi, H., & Fortino, G.** (2018). Swarm intelligence-based algorithms within IoT-based systems: A review. *J. Parallel and Distrib. Comput.*
- Zedadra, O., Guerrieri, A., Jouandeau, N., Spezzano, G., Seridi, H., & Fortino, G.** (2019). Swarm Intelligence and IoT-Based Smart Cities: A Review. *The Internet of Things for Smart Urban Ecosystems, Internet of Things, Springer International Publishing AG*, 177–200.

