

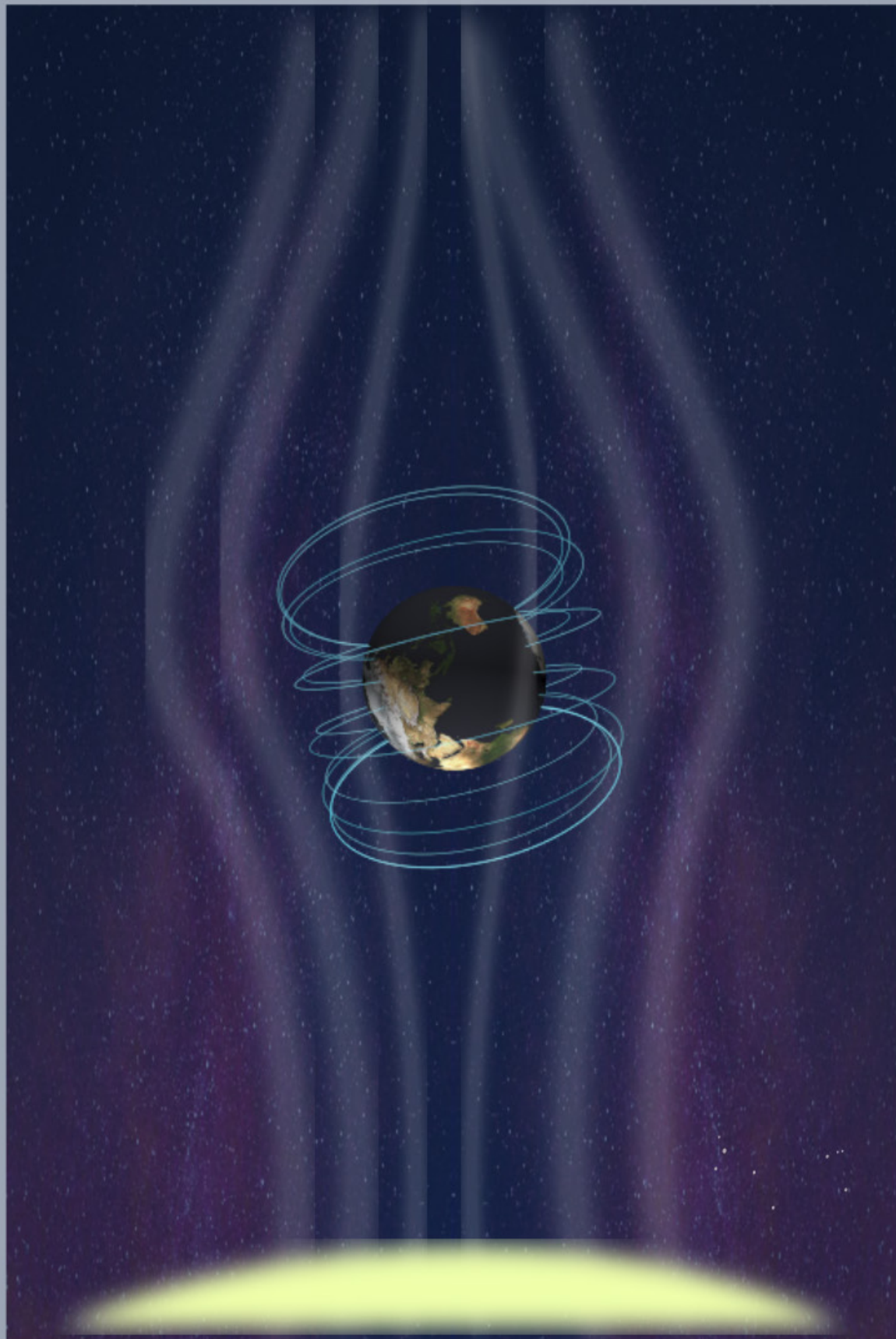
04

MINERVA

Revista Multidisciplinaria de Investigación Científica



Volumen 2
Número 4
Abril 2021



El campo geomagnético, conocido como campo magnético terrestre, se extiende desde el núcleo interno de la Tierra hasta el límite en el que se encuentra con el viento solar. Este campo magnético se puede comparar con el campo creado por un dipolo magnético, similar a una barra imantada, inclinado un ángulo de 15 grados con respecto al eje de rotación terrestre [1]

Disponible en abril de 2021

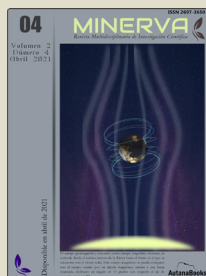


REVISTA MINERVA

Revista Electrónica Editada por AutanaBooks.

Periodicidad cuatrimestral.

Nuestra Portada:



El campo geomagnético, conocido como campo magnético terrestre, se extiende desde el núcleo interno de la Tierra hasta el límite en el que se encuentra con el viento solar. Este campo magnético se puede comparar con el campo creado por un dipolo magnético, similar a una barra imantada, inclinado un ángulo de 15 grados con respecto al eje de rotación terrestre [1].

[1]Wikipedia, «Campo Magnético Terrestre,» 3 Marzo 2021. [En línea]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Campo_magn%C3%A9tico_terrestre.

Visualización de la Revista:

<https://minerva.autanabooks.com/index.php/Minerva>

EQUIPO TÉCNICO

Webmaster y Metadatos: Ing. Ángel Lezama (Quito, Ecuador).

a2lezama@gmail.com

Diseño Gráfico y maquetación: Lcda. Eliannys Copeland (AutanaBooks, Ecuador).

mmddssnn250195@gmail.com

Asistente Administrativa: Lcda. Cruzcelis López (AutanaBooks, Ecuador).

crusceliserkanessi@gmail.com

Traductora: Lcda. Joralci López Herrera (AutanaBooks, Ecuador).

joralci@gmail.com

MINERVA
Revista Multidisciplinaria de Investigación Científica

AutanaBooks
Engineering & Sciences

DIRECTORIO DE LA REVISTA MINERVA

Editora: Dra. Franyelit Suárez, (AutanaBooks, Quito, Ecuador)

Comité Editorial:

-Dr. Oscar Dam (Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonino José de Sucre", Vice Rectorado Puerto Ordaz, Puerto Ordaz, Venezuela). oscar.curmetls@gmail.com

-Dr. Luis Rosales(Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonino José de Sucre", Vice Rectorado Puerto Ordaz, Puerto Ordaz, Venezuela).

luis.rosals2@gmail.com

-Dr. Janio Jadán (Universidad Tecnológica Indoamérica, Quito, Ecuador). janiojadan@uti.edu.ec

-Dra. Hilda Márquez (Universidad Metropolitana de Quito, Quito, Ecuador).

amarquez@umet.edu.ec

-Dr. Diego Bonilla (Universidad Estatal de Bolívar, Guaranda, Ecuador). produccion@bhconsultores.com

-Dr. David Parra (Universidad Israel, Quito, Ecuador). david.parra@uisrael.edu.ec

-Mgt. Alberto Haro (Empresa Enyde.ec, Quito, Ecuador).

alberto.haro@it-solutions-ec.com

-Mgt. Gustavo Chango (Pontificia Universidad Católica-Sede Esmeraldas, Esmeraldas, Ecuador).

gustavo.chango@pucese.edu.ec

-Dra. Gloria Peña (Pontificia Universidad Católica-Sede Esmeraldas, Esmeraldas, Ecuador).

gloria.peña@pucese.edu.ec

-Dra. Beatriz Maldonado (Pontificia Universidad Católica-Sede Esmeraldas, Esmeraldas, Ecuador).

beatriz.maldonado@pucese.edu.ec

-Mgt. Karina Mendoza (Universidad UTE, Quito, Ecuador).

karina.mendoza@ute.edu.ec

-Mgt. Juan Segura (Universidad Tecnológica Indoamérica, Quito, Ecuador).

juansegura@uti.edu.ec

-Dra. Neris Ortega (Universidad Metropolitana de Quito, Quito, Ecuador).

nortega@umet.edu.ec

-Dra. Elsa Albornoz (Universidad Metropolitana de Quito, Quito, Ecuador).

ealbornoz@umet.edu.ec

-Mgt. Evelynne Josefina Campos Reyes (Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela).

evelynhosefina@gmail.com

-Mgt. María Fernanda Romero Grimán (Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela).

mferromero@gmail.com

-Mgt. Francis del Valle Rosas de Serge (Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela).

francisrosas1@hotmail.com

-Lcda. Noreiddy Moreno (Corporación Misión de María, Santiago de Chile, Chile).

norimoreno@gmail.com

-Mgt. Eva del Carmen Ochoa Smith (Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela).

evaochoasmith@gmail.com

-Mgt. Martha Lopresti (Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela).

lopresti18@gmail.com

-Mgt. José Patricio Quintanilla Silva (Universidad Mayor Santiago de Chile, Santiago de Chile, Chile).

quintanillasilva@gmail.com

-Dra. María Cristina Fossi (Centro Clínico de Especialidades, CELIES)

dra.fossi.paz@hotmail.com

-Dr. Carlos Fabián Márquez (Cámara de EPS de la Provincia del Oro, Ecuador)

carlosmarquezgranja@yahoo.com

-Dra. Yelly Hurtado (Hospital de Figueres-Provincia de Girona-España)

yellyhurtado@hotmail.com

"Por la gracia de Dios"

CONTENIDO

- 5 Santiago Felipe Torres Aza, Gloria Isabel Monzón Alvarez, Gianni Carol Ortega Paredes, José Manuel Calizaya López, Teaching methodologies in times of pandemic.
- 11 Feijoo Calle Ernesto Patricio y Almache Rodríguez Paúl Andrés, Characterization of rock material by point load strength index test and direct cut.
- 23 Echegaray Alberto, Formación de fayalita en el sistema $\text{FeO-SiO}_2\text{-MgO}$ a temperatura por debajo del punto eutéctico
- 34 Rivas Eulises y Díaz Carlos, Relación entre las competencias emocionales y el rendimiento en la ejecución de proyectos.
- 45 Albuja Vanessa, Andrade Juan, Lucano Carlos, y Rodríguez Michelle, Comparativa de las ventajas de los sistemas hidropónicos como alternativas agrícolas en zonas urbanas.
- 55 Montañó Flores Dolores, Evaluación de herramientas digitales para la gestión del portafolio educativo.



Editorial

El mundo vive momentos difíciles, y la ciencia juega un papel fundamental en esta parte de la historia. Conocer los nuevos hallazgos científicos le permite a la humanidad avanzar hacia caminos más firmes y con mayores esperanzas para atender diversos problemas que le atañen. De esta manera, la Revista Minerva de Investigación Científica, se preocupa por plasmar en sus hojas aquellos desarrollos de investigación que aportan de manera importante al conocimiento, a las nuevas investigaciones y a las nuevas expectativas de solución de problemas.

Ser investigador en tiempos difíciles, es un compromiso con la academia, con la sociedad y con el mundo en general. Ofrecer soluciones científicas, revisiones e ideas innovadoras, contribuye al mejoramiento de la enseñanza, de las profesiones, de los avances tecnológicos y científicos en todas las áreas del saber.

La Revista Minerva de Investigación Científica, en su segundo volumen, pretende seguir aportando a la comunidad científica, a los conocimientos generales y a los profesionales, estudiantes, innovadores, apasionados de la investigación, con la divulgación de resultados de alta calidad profesional.

Dra. Franyelit Suárez

Editora Revista Minerva

AutanaBooks



Teaching methodologies in times of pandemic

Santiago Felipe Torres Aza¹, Gloria Isabel Monzón Álvarez²,
Gianny Carol Ortega Paredes³, José Manuel Calizaya López⁴

¹Santiago.torresa@ucsm.edu.pe, ²gmonzon@unsa.edu.pe,

³gortegap@unsa.edu.pe, ⁴jcalizaya@unsa.edu.pe.

¹ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6984-1356>, ²ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8712-5188>

³ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3790-8077>, ⁴ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6221-0909>

¹Universidad Católica Santa María, ²Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa

Arequipa-Perú

Recibido (10/01/2021), Aceptado (28/02/2021)

Abstract: The current times call for reforms in educational processes. The Covid-19 pandemic had an unforeseen impact on the educational system in all countries. This need for change requires new pedagogies and new methods for teaching and learning. Understanding the need for change is essential for the formulation of adaptive proposals, as well as for the generation of training activities to complement the teaching curriculum. New educational practices lead to a vision of educational quality, with new approaches that allow the continuous integration of knowledge and permanent interaction with the student. This paper presents an analysis of the new teaching methodologies in times of confinement due to the pandemic caused by Covid-19

Keywords: Teaching methodologies, educational system, learning process.

Metodologías de enseñanza en tiempos de pandemia

Resumen: Los tiempos actuales exigen reformas en los procesos educativos. La pandemia por Covid-19 impactó de forma imprevista al sistema educativo en todos los países. Esta necesidad de cambio requiere de nuevas pedagogías y nuevos métodos para la enseñanza y el aprendizaje. Comprender la necesidad de cambio es indispensable para la formulación de propuestas adaptativas, así como para la generación de actividades de formación que complementen el currículo docente. Las nuevas prácticas educativas conducen a una visión de la calidad educativa, con nuevos enfoques que permitan la integración continua de conocimiento y la interacción permanente con el estudiante. En este trabajo se presenta un análisis de las nuevas metodologías de enseñanza en los tiempos de confinamiento por la pandemia ocasionado por la Covid-19.

Palabras Clave: Metodologías de enseñanza, sistema educativo, proceso de aprendizaje.



I. INTRODUCTION

Teaching-learning methodologies function as a set of methods, techniques and procedures whose ultimate purpose is to ensure that the skills and knowledge that comprise a given field of knowledge can be transmitted correctly and efficiently to those individuals who require such skills or knowledge [1]. It also includes those individuals who, being immersed in an educational system, go through a defined training path. As the years have passed and as new scientific discoveries have provided novel approaches to how individuals learn and in what ways they assimilate amounts of information that, once organized, can describe a set of skills and knowledge, existing methodologies have adopted and integrated those parts that work best into their teaching models.

Education goes through transitions of different categories, which are immersed in an empirical, real and current social reality [2]. The digital environment is an emerging situation that involves changes in discourse, perception of processes, scope and methodologies for teaching practice.

This paper shows a bibliographic analysis of teaching methodologies in times of pandemic, where the school has had to reinvent itself to propose new learning scenarios, and it is essential to formulate new teaching processes for educational didactics in all academic areas.

The first section describes the fundamental aspects of the research, the second section presents the theoretical foundations that reinforce this study, then the methodology is presented, and finally the results and conclusions.

II. DEVELOPMENT

Teaching-learning methodologies are made up of a whole tree of elements that point, without mentioning it directly, to the different types of individuals and their characteristics and how to provide them with knowledge and skills. (Fig.1).

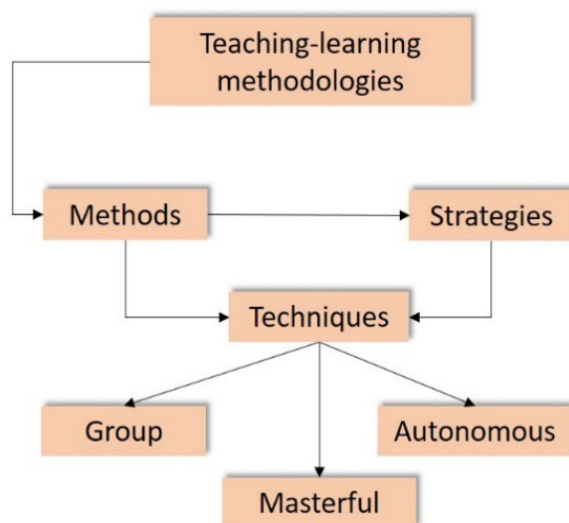


Fig.1. Teaching-learning methodologies.

But no methodology can be appropriate if teacher training is not considered an indispensable tool for improving performance [3]. Teacher performance should be directed towards educational quality, and training strategies should be aimed at continuous teacher improvement, from the human and social perspective, to the academic and professional.

As is logical to expect, not all methodologies are adapted to the use of certain strategies, methods or techniques. This paper attempts to clarify which methodologies are more likely to use which resources, which strategies and which type of methods in the achievement of the objective, and to propose new approaches that nurture the objective of training individuals with adequate criteria in the exercise of knowledge.

A.Scope and limitations of the Victorian model

According to Torres[4] education considered as classical or systemic [5], which is the basis of the traditional education system, having its origins in the European industrial revolution of the mid-eighteenth century, focused on a certain set of political, economic and social needs that were very relevant for the time: specialized labor was required, who knew how certain operations worked and how to manipulate them. This somehow allowed industrialization to be sustained over time and as science advanced, so did industrial progress.

In this context, the educational process was centered on the figure of the teacher as an agent transmitting knowledge to a lay audience, creating a unidirectional radio system in the acquisition of knowledge, where the teacher imparts and the student tries to grasp the message, being evaluated mainly on an individual basis, giving him a set of general problems to solve as a measuring mechanism in his task of successfully achieving the required knowledge. This method is called passive since the individual does not question what is taught and does not need, at least not at the time the subject is taught, to know why things work the way they do or why he should learn that and not something else. Paradoxically, it has been concluded that this method is ineffective for teaching science. [6].

B.Problem-based learning

It originated at McMaster University in the 1960-70s in the medical school [7]. With this methodology, the path towards a learning more focused on the student than on the teacher begins, where the linearity of knowledge transmission is modified to a cyclical process in which students overcome stages towards an increasingly complex learning [8]. The problem-based learning methodology enhances the procedures that allow the assimilation of knowledge that are used daily by people, since these are the ones that have been identified as the most effective [9]. These can be summarized as follows: a) The reflective stage on a problem, where the parts of the problem that the individual does not know are identified; b) The approach to the problem with the support of resources that allow the individual to identify how to solve the problematic elements; c) Application of the acquired knowledge and concretion of the solution and, finally, d) Analysis of the solution and its process.

Other teaching methods involve the use of ICT tools for their application [10], [11], [12]. Among these we include competency-based learning, the purpose of which is to validate through various procedures that the individual really masters the knowledge learned. This approach was initially very controversial because of its clear functionalist inclination and was considered inadequate as a methodology. Subsequent reviews were able to demonstrate that using this approach, taking advantage of certain strategies, could be positive in many social and educational environments. We can see how competency-based learning seeks to train people with direct skills, such as the practical mastery of knowledge, as well as transversal skills that refer to its consequences.

In the current situation of an increasingly demanding and changing world, the individual must not only learn but, as indicated by [13] and [14], must learn how to learn. To achieve this, the educational approach must ensure that the student can understand how his environment and himself function; the relationships that condition various interactions, whether natural, economic, social, etc. In other words, a multidisciplinary approach to knowledge [15], [16], [17]. This type of learning seeks that students build from reality a real learning of specific and general skills and abilities, instead of starting from the theoretical models of traditional approaches.

Other methods based on the use of video games have contributed significantly to teaching [12], and through them it has been possible to demonstrate that art and culture are influential factors in learning.

C.The flipped classroom

The teaching methodology that uses the flipped classroom dates back to 2007 and was created by professors Aaron Sams and Jonathan Bergman. They observed that more time could be invested in the practice and application of content if students accessed online study resources from their homes and then brought their doubts to the classroom so that, among the interaction of everyone in class, they could clarify their doubts [18]. Some authors [19] affirm that moving the learning space from a collective environment, such as a classroom, to a space where the individual student can access learning resources developed for their assimilation, allows the classroom to become a dynamic space for multidirectional exchange where the teacher clarifies doubts and guides students to the creative discovery of knowledge.

D.Cooperative learning

Cooperative learning is based on the interaction of small groups of students whose objective is to achieve goals collectively. To this end, members must develop their communication and teamwork skills. According to Domingo [15], this dynamic allows students to achieve significant learning and also to add values that can be expressed orally or in writing; it also enables them to structure ideas while instilling criteria for disseminating, defending and, if necessary, adapting them.

E.Gamification

The learning methodology through gamification implements the dynamics and characteristics of games and video games in educational contexts, with the aim of motivating students in their own process [18]. Mechanical games such as video games work with an elementary logic: obtaining rewards, these can have different types and levels and in a psychological aspect creates satisfaction and engagement as the person achieves objectives. When studying the structure of a game, it can be observed that they develop through their playful character, motivation in the achievement of objectives, commitment in the game system and desire to improve.

F.Design thinking

The Design Thinking methodology is defined as a process that combines the analysis of real problems from a creative perspective, the objective is to generate ideas taking as a reference the needs of an end user, creating prototypes that go through a redesign process until a finished product is achieved. This approach allows experimentation processes, identifying problems and associated needs and offering satisfactory solutions to them [20].

Empathizing: In this phase students seek to observe the human side of the problem; in this phase they think of people first, connect at a deep level with the problem to be solved by listening to what they have to say, identifying needs and revealing unexplored approaches to them.

Define: We seek to find patterns of reference common to the users, broadening the vision of the general problem picture to identify in what way the students can obtain a path of integration of the perceptions and needs to be solved.

Ideate: this is when, after listening to opinions, behavioral styles and particular tastes of the users. Students begin to think about the design that responds to the solution of the identified problem(s), contributing in those aspects of the problem with which they feel more confident to offer a solution, integrating group skills according to the objective set.

Prototyping: at this stage, the creation of the product or solution obtained is considered, which implies making it a tangible reality to be able to show it and socialize it.

Evaluate: Testing of the prototype solution in the real scenario is performed; it is usually required to perform continuous iterations until a final product is obtained.

III.METHODOLOGY

This paper evaluates several proposals of teaching methodologies mostly used in times of pandemic. Undoubtedly, the manifestations of Sars-CoV-2 have produced an important change in education, which already demanded new methodologies for the new times and the new generations of children of the technological era.

The selection of the reviewed works was limited to the use of articles published in Scopus, where the impact factor is high and the year of publication is 2020-2021. This was in order to incorporate recent and updated information that would make a significant contribution to this research.

The studies revealed that there is an important use of ICT tools in education, and that these tools provide support to teaching techniques and methods. Even more so in times of pandemic, where the use of digital platforms and web tools for education has increased.

IV.Results

The results show that technological tools are indispensable for new teaching methodologies, but even so, education cannot be separated from teacher participation and links with students.

Educational platforms must include the possibility of interaction with students and must incorporate tools that allow for diversity of methodologies, avoiding the repetitive use of teaching processes and methods.

Figure 2 shows a variant between the use of ICT tools and the incorporation of such tools, where it can be seen

that the incorporation involves a change in teaching and learning methodologies, and that they must go hand in hand with the proper administration of time, new academic spaces and the optimal use of resources.

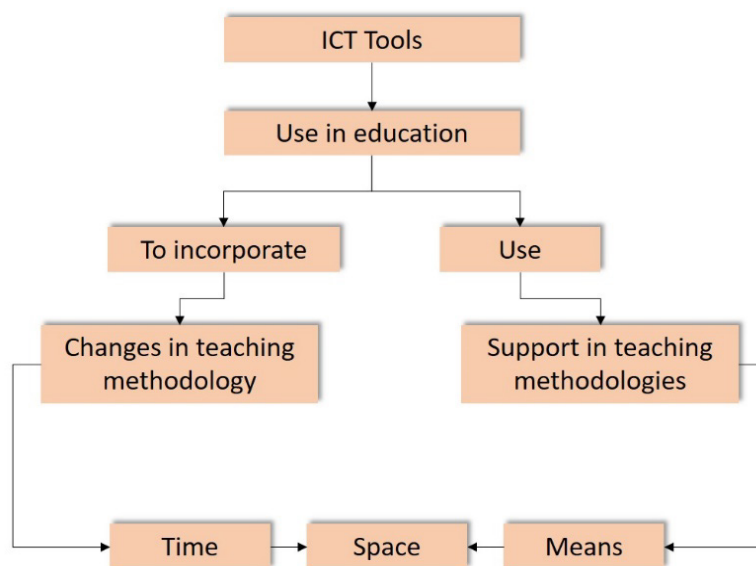


Fig. 2. Use of ICT tools in education

It was observed that ICT tools are linked to the teaching methodologies with some fundamental elements [20]:
 Work tools for teachers and students: that facilitate and integrate the search for academic activities and tutorials.
 Cognitive instruments: which include tools for the development of activities.

Didactic means: that facilitate the learning of knowledge, including tools for problem solving.

Teaching center management: which facilitates teaching administrative activities, file management, academic records, tutoring follow-up, among others.

Interaction with users: allowing communication with parents, e-mails, communication with other educational units or related entities.

V.CONCLUSIONS

Having completed a brief literature review on teaching methodologies in times of pandemic, it is possible to conclude the following:

1.Modern times demand new teaching techniques, which are not necessarily linked to pandemic situations, but are necessary to improve the academic profile, create more adaptive professionals and with new world views.

2.Pandemic times have increased the use of technological tools, but if they are not incorporated into the curriculum with changes in teaching methodologies, they will not provide the necessary results, but will behave as necessary tools, but not as tools that transform learning.

3.ICT tools that are misused will not be a contribution to teaching, but rather will be counterproductive to it, and could significantly improve the quality of education.

4.Using ICT tools incorporated into academic and didactic methodologies can mean an important advance in education, and in turn, a significant growth in teaching and learning.

5. Educational centers that do not incorporate ICT tools in their teaching processes will be left behind in the growth and new developments in education, and the academic profile of their graduates will be at a disadvantage with other more updated centers.

6.Teacher training in teaching methodologies is essential for the correct use of ICT tools.

REFERENCES

- [1]É. Tremblay-Wragg, C. Raby, L. Ménard y I. Plante, «El uso de estrategias didácticas diversificadas por cuatro profesores universitarios: ¿qué contribución a la motivación de aprendizaje de sus alumnos?,» *Docencia en educación superior*, vol. 26, nº 21, 2021.
- [2]L. Czerniewicz, R. Mogliacci, S. Walji, A. Cliff, B. Swinnerton y N. Morris, «Enseñanza y aprendizaje académico en el nexo: desagregación, mercantilización y digitalización en la educación superior,» *Teaching in Higher Education*, vol. 26, nº 2021, p. 16, 2021.
- [3]S. Dogan y A. Adam, «Aumentar el efecto del desarrollo profesional en la instrucción efectiva a través de comunidades profesionales,» *Docentes y docencia: teoría y práctica*, vol. 26, nº 3-4, pp. 326-349, 2020.
- [4]I. M. Torres Salas, «La enseñanza tradicional de las ciencias versus las nuevas tendencias educativas,» *Educare*, vol. 14, nº 1, pp. 131-142, 2010.
- [5]B. Fabio, J. Antonio Palomino y J. González Henríquez, «Evaluación y contraste de los métodos de enseñanza tradicional y lúdico,» *Revista de Educación física y deportes*, vol. 13, nº 94, pp. 29-36, 2008.
- [6]Y. Benítez y C. Mora, «Enseñanza tradicional vs aprendizaje activo,» *Revista Cubana de Física*, vol. 27, nº 2A, pp. 175-179, 2010.
- [7]P. Morales Bueno y V. Landa Fitzgerald, «Aprendizaje basado en problemas,» *Theoria*, vol. 13, nº 1, pp. 145-157, 2004.
- [8]R. Gil-Galván, I. Martín-Espinosa y F. Gil-Galván, «University student perceptions of competences acquired through problem-based learning,» *Educación XXI*, vol. 24, nº 1, pp. 271-295, 2020.
- [9]E. Ortiz Cermeño, «El aprendizaje basado en problemas,» *Perfiles Educativos*, vol. 41, nº 164, pp. 208-213, 2019.
- [10]E. Araos-Baeriswyl, C. Moll-Manzur, Á. Paredes y J. Landeros, «Aprendizaje invertido: un enfoque pedagógico en tiempos de pandemia,» *Rev. Atención Primaria*, vol. 53, nº 1, p. 117, 2021.
- [11]V. León-Carrascosa, M. Belando-Montoro y S. Sánchez-Serrano, «Design and validation of a questionnaire to evaluate the service-learning methodology,» *Rev. Estudios sobre educación*, vol. 39, nº 1, pp. 247-266, 2020.
- [12]J. Collado-Ruano, M. Ojeda, M. Malo y D. Amino, «Educación, arte e interculturalidad: El cine documental como lenguaje comunicativo y tecnología innovadora para el aprendizaje de la metodología I + D + I,» *Rev. Texto livre*, vol. 13, nº 3, pp. 376-393, 2020.
- [13]P. M. Bueno y V. Landa Fitzgerald, «Aprendizaje basado en problemas,» *Theoria*, vol. 13, nº 1, pp. 145-157, 2004.
- [14]J. A. Martí, M. Heydrich, M. Rojas y A. Hernández, «Aprendizaje basado en proyectos: Una experiencia de innovación docente,» *Universidad EAFIT*, vol. 46, nº 158, pp. 11-21, 2010.
- [15]L. Rojas y N. M. Jaimes, «Canvas LMS y el trabajo colaborativo como metodología de aprendizaje en entornos virtuales,» de *Congreso Ibérico de Sistemas y Tecnologías de la Información, CISTI*, Bogotá, Colombia, 2020.
- [16]B. Bordel y P. Mareca, «Results and Trends in educational MOOCs in the engineering area with MIRIADAX platform. A case study,» de *15th Iberian Conference on Information Systems and Technologies, CISTI 2020*; Sevilla, Sevilla, España, 2020.
- [17]K. Vermeir y G. Kelchtermans, «Innovative practice as interpretative negotiation. A case-study on the kamishibai in Kindergarten,» *Teachers and Teaching: Theory and Practice*, vol. 26, nº 3-4, pp. 248-263, 2020.
- [18]B. Tucker, «The Flipped Classroom: Online instruction at home frees class time for learning,» *Education Next*, vol. 1, nº 1, pp. 82-84, 2012.
- [19]M. V. Ledo, N. R. Michelena, N. N. Cao, I. d. R. M. Suárez y M. N. Vialart Vidal, «Aula invertida, nueva estrategia didáctica,» *Educación Médica Superior*, vol. 30, nº 3, pp. 678-688, 2016.
- [20]Metodologías activas por medio de las TIC, [En línea]. Available: <https://www.campuseducacion.com/blog/recursos/articulos-campuseducacion/metodologias-activas-por-medio-de-las-tic/?cn-reloaded=1>. [Último acceso: 14 02 2021].

Characterization of rock material by point load strength index test and direct cut

Feijoo Calle Ernesto Patricio¹ y Almache Rodríguez Paúl Andrés²

¹pfeijoo@uazuay.edu.ec, ²paul45rodriguezr@es.uazuay.edu.ec

¹ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6901-7933>, ²ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6816-6870>

Universidad del Azuay

Cuenca-Ecuador

Recibido (31/01/2021), Aceptado (02/03/2021)

Abstract: The objective of this work is to establish a relationship between the cutting time in rocks, determining a speed and the point load strength index test, I_s (50), to characterize the rock in terms of resistance and avoid sending samples to laboratories. As a first stage, on andesite samples, 5 x 5 x 10 cm test tubes were made. After the elaboration they were subjected to cutting, using an electric floor cutter and the time was evaluated. This cut was made in a transversal way and two parts were obtained, one of them with dimensions 5 x 5 x 5 cm, approximately. In a third stage, the point load strength test was carried out in a press built for this purpose. Finally, the cutting speeds were correlated with the point load test values and only when rock samples do not pigeonhole on the proposed relationship, send them to the laboratory.

Keywords: Mining fortification, uniaxial compressive strength, rock cutting, point load strength test index.

Caracterización del material rocoso mediante ensayos de resistencia a carga puntual y corte directo

Resumen: El objetivo de este trabajo es establecer una relación entre el tiempo de corte en rocas, determinando una velocidad y el índice de carga puntual, I_s (50), para caracterizar la roca en términos de resistencia y prescindir del envío de muestras a laboratorios. Como primera etapa, sobre muestras de andesita, se elaboraron probetas de 5 x 5 x 10 cm. Luego de la elaboración se las sometió a corte, mediante una cortadora eléctrica de piso y se evaluó el tiempo. Este corte se realizó de forma transversal y se obtuvieron dos partes, una de ellas con dimensiones 5 x 5 x 5 cm, aproximadamente. En una tercera etapa se ejecutaron los exámenes de carga puntual en una prensa construida para el efecto. Finalmente se correlacionaron las velocidades de corte con los valores de carga puntual y solamente cuando muestras de roca no encasillen sobre la relación propuesta, enviarlas al laboratorio.

Palabras Clave: Metodologías de enseñanza, sistema educativo, proceso de aprendizaje.



I. INTRODUCTION

In the development of mining structures, such as slopes and tunnels, which are executed for the extraction of mineral resources or materials intended for construction, it's very important to maintain the strategies for the stability of said structures, therefore, to ensure that they remain firm to avoid landslides and/or collapses in all phases of exploitation of the mining project, managing to generate safety for workers and the equipment.

Achieving the stability of the rocky massifs in the exploitation areas is not an easy task, it initially involves obtaining a series of specific data and parameters, some of which are very difficult to calculate in the field and it is necessary to take of samples or controls (test tubes), which must be sent to laboratories for treatment.

These parameters or data range from visualizations and measurements in the rocky massif itself, to obtaining the resistance to simple or uniaxial compression of the rocky material. There is a clear difference between rocky massif and rocky material, the first concept comprises the outcrop including its discontinuities, joints, or joints, while the rocky material is a compact block of the outcrop.

The resistance to simple compression of the rock material or simply of the rock, is a fundamental parameter that must be included within the estimates in the different geomechanical classifications, such as the RMR or Q Index, but its calculation and determination must be carried out in the laboratory, becoming a tedious and expensive activity in the development of the project. An alternative to the determination of the simple compressive strength of the rock is the so-called point load strength index test or $Is(50)$, which provides an estimated value of the load on the rock specimen and it is correlated with the simple compressive strength. The $Is(50)$ test is in situ and inexpensive, which is why it is applied today. Knowing that the rock also presents difficulty in cutting, we try to evaluate its relationship with the $Is(50)$ test.

In this work it is proposed from the theoretical basis used for the effect, the development of the activities that must be fully followed, the methodology to obtain the resistance to simple compression of the rock through the use of the point load strength index test, the cut of the rock, describing a clear and statistical procedure, which can be used in a mining project, generating a strategy to obtain the parameter with an easy-to-use final mathematical relationship, it should be emphasized that in this work the results obtained have generated a very important expectation about your application.

II. DEVELOPMENT

In this document, we will begin with a description of the concepts and theoretical basis regarding the stability of mining structures, both in open pit and underground. Currently the fundamental problem for Mining Engineers is the need to apply technical tests in situ, but it is essential to know the limitations and properties of the methods in order to establish a solution to the problem. 1.

In Rock Mechanics, which is in charge of studying the properties of rocks and rock masses, it is very important to define some of them, which, without diminishing the importance of others, are considered a priority. The behavior of a mass or massif of rock in situ is different from a rocky material, because the rocky material is much stronger and a rock mass usually presents systems of structural weaknesses called joints, fractures, fissures, discontinuities, faults. Of various sizes 2.

For the development of mining activities, the stability and support of galleries or slopes is a fundamental part and is established as one of the most important tasks, since the correct fortification fulfills its objective of avoiding collapse or falling blocks and consequently, guarantees the safety, mainly of personnel, tools or equipment and production, so that in this way, with adequate and technical fortification, it will be possible to avoid work accidents. Therefore, we can generate, for the staff, a safe area and work environment, achieving greater performance and providing security for the company. 3. This need has led to the development of so-called geomechanical classifications, which use a series of parameters for the evaluation of rock masses.

Nowadays, geomechanical classifications have become widespread and are widely used, both in the design and execution phases, in all types of works in rock massifs. It is therefore important to know the limitations and difficulties that each of the classifications presents. 4 and a fundamental parameter is the resistance to simple compression or point load strength index test, $Is(50)$. However, many times due to the conditions in which the mining works are found, it's complicated and sometimes almost impossible to send rock samples to laboratories to determine the value of the UCS, and in these times, it is the problem of those in charge of evaluating stability. Of the structures in the field, which is why, there is an urgent need to generate alternatives in situ for the assessment

of the UCS 5. Therefore, the necessary bases for the development of the proposal are specified below.

Rocks are natural aggregates of mineral particles; they combine through a strong permanent cohesion. If its resistance to simple compression (without drainage) is greater than 5 kg/cm², it's generally considered a rock 6.

The rocks that make up the earth's crust are divided into three categories: igneous rocks, metamorphic rocks, and sedimentary rocks. Igneous rocks are formed by cooling and solidifying agglomerates of hot fluid called magma. The chemical composition of the first 16 Km of the crust clearly shows that some elements such as Si, O, Fe and Al dominate and account for approximately 87%. Followed by the alkaline earth and alkaline ones: Ca, Mg, Na and K. In a small proportion, Ti, P, Mn, S, Cl and C 7.

The foundations of this work begin with obtaining samples of the rock studied comes from an outcrop located in the province of Cañar (Ecuador), in the sector called Cojitambo, an outcrop composed of a travertine and a volcanic formation of the andesite type 8. Andesites are fine-grained volcanic rocks, they are common, as lava flows in orogenic regions and occasionally form small intrusions. They are compact, sometimes vesicular and commonly brown in color, and in total extent, they rank second after basalt. Many andesite flows are found in continental areas in the Andes of South America (from which they take their name) where many volcanoes have emitted ash and lava of andesitic composition 9. If this is the case, the phenocrysts are generally transparent rectangular plagioclase crystals or elongated black amphibole crystals. Andesite contains small amounts of quartz, while rhyolite consists of approximately 25 percent quartz 10.

A. Rock cutting

Rock cutting is an activity in which the skill and experience of the operator predominates, however, having the appropriate machinery it can be developed without inconvenience by a worker.

One of the properties to consider when cutting rocks is the versatility of the cutting machine, particularly with regard to the possibility of varying the performance and peripheral speed of the blade during the cutting process. 11. We should consider that cutting a material requires the power consumption of the saw, so that for hard materials and high cutting conditions, the cutting speed or the cutting rate is required as the cut rock surface. In these cases, if we are keeping the cutting rate, the peripheral speed of the blade can increase, reducing energy consumption.

Initial considerations should be taken into account when choosing cutting equipment, it's done based on detecting the following intrinsic aspects of the rock such as abrasiveness, compressive strength, toughness, hardness, porosity, etc. It is also necessary to take into account the rate of production and the degree of mechanization of the tasks to be done. 2.

The Covington's disc cutting machine consists of a tile saw and is a high-performance floor model for cutting glass and stone. This is a plunge saw, meaning the cutting fluid is deposited into the tank and the rotating saw blade lifts the cutting fluid up and around the part. Covington lines the saw tank, hood, and chassis for durability and longevity. The hood fits exactly into the tank and prevents leaks. The hood can be opened with a sturdy steel arm for easy loading and unloading of parts 13.

B. Unconfined Compressive Strength

The unconfined compressive strength of rocks is the most common measure to define the reasons for failure and the geomechanical procedure of a given rock mass. To obtain it in the laboratory examinations, it requires scrupulously prepared samples and a certain considerable time to be able to know the result, which can present a high cost. Anisotropic rocks in particular are difficult to perform tests due to their variant resistance, so numerous laboratory tests are necessary to obtain representative parameters of the entire resistance range 14. The resistance of a rock is the result of the stress that it undergoes when it breaks. When the resistance is calculated in unconfined rock specimens, it is designated simple compression resistance and its value is used for the geotechnical classification of rocks. To obtain this property, the simple compression test is used.

The purpose of this test is to measure the compressive strength of a rock specimen, subjected to an axial load. To carry out the test, it is necessary to have a press of adequate capacity that allows to use the load on the specimen at a constant speed until it breaks in a time interval between 5 and 15 minutes, also the loading speed can be set between intervals of 0.5 to 1 MPa/s 15. The specimen is placed between the discs of the press, well centered. Where a settlement load equivalent to 1% of the estimated simple compressive strength is applied. At this time, the charge indicator clock is reset. The speed of application of the load is fixed, beginning the compression, until the sample breaks.

Equation (1) shows us how to determine the simple compressive strength of a specimen:

$$UCS = \sigma_c = \frac{P}{A} \quad (1)$$

Where:

P = is the maximum load to which the specimen has been subjected during the test.

A = is the cross-sectional area of the specimen.

C. The Point Load Strength Index Test

The point load strength index test is one of the most important tests used for the indirect determination of UCS, since in the implementation of the press it can be used in situ or in a laboratory, in addition to that requires little or no sample preparation for testing 16. The point load or break test between points is a basic test that can be carried out in the field with cores without modification or with rock fragments. This is based on applying a point load to a piece of rock until it breaks, obtaining an Is index that is correlated with the simple compressive strength of the rock. 17. The point load strength index test value can be used as an indirect estimate of the uniaxial or simple compression of the rock, the sample that is carried out may be a rock core, a block or an irregular rock lump 18.

The point load test consists of breaking a piece of rock between two conical points of hardened steel. The samples that will later be placed between said tips can be of any shape, but it is recommended that their diameter is not less than 50 mm, since the volume of said test piece influences its resistance.

Equation 2 allows us to calculate the point load index without correction:

$$I_s = \frac{P}{(De)^2} \quad (2)$$

Where:

P = applied load in N.

De = equivalent core diameter in mm 19.

The distances of the fragments are taken which must obey with the provisions indicated in the standard. The ratio $0.3 < D / W < 1$ is preferably close to 1. The distance $L > 0.5W$ (L distance from the end of the rock to the conical points) and the W.

Equation 3 determines the equivalent diameter De as a function of the dimensions of the irregular fragments:

$$(De)^2 = \frac{4A}{\pi} \quad (3)$$

Where:

$$A = WD \quad (4)$$

Where A is the minimum cross-sectional area parallel to the direction of the load in mm².

The corrected point load strength index test, Is (50) of a rock sample is defined as the value of Is that has been measured by a diametral test with D = 50 mm. When a rock classification is essential, the most reliable method to achieve Is (50) is to carry out the tests with diameters of D = 50 mm or very close to this value. Most point load tests are carried out using sample sizes other than the mentioned diameter 20.

In equation 5 we can obtain the size correction:

$$I_s(50) = \left(\frac{De}{50}\right)^{0.45} \cdot I_s \quad (5)$$

Finally, in equation 6 we can observe the relationship between the resistance to simple compression of the rock specimen, related to the point load index 21.

$$I_s = \frac{\sigma_c}{14 + 0.175D} \quad (6)$$

III.METHODOLOGY

At this point, it will be presented to you a detailed explanation of the operations carried out to achieve the objectives established in this work. We will start with a description of the number of samples with their respective preparation, their cutting process, the execution of the point load strength index test and the determination of the simple compressive strength.

Initially, 60 samples were taken from the study area, which is located in the sector called Cojitambo, in the province of Cañar (Ecuador), this can be seen in the figure 1.



Fig. 1. Cojitambo

Subsequently, cuttings were carried out on each of the samples to obtain specimens of approximately 5x5x10 cm. Once the specimens are created, it is verified that they do not have cracks and that the dimensions are very close to those mentioned above. A specimen ready for cutting can be seen in figure 2, and another specimen after cutting in figure 3.



Fig. 2. Rock specimen ready for cutting



Fig. 3. Rock specimen after cutting

Before starting the cutting process, the distances that exist between the jaw and the disk must be measured in conjunction with the specimen and draw a line on the specimen to be able to make the appropriate cut that is needed, as shown in the figure 2.



Fig. 4. Covington Floor Saw

It's necessary to emphasize that the cutter used was a floor Covington and it was worked with a 30 cm disc radius and with 78.14 liters of water-oil. The fluid must always be in a 10: 1 ratio. The cutter can be seen in figure 4.

The selected specimen passes to the cutting process in which the time of its execution carried out by the disc cutter is taken, resulting in two specimens of different dimensions, the first with measurements of approximately 5x5x5 cm that will later be used to execute the point load rupture and the second specimen with approximate dimensions 5x5x4.3 cm will be used for the rupture in simple compression. It is important at this point to establish that the cutting time is evaluated in each specimen with the premise that, if the specimen presents greater resistance, the cutting time will be longer or if the specimen is less hard, the time will be shorter, this due to the anisotropy of the rocks. It is also necessary to clarify that the dimensions of the initial 5x5x10 cm specimens are established so that when cutting, two elements are produced that obtain the dimensions and relationships necessary by the standard, both for the point load index test, and for determination of compressive strength.

Once the described specimens are obtained, the point loading process begins, in a press built for this purpose, the press can be seen in figure 5.



Fig. 5. Point load strength index test Press

As a final step, the specimens for compressive strength are taken and subjected to the respective test, the Humboldt machine used for this test can be seen in Figure 6.

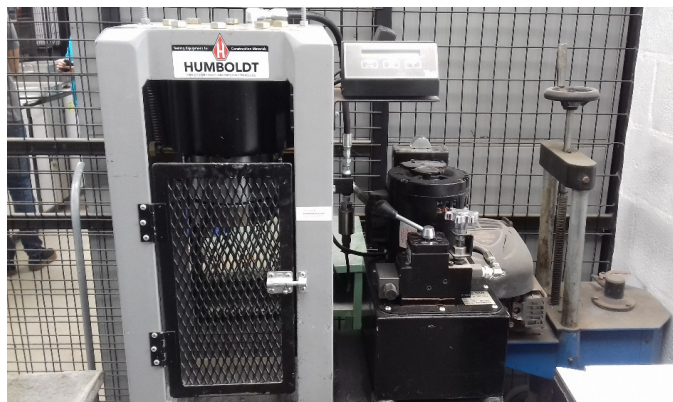


Fig. 6. Humboldt resistance press

IV.RESULTS

After executing all the tests, it has been possible to obtain a series of data which in their treatment will represent different relationships between the parameters obtained. Initially, Table 1 is shown, in which the results of cutting time and cutting speed are presented.

Table 1. Results of the cutting speed.

Test tube	speed (mm/min)	Test tube	speed (mm/min)	Test tube	speed (mm/min)	Test tube	speed (mm/min)
1	1.951	16	2.056	31	2.087	46	2.121
2	1.978	17	2.057	32	2.087	47	2.130
3	1.986	18	2.058	33	2.091	48	2.131
4	2.011	19	2.058	34	2.091	49	2.133
5	2.016	20	2.060	35	2.092	50	2.141
6	2.017	21	2.064	36	2.098	51	2.142
7	2.018	22	2.064	37	2.101	52	2.145
8	2.030	23	2.065	38	2.105	53	2.150
9	2.035	24	2.065	39	2.106	54	2.151
10	2.038	25	2.069	40	2.108	55	2.164
11	2.039	26	2.070	41	2.109	56	2.173
12	2.040	27	2.072	42	2.116	57	2.178
13	2.045	28	2.078	43	2.117	58	2.184
14	2.051	29	2.082	44	2.118	59	2.185
15	2.055	30	2.084	45	2.120	60	2.193

Table 2. Results of the point load strength index test by test in a conical point press

Test tube	Is (MPa)	Test tube	Is (MPa)	Test tube	Is (MPa)	Test tube	Is (MPa)
1	2.412	16	2.926	31	3.069	46	3.183
2	2.451	17	2.938	32	3.069	47	3.196
3	2.474	18	2.939	33	3.099	48	3.213
4	2.699	19	2.939	34	3.101	49	3.216
5	2.756	20	2.939	35	3.101	50	3.216
6	2.756	21	2.955	36	3.115	51	3.261
7	2.816	22	2.972	37	3.119	52	3.279
8	2.842	23	2.986	38	3.131	53	3.315
9	2.842	24	3.005	39	3.165	54	3.324
10	2.842	25	3.035	40	3.165	55	3.329
11	2.881	26	3.036	41	3.181	56	3.330
12	2.894	27	3.036	42	3.183	57	3.410
13	2.896	28	3.052	43	3.183	58	3.450
14	2.908	29	3.052	44	3.183	59	3.524
15	2.910	30	3.069	45	3.183	60	3.635

Finally, in table 3 we can see the results of the compressive strength tests of the specimens.

Table 3. Results of the point load strength index test by test in the Humboldt press

Test tube	Is (MPa)	Test tube	Is (MPa)	Test tube	Is (MPa)	Test tube	Is (MPa)
1	1.106	16	1.441	31	1.640	46	1.855
2	1.136	17	1.458	32	1.653	47	1.874
3	1.181	18	1.475	33	1.658	48	1.894
4	1.210	19	1.489	34	1.664	49	1.905
5	1.217	20	1.493	35	1.669	50	1.916
6	1.261	21	1.523	36	1.711	51	1.931
7	1.355	22	1.542	37	1.729	52	1.972
8	1.368	23	1.605	38	1.762	53	1.973
9	1.380	24	1.609	39	1.762	54	1.992
10	1.385	25	1.614	40	1.776	55	2.126
11	1.409	26	1.619	41	1.784	56	2.183
12	1.410	27	1.624	42	1.787	57	2.209
13	1.413	28	1.629	43	1.807	58	2.250
14	1.427	29	1.634	44	1.821	59	2.338
15	1.435	30	1.637	45	1.840	60	2.377

After analyzing the data, by a reasoning effect, it can be stated that the cutting time is greater when the rock resistance is greater, consequently, the cutting speed the lower it is, and the compressive strength of the specimen is greater.

This statement leads us to generate, both for the point load strength index test in the conical tip press, and for the point load index due to the resistance to simple compression, the following graphs (Figures 7 and 8).

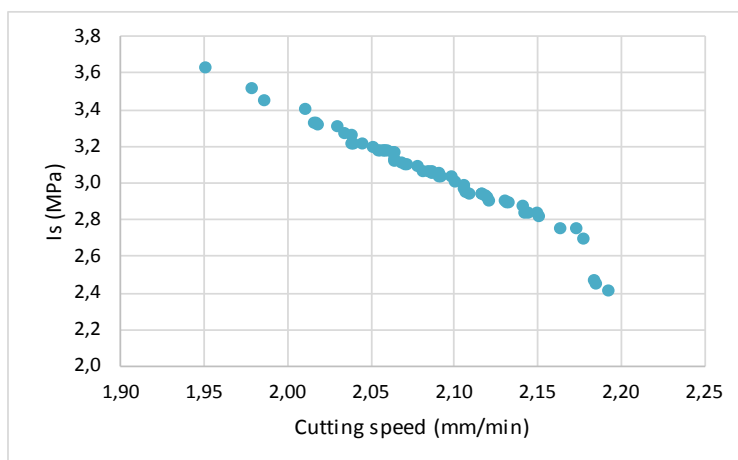


Fig. 7. Results of the Point load index in conical tips vs. Cutting speed

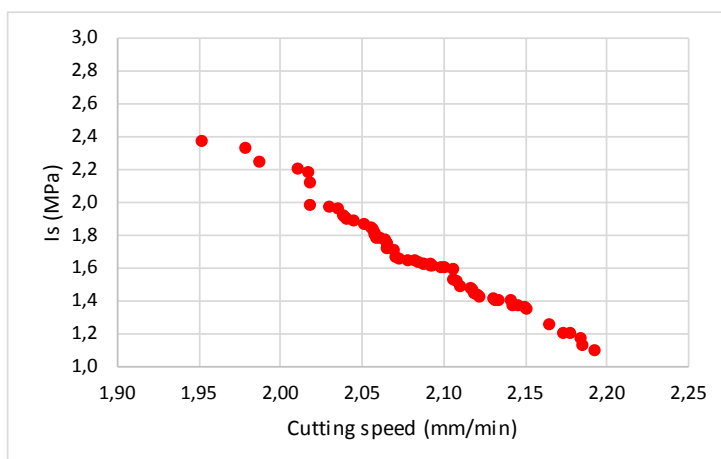


Fig. 8. Humboldt Press Point Load Index Results Graph vs. Cutting speed

Having seen the graphics and adding the respective trend lines, which have the highest R2, the following equations are proposed, (7) for the point load index obtained in the conical point press and (8) for the point load index obtained from the Humboldt press:

$$I_s = -4.3544 \cdot Vc + 12.138 \quad (7)$$

$$R^2 = 0.9603$$

$$I_s = -5.4836 \cdot Vc + 13.107 \quad (8)$$

$$R^2 = 0.9789$$

By observing the equations, we can indicate that in practical terms they both have the same slope and we can execute a final correction. For a better observation of the graphs, Figure 9 is presented.

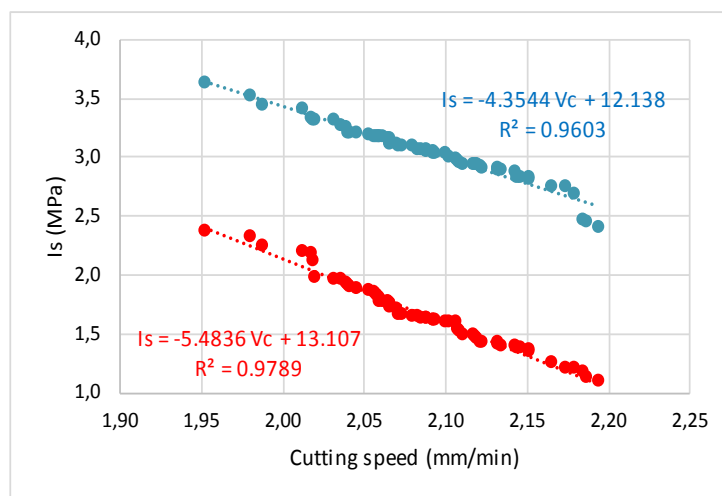


Fig. 9. Equations and trend lines of processes

If a speed, for this same type of rocky material, is 2 mm/min, the point load strength index test generates a value of 3.4292 MPa, while, with the equation for simple compressive strength, the point load strength index test it is 2.1398 MPa, which we must correct towards the final value. When comparing the equations, we can state that between the two there is an error that could be reduced considerably if the equation is proposed:

$$I_s = -4.919 \cdot Vc + 11.838 \quad (9)$$

Which has been obtained with the mean of the slopes and subtracting 0.3 from the intercept value of the line. With equation (9) it is determined that the error is approximately 6.5%, which for classification purposes of the rock type is quite acceptable.

V. CONCLUSIONS

With this research, an alternative is proposed to obtain the resistance to simple compression of rocks, through the point load index, in mining operations, in order to solve the problem of sending samples to the laboratory, generating savings in time and money.

The correlations obtained between the cutting speed and the point load index, I_s (50), as well as with the resistance to simple compression, are acceptable due to the fact that they present an R^2 with values between 0.9 to 1.

Since the study was carried out in the Cojitambo area and there are optimal results of the resistance of the andesite rock, the use of this research for the exploitation of said material is very favorable, since said rock is used for driveways, paths, curbs, decorative coatings for homes, buildings and roads, because their point load index ranges from 1.1 to 2.4 MPa.

The equipment used in this research is appropriate and suitable for each of the processes carried out, for this reason optimal results have been achieved that have guaranteed our alternative as an excellent option to find the point load strength index test, I_s (50), for the aforementioned are feasible for such equipment to be acquired in a mining camp.

With this research and the proposed methodology, it can be generalized and carried out in a mining project, with reliable results, but because it is perfectible, more case studies can be generated, modifying the different variables present in the study.

REFERENCES

[1] P. Feijoo, R. Aucay, D. Ordoñez, "Aplicación del esclerómetro para la determinación de resistencia a compresión de rocas", presentado en el IV Congreso Internacional de Minería y Metalurgia (MINEMETAL), Varadero,

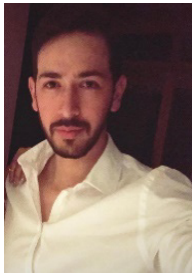
Cuba, 2018.

- [2] P. Feijoo y M. Román, «Correlación entre la Deformación y la Resistencia a la Compresión de rocas», *uct*, vol. 23, n.º 91, p. 6, may. 2019.
- [3] P. Feijoo, A. Bravo, N. Escandón, "Aplicación "UDAFORMIN" para la determinación del tipo de fortificación minera", presentado en el XII Congreso Iberoamericano de Computación para el Desarrollo (COMPDES), San Salvador, El Salvador, 2019.
- [4] P. Feijoo y C. Iñiguez, «Corte en las Rocas y su Relación con la Resistencia a Compresión Simple», *RISTI*, n.º E 30, p. 59-67, jun. 2020.
- [5] P. Feijoo y J. Padrón, «La Resistividad de Rocas y su Relación con la Resistencia a Compresión Simple en Mina», *UCT*, vol. 24, n.º 99, pp. 61-67, abr. 2020.
- [6] M. González. *El terreno*. Ediciones UPC. Barcelona. España, 2001.
- [7] E. Besoain. *Mineralogía de Suelos*. Turrialba: Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, 1970.
- [8] P. Feijoo, A. Flores, B. Feijoo, "The Concept of the Granulometric Area and Its Relation with the Resistance to the Simple Compression of Rocks", presentado en la 7th International Engineering, Sciences and Technology Conference (IESTEC), Panamá, Panamá, 2019, pp. 52-56, doi: 10.1109/IESTEC46403.2019.00018
- [9] F. Blyth. *Geología para Ingenieros*. Cecs. México D. F. México, 2003.
- [10] E. Tarbuck & F. Lutgens. *Ciencias de la Tierra: Una introducción a la Geología Física*. Pearson. Madrid. España, 2005.
- [11] L. Suarez del Rio, A. Rodríguez, L. Calleja, V. Ruiz de Argandoña, «El corte de rocas ornamentales con discos diamantados: influencia de los factores propios del sistema de corte», *CSIC*, vol. 48, n.º 250, pp. 53-59, abr-may-jun 1998.
- [12] Universidad Politécnica de Madrid. *Explotaciones de Roca Ornamental. Diseño de explotaciones y selección de maquinaria y equipos*. UPM. Madrid. España, 2007.
- [13] Catalog, Covington, (2019). *LAPIDARY & GLASS MACHINERY, USA*. Retrieved from <https://covington-engineering.com/content/pdf/Covington-Catalog.pdf>
- [14] D. Burbano, T. García, «Estimación empírica de la resistencia a compresión simple a partir del ensayo de carga puntual en rocas anisótropas (esquistos y pizarras)», *FIGEMPA*, vol.1, n.º 2, pp. 13-16, dic. 2016.
- [15] P. Ramírez, L. de la Cuadra, R. Lain, E. Grigalbo. *Mecánica de rocas aplicada a la minería metálica subterránea*. Instituto Geológico Minero. Madrid. España, 1984.
- [16] P. Cordero, "Manual de prácticas de laboratorio de Mecánica de Rocas (Parte I)" tesis, Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F., México, 2019.
- [17] L. González de Vallejo, M. Ferrer. *Manual de campo para la descripción y caracterización de macizos rocosos en afloramientos*. Instituto Geológico y Minero de España. Madrid. España, 2007.
- [18] P. Pohjanpera, T. Wanne, E., Johansson. *Point Load Test Results From Olkiluoto Area Borehole Cores*. Posiva. Finlandia, 2005.
- [19] P. Ramírez, L. Alejano. *Mecánica de rocas: fundamentos e ingeniería de taludes*. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid. España, 2004.
- [20] M. Navarrete, W. Martínez, E. Alonso, C. Lara, A. Bedolla, H. Chávez, D. Delgado, J. Arteaga. «Caracterización de propiedades físico-mecánicas de rocas ígneas utilizadas en obras de infraestructura», *ALCONPANT*, vol. 3, n.º 2, pp. 133-143, ago. 2013.
- [21] P. Feijoo, "Manual de mecánica de rocas y estabilidad de túneles y taludes" tesis, Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador, 1997.

RESUMEN CURRICULAR



Patricio Feijoo, Mining Engineer, graduated from the University of Azuay (Cuenca-Ecuador), with studies and internships in: Bolivia, Brazil, Spain, Australia in areas of geology, geophysics and development of mining activities. He is linked to teaching at the University of Azuay.



Paúl Almache, Mining Engineer, graduated from the University of Azuay in 2021 (Cuenca-Ecuador), with internships in: The asphalt plant of the Municipality of Cuenca and in the Ministry of energy and non-renewable resources zonal 6.

Formación de fayalita en el sistema $\text{FeO-SiO}_2\text{-MgO}$ a temperatura por debajo del punto eutéctico

Echegaray Alberto

echegaray.alberto@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4234-0452>

Universidad Nacional Experimental Politécnica Antonio José de Sucre

Puerto Ordaz- Venezuela

Recibido (14/02/2021), Aceptado (17/03/2021)

Resumen: En este artículo de investigación se muestra, que durante la fabricación de hierro, las escorias han sido una fuente información del producto obtenido. Esto aplica a toda la historia de la fabricación de este metal desde el inicio de la edad del hierro. Los estudios en este campo se conocen como arqueología de metalurgia y se inicia desde la paleo metalurgia hasta el presente. Las escorias primitivas obtenidas a partir de su separación de la masa de hierro sólida obtenidas en procesos muy primitivos (hornos romanos) y más modernas como la forja catalana. Estudios petrográficos, de difracción de rayos X y de fluorescencia de rayos x, han revelado la existencia fayalita, en escorias siderometalúrgicas antiguas a temperaturas por debajo del punto eutéctico, deducidas como entre 1150°C y 1200°C . Más recientemente, la presencia de fayalita ha sido revelada en procesos de reducción operando con temperaturas menores a los 900°C . En este documento se presenta una explicación para tal hecho mediante un análisis de las energías asociadas a los sistemas. Cerámicos compuestos de $\text{FeO-SiO}_2\text{-MgO-P}_2\text{O}_5$ presentes en dichos procesos.

Palabras Clave: Hornos de fundición, hierro, experimentos, escorias, análisis, fayalita.

Formation of fayalite in the $\text{FeO-SiO}_2\text{-MgO}$ system at temperatures below the eutectic point

Abstract: In this research article it shows that during the manufacture of iron, slags have been a source of information about the product obtained. This applies to the entire history of the manufacture of this metal from the beginning of the Iron Age. Studies in this field are known as metallurgical archeology and it starts from paleo metallurgy to the present. The primitive slags obtained from its separation from the solid iron mass obtained in very primitive processes (Roman furnaces) and more modern as the Catalan forge. Petrographic, ray-X diffraction and ray-X fluorescence studies have revealed the existence of fayalite in ancient iron and steel slags at temperatures below the eutectic point, deduced as between 1150°C and 1200°C . More recently, the presence of fayalite has been revealed in reduction processes operating with temperatures below 900°C . This document presents an explanation for this fact through an analysis of the energies associated with the systems. Ceramics composed of $\text{FeO-SiO}_2\text{-MgO-P}_2\text{O}_5$ present in these processes.

Keywords: Smelting furnaces, iron, experiments, slag, analysis, fayalite.



I.INTRODUCCIÓN

Los procesos siderometalúrgicos antiguos [1] se han clasificado en tres tipos diferentes, que se describen a continuación:

A.Método indirecto

Estos métodos antiguos para producir hierro en estado sólido eran operados de la siguiente manera:

a)Un horno. Esta práctica dispone de un horno principal, esencialmente un horno de cuba: Estas escorias antiguas son ácidas y semi-cristalinas por estar formadas esencialmente de fayalita y hercinita y fases vítreas, los bajos contenidos en óxidos de hierro (de entre 7 % al 15 %), indica un proceso de alto rendimiento de minera.

b)Dos hornos. En esta práctica, la instalación consistía en la combinación de los dos hornos. Un horno bajo metalúrgico (de cuba con crisol) dedicado a la metalúrgica de reducción y fusión, con sangrado de escorias y obtención de lupia de fundición de sinterizados de hierro y un segundo horno (de crisol).

En la fig 1 donde se muestra este método Indirecto de obtención de hierro antiguo con horno de pudelaje.

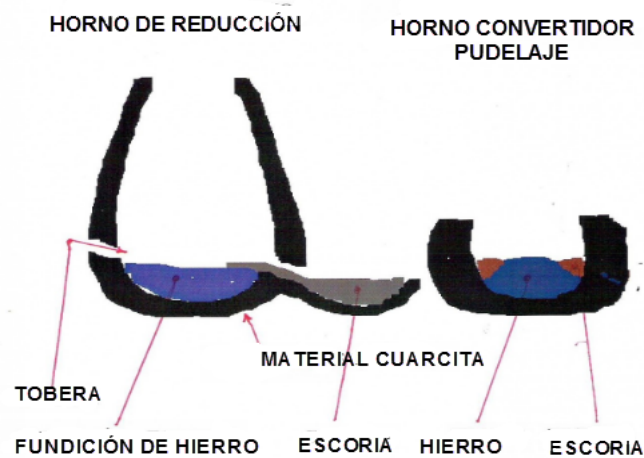


Fig 1. Método Indirecto de obtención de hierro antiguo con horno de pudelaje. Fuente: Rovira [1].

B.Método directo

En estos métodos, se operaban de dos maneras:

a)Sangrado de escoria. Se utilizan hornos de chimenea que alcanzan temperaturas menos elevadas que en el anterior caso, debido a ello se obtienen lingotes de hierro sinterizado en estado pastoso y escorias ácidas a base de fayalita y wustita, dichas escorias tienen un alto contenido en óxidos de hierro entre el 60 % y el 80 %, son escorias ácidas pesadas, cristalinas y algo magnéticas.

b)Sin sangrado de escorias. Consiste también, en la reducción del mineral de hierro por medio del monóxido de carbono, pero el metal obtenido no se funde, solamente las escorias compuestas principalmente de Fayalita y Wustita llegan a fundirse, ver fig 2 donde se muestra el método de fabricación de hierro antiguo con y sin sangrado de escorias.

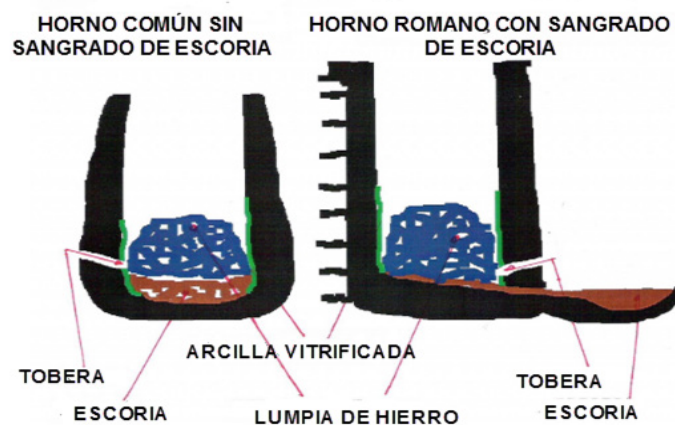


Fig 2 . Método directo de obtención de hierro antiguo con horno de pudelaje. Fuente: S.Rovira [1]

C.Formación de escorias (fundente)

El fundente utilizado era arena silícea extraída de lechos de río o de playas. La función de la arena de sílice era formar una escoria, esencialmente fayalita, fusible y relativamente fluida dentro del horno que facilitaba la oxidación de las impurezas, a través del óxido ferroso, FeO , y la eliminación de la ganga del mineral de hierro en forma de silicatos y óxidos complejos.

Las escorias silicatadas ferrosas originadas, escorias ácidas, terminan componiéndose de sílice y un óxido complejo de hierro, la fayalita, con una temperatura de fusión de 1205°C , y además dependiendo principalmente de la temperatura alcanzada, óxidos complejos de tipo espínela como hercinita, material vítreo e inclusiones primarias y secundarias de los materiales procesados. Las escorias ácidas pesadas de los métodos directos tienen más wustita, FeO , y magnetita, Fe_3O_4 , más que en las escorias ligeras del método indirecto, en este caso hay más espínelas y fases vítreas.

El fósforo y el calcio reportados eran suministrados esencialmente de los minerales locales, por su parte los cristales de óxido de hierro (wustita-magnetita) de la masa de hierro obtenido, que muestran algún grado de apelmazamiento se considera más mecánico que termodinámico y en ningún momento se observan los perfiles redondeados propios de haber superado los 1.200°C .

Este material se reporta como, formada en la parte central del horno, y estuvo a una temperatura que probablemente no llegó a superar los 1.150°C . El fósforo presente en estos minerales provoca una disminución de la temperatura de fusión de la fundición de hierro, pudiendo llegar a casi 200°C dicha disminución, circunstancia que posiblemente propició el descubrimiento en algunas localidades de la fusión del hierro carburado.

Como lo evidencia [2] en este diagrama que se muestra en la fig 3 presenta la volatilización del fósforo en sistema complejos.

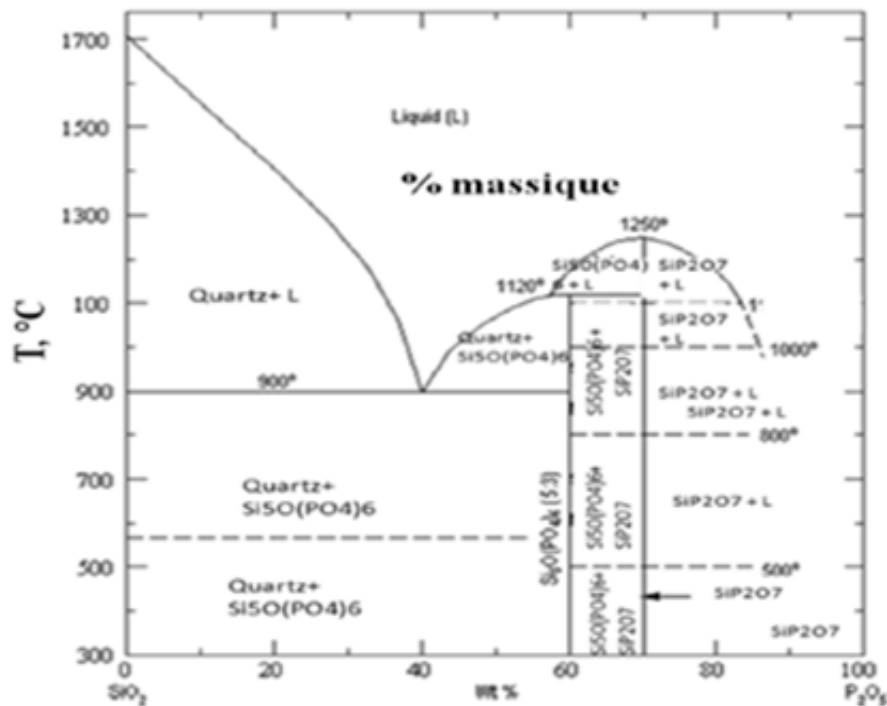


Fig 3. Diagrama de equilibrio en el sistema de fase SiO₂- P₂O₅ muestra la volatilización del fósforo en sistema complejos. Fuente: R.Boigelot Temperatura de volatilización del fósforo en el líquido con el óxido de silicio.

En el diagrama de fase FeO-SiO₂ se tiene el eutéctico para que se forme la fayalita es a 1205°C como se puede observar en la fig 4.

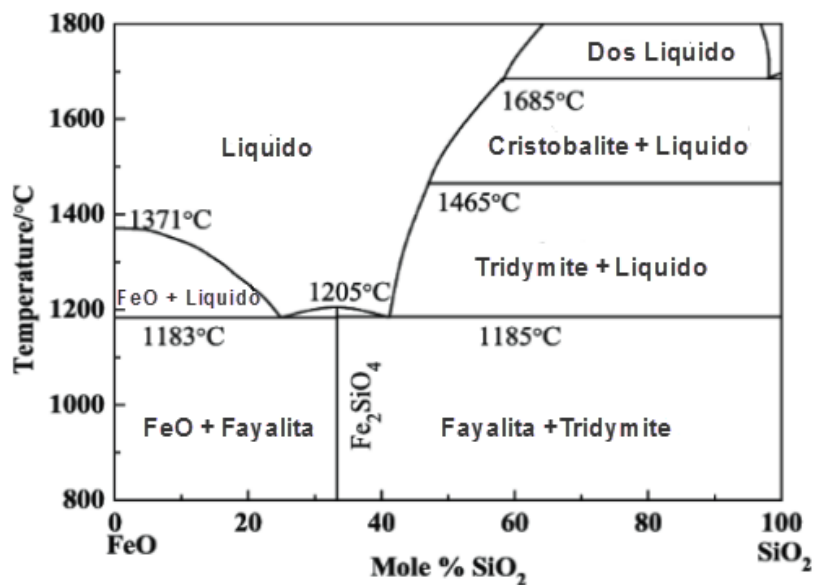


Fig 4. Diagrama de fase de FeO-SiO₂. Fuente: el autor.

II. DESARROLLO

A. Las escorias estudiadas

Con el fin de efectuar una aproximación a la tecnología siderúrgica prehistórica, se realizaron tres experimentos de fundición de mineral de hierro (hematites) en dos hornos de pozo de escoria de diferentes dimensiones [3].

Las escorias obtenidas de la experimentación identificada como SEGEX-1, permitiendo obtener una escoria con un gradiente térmico muy bajo. Efectivamente estas masas formadas en las partes central del horno, estuvo a una temperatura que probablemente no llegó a superar los 1150°C, como lo veremos. En el horno usado, las condiciones de fugacidad de oxígeno que marcan un ambiente reductor fueron las adecuadas para que la sílice presente en la ganga reaccionara totalmente con el óxido de hierro para formar fayalita, lo cual proporciona una indicación termométrica en la banda de los 1.100°C -1.150°C, temperatura a la que la fayalita fluidifica y forma la matriz de la escoria.

En los experimentos SEGEX-3, llevados a cabo de acuerdo con las composiciones de escoria mostradas en la Tabla 1, también se obtuvo fayalita a temperaturas menores a los 1200°C. En este experimento, solo en un par de ensayos, en el que se añadió un fundente silíceo, se acercan a la región del olivino (fayalita) y podrían ser consideradas escorias fayalíticas.

Como puede verse en la tabla 1, la composición de sus fases minerales es prácticamente la misma: fayalita y dos clases de vidrio de relleno poco abundante, situadas en los intersticios de un campo en el que predomina la wustita poco alterada térmicamente.

La muestra SEGEX-1-5 es de una escoria de aspecto nodular estructuralmente es distinta de las dos anteriores. En ella predomina un campo fayalítico, aunque con abundante wustita, globular dendrítica.

Tabla 1. Análisis SEM-EDX de fases en escorias de los experimentos 2 y 3 (% en peso, como óxidos)

ANÁLISIS	FASES	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O	CaO	FeO
SEGEX-1-3/4	Fayalita	0	3,37	18,5	0,59	2,19	75,4
SEGE-1-4/3	Fayalita	0	3,19	31,4	0	0,95	64,5
SEGE-1-5/1	Matriz Fayalita	0,72	3,88	32,0	0	1,12	62,3
SEGE-3-1/2	Fayalita	0	0	32,9	0	1,11	66,0
SEGE-3-3/2	Fayalita	0	0,95	32,8	0	12,5	53,8

B. Evidencia metalográfica de la presencia de fayalita en escorias antiguas

Las evidencias metalográficas de la presencia de la fayalita en las escorias vítreas de los procesos de fabricación de hierro antiguo, y que el patrón de formación es aplicable a todas las recuperadas por arqueometalurgia y simuladas. La fase fayalita se reconoce en estas en el diagrama de fase respectivo (ver figura 3) y en la serie de metalografías de las escorias en referencia (ver Fig 4 y 5).

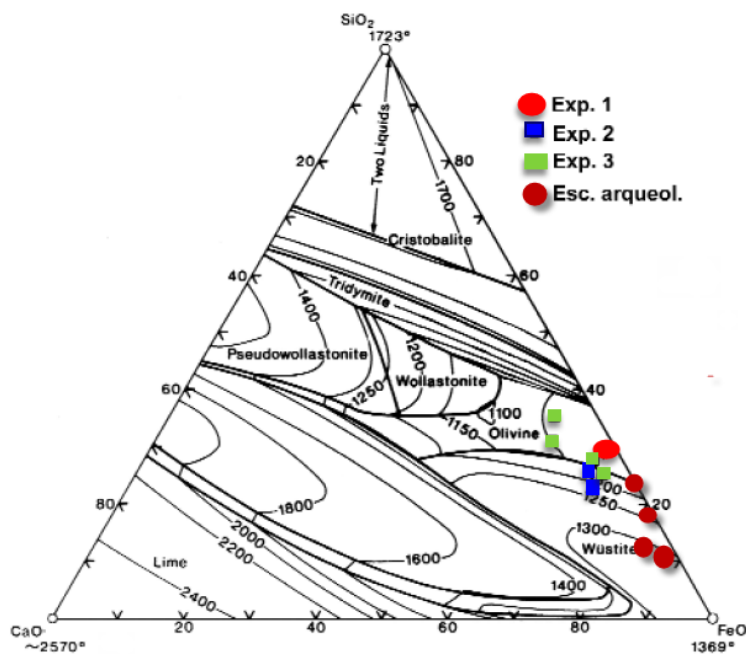


Fig 5. Diagrama de equilibrio de fases del sistema FeO-CaO-SiO_2 incluyendo el posicionamiento de las escorias arqueológicas y su reproducción experimental. Fuente: S.Rovira [1].

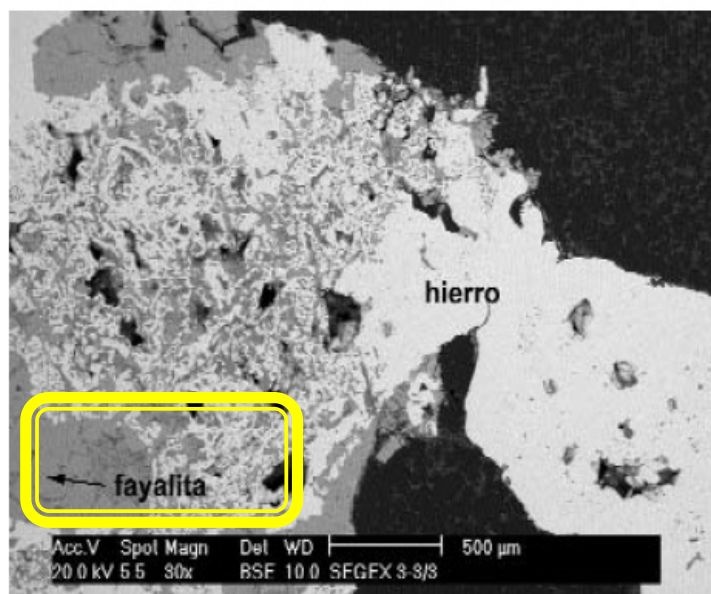


Fig 6. Muestra SEGEX-3-3 de material escoriado del experimento N° 3: Obsérvese la formación de hierro metálico imagen SEM electrones [1].

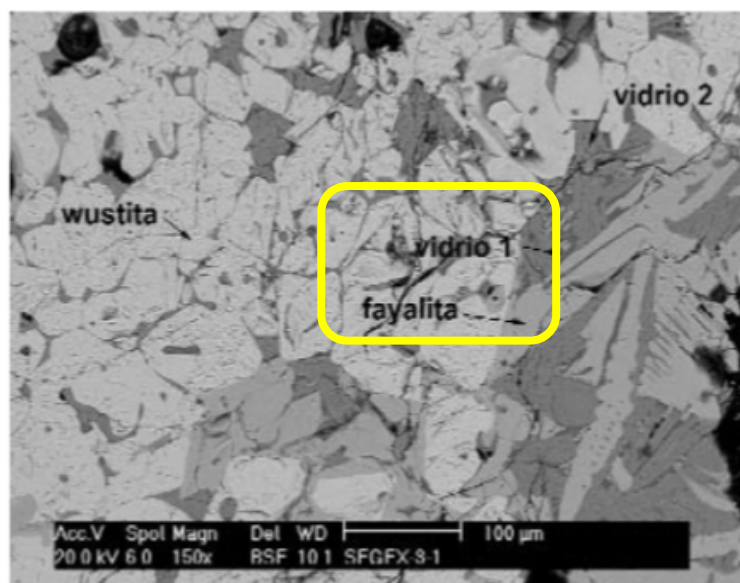


Fig 7. Muestra SEGEX-1-3 de material escoriado del experimento N° 1: Obsérvese la formación de hierro metálico imagen SEM electrones [1].

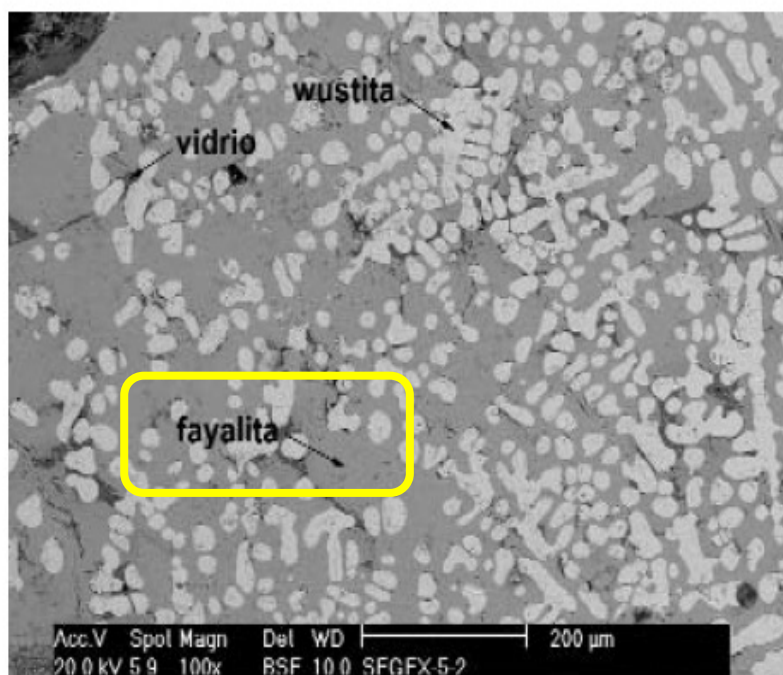


Fig 8. Muestra SEGEX-1-5 de material escoriado del experimento N° 1 imagen SEM electrones retro dispersados [1].

C.Evidencia mineralógica de la formación de la fayalita en Lechos fluidizados durante la reducción mineral de hierro

En los aglomerados de mineral de hierro, también se identifica la fayalita como lo explica [4] y las misma se reconoce con un color gris claros, como se puede ver en la fig 9, en la que se se presenta la caracterización de las fases la fayalita la identifico como Fa.

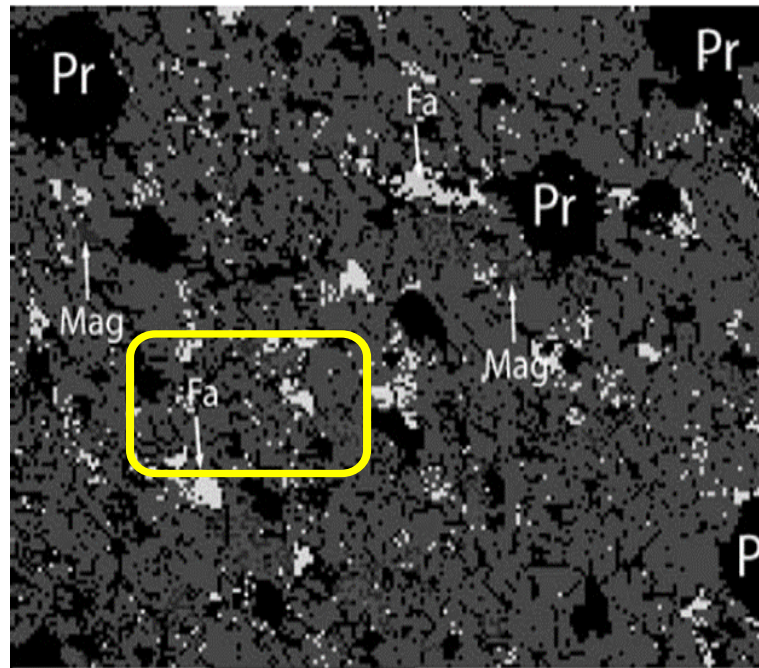


Fig 9. Fase de la microestructura de pella acida de mineral de hierro. Hem-matriz, Mag—magnetita, Fa—fayalita, y Pr—poros [4].

En el caso de los minerales reducidos en procesos de reducción directa, la formación de la fayalita se estudiará en el lecho de mayor contenido de wustita (FeO) ya que la sílice solo reacciona con wustita [5].

En la Tabla 2, se presentan las composiciones del material los lechos fluidizados involucrados, y se nota que un reactor con alto contenido de hierro en estado ferroso, y su correlación con el estudio y análisis de la formación de fayalita en el reactor wustítico.

Solo se considerará la composición de los componentes involucrados en los sistemas binarios combinados, como (MgO-SiO_2 ; $\text{SiO}_2\text{-FeO}$ y MgO-FeO). Las composiciones porcentuales de los compuestos considerados se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Composición porcentual de los sólidos que relaciona entre sí para la formación de la fayalita (Temp. 600°C a 800°C).

Composición	(%)
SiO_2	1,220
Al_2O_3	1,130
CaO	0,060
MgO	0,010
FeO	57,940
P_2O_5	0,080

La evidencia instrumental de los análisis laboratorio mediante la técnica de Difracción de Rayos X, tanto de las muestras en escorias antigua y mineral industriales se muestran, en forma comparativa en la Tabla 3.

Tabla 3. Comparación de la composición química de la escoria antigua con costras industrial.

Compuestos	Industrial Estado solido	Escoria Antigua
FeO	78,76	48,76
Oxidos	11,15	8,72
SiO ₂ (libre)	3,11	0,00
Fayalita	6,98	42,52

D.Evidencias termodinámicas de la presencia de la fase fayalita, en los procesos de reducción directa.

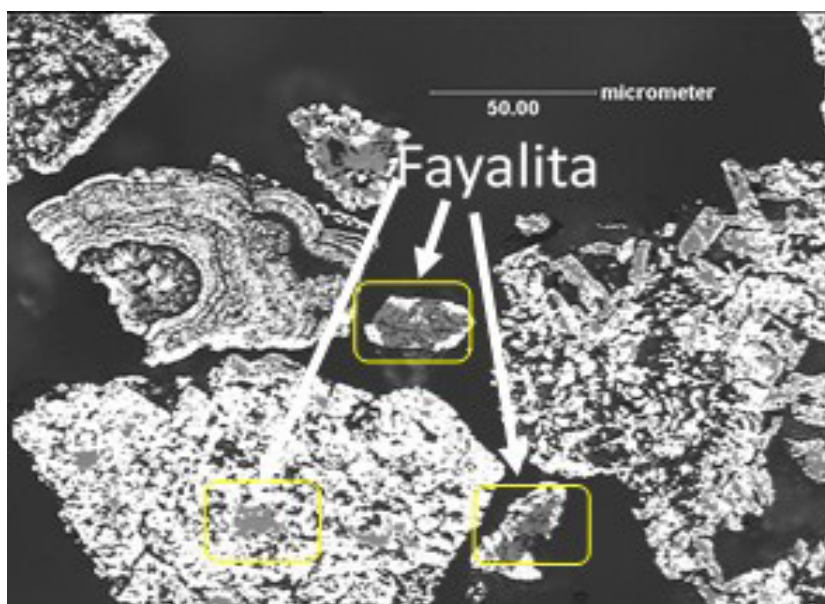
Desde el punto de vista termodinámico y cuando se combina los diagramas binarios (MgO-SiO₂; SiO₂-FeO y MgO-FeO) para obtener el diagrama ternario (FeO-MgO-SiO₂) en el cual cada uno de los componentes es posible obtener la zona de las líneas de los eutécticos y estos encontrar la zona de estabilidad de fayalita, como se puede observar en la figura 10.

III. METODOLOGÍA

Se utilizaron muestra de mineral venezolano y australiano proveniente de reactor ferrosos en lecho fluidizado. La presencia de fayalita en el producto en forma de briquetas del proceso, formada en el reactor de mayor contenido de wustita (FeO), se detectó las presencias de un compuesto de hierro insoluble en ácido clorhídrico (HCl), pero que se disuelve en ácido Fluorhídrico (HF).

La proporción de este compuesto, está en el rango de 0,2% a 0,8 %, el cual se ha asumido que morfológicamente corresponde a la fase fayalita [6].

En el caso del mineral de hierro para poder evidencia la formación de la fayalita, se recurrió a las imágenes obtenidas por metalografía de muestras tomas de los reactores de los minerales de hierro Finos San isidro (FSI) y de Mount Newman estas imágenes fueron suministrada por el equipo de BHP/Orinoco Iron [7], como se muestran en la fig 10 , estas las muestras fueron atacadas con Nital.

**Fig 10. Microfotografías de muestras de minerales Australiano (Mount Newman) izquierda, y Venezolano (San Isidro) derecha, procesados en el reactor wustítico, mostrando la presencia de fase Fayalita [7].**

IV.RESULTADOS

Para establecer la fase de la fayalita, se utilizó el diagrama ternario FeO- MgO- SiO₂, donde se tomó la composición química del material ferroso del reactor wustítico del proceso FINMET estudiado con los siguientes porcentajes: %FeO = 96,89; %MgO+CaO =3,06 y %SiO₂ + Al₂O₃=0,10 para evidenciar la posibilidad de formación de la fayalita. Con la ayuda del programa PronSim se ubicó el punto en el Diagrama ternario ver fig 11 .

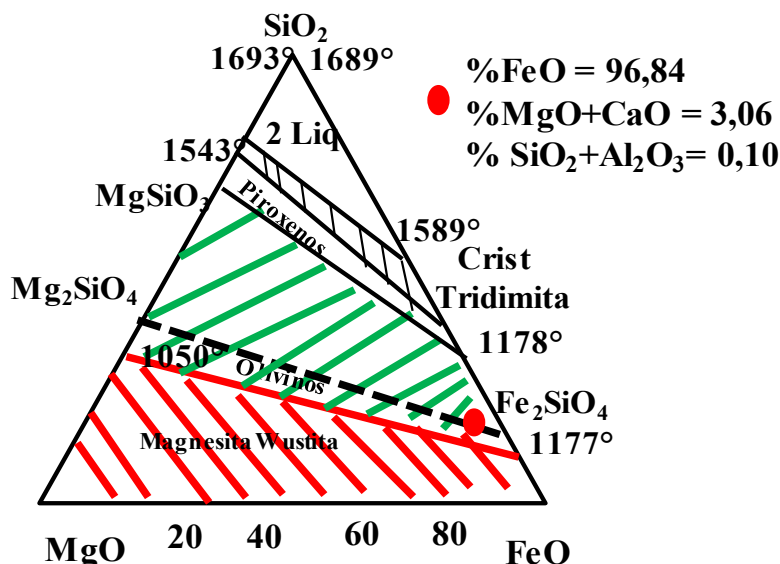


Fig 11. Localización de compuesto final de la composición de la ganga de los finos de material del lecho del reactor wustítico estudiado en el diagrama ternario sistema FeO MgO-SiO₂ fuente: el autor.

V.CONCLUSIONES

La formación de la fayalita por debajo del punto eutéctico fue posible para obtener en la siderurgia antigua utilizando hornos de fusión operando por debajo del punto fusión del hierro y produciendo escorias por debajo del punto de fusión eutéctico.

La formación de Fe₂SiO₄ en el reactor de lecho fluidizado operando en un rango de temperatura de 600°C a 800° con un alto contenido wustítico se encontró un compuesto de hierro en el rango 0,2% a 0,8 %, el cual se asumió morfológicamente que es fayalita porque es soluble en ácido fluorhídrico (HF).

El resultado mostrado en las fotos micrografías muestra la fase identificada como fayalita. Por otra parte, con los resultados de la composición química de un reactor con alto contenido de wustita en el diagrama ternario permite identificar la presencia de fayalita.

La composición de los compuestos FeO-SiO₂ y MgO en el proceso de lecho fluidizado se encuentra en la zona de la formación de fayalita, al procesar minerales de hierro procesado en lechos fluidizados, a temperaturas en el rango de los 800 °C, evidenciando la presencia de fayalita muy por debajo del punto eutéctico de este compuesto

RECONOCIMIENTO

El autor está especialmente agradecido a la Dirección de Investigación de Posgrado en la UNEXPO, por la oportunidad de realizar un artículo de investigación referida a la formación de fayalita en el sistema FeO-SiO₂ MgO a temperaturas por debajo del punto eutéctico.

REFERENCIAS

[1]S.Rovira., “Museo Arqueológico Nacional/Univ. Autónoma de Madrid”, Francisco Burillo(Universidad de Zaragoza). Experimentos de Fundición de Minerales de Hierro en la Ciudad-Estado Celtibérica de Segeda (Mara, Zaragoza),2004

- [2]F.Gómez., “Minería y metalurgia en la antigüedad”. Trabajo Titular de Ciencia dos Materiais e Ingeniería Metalúrgica. Ferrol, Universidad de Coruña, 2006.
- [3]E.Ringdalen. “Parámetros de reacción del cuarzo en la producción del óxido de los materiales” Rev. The Minerals, Metals & Materials Society, 2016, pp. 43-49.
- [4]M.Meyer. “Caracterización de fase y micro estructural de pellet de mineral de hierro y su relación con prueba de fuerza de trituración en frío”. Mineral Processing and Extractive Metallurgy Review An International Journal, 2016.
- [5]Z.Sheng . “Relación entre el óxido Férrico y el sistema $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ ”, 2015.
- [6]D.Fuller. “Fenómenos de Sinterización de finos en proceso de reducción directa”. Puerto Ordaz ,1965.
- [7]O.Dam. “Microfotografías de muestras de minerales Australiano (Mount Newman) y Venezolano (San Isidro) procesados en el reactor wustítico, mostrando la presencia de fase Fayalita”, 1993.
- [8]Q.Odetá. “Study on Formation Mechanism of Fayalite (Fe_2SiO_4) by Solid State Reaction in Sintering Process”, 2017.

RESUMEN CURRICULAR



Alberto R Echegaray R, Ingeniero Metalúrgico Egresado de la Unexpo Puerto Ordaz de Venezuela en el 2002. Master Sinence en Metalurgia y Posgrado en simulación, Eficiencia Energética, Especialista en Gerencia de Mantenimiento. Cursando Doctorado en Ciencia de Ingeniería en la Unexpo. Miembro del colegio de ingeniero. Trabajador desde el año (1998) en Fior de Venezuela en el (2000) pasó al grupo de puesta en marcha de la Tecnología Finmet en Orinoco Iron (Briquetera del Orinoco) con cargo de técnico de operación, asistente técnico y luego como Especialista de proceso nivel IV. Actualmente trabajo en el departamento de Gestión Energética adscripto a Presidencia.

Relación entre las competencias emocionales y el rendimiento en la ejecución de proyectos

Rivas Eulises¹ y Díaz Carlos²

¹eulisesrivas@gmail.com, ²cdiaz1120@gmail.com

¹ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7466-2718>, ²ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4225-942X>

Universidad Internacional Iberoamericana, UNINI.

Campeche-México

Recibido (03/02/2021), Aceptado (05/03/2021)

Resumen: El desarrollo de la ciencia y la tecnología y de las competencias técnicas ha impulsado el desarrollo de la sociedad haciéndolas más complejas, causando que las aptitudes emocionales se conviertan en factores de éxito, ya que afectan el desempeño humano en todos los escenarios donde se desenvuelve, no obstante a pesar de las investigaciones en este área, actualmente no se cuenta con modelos que relacionen dichas aptitudes con el rendimiento organizacional, lo cual dio origen a esta investigación que busca determinar el impacto de dichas competencias en la ejecución de proyectos en la empresa ENGISERV VENEZUELA C.A. Para realizar el estudio la metodología usada considero que se trata de una investigación de campo, no experimental y transversal. La población fue de 35 expertos en proyectos y la muestra se seleccionó por el método probabilístico aleatorio simple, Concluyéndose que las competencias emocionales afectan el rendimiento de los proyectos cerca 83,4%.

Palabras Clave: Inteligencia emocional, Competencias emocionales, rendimiento de proyectos.

Relationship between emotional competencies and performance in project execution

Abstract: The development of science and technology and technical competencies has promoted the development of society, making them more complex, causing emotional aptitudes to become factors of success, since they affect human performance in all scenarios where it operates, not However, despite research in this area, currently there are no models that relate these skills to organizational performance, which gave rise to this research that seeks to determine the impact of these skills in the execution of projects in the company ENGISERV VENEZUELA AC To carry out the study, the methodology used I consider that it is a field research, not experimental and cross-sectional. The population consisted of 35 project experts and the sample was selected by the simple random probabilistic method, concluding that emotional competencies affect the performance of projects by 83.4%.

Keywords: Emotional intelligence, Emotional skills, project performance.



I. INTRODUCCIÓN

El comportamiento humano es el resultado de la evolución de su sistema de creencias, emociones y sentimientos, los cuales conducen a las personas a desarrollar determinadas conductas que les permiten hacer frente a las circunstancias y situaciones del medio ambiente donde se desenvuelven.

García [1] sostiene que gran parte de las nociones que el ser humano posee sobre el mundo son fruto de sus creencias, y que las mismas sirven como soporte en la medida en que son medios relativamente estables de percibir la realidad. La supervivencia de los individuos, grupos y sociedades en general depende del grado de inteligencia y adaptabilidad al entorno cambiante del que forman parte, y es fundamental el desarrollo de competencias específicas para ello.

El término competencia surgió hace más de cincuenta años, en primer lugar, con un enfoque educativo, y posteriormente, con un enfoque funcional conocido como normalización y certificación de competencias; estos enfoques consideran el término asociado a una cualidad o atributo personal; no obstante, fue a partir de 1973 que se difundió masivamente a nivel empresarial, después de los McClelland, D. [2].

Levy-Leboyer [3] señala que la competencia es un concepto teórico que se refiere a aspectos intangibles de la realidad; no hay referencias directas para señalar la existencia de la competencia, solo puede hacerse referencia a la misma por vía indirecta, a través de resultados, evidencias o conductas observables vinculadas al desempeño idóneo, el cual constituye la premisa de validez del concepto. Esto ha dificultado los procesos de medición, los cuales se han venido desarrollando progresivamente, sin ningún tipo de estandarización universal.

Bisquerra [4] señala que aunque las denominaciones pueden variar dependiendo de los autores, en general se distingue entre competencias técnico-profesionales o específicas y competencias genéricas o transversales. Las competencias técnicas, funcionales o específicas se circunscriben a conocimientos y procedimientos en relación con un determinado ámbito profesional y son propias de cada proceso productivo; se relacionan con el saber y el saber hacer necesarios para el desempeño especializado.

Fragoso [5] resume que las competencias emocionales son los recursos emocionales que una persona tiene para responder a la infinidad y continuas demandas que requiere el entorno, para su adaptación al mismo de forma individual y social, lo cual obedece necesariamente a un proceso educacional que conduce a desarrollar en el individuo la capacidad de movilizar todos sus recursos internos para lograr propósitos superiores.

Sánchez [6] menciona que la educación emocional debe entenderse como un proceso de desarrollo humano, que abarca tanto lo personal como lo social e implica cambios en las estructuras cognitiva, actitudinal y procedimental y debe ser un proceso continuo participativo y permanente que debe estar presente a lo largo de todo el proceso formación que incluye la familia, la escuela y la sociedad en todos sus ámbitos.

Esta investigación surge debido a la baja eficiencia en la ejecución de proyectos de la empresa ENGISERV VENEZUELA CA asociada a causas diferentes a las capacidades técnicas y la ausencia de instrumentos para determinar las causas, lo cual introdujo el ámbito emocional como posible causa siendo un factor relevante considerando la hipótesis sustentada por las investigaciones de Goleman, D. Goleman [7] sostiene que el éxito de los profesionales depende en un 80% aproximadamente de las competencias emocionales actuando como variable independiente afectando el rendimiento de las empresas en sus distintos aspectos que en serían las variables dependientes teniéndose hasta la fecha escaso conocimiento dada la falta de indicadores de campo que permitan relacionar dichas variables, vale decir las competencias emocionales y el rendimiento de las empresas.

El objetivo de esta investigación es establecer una relación entre las competencias emocionales de los profesionales y el rendimiento de proyectos, a fin de diseñar programas de desarrollo del talento humano que incluyan las competencias emocionales como factor clave de éxito. La metodología para el estudio considera un diseño de investigación de campo, con enfoque emergente no experimental, transversal, con metodología cualitativa y alcance correlacional, que se circunscribe al área de proyectos de la empresa y su personal asociado, partiendo de la hipótesis que las competencias emocionales afectan el rendimiento de la ejecución de los proyectos especialmente porque se requiere crear sinergias en el equipo de trabajo que va más allá del rendimiento laboral individual.

Aunque los datos obtenidos durante el estudio pueden ser tabulados y graficados para su análisis estadístico realmente la investigación se enmarca dentro del ámbito cualitativo dado que las variables independientes son de carácter general abstractas y por ende cualitativas no pudiéndose medir de forma directa con instrumentos de las ciencias básicas.

Las revisiones realizadas en esta investigación así como los llevados a cabo por la propia empresa muestran que

la dificultad de medición y establecimiento de relaciones causa efectos entre competencias emocionales y la ejecución de proyectos ha complicado hasta ahora poder aplicar de forma general modelos de competencia emocional en la gestión de empresas y gestión del talento humano, resultando una situación hasta ahora sin resolver asociar los indicadores económicos y de rendimientos con dichas competencias.

Vivas [8] sostiene que no hay acuerdo entre los investigadores sobre los modelos de competencia emocional ni tampoco en el mercado hay disponible un modelo aplicable a las empresas y en consecuencia no se cuenta con ninguna herramienta de gestión que permita establecer la relación entre las habilidades emocionales, y el rendimiento de los proyectos, siendo éste el problema inicial a resolver para que la organización pueda hacer planes de remediación y mejora continua

El rendimiento de la ejecución de los proyectos depende de múltiples factores- Entre ellos, la tecnología, los modelos de gestión, la cultura organizacional, el liderazgo y las estrategias de negocio, las políticas de la empresa, las bases de datos, la estructura y configuración de los sistemas, los interesados, la infraestructura física, políticas de los gobiernos, ubicación geográfica, tipos de proyectos, el entorno en general, el costo de los recursos utilizados, los riesgos, el nivel de planificación y el equipo de proyectos, entre otros

Pinkerton [9] sostiene que el éxito del proyecto depende en primer lugar del proceso de gestión, en concreto en la realización exitosa del proyecto en cuanto a costo, tiempo y calidad. Estas tres dimensiones indican el grado de la eficiencia de la ejecución del proyecto y en segundo lugar del éxito del producto del proyecto haciendo referencia a los efectos que se producen en los productos finales del proyecto

Esta investigación considero veinticinco competencias emocionales propuestas por [7] como variables independientes que se relacionan con factores del rendimiento de los proyectos. El estudio corrobora la hipótesis planteada que considero la relación entre las competencias emocionales y el rendimiento de los proyectos resultando que cerca del 80 % del rendimiento está en función de dichas competencias.

La validación de la relación entre las competencias emocionales y el rendimiento de los proyectos se realizó mediante el juicio de expertos en proyectos, obteniéndose un índice de correlación de Pearson $R = 0,73$ entre los datos obtenidos de la medición de campo y los datos generados según la opinión de los expertos.

La estructura de este artículo incluye el resumen, la introducción, el desarrollo de la investigación, la metodología usada, los resultados y las conclusiones.

II.DESARROLLO

La investigación se desarrolló partiendo de la hipótesis avalada por Goleman, D. [10] que asegura que existe relación entre las competencias emocionales y el éxito profesional y por extensión con el éxito de las empresas y de las organizaciones en general, en consecuencia las variables independientes para el estudio la conforman las 25 habilidades emocionales propuestas por Goleman consideradas de aplicación universal y las variables dependientes fueron definidas por los expertos de proyectos siguiendo los criterios establecidos en los sistemas de medición y control de los proyectos de los proyectos

Otros autores [4] recalcan que es importante destacar que a largo de todo este tiempo ha habido discrepancias de varios actores en lo que se considera los fundamentos teóricos sobre la inteligencia y competencias emocionales que sigue abierto. Independientemente de los avances que ha habido en el campo teórico, no obstante la realidad es que estas competencias conocidas en la práctica religiosa como virtudes son fundamentales para la vida y el bienestar personal y social.

La dificultad para operacionalizar este concepto es lo que permite la innovación y el desarrollo de nuevos modelos siendo fundamental los estudios de campo que en base a criterio de expertos y uso de datos se derive en un desarrollo de utilidad práctica que es lo que al final es lo que produce las competencias que pueden ser aprendidas y que beneficiar a la persona y a su entorno

El diagnóstico de la situación actual se realizó mediante la revisión documental a las bases de datos de la empresa, donde se determinó el bajo rendimiento general del desarrollo de los proyectos asociado a diversas causas entre ellas las competencias emocionales. El desempeño de los proyectos afecta la confiabilidad, el cumplimiento de los compromisos, el prestigio de la organización y pérdidas económicas considerables poniendo en riesgo su sostenibilidad; por tanto, se precisa llevar adelante el análisis de proceso para determinar las causas de las fallas y diseñar planes de acción, con enfoque en las habilidades emocionales. En la figura 1 se muestran los resultados de seis proyectos analizados.

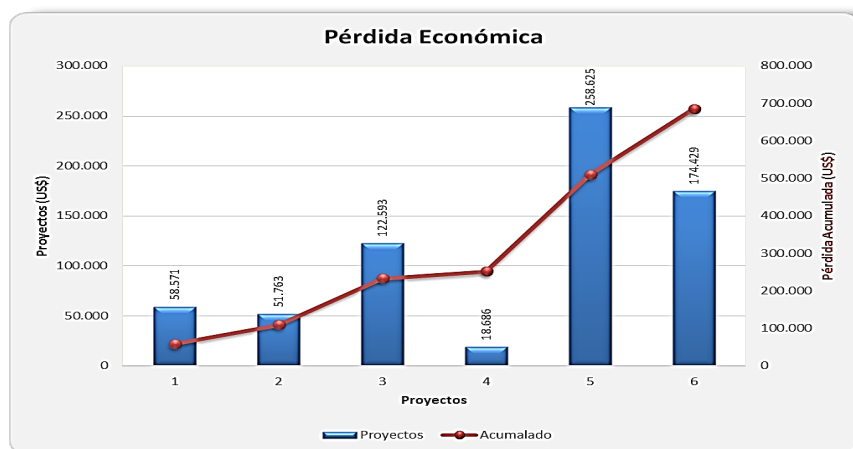


Fig. 1. Pérdida económica total de la empresa según los proyectos desarrollados

Fuente: elaboración propia

Relación causa efecto: para establecer la relación causa-efecto entre las variables independientes y dependientes se asoció a cada competencia emocional con los veinticinco efectos principales que de acuerdo con la empresa afectan directamente el rendimiento, con esta información se procedió a medir las competencias emocionales a partir de la medición de campo extraída de los sistemas de gestión de la empresa con lo que se diseñaron los indicadores técnicos los cuales relacionaron con las competencias emocionales intrapersonales y extra personales como se muestra en las tablas 1 y 2.

El rendimiento de la ejecución de los proyectos de ingeniería se mide con indicadores económicos, especialmente en horas hombre (HH) siendo este el indicador por excelencia de medición usado para la planificación, ejecución, control y gestión, Tanto los presupuestos, como los cronogramas se expresan en estas unidades con la finalidad de facilitar la gestión

En este estudio la correlación se establece entre las competencias emocionales (variables independientes) y los factores asociados al rendimiento de los proyectos (variables dependientes) que se obtienen mediante la revisión documental de los informes de gestión y los registros de los indicadores de seguimiento de los proyectos. Los datos obtenidos de la revisión documental se relacionó siguiendo el criterio de expertos con las variables independientes, en este caso las competencias interpersonales, cuyos resultados se muestran en la tabla 1, evidenciándose la correspondencia entre cada variable independiente y con la variable dependiente asociada así como el indicador y la forma de medición correspondiente en base a información de campo obtenida.

Tabla 1. Competencias emocionales del ámbito interpersonal aplicables

Ámbito	Número	Competencia emocional (Variables Independientes)	Rendimiento (Variables dependientes)	Indicador/ forma de medición
	1	Comprensión integral y del entorno	Incomprensión del alcance	(HH) en corrección de no conformidades por no comprensión del alcance (HH corrección / HH plan
	2	Enfoque en el desarrollo humano	Mejoramiento de las competencias del equipo	HH perdidas por no mejoramiento de competencias y cumplimiento de requisitos HH Perdidas / HH Plan
	3	Orientación al servicio (enfoque al cliente)	Satisfacción del cliente	HH retrabajo por incumplimiento de Acuerdos HH retrabajo / HH Plan

Interpersonal	4	Enfoque sistémico	Inconsistencias del diseño	HH corrección de inconsistencias (HH correcciones de inconsistencias)/ HH plan
	5	Capacidad de síntesis	Manejo de la información	HH Atraso por mal manejo de la información (HH atraso) / HH Plan
	6	Persuasión	Consenso para la toma de decisiones	HH atraso por falta de consenso en la toma de decisiones (HH de atraso) /HH Plan
	7	Comunicación.	Efectividad de la comunicación	HH Por errores por comunicación inadecuada (HH corrección)/ HH Plan
	8	Manejo de conflictos	Esfuerzo en la resolución de conflictos	HH Empleadas en la resolución de conflictos en el equipo (HH en conflictos) / HH plan
	9	Liderazgo.	Coherencia en los planes	HH re trabajo por incoherencia de planes HH de re trabajo/ HH plan
	10	Catalizador del cambio	Clima organizacional	HH perdidas por falta de armonía en el equipo de trabajo HH / HH plan
	11	Establecer vínculos.	Cooperación	HH perdidas por falta de cooperación entre los miembros del equipo HH perdidas / HH plan
	12	Habilidades de equipo.	Incumplimiento de precedencias	HH perdidas por incumplimiento de precedencias HH re trabajo / HH plan

Fuente: elaboración propia

La tabla 2 muestra el conjunto de competencias emocionales del ámbito intrapersonal asociados a las variables dependientes relacionados al rendimiento de ejecución de proyectos que conforman la estructura del modelo de competencias que permite medir la relación causa efecto entre la variables y determinar su impacto.

Tabla 2. Competencias emocionales del ámbito intrapersonal

Ámbito	Numero	Competencia emocional (Variable independiente)	Rendimiento (Variables dependientes)	Indicador/ forma de medición
	1	Consciencia emocional.	Atraso por toma de decisiones inconsistentes (procrastinación)	HH atraso por tomade decisiones inconsistentes con el plan (HH Perdidas/ HH plan
	2	Valoración adecuada de sí mismo.	Brecha técnica entre competencias y roles	HH de re trabajo por incompatibilidad entre habilidades y roles HH perdidas / HH Plan
	3	Confianza en sí mismo.	Requerimiento de supervisión adicional	HH De retraso por requerimiento de supervisión (HH de supervisión adicional / HH plan)
	4	Autocontrol.	Fallas por descuido en el trabajo	HH perdidas por desviación de la atención acorde con los estándares (HH en exceso)/ HH plan
	5	Confiabilidad.	Incumplimiento de especificaciones	HH efectivas produciendo en especificaciones (HH perdidas por fallas humanas) /HH plan
	6	Integridad.	Intercambio de actividades	HH perdidas por desarrollo de actividades ajenas (HH en actividades ajenas/ HH Plan

Intrapersonal	7	Adaptabilidad.	Adaptación a los cambios de planes	HH asociadas al tiempo de respuesta a los cambios de planes más allá de los estándares (HH en exceso) / HH planificadas
	8	Innovación.	Fallas por falta de generación de soluciones	HH de retrabajo por no dar soluciones más allá de lo tradicional (HH Perdidas) / HH plan
	9	Motivación al logro.	Fallas por cambios de objetivos	HH perdidas por no mantener el rumbo en los objetivos (HH Perdidas) / HH plan
	10	Compromiso.	Incumplimiento de los compromisos	HH Perdidas por incumplimientos de compromisos de calidad, alcance y tiempo de entrega (HH Perdidas) / HH plan
	11	Iniciativa.	Fallas por requerimiento de dirección para iniciar las tareas	HH de atraso por falta de iniciativa propia para realizar la tarea (HH Perdidas) / HH plan
	12	Optimismo.	Fallas por enfoque disfuncional de los eventos	HH Perdidas por enfoque no funcional de los eventos (HH Perdidas) / HH plan
	13	Automotivación	Falta de acción oportuna	HH de atraso por falta de decisión y acción oportuna (HH Perdidas) / HH plan

Fuente: elaboración propia

III. METODOLOGÍA

Para el abordaje de la problemática de investigación, se consideró una investigación de campo, no experimental, transversal, con enfoque emergente y cualitativo, de alcance correlacional.

El tamaño de la muestra se consideró tomando en cuenta lo sugerido por Michelena [11], quien señala que para garantizar seguridad estadística de la representatividad real de la muestra, se han establecido algunos procedimientos que conjugan factores como amplitud de la población total y de la muestra (tamaño); nivel de confianza adoptado (el cual puede oscilar entre 90% y 99%); error de estimación (entre 1% y 15%) y variabilidad de la población (desviación típica). El propósito es compensar debilidades de validez.

En este sentido, existen diversas fórmulas estadístico-matemáticas para precisar el tamaño de la muestra sobre una base estadística que permita estimar la representatividad. En este estudio se utilizó la fórmula Sierra [12], que se muestra en la gráfica 4 donde se establece el tamaño de la muestra de 28 participantes, con un nivel de confianza de 95 % y un error máximo de 5%.

$$\eta = \frac{N \times Z_a^2 \times p \times q}{d^2 (N-1) + Z_a^2 \times p \times q} \quad (1)$$

En donde, η = tamaño de la muestra N = tamaño de la población Z = nivel de confianza, p = probabilidad de éxito, o proporción esperada q = probabilidad de fracaso d = precisión (Error máximo admisible en términos de proporción).

Técnicas e instrumentos de investigación. Para la recolección de la opinión de los profesionales que conforman la muestra, se utilizó la técnica de la encuesta.

En esta investigación se empleó el cuestionario como instrumento de recolección de datos, tomando como referencia lo expuesto por Baptista [13].

Para el análisis e interpretación de resultados se usaron tablas, gráficas y hojas de cálculo para gestión estadística de datos que permitieron establecer las correlaciones entre las distintas variables de forma tal que la información obtenida sirve de base para la toma de decisiones de la organización

La validez y confiabilidad del instrumento que se usó en esta investigación se determinará mediante el coeficiente Alfa de

Cronbach.

En cuanto a la medición de la variable dependiente esta se realizó mediante revisión documental directamente de la base de datos de la empresa donde se registran los indicadores fundamentales sobre el rendimiento de los proyectos que la organización considera clave para el control de la gestión. Estas variables y sus indicadores asociados sirvieron de base para el diseño del modelo para el establecimiento de la relación causa efecto entre las competencias emocionales con variable independiente y el rendimiento de los proyectos.

Esta investigación toma como referencia los datos de campo validados por los expertos de la empresa que resultan de la medición del desempeño de los proyectos llevado a cabo mediante los diferentes instrumentos y sistemas de gestión de la organización, por ende para este estudio esta información se considera real y es la única fuente disponible tomándose la información de seis proyectos en ejecución.

En resumen la metodología, que se siguió para el estudio consideró una investigación de campo, no experimental, transversal, con enfoque emergente y cualitativo, de alcance correlacional. La población total la conforman los miembros expertos de un equipo de ejecución de proyectos de alto desempeño de la empresa siendo un total de 35 y la muestra se seleccionó por el método probabilístico aleatorio simple usando y la formula 1 para determinar la cantidad que resulto un total de 28 expertos para validar los resultados de la medición de campo de las competencias emocionales tal cual se muestran en la figura 1 incluyo 25 competencias emocionales como variables independientes y como variable dependiente el rendimiento de la ejecución de los proyectos con sus respectivas sub-variables.

IV.RESULTADOS

Los resultados de los análisis llevados a cabo con la información obtenida de los sistemas de gestión de la empresa muestran que las competencias emocionales afectan en 79,08 % el rendimiento de los proyectos y de acuerdo con el juicio de los expertos en proyectos este impacto es de 83,4%. La correlación de Pearson fue de 0,73. Obtenida entre los datos de campo de los sistemas de gestión y los obtenidos mediante juicio de expertos en proyectos.

Los resultados reflejan que las competencias interpersonales afectan el rendimiento en un 38,4%, siendo la comunicación la competencia emocional con mayor impacto, con 3,34% evidenciando la consistencia del resultado, dado que el desarrollo de proyectos en general demanda la aplicación de metodologías ágiles y procesos secuenciales e iterativo que exigen alto nivel de efectividad de las comunicaciones.

La competencia con menor impacto fue la comprensión del entorno con un impacto de 3,03% cuya variable dependiente según el modelo es la comprensión del alcance de las actividades a desarrollar basadas en la cadena de suministro. Este resultado obedece al grado de definición tanto de los proyectos como de las actividades haciendo que los requerimientos de los clientes estén más claros y requieran menos interpretación personal.

En la figura 2 se muestran los resultados de doce competencias emocionales interpersonales incluidas en el modelo de competencias diseñado para este proyecto de investigación de acuerdo con los indicadores de gestión de la empresa

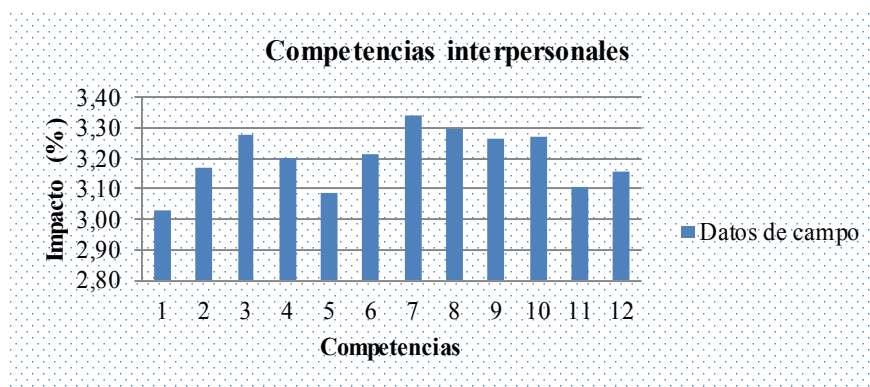


Fig. 2. Influencia de las competencias emocionales interpersonales

Fuente: elaboración propia

Cabe destacar que de acuerdo con la información obtenida se evidencia que todas las competencias tienen una influencia similar en el resultado del desempeño de los proyectos, habiendo muy poca diferencia entre el mínimo y el máximo valor y esta diferencia incluso por lo general se debe mayormente a las características propias de los proyectos y su grado de definición y su complejidad.

Las trece competencias intrapersonales afectan la ejecución de proyectos 40,68%. La variable con mayor impacto es la iniciativa, con 3,25% siendo clave para llevar adelante trabajos que demanden autogestión del conocimiento, la información

y disponibilidad para buscar soluciones más allá de los estándares. El compromiso con una influencia cercana al 2,96% resulto ser la habilidad emocional con menor impacto, no obstante es importante resaltar que el rango entre el máximo y el mínimo es de 0,3% que puede decirse que existe una afectación similar de todas las competencias en la gestión de los proyectos simplemente porque todas las competencias forman parte de un solo sistema que conforma la integralidad de la persona. En la figura 3 se muestran los datos registrados de la influencia de las competencias intrapersonales en los proyectos.

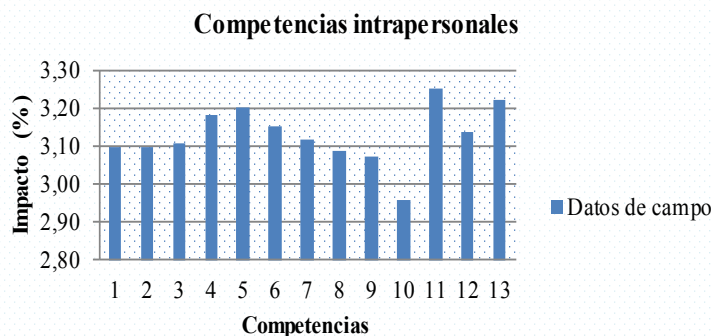


Fig. 3. Valoración de expertos: influencia de las competencias emocionales intrapersonales

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4 muestra la gráfica de dispersión que representan los resultados de la correlación de Pearson entre las mediciones de campo y el juicio de expertos para las competencias interpersonales, evidenciando una correlación positiva corroborando la hipótesis planteada.

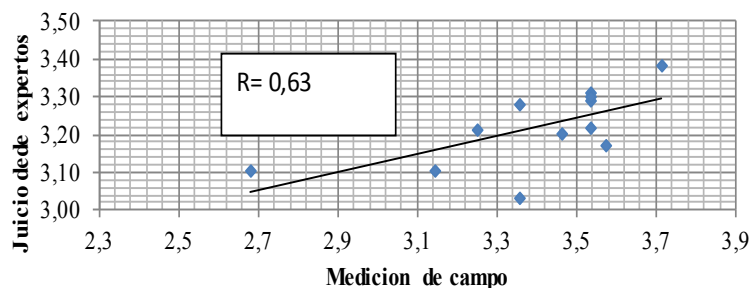


Fig. 4. Índice de correlación juicio de expertos y medición de campo competencias interpersonales

Fuente: Elaboración propio

En cuanto a las competencias intrapersonales se muestra los resultados en la figura 5, donde la correlación de Pearson fue de $R=0,89$ entre las mediciones de obtenidas de los sistemas de gestión de proyectos y los datos obtenidos por medio del juicio de expertos en proyectos, evidenciando fuerte correlación entre los datos analizados.

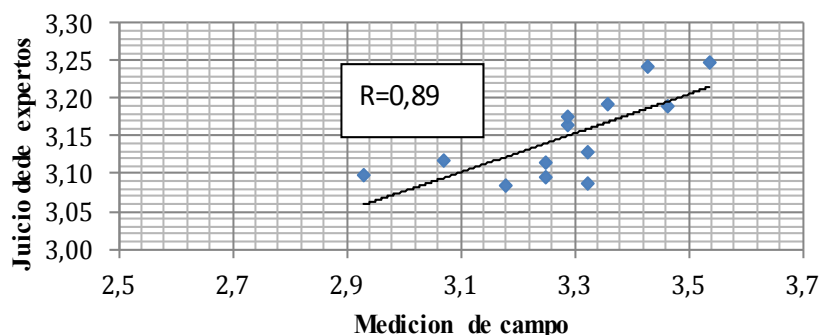


Fig. 5. Índice de correlación juicio de expertos y medición de campo competencias intrapersonales
Fuente: Elaboración propia

Carbonero [14] resalta como aspecto relevante a considerar es que existe acuerdo con la teoría de la mayoría de los autores citados, que califica las competencias emocionales como pilares de la relación del individuo con el ecosistema donde pertenece y son determinantes para el desarrollo de su integralidad, siendo la buena noticia que estas competencias pueden ser adquiridas y desarrolladas a lo largo de la vida.

V.CONCLUSIONES

Las competencias emocionales, de acuerdo con la literatura revisada, se definen como el conjunto de habilidades psicológicas que permiten fundamentalmente identificar las emociones, propias y ajenas, y gestionarlas para sacar provecho de ellas de acuerdo con algún propósito que afecta, en general, el desempeño personal y profesional y en consecuencia el rendimiento de las organización donde se participa según American Management Association [15], esta investigación demuestra la coherencia y consistencia de este constructo y permite llegar a las siguientes conclusiones.

1) La medición de campo del rendimiento promedio actual de la organización en la ejecución, asociado a las competencias emocionales, está en el orden de 79,08%, del total de seis proyectos que representan el universo de proyectos en ejecución durante el periodo en el que se realizó la investigación. El proyecto con menor rendimiento alcanzó el 77,5 % y el máximo rendimiento logrado fue de 84,59%. Es importante destacar que todos los proyectos tienen las mismas características técnicas y los mismos grados de complejidad, de acuerdo con el juicio de los gerentes de proyectos.

2) De acuerdo con el criterio de los expertos de la empresa, el rendimiento que reflejan los datos de los proyectos está influenciado, directa o indirectamente, por las competencias emocionales, que los especialistas califican como causas motrices porque afectan el comportamiento de los profesionales. Aun cuando el profesional cuente con las capacidades, conocimientos y habilidades adecuadas y demostradas para desempeñar los roles y responsabilidades que corresponden, los resultados de la medición indican que esto no es suficiente para lograr el rendimiento esperado, sino que existe otra causa independiente, específicamente las habilidades emocionales, que afecta los resultados, incluyendo la competencia técnica

3) Los resultados de campo muestran que las competencias intrapersonales o aptitudes personales afectan por el orden de 40,7% y las competencias interpersonales el 38,38%. Los datos analizados, entonces, reflejan que las variables intrapersonales tienen mayor incidencia en los resultados que las interpersonales por incidir en el comportamiento humano.

4) La validación mediante juicio de expertos se llevó a cabo a través de la consulta de profesionales usando la encuesta como instrumento de medición, obteniéndose una confiabilidad de 0,87. De acuerdo con el juicio de expertos, las competencias emocionales influyen 83,4% en el rendimiento total de los proyectos, las aptitudes intrapersonales influyen 42,7% y las aptitudes sociales, 40,7%. Se estableció la correlación con el modelo de Pearson entre los valores extraídos de la base de datos de la empresa, siguiendo el patrón del modelo diseñado y los datos aportados de acuerdo con el juicio de expertos, y se obtuvo una relación positiva de $R=0,73$. De acuerdo con estos

resultados, la medición de campo se corresponde con el juicio de expertos, por tanto, el modelo queda validado para las condiciones específicas bajo las cuales se realizó el estudio.

5) A pesar de los avances y los estudios realizados sobre la importancia de la inteligencia emocional y las competencias emocionales en el desempeño humano en general y de las organizaciones en específico, aún no hay consenso entre los investigadores sobre una metodología específica para medición del impacto de estas habilidades en los negocios por lo que resulta sumamente complejo establecer planes mejoramiento de los procesos de gestión del talento humano y de la gestión de la productividad de las empresas basados en las competencias emocionales lo que representa una gran limitación para las organizaciones al no poder operacionalizar los parámetros clave de éxito tanto de las variables independientes como las dependientes.

6) En esta investigación se desarrolló un modelo inédito para relacionar las competencias emocionales con los parámetros asociados al rendimiento en la ejecución de los proyectos y por ser algo nuevo no se cuenta con datos estandarizadas en las empresas por lo que se requiere continuar con la segunda fase del estudio que consiste en la creación de bases de dato que permitan asegurar confiabilidad del modelo propuesto aplicando la gerencia del dato para esta propuesta se convierta en una alternativa tecnológica para operacionalizar las competencias emocionales y darle viabilidad y aplicabilidad técnica en las empresas de proyectos de modo que se pueda facilitar la formulación de planes de desarrollo del talento humano en base a los resultados de las evaluaciones de los proyectos a la luz de este modelo de medición

REFERENCIAS

- [1]J. García. «Caminos de la reflexión La teoría Orteguiana de las ideas y las creencias en el contexto de la escuela de Madrid».Edición 8, España: Biblioteca Nueva 2009
- [2]D. McClelland. «Testing for Competencies rather than intelligence». American Psychologist. Edición 1, New York, Harvard University 1973.
- [3]Levy-Leboyer, Claude. «Gestión de las Competencias».Edición 1, Ediciones Gestión 2000. Barcelona, España 1997.
- [4]R. Bisquerra. “Educación emocional y competencias básicas para la vida”. RIE, vol 21, pp. 1, 7-43. Junio 2003.
- [5]R. Frago "Inteligencia emocional y competencias emocionales en educación superior, ¿un mismo concepto?" RIES, vol. VI, no. 16, pp.110-125. Marzo 2015,
- [6]J. Sánchez “La competencia emocional en la escuela: una propuesta de organización dimensional y criterial”, RFEA. vol. 25, pp. 79-96, Abril 2010”.
- [7]Goleman, D. «Working with emotional intelligence». Bantam. 1998.
- [8]M. Vivas "La educación emocional: conceptos fundamentales." RUI, vol. 4, no. 2, pp.1-21. Agosto.2003.
- [9]W. Pinkerton. «Project management achieving project bottom-line success», Edición 1, Pennsylvania McGraw-Hill, 2003
- [10]D. Goleman . «Inteligencia emocional en la empresa» Barcelona, España. Editorial Kairós, 2018.
- [11]C. Michelena. «Estrategias para la elaboración de un proyecto de investigación». Caracas: Insertos Médicos de Venezuela, 2004.
- [12]R. Sierra . «Técnicas de Investigación Social». Buenos Aires: Editorial Paraninfo.1992.
- [13]P. Baptista. C. Fernández y R Hernández. “Metodología de la investigación”. México DF: McGraw–Hill.2010.
- [14]M. Carbonero. “Formación inicial docente y competencias emocionales”: Educ. Pesqui. vol.45. pp.3-20 Abril, 2019
- [15]American Management Association. «Leading with emotional intelligence», Nueva York, AMA 2012

RESUMEN CURRICULAR



Carlos Díaz Llorca, Es Doctor en ciencias Económicas y profesor titular de la universidad de la habana y profesor consultante de varias universidades internacionales



Eulises Rivas Garcia, Es Ingeniero Mecánico, Master en Gerencia de Proyectos, Doctor en Administración de Empresas, experto en procesos de producción de petróleo y gas con larga experiencia en la dirección de proyectos de infraestructura. Actual director de la empresa ENGISERV VENEZUELA C.A

Comparativa de las ventajas de los sistemas hidropónicos como alternativas agrícolas en zonas urbanas

Albuja Vanessa¹, Andrade Juan², Lucano Carlos³, y Rodríguez Michelle⁴

{¹vanessa.albuja.avila, ²juan.andrade.mulki, ³carlos.lucano, ⁴michelle.rodriguez.rodriguez}@udla.edu.ec

¹ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8015-1399>, ²ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2604-4258>,

³ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4604-1003>, ⁴ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0712-5183>.

Universidad de las Américas. Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas. Carrera de Ingeniería Industrial.

Quito-Ecuador

Recibido (20/12/2020), Aceptado (07/02/2021)

Resumen: Este trabajo surge a partir de la investigación general de las técnicas hidropónicas teniendo en cuenta sus ventajas y desventajas para de esta forma poder encontrar aquel factor determinante a través de una comparación de técnicas hidropónicas que permitan clasificarlas y escoger la mejor opción que genere menos impacto ambiental negativo y demuestre ser más productivo en los entornos urbanos. Adicionalmente, un factor determinante en las ciudades es su espacio limitado por lo que la mejor opción también deberá incluir un óptimo manejo del espacio que permita a casi cualquier individuo poder aplicarlos desde su entorno sin recurrir a excesivas modificaciones. Como principal resultado se escogió a la Hidroponía recirculante como método predominante por los excelentes resultados que se obtienen con relación a los demás, adicionalmente, este puede ser fácilmente aplicado en los ambientes urbanos por su versatilidad y buen manejo de recursos.

Palabras Clave: Hidroponia, ambiente, urbano, comparativa, técnicas, cultivo.

Comparison of the advantages of hydroponic systems as agricultural alternatives in urban areas

Abstract: This work arises from the general investigation of hydroponic techniques, taking into account their advantages and disadvantages in order to find that determining factor through a comparison of hydroponic techniques that allow classifying them and choosing the best option that generates less environmental impact. negative and prove to be more productive in urban settings. Additionally, a determining factor in cities is their limited space, so the best option should also include optimal space management that allows almost any individual to apply them from their environment without resorting to excessive modifications. As main result, recirculating hydroponics was chosen as the predominant method due to the excellent results obtained in relation to the others, additionally, it can be easily applied in urban environments due to its versatility and good resource management.

Keywords: Hydroponics, Environment, Urban, Comparative, Techniques, Crop.



I.INTRODUCCIÓN

En la actualidad se ha vuelto cada vez más problemática la situación ambiental en cuanto a conservación de suelos y a la obtención de recursos naturales, dificultando los sistemas de riego en la agricultura tradicional, es por ello por lo que las opciones hidropónicas se vuelven atractivas debido a que no necesitan de un suelo para cultivarse, ni de pesticidas que puedan afectar la calidad del alimento. La hidroponía se ha utilizado como una alternativa de actividad agrícola que busca la protección del medio ambiente y un sistema sustentable de producción alimenticia, este sistema al no utilizar suelos necesita de una solución de agua con nutrientes esenciales que permita el desarrollo del cultivo [1].

Entre las ventajas de estos cultivos hidropónicos es que permiten generar una mayor producción de plantas ya sea por unidad o por volumen aprovechando de mejor manera el uso de recursos, lo que lo vuelve un proceso eficiente [2]. Al no estar sobre la tierra estos cultivos estarían libres de bacterias, parásitos, contaminación y hongos, ayuda al aprovechamiento del entorno con lo cual se pueden organizar los cultivos de diversas formas, optando incluso por una organización en sentido vertical, no se necesita de maquinaria agrícola con lo cual se vuelve más manejable e incluso permite optar por la automatización [3]. Otra ventaja destacable es que acaba con uno de los grandes problemas en los cultivos tradicionales el cual es la erosión del suelo por monocultivo [4].

En la agricultura tradicional se evidencia cómo ciertos factores terminan generando grados de contaminación en el ambiente, la degradación y erosión de suelos es uno de los principales problemas que se originan por el uso de pesticidas lo cual termina por degradar los suelos con el paso del tiempo. Incluso se vuelve cada vez menos productivo al existir una demanda creciente de diversos productos agrícolas por lo que la búsqueda de nuevas tecnologías amigables con el ambiente y que permitan mejorar la producción se ha convertido en un objetivo primordial en la modernidad [5]. El sistema hidropónico ayuda a este objetivo ya que su efectividad es dos veces mayor al tradicional donde su principal atributo es que puede ser repetible lo que brinda menores limitaciones para el desarrollo en masa de productos agrícolas asegurando así un modelo sostenible y libre de contaminantes o químicos peligrosos que puedan alterar al ambiente o a los consumidores [4]. Esta solución se vuelve viable debido a que cada vez existen menos zonas dedicadas para la agricultura gracias al crecimiento de las ciudades o por el cambio climático, por lo que el adaptar las ciudades para poder producir alimentos de calidad será esencial para asegurar su desarrollo sostenible [6].

La agricultura urbana resulta una alternativa para el autoabastecimiento de las ciudades y garantiza la sostenibilidad [1]. Existen varias alternativas agrícolas que permiten cumplir este fin entre las que se destaca cuatro, la primera es el método tradicional que trata de la siembra en recipientes. La persona debe estar pendiente día a día del riego y el cuidado del cultivo. La segunda es la acuaponía, en esta técnica se utilizan sensores que permiten la recirculación y oxigenación del agua. También se incluyen peces que generan nitritos/nitratos para alimentar las plantas, que luego purifican el agua y devuelven la energía a los peces [7]. Como tercera alternativa tenemos el farmbot que trata de una máquina de agricultura robotizada con rieles y automatizaciones para la siembra, que permite el control de malezas, riego de agua automático, informe de los cultivos que ya se pueden cosechar y una menor intervención del ser humano. Finalmente, la hidroponía que con canales permite la acumulación de agua y se adelanta un riego programado, que le da al cultivo de plantas soluciones minerales sin el uso de tierra, así se garantiza que no aparezcan insectos ni plagas [8].

La hidroponía es una modalidad de manejo de plantas que hace factible su cultivo sin suelo. Con esta metodología se pueden producir plantas del tipo herbáceo principalmente, además que se aprovechan áreas o sitios no convencionales típicos de ambientes urbanos, refiriéndose, así a las grandes ciudades; el mantenimiento de estos cultivos se consigue con recursos relativamente bajos y en ambientes controlados [4]. Un cultivo de plantas necesita lo siguiente: luz, temperatura, agua y nutrientes. Todos estos insumos necesarios para el desarrollo correcto de las plantas pueden ser suministrados y controlados usando el sistema hidropónico. Por otra parte, el rendimiento de los cultivos hidropónicos puede llegar a duplicar al de un cultivo tradicional en suelo. Sin embargo, el control de las condiciones de crecimiento es crucial, un ligero desbalance puede arruinar todo el plantío [4].

El objetivo del cultivo hidropónico es crear una opción innovadora y controlada para el consumidor en zonas urbanas en donde la falta de espacio es el principal factor a tener en cuenta. En otros ámbitos se persigue entregar de forma natural y fresca hortalizas y verduras que puedan tener un gran valor nutricional y con bajo nivel de contaminación química [9].

Este trabajo de aquí en adelante se compone de la siguiente forma, en el desarrollo se especificará ciertos aspectos históricos de la hidroponía donde también se definirán los principales métodos utilizados para los cultivos

hidropónicos en el que se buscará elegir el método que mejor desempeño tenga en los ambientes señalando su ventajas y desventajas. Como siguiente punto se realiza una descripción de la metodología utilizada para el desarrollo del documento; para finalizar se incluyen un apartado en el que se definen los resultados obtenidos a partir de la comparación donde incluso se resumen los diferentes métodos hidropónicos.

II. DESARROLLO

La hidroponía es una técnica ancestral que es más antigua de lo que se imagina, existe referencia de que fue utilizada en la antigua China, India, Egipto e incluso en la cultura Maya, el más destacado sobre el origen de la hidroponía hace alusión a los jardines colgantes de Babilonia los cuales mostraban grandes jardines colocados en terrazas de piedras de forma escalonada, en las que se sembraron diversos árboles, arbustos y flores [10]. Para poder conservar las plantas se creó un sistema de riego que transportaba el agua desde el pozo hasta la parte más elevada del jardín y por la acción de la gravedad esta recorría el resto del sembrío. En el continente americano los primeros en utilizar la hidroponía fueron los Aztecas debido a que sus enemigos les negaron el uso de tierras fértiles por lo que tuvieron que optar por alternativas para sus cultivos. Básicamente utilizaban balsas de caña y colocaban tierra de lago sobre estas en las que cultivaban flores y verduras con lo cual conseguían obtener alimentos a través del uso de una balsa flotante [4].

En una perspectiva más moderna, Helmont en 1600 [11] documentó los primeros registros sobre el crecimiento de plantas en sustancias nutritivas, posteriormente los científicos alemanes Sachs y Knop [12] demostraron que las plantas pueden crecer en un medio inerte con solución nutritiva a base de agua, así mismo Boyle [11] es considerado como el padre de la idea de hacer crecer plantas en agua, debido a sus múltiples experimentos por intentar hacer crecer plantas en vasos con agua en la cual describe que existen múltiples soluciones que permiten que las plantas prosperen.

En el siglo XX William F. Gricke [13] describe el proceso de la hidroponía como agua que trabaja, ya que su sistema de producción se basa en el crecimiento de las raíces de las plantas que se van a cultivar debido a que no son colocadas en el suelo. Durante la segunda guerra mundial permitía el abastecimiento de alimentos a las tropas y no fue hasta 1950 que la hidroponía se extiende de forma comercial a través del mundo.

A. Hidroponía en la actualidad

En la actualidad, la hidroponía ha sido considerada como una forma de tener productos agrícolas catalogados como orgánicos. El hecho de que esta metodología de siembra y cosecha implica un control detallado de los nutrientes en las plantas o en la esterilidad del cultivo suele utilizarse como un argumento suficiente para catalogar los alimentos cosechados por este medio se pueden clasificar como orgánicos. La hidroponía es una de las formas actuales de producir alimentos. Estas hortalizas muestran signos de alta calidad alimenticia y seguridad de consumo. El camino que siguen los productores de este mercado es que si es más rentable el aprovechamiento de espacios en altura para producir mostrando que las cantidades obtenidas por semillas plantadas es superior que en plantíos normales. Muchos productores han demostrado incluso, que en ciertos cultivos o productos estos se encontraron con mayor valor nutricional que productos hechos en condiciones tradicionales. De hecho, se menciona que el suelo no es indispensable para que las plantas adquieran los nutrientes necesarios para su desarrollo, la hidroponía ha logrado que la ciencia logre los mismos o mejores resultados que usando los métodos normales de siembra. El nivel de investigación en hidroponía es muy alto durante las últimas décadas. Esto permite ver que, en tiempos actuales, la hidroponía ha tomado protagonismo dentro del mercado en el que se ha establecido [14].

B. Técnicas hidropónicas

La mayoría de las técnicas de producción en hidroponía son de sistema cerrado, la sustancia nutritiva excedente se recupera y luego de restablecer su composición química, es nuevamente utilizada [15]. A continuación, se presentan varios tipos de técnicas hidropónicas.

C. Técnicas recirculantes

Las raíces están sumergidas en una solución nutritiva, en la cual se regulan constantemente su pH, aireación y concentración de sales. La variante más conocida es la Técnica de Película Nutriente (NFT), basada en la recirculación constante de la solución nutritiva en contacto con la parte baja de la raíz [16].

Por lo que se basa principalmente en lo que es la reducción del espacio buscando que no tenga mucha sepa-

ración de una planta a la otra, sino solo lo adecuado, comúnmente esta técnica se utiliza para la producción de hortalizas ya que se puede supervisar de una forma más detallada y dar una mejor calidad del producto [17].

Las ventajas que presenta la técnica de recirculación como es que el crecimiento de las hortalizas sea mucho más, el ahorro de fertilizantes de un 50% a 35% manteniendo las raíces en contacto con el agua que circula con una solución nutritiva permanente, logrando el crecimiento rápido de las plantas al estar en contacto directo con los minerales de manera continua, y favoreciendo la oxigenación [18]. Adicionalmente al ser un sistema recircular disminuye el uso excesivo del agua, además del aprovechamiento del espacio debido a que se puede cultivar en niveles logrando tener más hortalizas de forma más pequeña, sin embargo, la implementación de esta técnica es algo un poco costosa pero rentable después [4].

Las desventajas de esta técnica es que requiere de un cuidado mucho más adecuado, es decir que al ser de recirculación los nutrientes están en constante movimiento por lo que hay que fijarse que todas las hortalizas contengan los nutrientes, la cantidad necesaria y que circule bien para que así de buenos resultados [18]. Otra desventaja es que este necesita luz propia para el crecimiento de las plantas lo que implica que cuando exista alguna pérdida de luz puedan tardar en el crecimiento y causar un problema en el sistema, teniendo en cuenta que la implementación de esta instalación es costosa pero que a la final de buenos resultados [19].

D. Técnicas estacionarias o de raíz flotante

Consiste en utilizar contenedores de cualquier tipo de material el cual no debe permitir el paso de luz protegido por una tapa con orificios encargada de sostener al cultivo permitiendo que las raíces estén en contacto con la solución nutritiva [20].

Por este motivo debe tenerse en cuenta que este sistema depende de la aireación la cual genera oxígeno esencial para la raíz. Esto puede hacerse de forma manual, moviendo el agua utilizando cualquier objeto que esté limpio o de forma automatizada, utilizando una bomba de aire para peceras y un temporizador para programar los periodos de aireación [21].

Existen varias ventajas dentro de esta técnica como la acumulación de sales insolubles en el sustrato es mínima debido a que la solución discurre continuamente de arriba hacia abajo. Además, tiene un bajo costo e independiente del uso de energía extra [21]. La técnica estacionaria de raíz flotante permite cultivar en lugares donde hay condiciones ambientales limitantes tales como escasez de agua o falta de suelos aptos para cultivos. Se elimina la necesidad de utilizar herbicidas ya que no hay tierra donde puedan crecer hierbas intrusas y con ello se ahorra dinero, tiempo y esfuerzo [21].

Dentro de las desventajas tenemos la absorción de nutrientes por parte de la planta es más lenta que en los casos anteriores y por lo tanto el rendimiento del sistema es menor (). Nunca consigue recuperarse el 100% de la solución nutritiva de la escorrentía y necesita riegos para limpiar las bandejas de recogida, por lo que el consumo de agua es mayor [20]. No está disponible para todas las especies de plantas, como por ejemplo los árboles frutales o los vegetales de fruto subterráneo como las papas, las zanahorias y otros tubérculos. Es una tecnología agrícola que requiere muchos detalles y atenciones particulares que se minimizan en la agricultura en tierra. De esto también dependerá el éxito o fracaso de los cultivos [20].

E. Técnicas aéreas o aero ponía

Esta técnica fue desarrollada por la NASA con el fin de poder cultivar plantas en el espacio puesto que se la considera muy superior a la hidroponía tradicional [22], esta consiste en mantener las raíces libres de cualquier otro medio quedando en contacto con el aire y dentro de un medio oscuro. La solución nutritiva se aplica en forma de nebulización por medio de nebulizadores, controlados por temporizadores [23]. En adición esta técnica contiene múltiples ventajas entre las cuales está su sencillez puesto que su nivel de crecimiento es mucho mayor al que se consigue en suelos agrícolas [24] otra ventaja radica en la facilidad de armado en la que casi cualquier persona podría implementarla en zonas urbanas sin una complejidad excesiva ya sea en sótanos o almacenes, además que se considera de los más cómodos para colocarse en zonas urbanas ya que sus condiciones incluso las convierten en las más óptimas para el control y automatización ya sea con controladores bases como Arduino o microprocesadores como Raspberry Pi [25]. También se destaca ya que a diferencia de otras no requiere de bandejas ni de nada parecido para contener agua líquida, además de que permite una mayor cantidad de tipos de cultivo puesto que en este método se absorben aún más vitaminas y minerales [22].

Por otro lado, tiene unas cuantas desventajas y es en relación a la cantidad que se puede producir puesto que

es algo más limitada que en los demás casos [24]. Adicional a esto, requerirá también de un mayor nivel de conocimiento si se desea controlar de forma automática ya que a nivel de funcionamiento es un proceso aún más complejo [25]. Por último, el impacto ambiental de esta técnica se manifiesta de forma positiva puesto que le permite utilizar incluso agua contaminada para preparar las soluciones nutritivas, algo a destacar es que usa un 90% menos de agua que en un sistema hidropónico normal [22] y hasta un 95% menos que en un cultivo tradicional en suelos permitiendo que esta pueda recircular en todo el proceso [25].

F. Técnicas de sustratos (orgánicos o inorgánicos)

Se parece en muchos aspectos al cultivo convencional en tierra y es el más recomendado para quienes se inician en la hidroponía. En lugar de tierra se emplea algún material denominado sustrato, el cual no contiene nutrientes y se utiliza como un medio de sostén para las plantas, permitiendo que estas tengan suficiente humedad, y también la expansión del bulbo, tubérculo o raíz.

Una de las ventajas más importantes de la hidroponía con el uso de sustratos es el hecho de que se puede trabajar con un sustrato totalmente desinfectado. Esto otorga control máximo sobre la esterilidad del cultivo, algo que los consumidores aprecian. Las raíces se adhieren al sustrato dando soporte y agarre, prescindiendo por completo del suelo. Los nutrientes se suministran por medio del agua de riego del cultivo. Es la manera principal de sustituir el suelo en este tipo de cultivo y, además, el sustrato interviene en el proceso de respiración de la planta, tanto en el proceso físico como en el químico. La actividad respiratoria depende de la presencia del sustrato [4].

En cuanto a la respiración la disponibilidad de oxígeno es fundamental. El proceso se puede estancar en los sustratos hidropónicos o se puede dar falta de aireación por acumulación de CO₂ [4]. Se manejan dos tipos de sustratos: sistemas que funcionan con inundación periódica o sistemas que tienen un sustrato de retención de baja retención de agua y elevada aireación, por lo tanto, requiere de riegos mucho más frecuentes [4].

En las ventajas de la técnica de sustratos se tiene que facilitan el manejo del cultivo, se suelen usar en cultivos de mediana y gran escala, donde es altamente redituable. Ofrece un buen drenaje, ahorra fertilizantes, es fácil de esterilizar y el sistema de riego se puede automatizar con facilidad [9].

Finalizando, las desventajas que se podrían dar puede ser un gasto de instalación alto, se necesita un tanque de almacenamiento para la solución nutritiva. El sustrato puede sufrir cambios bruscos de temperatura y las plantas son más sensibles al nivel de PH, a los nutrimentos y a la temperatura de la solución [9].

III.METODOLOGÍA

Para obtener la información necesaria que permitiera la realización del artículo se optó por filtrar y elegir varios textos científicos con impacto en el ámbito de la hidroponía o ambiente con el fin de encontrar información relevante sobre los diferentes medios y alternativas para la generación de campos y estructuras hidropónicas en ambientes urbanos para así compararlas con otro método que igual tienen fama de ser amigables con el medio ambiente. Todos estos estudios sirvieron para mostrar un contraste entre la hidroponía y los demás métodos con el cual se pudo determinar qué factores en la hidroponía terminan por arrojar lo mejores resultados para obtener un huerto productivo que permita la producción de vegetales y hortalizas para consumo doméstico e incluso su posible comercialización.

Los artículos incluían diversidad de información que mostraba cómo diferentes productos pueden ser producidas en la hidroponía de acuerdo con diversas sus técnicas. Hay que aclarar que cada tipo de cultivo hidropónico demostró tener diversos resultados los cuales pueden ser óptimos dependiendo de factores como el tipo de vegetal, la forma de tratamiento o la concentración de las sustancias del medio nutritivo, puesto que todos estos permiten mejorar la calidad y eficiencia de los diversos tipos de cultivos.

Algunas de las especies más comunes que pueden crecer en un entorno hidropónico son las: lechugas, acelgas, rúcula, tomate, rábanos, tomates, col, pepinos, espinacas, frijoles, cebollas, albahaca, fresas, arándanos, entre otras. Esto es resultado a las condiciones que los cultivos hidropónicos puesto que no son afectadas por plagas como trips o pulgones ya que estas plagas solo pueden generarse en un ambiente donde predomine la tierra.

Entre las características de este sistema se destaca que:

- No utilizará gran cantidad de agua puesto que solo se suministra las cantidades correctas en el momento correcto.
- Es un proceso que requiere de mucha precisión ya que cada factor importa dentro de este tipo de cultivos.
- Utiliza menor recursos ya que es un sistema cerrado en el que recircula el agua y la solución nutritiva.

•Durante el invierno la cantidad de agua consumida por las plantas es mucho menor que en el verano por lo que significa un gran ahorro de recursos.

•El ahorro de agua se debe al proceso de ósmosis inversa donde se le saca todas las sales dejando un agua destilada y luego se agregan los nutrientes necesarios para que la planta se desarrolle.

Al no necesitar grandes cantidades tierras estos sistemas hidropónicos son excelentes para espacios reducidos como departamento o azoteas, pero estas deben cumplir las siguiente condiciones: tener luz directa de proveniente de un toma corriente de 110 V junto con una bomba para transportar el agua y un temporizador que permitirá determinar el tiempo que cada planta necesitará para absorber la sustancia nutritiva, su tamaño puede ser ajustado, desde solo ser del tamaño de una maceta que permite cultivar hasta 3 plantas que utilizaran 3 litros de agua o también se puede cultivar una parcela entera utilizando más de 20000 litros de agua que pueden llegar a ser utilizados entre 30 y 40 días. El tamaño mediano de una estructura hidropónica suele ser de 120 cm de alto por 120 cm de ancho y de 52 cm de profundidad con la capacidad de contener hasta un máximo de 96 plantas acomodado de forma modular en tres pisos.

En la tabla 1 se muestra las principales características que deben tener una despensa hidropónica dentro de ambientes urbanos.

Tabla 1. Jerarquización y categorización de características

JERARQUIZACIÓN Y CATEGORIZACIÓN		
Durabilidad	1	Qué la despensa tenga larga vida util
Ecologico	2	Qué la despensa utilice materiales reciclables
Facil Instalacion	3	Qué el montaje de la despensa sea sencillo
Instructivo	4	Qué la despensa cuente con un manual de instrucciones para su uso
Diseño	5	Qué el diseño de la despensea este acorde a las necesidades del cliente
Poco espacio	6	Qué la despensa ocupe un minimo espacio
Facil Uso	7	Qué la despensa sea de facil manipulacion
Mantenimiento	8	Qué el costo del mantenimiento sea bajo
Calidad	9	Qué la despensa cumpla con los estandares de calidad requerido
Accesibilidad	10	Qué la despensa tenga un bajo costo

En la siguiente figura se muestra un prototipo de la despensa hidropónica en relación a las características más importantes respecto a durabilidad, cuidado ambiental, fácil instalación, espacio, calidad y accesibilidad



Fig. 1. Diseño de despensa hidropónica

IV.RESULTADOS

La técnica que posee mayor potencial dentro de este entorno del desarrollo humano es la hidroponía simplificada o de recirculación. Este método consiste en hacer del agua de riego un ciclo de recirculación y se puede reutilizar en los mismos cultivos. Además del reciclaje de agua de riego también se pueden volver a utilizar muchos otros materiales para el sostén de los cultivos; este método específicamente se desarrolla sin el uso de suelos de siembra. Por lo tanto, se suelen usar materiales reciclados para construir las bases del cultivo hidropónico [26].

A parte de esta evidente ventaja dentro del entorno urbano, existen varias razones por las cuales esta metodología de sembrío puede ser muy bien aprovechada dentro de las ciudades como cultivos familiares o en centros del sector público. A continuación, se pueden mencionar las más relevantes: fomenta el uso de espacios limitados, lo cual representa una ventaja en espacios urbanos. Elevado índice de eficiencia en cuanto al uso de agua de riego se trata por el hecho de la recirculación de esta. Se suele dar mayor rendimiento de cultivo por la alta productividad y el menor tiempo entre cosechas del sembrío, esto hace que el resultado final sea mayor al obtenido en condiciones normales. Otra ventaja es la facilidad de aprendizaje de la metodología, lo que la hace más accesible para las personas que buscan tener productos realmente frescos dentro de las ciudades. La mano de obra es mínima y de baja preparación [26].

Finalmente, este método de producir cultivos mediante la hidroponía simplificada es altamente eficiente, se cosechan productos de alta calidad y completamente saludables. Las frutas y verduras son de alto valor tanto para la vida en general como para nuestra propia salud al incluir estos productos dentro de nuestros hábitos alimenticios [26].

A modo de resumen final, se incluye la siguiente tabla de resultados en la cual se destacan las principales ventajas, desventajas e impacto ambiental de las principales técnicas hidropónicas que fueron mencionadas a lo largo de este documento.

Tabla 2. Matriz de comparación entre las diversas técnicas hidropónicas.

	Técnicas Hidropónicas	Ventajas	Desventajas	Impacto Ambiental
1	Técnica estacionaria	• La acumulación de sales insolubles en el sustrato es mínima. • Tiene un bajo costo e independiente del uso de energía extra. • Permite cultivar en lugares donde hay condiciones ambientales limitantes. • Elimina la necesidad de utilizar herbicida.	• La absorción de nutrientes por parte de la planta es más lenta. • Nunca consigue recuperarse el 100% de la solución nutritiva. • No está disponible para todas las especies de plantas. • Requiere muchos detalles y atenciones particulares.	• El consumo de agua es considerablemente menor, dependiendo claro del clima. • El impacto ambiental de la hidroponía es considerablemente mucho menor, porque evita el uso de herbicidas.
2	Técnica Recirculante	• Facilita el tiempo de cosecha • Aprovechamiento del espacio • Ahorro de fertilizantes • La instalación es más sencilla • El crecimiento es mucho más rápido	• Requiere de un cuidado adecuado • Necesita de luz propia para el crecimiento de las plantas • Gastos de instalación altos	• Menor gasto de agua • Ahorra del 50% al 35% del uso de fertilizantes • Evita el uso de los pesticidas y plaguicidas
3	Técnica Aeropónica	• Mayor tipos de cultivos • Menor agua y mas rendimiento • Conveniente en lugares urbanos • Posible desarrollo en sótanos o almacenes • Fácil de armar • Absorbe gran cantidad de vitaminas y minerales	• Menor cantidad de cultivos • Depende de la solución nutritiva, sin errores • Para automatización requiere de mucho conocimiento	• Posibilidad de usar aguas grises • Agua que puede recircular • 90% menos agua que en otro sistemas hidropónicos • 95% menos agua que en cultivos en suelo
4	Técnica de Sustratos	• Facilita el manejo del cultivo. • Ofrece un buen drenaje y ahorra fertilizantes. • Cultivo fácil de esterilizar. • El sistema de riego es de fácil automatización.	• Gasto de instalación alto. • Infraestructura más elaborada. • El sustrato es susceptible a cambios bruscos de temperatura. • Las plantas son sensibles al nivel de PH y a la temperatura de la solución.	• Ahorro de fertilizante y evita el uso de pesticidas por la facilidad de desinfección y control. • Reciclaje del sistema de riego.

V.CONCLUSIONES

De los resultados del análisis comparativo se puede concluir que la mejor técnica de los sistemas hidropónicos es la simplificada o de recirculación aumentando así la posibilidad de poder minimizar el consumo de agua mediante un ciclo donde se reutiliza en los mismos cultivos, incrementando el rendimiento y la rentabilidad de la producción de los alimentos como son las hortalizas, frutas y verduras de alta calidad, y sostenibles para el medio ambiente, sin ocupar el suelo teniendo contacto directo con el agua hacia las raíces y los nutrientes, efectivizando así el crecimiento más rápido de los mismos.

Por otra parte, los métodos hidropónicos son fundamentales para poder minimizar el tiempo de cosecha de los alimentos que son más conocidos por ser orgánicos, debido a que no contiene productos químicos y que no son procesados con aditivos, teniendo así un mayor rendimiento en lo que es la calidad del alimento, un ahorro significativo de agua y en algunos casos de energía y la disminución de usos de pesticidas que a largo pueden causar daños a la salud, se considera también que tienen mayor relación de lo que es el costo beneficio, sin tener dependencia de los suelos.

Finalmente, al optar por esta opción de la hidroponía conlleva a tomar en cuenta una idea de innovadora y que se puede controlar para el consumidor dentro de las zonas urbanas en donde la mayoría de los problemas es la falta de espacio, por lo que al estudiar esta alternativa se pudo observar que una de sus principales características es la optimización del espacio debido a que se pueden cultivar en niveles, teniendo como resultado más alimentos cosechados de una manera fresca y sana.

REFERENCIAS

- [1] J. López, «La producción hidropónica de cultivos,» IDESIA (Chile), vol. 36, n° 2, pp. 139-141, 2018.
- [2] J. Lee, A. Rahman, J. Behrens, C. Brennan, B. Ham, H. Seok Kim, C. Won, S. Yun, H. Azam y M. Kwon, «Nutrient removal from hydroponic wastewater by a microbial consortium,» New Biotechnology, vol. 41, pp. 15-24, 2018.
- [3] H. Ku, C. Tiong, A. Suresh y B. Ong, «“Active” hydroponic greenhouse system to kick-start and augment reforestation program through carbon sequestration e an experimental and theoretical feasibility study,» Journal of

Cleaner Production, vol. 129, pp. 637-646, 2016.

[4] J. Beltrano y D. Gimenez, Cultivo en hidroponía, Buenos Aires: Universidad de la Plata, 2015.

[5] L. Ramírez, M. Pérez, P. Jiménez, H. Giraldo y E. Gómez, «Evaluación preliminar de sistemas acuapónicos e hidropónicos en cama flotante para el cultivo de orégano (*Origanum vulgare*: LAMIACEAE),» Revista Facultad de Ciencias Básicas, vol. 7, nº 2, pp. 242-259, 2011.

[6] S. Hosseinzadeh, D. Testai, M. BKheet y J. De Graeve, «Degradation of root exudates in closed hydroponic systems using UV/H₂O₂: Kinetic investigation, reaction pathways and cost analysis,» Science of the Total Environment, vol. 1, pp. 1-9, 2019.

[7] N. Camarena, A. Rojas y M. Santos, «Fluoride bioaccumulation by hydroponic cultures of camellia,» Chemosphere, vol. 136, pp. 56-62, 2015.

[8] W. Wang, Y. Ma, L. Fu, Y. Cui y M. Yaqoob, «Physical and mechanical properties of hydroponic lettuce for automatic harvesting,» Information processing in agriculture, vol. 1, pp. 2214-3173, 2020.

[9] M. Zárate, Manual de Hidroponia, Coyoacán: Universidad Autónoma de México, 2014.

[10] S. Magwaza, L. Magwaza, A. Odindo y C. Buckley, «Partially treated domestic wastewater as a nutrient source for tomatoes (*Lycopersicon esculentum*) grown in a hydroponic system: effect on nutrient absorption and yield,» Heliyon, vol. 6, nº 12, pp. 2405-8440, 2020.

[11] C. ARANO, «Hidroponía: Algunas páginas de historia,» Tecnología de Producción, nº 58, pp. 24-32, 2007.

[12] G. Guzmán, Hidroponia en Casa: Una actividad familiar, Costa Rica: Ministerio de Agricultura y ganadería, 2004.

[13] J. Gilsanz, HIDROPONIA, Montevideo: Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología, 2007.

[14] C. Miller, «El debate de hidroponia orgánica: Perspectivas norteamericanas sobre si la producción hidropónica merece ser certificada como orgánica,» Productores de Hortalizas, nº 6, pp. 36-38, 2017.

[15] A. Herrera, «Manejo de la solución nutritiva en la producción de tomate en hidroponía,» Terra Latinoamericana, vol. 17, nº 3, pp. 221-229, 1999.

[16] C. Espinal y D. Matulić, «Recirculating Aquaculture Technologies,» Biomedical and Life Sciences, pp. 35-76, 2020.

[17] H. Resh, «Técnicas de cultivo con flujo laminar de nutrientes,» de Cultivos Hidropónicos, España, Mundo-Prensa, 2001, pp. 35-37.

[18] P. Blanca y L. Teresa, «Sistemas recirculantes y su interés en el cultivo de ornamentales,» Tecnología de producción, nº 35, pp. 34-36, 2006.

[19] C. Magán, «Recirculación de las soluciones nutritivas, Manejo y Control Microbiológico,» InfoAgro, nº 2, pp. 1-2, 2016.

[20] S. Goddek, A. Joyce, B. Kotzen y M. Dos-Santos, «Aquaponics and Global Food Challenges,» Aquaponics Food Production Systems. Springer, vol. 1, nº 1, pp. 3-17, 2019.

[21] S. G. Verdoliva, D. Gwyn Jones, A. Detheridge y P. Robson, «Controlled comparisons between soil and hydroponic systems reveal increased water use efficiency and higher lycopene and β -carotene contents in hydroponically grown tomatoes,» Scientia Horticulturae, pp. 3002-4238, 2020.

[22] A. Chaudhry y V. Mishra, «A Comparative Analysis of Vertical Agriculture Systems in Residential Apartments,» de 2019 Advances in Science and Engineering Technology International Conferences (ASET), Dubai, United Arab Emirates, United Arab Emirates, 2019.

[23] T. Mazhar, G. Jianmin, L. Imran, S. Kashif, Q. Waqar, S. Sher y C. Jiedong, «Modern plant cultivation technologies in agriculture under controlled environment: a review on aeroponics,» Journal of Plant Interactions, vol. 13, nº 1, pp. 338-352, 2012.

[24] K. Janiak, A. Jurga, J. Kuźma, W. Breś y M. Muszyński, «Surfactants effect on aeroponics and important mass balances of regenerative life support system – Lettuce case study,» Science of the Total Environment, vol. 718, nº 137324, pp. 1-12, 2020.

[25] F. Rahman, I. Jahan, R. Biplob, N. Farhin y J. Uddin, «Automated Aeroponics System for Indoor Farming using Arduino,» de 2018 Joint 7th International Conference on Informatics, Electronics & Vision (ICIEV) and 2018 2nd International Conference on Imaging, Vision & Pattern Recognition (icIVPR), Kitakyushu, Japan, 2018.

[26] M. Caldeyro Stajano, «La Hidroponía Simplificada como Tecnología apropiada, para implementar la Seguridad Alimentaria en la Agricultura Urbana,» Cuadernos del CEAgro, nº 8, pp. 71-76, 2006.

RESUMEN CURRICULAR



Michelle Rodríguez, Estudiante de pregrado de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad de las Américas, originario de Ecuador



Juan Sebastián Andrade, Estudiante de pregrado de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad de las Américas, originario de Ecuador



Carlos Lucano, Estudiante de pregrado de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad de las Américas, originario de Ecuador



Vanessa Albuja, Estudiante de pregrado de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad de las Américas, originario de Ecuador

Evaluación de herramientas digitales para la gestión del portafolio educativo

Montaño Flores Dolores

lolym19@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-6373-8139>
Universidad Católica del Ecuador

Esmeraldas-Ecuador

Recibido (20/12/2020), Aceptado (10/02/2021)

Resumen: El portafolio digital educativo, es una herramienta virtual que combina recursos tecnológicos con el objeto de fortalecer los procesos de enseñanza-aprendizaje, permitiendo desarrollar criterios activos y participativos en circunstancia de docente y estudiante. La investigación describe los procesos de enseñanza- aprendizaje proponiendo nuevos sistemas pedagógicos y mejoramientos de la metodología académica. Así mismo, se proponen estrategias para contribuir con el desarrollo educativo como fuente fundamental para la solución de los graves problemas que afectan a la educación actual; además se pudo determinar que el uso de herramientas virtuales durante los procesos académicos motivará los aprendizajes de los estudiantes de forma activa, dinámica e interactiva, considerando que es de trascendental importancia que las unidades académicas, cuenten con un sistema informático que organice su documentación formativa con el propósito de administrar los procesos didácticos pedagógicos de forma óptima. Finalmente, los resultados muestran que es fundamental el uso del portafolio digital educativo, como una herramienta virtual que facilita al docente evaluar las competencias del estudiante durante el proceso de enseñanza-aprendizaje, utilizando metodologías acordes a la educación actual con la finalidad de potencializar las habilidades con criterio de desempeño.

Palabras Clave: Herramientas digitales, proceso de enseñanza-aprendizaje, portafolio digital educativo.

Evaluation digital tools for the management the portafolio educational

Abstract: The educational digital portfolio is a virtual tool that combines technological resources in order to strengthen the teaching-learning processes, allowing the development of active and participatory criteria in teacher and student circumstances. The research describes the teaching-learning processes proposing new pedagogical systems and improvements in academic methodology. Likewise, strategies are proposed to contribute to educational development as a fundamental source for solving the serious problems that affect current education; In addition, it was determined that the use of virtual tools during the academic processes will motivate the learning of students in an active, dynamic and interactive way, considering that it is of transcendental importance that the academic units have a computer system that organizes their training documentation with the purpose of managing the pedagogical didactic processes in an optimal way. Finally, the results show that the use of the educational digital portfolio is essential, as a virtual tool that facilitates the teacher to evaluate the student's competencies during the teaching-learning process, using methodologies according to current education in order to enhance skills with performance criteria.

Keywords: Digital tools, teaching-learning process, educational digital portfolio.



I. INTRODUCCIÓN

Los procesos de enseñanza aprendizaje tuvieron cambios trascendentales a nivel mundial, con la aparición de las nuevas Tecnologías de la Información y la comunicación (TIC), permitiendo llevar programas de enseñanza innovadores, apoyados en recursos facilitadores de la herramienta internet. Los procedimientos de evaluación docente, van a la par a los cambios educativos, en la actualidad los sistemas escolares aún mantienen la cultura de calificación y medición más que de evaluación.

De igual manera, los métodos de enseñanza aprendizaje han evolucionado a causa del mundo globalizado, desarrollando cambios sociales, educativos y radicales, enfatizándose en alternativas ajustadas en el aprendizaje de los estudiantes, donde puedan ser evaluados durante el proceso académico de forma individual y grupal, dejando a un lado sus capacidades memorísticas, centrándose en preparar al individuo en seres críticos, participativos, cooperativos y reflexivos.

Otros autores [2] afirman que el portafolio ha facilitado la organización de la información del trabajo docente, lo que generó mayor sistematicidad de la reflexión sobre su práctica educativa y promovió al uso de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) en los procesos de planificación y evaluación, la carpeta digital misma, fue percibida por ellos como una innovación de su práctica educativa al ser valorada como una herramienta TIC novedosa y versátil.

Por otro lado, Chavarro [3] considera como estrategia de aprendizaje, el portafolio electrónico, que brinda la posibilidad de aprender del error, de mejorar el trabajo en equipo y retroalimentar permanentemente su proceso de elaboración y el logro de las competencias propias del programa de formación, lo cual está acorde con las corrientes constructivistas del aprendizaje, constituyen así las bases de los modelos pedagógicos contemporáneos.

El portafolio educativo sistematiza y organiza la información proporcionada por los docentes, agrupando un conjunto de herramientas informáticas que proporcionan la recolección de información y permitir la entrega de portafolios en el tiempo esperado.

El uso del portafolio electrónico permite monitorear los avances de los estudiantes, facilitando el seguimiento de las actividades que realizan digitalmente en clase, por ello se exige al profesorado prepararse continuamente y renovar su metodología de enseñanza, conociendo el uso adecuado de los portafolios electrónicos, ya que las TIC han llegado a la comunidad educativa de manera inesperada, además, esta preparación e integración de tecnologías, tiene como objeto concebir que los estudiantes a través de este cambio metodológico reflexionen sobre los resultados de aprendizajes generados mediante la web.

En síntesis, en relación a las teorías mostradas, las nuevas propuestas educativas en torno a la necesidad de mejorar los ambientes de enseñanza, que contribuyan a la calidad de la educación y la calidez con métodos formativos, se hace prescindible aplicar herramientas digitales que permitan mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje. Por lo tanto, en cumplimiento, en lo manifestado en el art.3, de los niveles de gestión del sistema de educación intercultural del Ecuador [5], se afirma que la educación es el nivel de gestión desconcentrado, encargado de asegurar la cobertura y la calidad de los servicios educativos del Distrito en todos sus niveles y modalidades, desarrollar proyectos y programas educativos, planificar la oferta educativa del Distrito Escolar, coordinar las acciones de los circuitos educativos interculturales o bilingües de su territorio y ofertar servicios con el objeto de fortalecer la gestión de la educación de forma equitativa e inclusiva, con pertinencia cultural y lingüística, que responda a las necesidades de la comunidad; cada distrito educativo intercultural y bilingüe debe corresponder al territorio definido por el Nivel Central de la Autoridad Educativa Nacional, en concordancia con el Plan Nacional de Desarrollo.

EL siguiente trabajo consistió en evaluar las herramientas digitales para la Gestión del Portafolio Educativo, como una herramienta digital necesaria para el mejoramiento de los procesos académicos y la implementación de nuevas estrategias pedagógicas para el aprendizaje. El portafolio digital es un instrumento que combina las herramientas tecnológicas con el objeto de reunir trabajos que permitan el seguimiento y la evaluación del proceso de aprendizaje del estudiante, su uso es muy útil y tiene la capacidad de incorporar las nuevas tecnologías de la información y comunicación al proceso de aprendizaje. En resumen, el portafolio digital es un fichero donde se almacenan de forma ordenada todas las planificaciones o actividades de clases durante el proceso de enseñanza-aprendizaje presentando el progreso de sus logros y resultados.

Ante lo expuesto, la evaluación de herramientas digitales, sirven de análisis en la selección del mejor recurso digital, que al ser implementado en los centros educativos facilita los beneficios de promover aprendizajes activos, desarrollar competencias en el estudiante, compartir información sin importar distancia, facilidad de acceso desde

cualquier ordenador que se encuentre con servicio de internet.

El presente apartado se fundamentó en el conocimiento de las categorías digitales, para beneficios en el proceso de enseñanza-aprendizaje, favoreciendo el buen desenvolvimiento del docente y el desarrollo de habilidades en el estudiante. En la constitución de la república del Ecuador, literal 8 del artículo 347, se expresa la necesidad de incorporar las tecnologías de la información y comunicación en el proceso educativo y propiciar el enlace de la enseñanza con las actividades productivas o sociales.

El actual trabajo se compone de cinco secciones, la primera expone la introducción, la segunda describe el desarrollo teórico acerca de las herramientas digitales, en la tercera sección se describe la metodología utilizada para el desarrollo de los resultados, mientras que en la cuarta se exponen los resultados obtenidos en el análisis del trabajo, por último, se muestran las conclusiones planteadas en base al análisis de los resultados.

II.DESARROLLO

A.Herramientas Didáctica General.

Son cualquier tipo de soporte material o tecnológico que facilita o propicia el proceso de enseñanza-aprendizaje. Suele ser empleados por los educadores e instituciones pedagógicas o formativas, como una forma de complementar o de hacer más eficientes sus labores. En definitiva, los recursos didácticos, son mediadores para el desarrollo educativo, con el fin de elevar la calidad y eficiencia de las acciones pedagógicas [8]

Es importante señalar que las herramientas didácticas cumplen con roles importantes en la educación y rompe con los esquemas de la enseñanza convencional por lo que estimula y refuerza la firme interacción entre el estudiante y el docente, forjando flujos de conocimiento críticos y resultando así la adquisición de conocimiento de manera óptima.

B.Portafolio Digital.

Son procesos de enseñanza-aprendizaje y evaluación, que se radica en la aportación de conocimientos por parte del docente y estudiante. En ese contexto se expresa: El portafolio digital es un instrumento que combina las herramientas tecnológicas con el objeto de reunir trabajos que permitan el seguimiento y la evaluación del proceso de aprendizaje del estudiante, su uso es muy útil, y tiene la capacidad de incorporar las nuevas tecnologías de la información y comunicación al proceso de aprendizaje [6].

Se puede inferir ante lo expuesto, que es el espacio soportado por la TICS e internet, sirviendo en los procesos pedagógicos, permitiendo desarrollar criterios activos y participativos en circunstancia de docente y estudiante.

Características del portafolio digital.

El portafolio electrónico o digital permite incluir textos, gráficos o elementos de multimedia, que se pueden consultar en internet o en cualquier medio electrónico agrupa todo el material en formatos que son mucho más manejables, como CD, DVD y los distintos materiales incluidos pueden ser enlazados entre sí de modo que se puede acceder en cualquier momento a reflexiones, enlaces de interés de un determinado tema posibilita el control y la organización de los trabajos creados en los diferentes medios [9].

Cabe indicar que, a través del portafolio educativo, permite mostrar la evolución del proceso de enseñanza aprendizaje, estimulando la experiencia, reflexión e investigación del docente y estudiante.

Tipos de Portafolio

Es significativo indicar, para los procesos pedagógicos, se puede usar distintos tipos de portafolio:

- a)Portafolio de Evaluación: Mide el conocimiento individual en dominio de sus habilidades con carácter de desempeño, para obtener los logros alcanzados del docente y estudiante.
- b)Portafolio de Aprendizaje: Permite ofrecer información sobre los objetivos del aprendizaje.
- c)Portafolio de Resultado: Presenta información de los logros alcanzados a través de las mejoras en sus actividades prácticas.
- d)Portafolio de Transacción: Muestra evidencia en los cambios académicos en sus diferentes niveles [10] .

Además [10] afirma que otros elementos del portafolio deben incluir el mensaje de bienvenida, la foto, el

currículum académico y profesional, la explicación del portafolio, y otras necesidades que se amerite como los objetivos formativos, que conforman el aprendizaje del estudiante y la base de su evaluación. Además, es importante la inclusión del desarrollo de actividades de las diferentes asignaturas la reproducción de información durante el proceso académico (páginas web, correos electrónicos, videoconferencias, otros). Otros aspectos también se consideran importantes dentro del portafolio docente, como es el diario de campo, sitio donde el estudiante anota sus reflexiones referentes a su proceso de aprendizaje y realiza su autoevaluación de las utilidades. Además deben incorporarse la Guía del Docente, que incluye las instrucciones para el desarrollo del proceso académico, como los comentarios que han dirigido el aprendizaje del estudiante.

Es oportuno, expresar que el tipo de portafolio a utilizar depende del análisis y la necesidad específica del proceso de enseñanza-aprendizaje, en nivel de conocimientos, objetivos de aprendizaje, logros o muestra de evidencias, presentando en cualquiera de los casos sus respectivos elementos y en ese marco aprovechar la herramienta para la búsqueda de mejoras en los métodos educativos.

Ventajas del portafolio digital.

El portafolio digital presenta las siguientes ventajas. A continuación se expresa:

- Permite al estudiante ser activo, crítico, cooperativo y reflexivo, ayudándolo a fijarse metas, y asumir la responsabilidad de su aprendizaje, exige el uso del internet herramienta prescindible para los procesos de enseñanza-aprendizaje.

- Versatilidad del medio digital, permitiendo almacenar información en espacios virtuales, considerando espacios informáticos que simulan procesos reales generados por un ordenador, con la capacidad de poder compartir información sin restricciones y áreas temporales.

- Almacena y conserva información del estudiante en diferentes formatos aplicados.

Los beneficios antes expuestos, fortalecen los aprendizajes educativos, dando paso a mejoras pedagógicas, potencializando nuevos esquemas curriculares.

Conviene subrayar, la importancia de definir los procesos de enseñanza aprendizaje, en el tema plataformas para el control del uso de software.

Enseñanza-aprendizaje: Es el movimiento de la actividad cognoscitiva de los estudiantes bajo la dirección del maestro, hacia el dominio de los conocimientos, las habilidades, los hábitos y la formación de una concepción científica del mundo [11].

En definitiva, los nuevos procesos pedagógicos son los intercambios de conocimientos entre dos o más sujetos, el que enseña (profesor), y el/los aprendices (estudiantes) a través de la comunicación directa o indirecta con el uso de métodos, técnicas o medios tecnológicos, con el propósito de desarrollar en el estudiante destrezas con criterio de desempeño para prepararse y enfrentar los retos del convivir diario.

III.METODOLOGÍA

Se consideraron los métodos deductivo e inductivo, el método deductivo parte de hechos generales a particulares, pudiendo afirmar que el método deductivo se fundamenta en el razonamiento que permite formular juicios partiendo de argumentos generales para demostrar, comprender o explicar los aspectos particulares de la realidad.

En ese contexto, se observaron y analizaron hechos generales, que trataron las necesidades de mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje de los docentes del bachillerato de la Unidad educativa Ramón Bedoya Navia y de igual manera las formas y métodos de enseñanza que utilizan los docentes particularmente.

Con respecto al método inductivo, se basa de hechos particulares a generales, se fundamenta en el razonamiento que parte de aspectos particulares para construir juicios o argumentos generales. Mediante este método se formulan las teorías y leyes científicas. El método inductivo efectúa observaciones, las ordena y clasifica, a fin de extraer conclusiones de ámbito universal partiendo del cúmulo de datos particulares. En ese marco textual, la indagación del proyecto, se orientó en analizar hechos específicos, observando los métodos y técnicas de enseñanza de los docentes de la unidad educativa Ramón Bedoya Navia de la ciudad de Esmeraldas, con el fin de sugerir estrategias pedagógicas que garanticen a los educandos impartir enseñanza de calidad y calidez.

El tipo de investigación utilizada fue descriptiva, metodología que muestra sistemáticamente las características

de situaciones o áreas de interés, tomando en cuenta que este estudio se dirige fundamentalmente a los fenómenos sociales o educativos en una circunstancia temporal y espacial determinada.

El uso del Portafolio Digital Educativo, está diseñado por herramientas tecnológicas facilitadas por la web, que permite almacenar las actividades desarrolladas durante el proceso de enseñanza-aprendizaje, facilitando a los educandos y al educador ser seres dinámicos, críticos reflexivos y participativos.

El universo de estudio estuvo compuesto por el nivel de bachillerato de los docentes y estudiantes de la Unidad Educativa Ramón Bedoya Navia, para realizar posteriormente el análisis de resultados. La población estuvo compuesta por dos autoridades, 25 docentes y 255 estudiantes; al ser pequeña la población de autoridades y docentes, sus datos no justifican para obtener la respectiva muestra, por lo tanto, se realizaron entrevistas a los entes mencionados, mientras que, al total de estudiantes, se aplicó la ecuación (1):

$$n = \frac{N * \&^2 * Z^2}{(N - 1)E^2 + \&^2 * Z^2} \quad (1)$$

Siendo:

N= Universo o población

&=Desviación estándar de la población (0,5)

E= Límite aceptable de error (0,9)

Z= Nivel de confianza o nivel de significación (0,95)

Obteniendo un valor de 25,12 para la muestra de estudio.

Se utilizó un instrumento tipo cuestionario de preguntas formadas por 10 ítems, se les aplicó a los estudiantes de la entidad de estudio la cual permitió obtener la información objetiva sobre la opinión de los educandos acerca del uso de herramientas digitales que mejoren los procesos educativos. Entre los temas abordados se encuentran el nivel de satisfacción de aprendizaje, la comunicación entre docente y estudiante, el procesos de enseñanza del docente, la evaluación al desempeño docente, las tecnologías de la institución educativa, el ancho de banda de la institución, los recursos digitales para el proceso académico, el uso de herramientas digitales, el software de la documentación académica y el servicio de internet en los hogares; en la observación se empleó el instrumento de ficha de observación, permitiendo conocer y analizar la metodología utilizada por los docentes.

IV.RESULTADOS

La presente investigación tuvo como propósito estudiar y describir el uso de herramientas didácticas digitales para el proceso de enseñanza-aprendizaje, en su análisis de resultados se desarrolló un cuestionario de preguntas, formado por 10 cuestiones; el presente tratado solo se focaliza en las cuestiones más relevantes.

En la evaluación del nivel de satisfacción de los aprendizajes, el 44% de los encuestados expresaron que el nivel de satisfacción de los aprendizajes es alto, lo que muestra en gran magnitud la preocupación en los educadores en cumplir con las exigencias ministeriales actuales. En el mismo contexto el 40% de los participantes declararon tener muy alto grado los procesos académicos utilizados por el docente. Por el contrario, solo el 12% y el 4% de los estudiantes indicaron su satisfacción de aprendizajes es medio y bajo respectivamente; expresiones que se respaldan a la falta de motivación que los docentes les transmiten durante las horas clases. Esos resultados impulsan a la necesidad de crear evaluaciones de la práctica pedagógica, siendo necesaria la creación de un plan estratégico institucional en donde se haga partícipe a los estudiantes y padres de familia en las evaluaciones del trabajo educativo, resaltando importantes aspectos como los recursos didácticos utilizados, la motivación en clases, el plan de clases, la puntualidad en tareas encomendadas, la creatividad.

En el cuestionamiento, tecnología con la que cuenta la Unidad Educativa Ramón Bedoya Navia, el 44% de los estudiantes manifestaron que las herramientas digitales que utilizan en los procesos de enseñanza-aprendizaje es buena, gracias a la autogestión que realizan las autoridades del plantel en adquirir equipos tecnológicos en base a las necesidades educativas de la entidad educativa en mención. Por consiguiente, el 36% expresaron que es muy buena. Mientras que el 4% expresaron que es mala; opiniones que se basan a la falta de infraestructura informática que abarque y satisfaga las necesidades educativas. En cambio, el 16% de los educandos opinaron que la infraes-

estructura informática de la institución educativa en referencia de estudio es excelente; referencia que promueve la necesidad de gestionar el abastecimiento de computadoras actualizadas, proyectores e internet en el laboratorio de computación, recursos tecnológicos prescindibles para el desarrollo de la institución.

En la interrogante uso de herramientas digitales, el 56% de los encuestados expresaron hacer uso de herramientas digitales cuando se amerita. EL 24 % de los encuestados declararon que a veces, en resultado de no contar con facilidades de acceso ante los recursos tecnológicos requeridos, por motivo de sus paupérrimas condiciones de vida. Contradictoriamente el 20% de los estudiantes declararon usar siempre recursos informáticos, entre esas herramientas se tiene: Teléfonos inteligentes, Tables, videocámaras, redes sociales, páginas web educativas; facilidades que permiten mejoras en sus procesos académicos.

En la pregunta software que organiza la documentación académica, el 64% de los indagados opinaron que siempre en la U.E.R.B.N., Cuenta con un Software que organiza la documentación académica en relación a las notas de los estudiantes, opiniones basadas en el sistema informático suministrado por el Ministerio de Educación del Ecuador. Mientras que el 12% de los participantes declararon que la entidad educativa indicada conserva el sistema de notas cuando se amerita, a causa que el mencionado procedimiento no se mantiene activo permanentemente. Por el contrario, el 24% de los estudiantes declararon que nunca administra softwares académicos (planes de clases, tareas, foros, chat, correos, calificaciones) en el docente y estudiante; expresión que amerita hacer vigente la propuesta planteada en hacer uso del portafolio digital para la gestión y práctica docente.

Con respecto a la entrevista ejecutada a los docentes de la Unidad Educativa Ramón Bedoya Navia, el 100% de los educadores expresaron que su nivel de conocimiento en estrategias didáctica digital es intermedio, afirmación que se enmarca a las capacitaciones que concede el Ministerio de Educación del Ecuador en temas informáticos, siendo requisito para aprobar las evaluaciones que exigen en tal organismo, dando paso a una educación evolutiva acorde a niveles competitivos que requiere la sociedad educativa actual.

Resultados semejantes se presentan en estudios del uso del portafolio digital; dicho argumento [2] manifiesta los profesores han hecho reflexiones muy fructíferas tanto respecto a su planificación e interacción con los alumnos a través de los recursos digitales, dicen haber aprendido el valor de la reflexión ya que gracias a ella han revisado y reorientado su trabajo, se les han planteado nuevos retos que les han obligado a nuevos aprendizajes. Mencionan, además, estar satisfechos por haber logrado mejorar tanto los resultados académicos de los alumnos como el clima de aprendizaje [2].

V.CONCLUSIONES

Las herramientas digitales tradicionales, utilizadas por los docentes evaluados, no satisfacen el 100% de las necesidades educativas de los educandos por lo que las actividades docentes se convierten en monótonas y escasamente interactivas y poco participativas (proyector y diapositiva, correos electrónicos y pizarra).

Resulta de gran importancia que los docentes hagan uso del portafolio digital educativo, como una herramienta enriquecedora en el proceso de enseñanza. Una de las herramientas virtuales más eficientes y aptas para la gestión y práctica docente, es Eduportafolio, que facilita al docente evaluar las competencias del estudiante logradas durante el proceso de enseñanza-aprendizaje, utilizando metodologías de trabajo acorde a la educación actual.

El Eduportafolio, convertirá el área de trabajo en zonas de construcción de aprendizajes, permitiendo recopilar sus resultados y reflexiones de las diferentes actividades desarrolladas durante el proceso de enseñanza-aprendizaje dando paso a la retroalimentación en conjunto entre los participantes.

La implementación del portafolio digital educativo, motivará los aprendizajes de los estudiantes dando paso de la educación tradicional a lo trascendental, permitiendo compartir sus propios intereses, describir y autoevaluar los objetivos logrados.

REFERENCIAS

- [1]D. Montañó Flores, «Repositorio Digital PUCESE,» 1 2 2016. [En línea]. Available: <https://repositorio.pucese.edu.ec/bitstream/123456789/601/1/MONTANO%20FLORES%20DOLORES.pdf>. [Último acceso: 25 3 2021].
- [2]R. Rodríguez, «El portafolio digital como soporte de la practica reflexiva en la formacióndocente,» *Revsiaista Iberoamericana*, vol. 65, nº 18, p. 22, 2013.
- [3]C. E. Chavarro Aranzalez, «El portafolio Electrónico: Una mirada desde la evaluación formativa. Caso de la institución educativa técnica Cualamaná, Melgar Tolima 2014,» 24 8 2015. [En línea]. Available: <http://45.71.7.21/bitstream/001/1575/1/EL%20PORTAFOLIO%20ELECTR%C3%93NICO%20UNA%20MIRADA%20>

DESDE%20LA%20EVALUACI%C3%93N.pdf. [Último acceso: 22 3 2021].

[4]L. d. C. Hernandez, «Portafolio digital,» Centro regional de Tabasco, 13 5 2013. [En línea]. Available: <https://loreni1987.wordpress.com/unidad-3-portafolio-digital/1-portafolio-definiciones/>. [Último acceso: 8 12 2015].

[5]C. d. I. R. d. Ecuador, «Ley orgánica de educación intercultural,» 3 3 2017. [En línea]. Available: <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/05/Reglamento-General-Ley-Organica-Educacion-Intercultural.pdf>. [Último acceso: 18 3 2021].

[6]Hidalgo LLumikinga, Wilian Andrés; Moscoso Lanchang, Adolfo Alberto, «Propuesta tecnológica del sistema E-portafolio para los docentes de la carrera de ingeniería en sistemas administrativos computarizados,» 2016. [En línea]. Available: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/20360/1/PROYECTO%20TECNOLOGICO%20DEL%20SISTEMA%20E-PORTAFOLIO.pdf>. [Último acceso: 22 3 2021].

[7]C. d. I. R. Ecuador, «Constitución del Ecuador,» 5 08 2008. [En línea]. Available: <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/08/Constitucion.pdf>. [Último acceso: 18 03 2021].

[8]D. Cauas, «Definición de las variables, enfoque y tipo de investigación,» 2015. [En línea]. Available: https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=tipo+de+investigacion+descriptiva&btnG=. [Último acceso: 19 3 2021].

[9]J. Arevalo, «Todo acerca de portafolio digital,» Universidad Nacional de Quilmes, 23 9 2012. [En línea]. Available: <https://jackearevalo.wordpress.com/2012/09/23/todo-acerca-del-portafolio-digital/#>. [Último acceso: 9 12 2015].

[10]J. Velez Loor, «Uso del portafolio para el desarrollo de habilidades comunicacionales de escritura con estudiantes de introducción a la comunicación académica,» 19 7 2018. [En línea]. Available: <http://dspace.casagrande.edu.ec:8080/bitstream/ucasagrande/1379/1/Tesis1575VELu.pdf>. [Último acceso: 22 3 2021].

[11]H. Ortiz, Plataforma Para el Control del uso de Procesos de Enseñanza, Cuba: Universidad de cienfuegos, 2009.

[12]Raffino, Maria Estela, «Recursos Didácticos,» Argentina, 11 9 2020. [En línea]. Available: <https://concepto.de/recursos-didacticos/>. [Último acceso: 17 3 2021].

[13]Nell, David; Cortez, Liliana, Procesos y fundamentos de la investigación científica, Machala-Ecuador: UT-MACH, 2017.

[14] Rey Sanchez , Ernesto; Escalera Gamiz, Águeda, «El portafolio digital un nuevo instrumento de evaluación,» DIM, vol. 21, nº 2, p. 10, 2011.

RESUMEN CURRICULAR



Dolores Montaña Flores, de nacionalidad ecuatoriana, ingeniera en sistemas y computación y magister en tecnologías para la gestión y práctica docente, actual docente contratada en el área de TICS de la Universidad Técnica Luís Vargas Torres.

