

Communication architecture based on IoT technology to control and monitor pets feeding

Yadira Quiñonez

(Universidad Autónoma de Sinaloa, Mazatlán, Sinaloa)

 <https://orcid.org/0000-0002-7604-8532>, yadiraqui@uas.edu.mx

Carmen Lizarraga

(Universidad Autónoma de Sinaloa, Mazatlán, Sinaloa)

 <https://orcid.org/0000-0003-1724-2922>, carmen.lizarraga@uas.edu.mx

Raquel Aguayo

(Universidad Autónoma de Sinaloa, Mazatlán, Sinaloa)

 <https://orcid.org/0000-0002-2448-6346>, raquelaguayog@uas.edu.mx

David Arredondo

(Universidad Autónoma de Sinaloa, Mazatlán, Sinaloa)

 <https://orcid.org/0000-0002-3461-628X>, jdarredondos@gmail.com

Abstract: Technology is currently a significant benchmark in any application area; science and technology have permitted the invention of tools and devices that simplify daily activities by developing software engineering applications that provide automated solutions. In this sense, this work proposes two architectures that allow communication between the electronic device and the mobile application remotely, using the GSM/GPRS communication services and the Twitter social network. This development aims to control dogs' feeding adequately and healthily, providing the ration of food a dog needs according to the daily energy requirements. A nutritional assessment has also been performed considering different factors such as the size, breed, and weight of the dog to calculate the daily ration of healthy and balanced food according to daily energy requirements. Essentially, the electronic device consists of two parts: on the one hand, the electronic design is formed with an Arduino board, a Sim900 module to send and receive text messages, and the ESP8266 Wi-Fi serial transceiver module, which allows establishing the internet connection to receive the tweet that users post, both modules permit remote communication with the device using the Arduino board. On the other hand, the mobile application developed on Android uses a standard design according to the Google material design guidelines, allowing the owner to feed, schedule the feeding, review the dog's food history, and receive alerts when the food is going to be finished.

Keywords: IoT technology, software engineering applications, GSM/GPRS communication service, Twitter social network, mobile application, electronic device, low-cost platforms

Categories: B.7.1, D.2, K.6.3

DOI: 10.3897/jucs.65094

1 Introduction

The Internet of Things (IoT) is a current trend of technological development that has had numerous advances since the term was first coined in 1999 by Kevin Ashton [Gubbi, 13]. Several scientific progress and automation of many processes have solved complex industrial and social problems and created new and innovative products and solutions. In the last decade, improving daily activities and developing new products and services have caught society's attention in general, industry, academia, and research. IoT is a current trend of technological development. It is possible to create new applications that generate new opportunities, such as in the economy and society. With IoT technology, a scenario is presented where any physical object can be turned into a terminal connected to the Internet in a home environment, controlling and monitoring different things remotely from anywhere and anytime through an Internet connection (Vashi, 17). The interconnection of different devices mainly characterizes by being controlled remotely from available anywhere, anytime, by anything and anyone [Chin, 19], in order to be able to collect, analyze, and process data on computer platforms [McCann, 18].

In the fourth industrial revolution, technologies can transform the traditional scheduling approach to a smarter scheduling system. In this sense, there are many IoT applications in different fields, such as e-commerce [Yu, 17, Liu, 19], smart home [Malche, 17, Li, 19], smart city [Brincat, 19, Kazmi, 18], intelligent transportation [Luo, 19, Sodhro, 19], agriculture [Brewster, 17, Ruan, 19, Togneri, 19], wearable device [Cirani, 15, Sharma, 19], healthcare [Zhu, 19, Alabdulatif, 19], and many other domains [Balliu, 19, Prathik, 18, Gupta, 19, Griffiths, 18].

Nowadays, technology is a significant benchmark in any application area, science in coexistence with technology has allowed the creation of tools and devices that simplify daily activities [Quiñonez, 21]. About ten years ago, a means of communication emerged [Zeng, 10]. Since then, changes in communication methods have been experienced. The use of social networks has increased significantly. Consequently, a new scenario of communication between people has been created. In this context, the Twitter social network developers have created a platform available to everyone to share information, thoughts, and feelings from daily life.

In this sense, this work proposes the design of an automatic dog feeder controlled by a mobile application and a Twitter profile; this device uses the Arduino board, the GSM/GPRS communication services through the Sim900 module, the ESP8266 Wi-Fi serial transceiver module, and the Twitter social network. The technologies mentioned above aim to control the dogs' feeding satisfactorily and healthily and provide the ration of food that a dog needs according to the daily energy requirements.

Dogs are domestic mammals of the Canidae family, the scientific name is *Canis Lupus Familiaris* [GISD, 19], and currently, there are approximately 800 different breeds, with different sizes of physiognomies. Dogs' health depends mainly on a diet, regardless of breed or size; dogs require a healthy and balanced diet to enjoy a good health condition. In this sense, it is essential to perform a nutritional needs assessment to provide the food ration considering different factors such as size, breed, and life stage. Nutritional needs assessment of dogs allows establishing the Recommendation for Daily Intake (RDI). The RDI refers to the level of adequate intake of a nutrient or food component to satisfy the optimal nutritional needs [Freeman, 11], according to the

levels of essential nutrients that should be consumed continuously in a healthy way to ensure adequate nutrition and health [IM, 94, Uauy-Dagach, 01]. Dogs require a balanced diet that provides an adequate supply of different nutrients such as amino acids from protein, fatty acids and carbohydrates, vitamins, minerals, and water [NRC, 06].

2 Previous Related Researches

Currently, there are few works related to automatic feeders. In the last two decades, two investigations on wireless control systems for dogs were found using wireless sensor networks to control and monitor pets through a desktop application [Jung, 07, Kim, 07]. Other works have recently addressed programmable pet feeders, smart dog feeders, and smart pet care systems. According to work proposed by [Berhan, 15], the authors presented the design of a programmable system to provide food to pets at automatically scheduled times, using microchip PIC18F4520 microcontroller, LCD, buzzer, and motors.

In work presented by [Kim, 16], have proposed a smart pet care system that provides food remotely and remote-controlled automatic defecation using a smartphone application, uses different sensors and wireless communications that work under the Arduino platform. In other research [Vania, 16], authors proposed a smart dog feeder using an Android smartphone, which uses the Arduino microcontroller to control the main program, the sensors, and actuators. It uses RFID technology to perform authentication; therefore, with the RFID tag on the neck, the dog is the only one that can make the smart dog feeder work. Through the developed mobile app, owners can monitor the feeding process and view history using food inventory reports, feeding times, and waiting times.

3 Problem Description and Proposed Approach

3.1 Analysis of the Problem

As already mentioned above, few studies are related to automatic dog feeder. However, the existing studies are based on providing feeding automatically, without analyzing the daily food ration according to the RDI and the maximum nutritional values. Therefore, for the dog to enjoy good health, a healthy and balanced diet is necessary according to the daily energy requirements. In this sense, a nutritional assessment has been performed in this work, considering different factors such as the size, breed, and weight of the dog to define the daily ration of healthy and balanced food according to daily energy requirements. Next, Figure 1 describes the factors involved in a complete nutritional assessment.

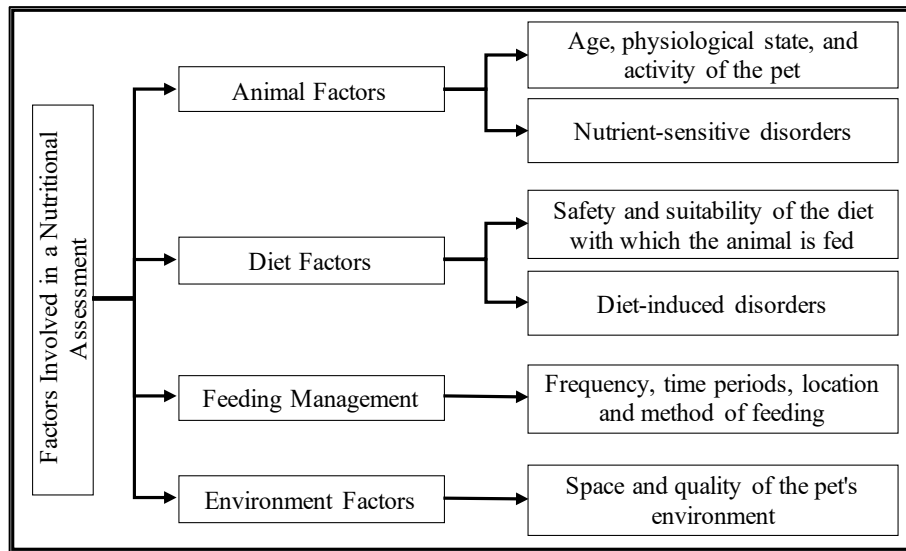


Figure 1: Factors considered to perform a nutritional assessment according to the *Journal of the American Animal Hospital Association* [Baldwin, 10]

According to the previous information, feeding management and environmental factors are related to disorders such as excessive or deficient feeding, deficient raising, the competencies to eat food in dogs, and the lack of an adequate environment stimulus [Freeman, 11]. Considering that each dog is different, it is crucial to determine if the amount of food is adequate based on its characteristics. Table 1 describes the essential characteristics considered to determine the amount of food according to the dog's weight and size.

Weight (kg)	Puppy	Adult	Old	Size
1 to 5	0 to 12 months	1 to 8 years	8 + years	Miniature
6 to 10	8 to 12 months	1 to 8 years	8 + years	Small
11 to 20	8 to 12 months	1 to 7 years	7 + years	Medium
21 to 35	16 to 24 months	1 to 6/7 years	6/7 + years	Big
35 to 50	16 to 24 months	1 to 6/7 years	5/6 + years	Giant

Table 1: Factors considered establishing the amount of food according to the dog's weight and size

It is essential to know the amount of Metabolizable Energy (ME) of the food to determine the exact amount that a dog should ingest according to daily energy needs; in this sense, equation 1 is a good estimator for the daily energy requirements of a dog [NRC, 06]:

$$EM = k * p^{0.75} \quad (1)$$

where EM is the metabolizable energy, k is a constant established at 99 if the dog is not active, and 132 if it is an active dog, p corresponds to its body weight. Hence, to determine the exact amount that a dog should ingest, it is necessary to consider the information provided in Table 1, according to weight and age (active/non-active), to perform the necessary calculations using equation 1.

3.2 Analysis of the Problem

The automatic dog feeder has the purpose of controlling the dogs' feeding adequately and healthily (see Fig. 2) and provide the ration of food that a dog needs according to the daily energy requirements. In this sense, two architectures are proposed to allow communication between the electronic device and the mobile application remotely: first, using GSM/GPRS communication services, and second, using the Twitter social network. Figure 3 shows the proposed architectures' main parts to communicate between the electronic device and the mobile application.



Figure 2: Automatic Dog Feeder

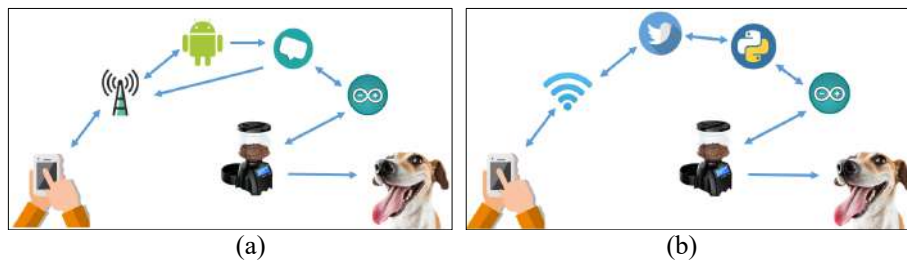


Figure 3: (a) Communication architecture using GSM/GPRS services and (b) Communication architecture using the Twitter social network

3.3 Development phases

Firstly, the project's need was identified, where the parameters and objectives were specified; later, a preliminary investigation and a feasibility study were performed to know the technological alternatives and existing designs. Then, in the conceptual design stage, the economic costs and implementation times were estimated. Once the prototype was obtained, the first tests were performed to verify the device's correct operation.

4 Implementation Tools

Currently, different low-cost platforms allow the development of technological devices; some of these platforms are Arduino [Arduino, 20], Raspberry Pi [Raspberry, 20], OpenPicus [OpenPicus, 20], Cubieboard [Cubieboard, 20], Udoo [Udoo, 20], amongst other. An exhaustive analysis of each of the platforms' characteristics has been performed; the most widely used and known are Arduino, OpenPicus, and Raspberry Pi. This work focuses on the Arduino platform, concerning communications services the GSM/GPRS technology and the Twitter social network have been used. Finally, the Android operating system is used to develop the mobile application.

The Arduino board is based on the 8-bit ATMEGA328 microcontroller, it has 13 input/output ports, and six of them can be configured as outputs to handle Pulse Width Modulation (PWM) signals. It has 1 UART port and a six-channel analog/digital converter module. It has a 32KB program flash memory and a 2KB EEPROM memory unit [Pathak, 17]. It offers some advantages concerning other platforms; for example, it is multi-platform, the programming language is simple and straightforward, the boards are low cost, both the hardware and the software are open-source [Arduino, 20].

Global System for Mobile Communications (GSM) is a mobile communication system based on time division multiple access technologies. General Packet Radio Service (GPRS) is a technology that shares the frequency range of GSM, uses data transmission through packets, and provides services more efficiently. GSM data transmission is performed at a minimum speed of 9.6 Kbps, and GPRS data transmission is increased to a minimum of 40 Kbps and a maximum of 115 Kbps [Wenzheng, 07].

The Sim900 module for Arduino is based on GSM/GPRS technology, allows communication between the electronic device and the mobile application remotely. The module is compatible with any Arduino board. It consists of the following elements: a SIM 900 chip, an antenna with coaxial cable, a SIM card, power connector, input, and output pins, microphone and earphone connectors, a Universal Asynchronous Receiver-Transmitter (UART), and finally, the card status indicator LEDs. The SIM900 delivers GSM/GPRS 850/900/1800/1900 MHz performance for voice, SMS, data, and fax in a small form factor and low power consumption.

The ESP8266 Wi-Fi serial transceiver module is one of the most used for IoT applications due to its low cost and versatility. It is a self-contained system on a chip integrated with TCP/IP protocol stack, Wi-Fi Direct Peer-to-Peer (P2P), and Soft Access Point (AP) mode. The ESP8266 module offers a complete and autonomous Wi-Fi network solution; it can host the application or download Wi-Fi network functions. It can also serve as a Wi-Fi adapter; wireless Internet access can be added to any microcontroller-based design with simple connectivity [Rosli, 18].

Social media is an inevitable part of modern life and has become a powerful tool for sharing information, interacting with other users, search content of interest and transacting digitally. There are different social media platforms, the most used being Facebook, Twitter, Instagram, WhatsApp, among others [Bustos-López, 18, Salas-Zárate, 20]. In this work, the Twitter social network is used to provide food to the dogs remotely through tweets' emission and reception.

5 Experimental Results

Currently, in the market, there is a great variety of automatic dog feeders of different prices and quality of materials, some with LCD screens to facilitate the programming and configuration of the various feeding modes, others have a camera or voice recorder and integrated speaker. However, most of these dispensers provide a certain number of grams in the different rations but do not provide a daily ration of food that a dog should eat concerning the weight. In this sense, two communication architectures are proposed that facilitate the owner to feed through a dispenser that gives the exact amount that the dog should eat.

This section summarizes the different tests and results collected with the two proposed communication architectures using the GSM/GPRS communication services and the Twitter social network. Before conducting communication tests with the electronic device, a nutritional assessment was performed. Different factors such as the dog's size, breed, and weight were considered to calculate the daily ration of healthy and balanced food according to daily energy requirements. Then, to determine the exact amount of food (grams) that a dog should eat according to daily energy requirements, equation 1 was used to obtain the daily ration of food that a dog should eat according to its weight. Table 2 shows the daily ration of food that a dog should eat concerning the weight (from 1 to 50 kilograms).

Size	Weight (Kg)	Grams	Size	Weight (Kg)	Grams
Miniature	1	38.94	Big	26	448.27
	2	65.49		27	661.27
	3	88.77		28	474.02
	4	110.15		29	466.66
	5	130.21		30	499.20
Small	6	149.29		31	511.62
	7	167.59		32	523.95
	8	185.25		33	536.19
	9	202.35		34	548.33
	10	218.99		35	560.38
Medium	11	235.22	Giant	36	572.34
	12	251.08		37	583.23
	13	266.62		38	596.03
	14	281.86		39	607.76
	15	296.82		40	619.41
	16	311.54		41	630.98
	17	326.04		42	642.49
	18	340.32		43	653.93
	19	354.40		44	665.30
	20	368.30		45	676.61
Big	21	382.03		46	687.86
	22	395.59		47	699.04
	23	409.00		48	710.17
	24	422.27		49	721.24
	25	435.40		50	732.25

Table 2: Amount of daily intake a dog should eat based on weight

Once the nutritional assessment analysis is done, the experimental results of the project were performed. First, it was to install the Android Studio, Arduino, and Python libraries, then, the assembly of the components of the first architecture was performed using the GSM/GPRS communication services, to verify the operation of the device with the Arduino board, the SIM900 module, and the DC motor. Figure 4 shows the assembly schematic with all the architecture components that use the GSM/GPRS communication services.

A sequence diagram was designed where the communication process between the user and the electronic device is established. It is specified how the process is performed using the GSM/GPRS communication services. Next, Figure 5 shows the sequence diagram "feed through the mobile application using the GSM/GPRS communication services." First, the dog owner uses the mobile application to feed it; second, it chooses the size and weight. And then, once the information is selected, the parameters are sent through an SMS message. This way, it is linked to the Arduino board installed in the automatic dog feeder using a GPRS signal with the feed instruction. According to the

received parameters, the algorithm verifies the amount of food it will provide and the time the DC motor must be activated to feed the dog.

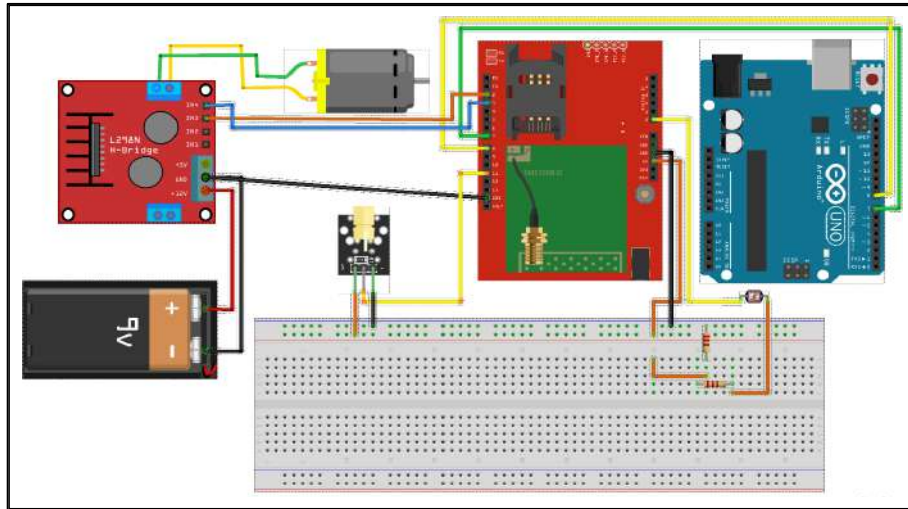


Figure 4: Assembly schematic using all components: the Arduino board, the SIM900 module, and the DC motor

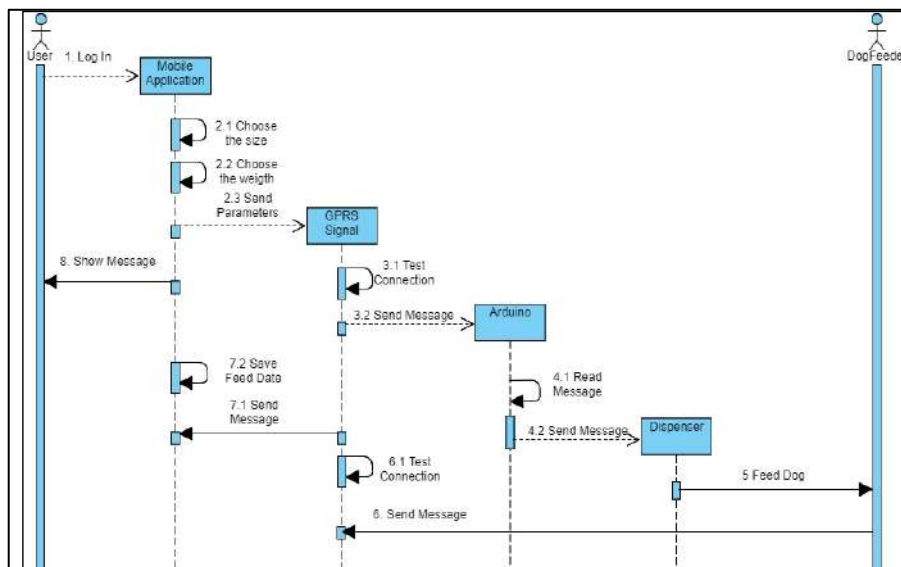


Figure 5: Sequence diagrams: feed through the mobile application using the GSM/GPRS communication services

According to the received parameters, the algorithm verifies the amount of food it will provide and the time that the DC motor must be activated to feed the dog. It was necessary to perform physical tests on the electronic device to define the DC motor's activation time. A digital scale with a capacity of up to 1 kilogram was used to measure how long the DC motor must be activated to provide the exact amount of food for different dogs' weights from 1 to 50 kilograms (see Table 2). This process was repeated ten times, with each of the weights from 1 to 50 kilograms. Finally, the average time was calculated, and the DC motor's activation time was defined for each of the weights. For example, for a dog weighing 25 kilograms, the electronic device must provide 435.40 grams, and according to the tests carried out, the device takes 25.69 seconds. Figure 6 clearly shows the time (seconds) that the DC motor has to be activated to provide food as a function of the dog's weight.

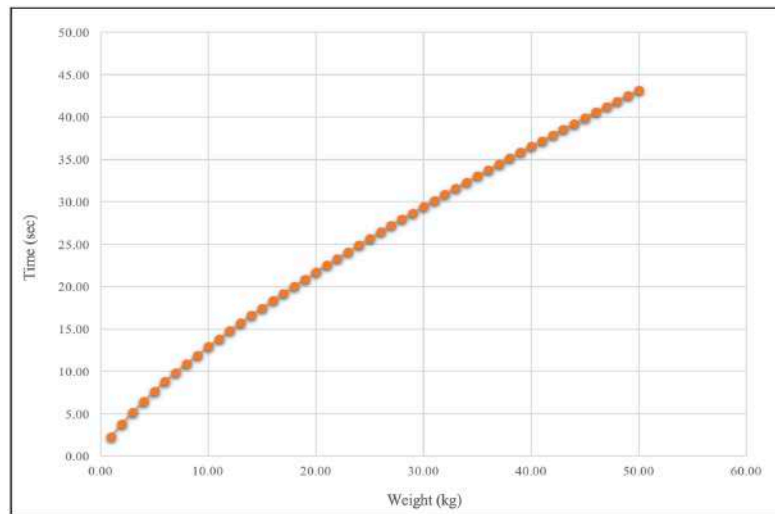


Figure 6: Time in which the DC motor must be activated as a function of the dog's weight

The first tests performed on the device were simple tests such as turning on a led or the DC motor to test the operation of communication with each of the proposed architectures. Then, the mobile application design in Android Studio for end-users was made. The application is straightforward; first, it selects the dog's size and weight; after that, the feed button is pressed. Once the option feed is selected, it sends the instruction to the electronic device using the GSM/GPRS communication service to activate the DC motor at a specific time that is directly related to the grammage calculated for the selected dog's weight. Finally, the operation of the mobile application and the electronic device was verified jointly. Figure 7 presents a series of images showing the operation of the project.

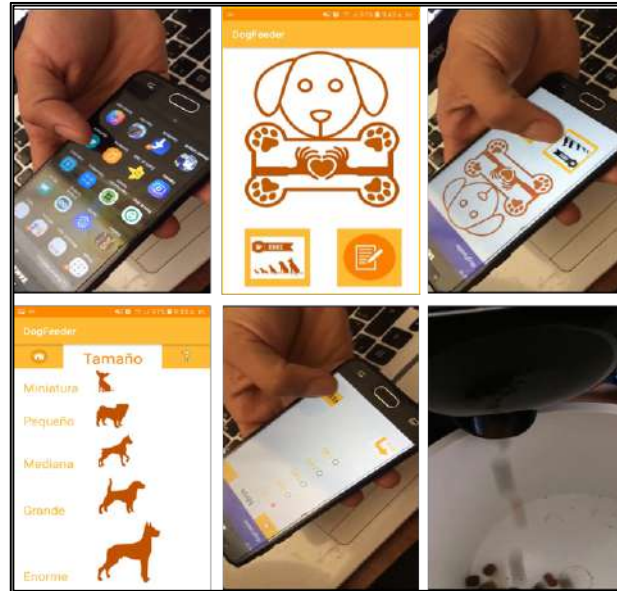


Figure 7: Operation of the mobile application and the electronic device.

The second architecture was performed using the Twitter social networks; it is mainly based on traditional tweet posting; it is only necessary to make a tweet with the dog weight. Then, the electronic device automatically provides the food ration. The posted tweet is extracted using three Python libraries: Tweepy [Tweepy, 20], Nltk [Nltk, 20], and pySerial [pySerial, 20]. Subsequently, the tweet is sent to the Arduino board through the ESP8266 Wi-Fi serial transceiver module. The algorithm receives this information and determines the food ration according to Table 2.

Due to Twitter privacy, to extract the tweet, it is necessary to request permission as a Twitter Developers [Twitter, 20] to obtain the tokens and the platform's approval, to establish communication with the email account requesting the service. Once the Twitter Developers permissions have been granted, it shows the option to "create an app" and configure the application data such as application name, description, and logo.

Figure 8 shows the configuration options once the platform has granted the permissions.

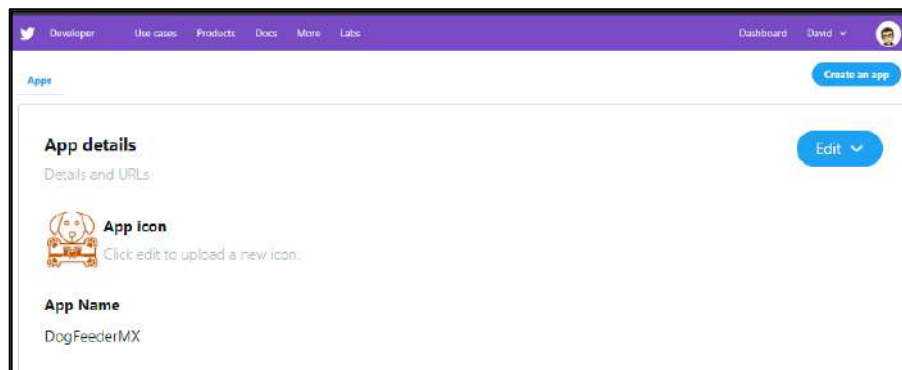


Figure 8: Configuration options to Twitter Developers [Twitter, 20]

The assembly of the second architecture components is formed by the Arduino board, the ESP8266 Wi-Fi serial transceiver module, and the DC motor. Figure 9 shows the assembly schematic with all the components for the architecture that uses Twitter social network.

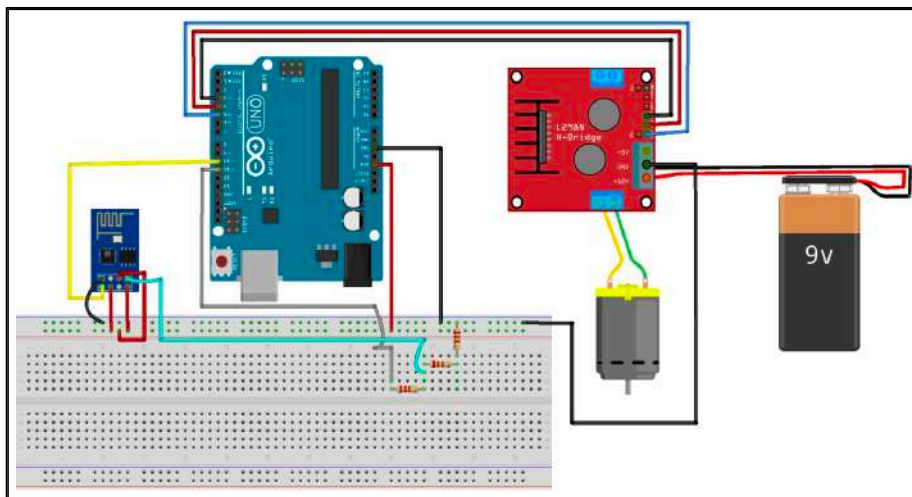


Figure 9: Assembly schematic using all components: the Arduino board, the ESP8266 Wi-Fi serial transceiver module, and the DC motor

A sequence diagram was designed that describes the way of communication between the user and the electronic device using the Twitter social network. Figure 10 shows the sequence diagram "feed through the social network Twitter." First, the user login to the Twitter account; then, it is necessary to post the dog's weight through a tweet to send the feed instruction through Python. Once the tweet information has been read, the Tweet is tokenized and sent to the Arduino board through the ESP8266 Wi-Fi serial transceiver module with the instruction to feed. According to the received

parameters, the algorithm verifies the amount of food it will provide and the time that the DC motor must be activated to feed the dog. Finally, a confirmation tweet is sent to the user to indicate that the pet has been feed.

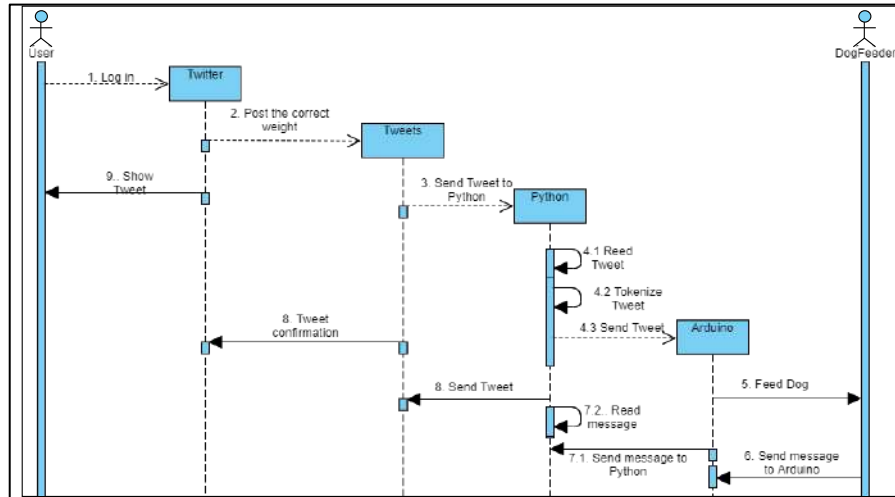


Figure 10: Sequence diagrams: feed through the Twitter social network

Figure 11 presents the application settings, profile made on the Twitter social network. in which the application name, description, logo, and profile security in public or private mode can be changed.



Figure 11: Twitter profile for Automatic Dog Feeder

According to the results obtained, it can be said that concerning the time it takes for the device to establish communication in both architectures, it varies between 5 to 10 seconds, depending on the architecture used, either the GSM/GPRS communication service or the Twitter social network. The significant advantage when using the Twitter social network is that communication with the device can be established from a mobile phone or any desktop computer. It is only necessary to have an internet connection, in case of forgetting or losing the cell phone, it would not be trouble feeding the pet. On the contrary, when using the GSM/GPRS communication service, it is necessary to use a mobile phone application where the electronic device was configured.

6 Conclusions and Future Work

Nowadays, technology is a fundamental benchmark in any application area, science in coexistence with technology has allowed the creation of tools and devices that simplify daily activities. In the last decade, improving daily activities and creating new products and services has caught society's attention in general, industry, academia, and research. There have been numerous advances and technological developments for different personal applications, at home, in education, in organizations, and the manufacturing industry is no exception since it has become a great interest topic.

In this work, two communication architectures have been presented as an alternative to feed pets, specifically for dogs. The GSM/GPRS communication services and the Twitter social network have been used, allowing owners to control and monitor feeding remotely from anywhere and anytime. It also allows to establish the timing and provide the recommended ration according to the dog weight. Moreover, it has alerts that notify the owner when the food is about to run out and send reports on feeding times. This electronic device's development tries to control the dogs' feeding according to the daily energy requirements. In this sense, an exhaustive analysis was performed related to the dogs' recommended daily intake and the systematic analysis of the amount of metabolizable energy in dog food.

According to the results obtained, both architectures are functional to establish communication remotely, anywhere, and anytime. However, when using GSM/GPRS communication services through the Short Message Service (SMS), the communication establishment depends on the mobile network's coverage. The device's SIM card must have a phone plan or recharge cards to send SMS and perform the feeding process. Otherwise, when using the Twitter social network, it is necessary to have a wireless internet connection where the electronic device is located to establish communication through the ESP8266 Wi-Fi serial transceiver module. Once communication is established, it is only necessary to post a tweet from the Twitter user account using any device connected to the Internet.

As already mentioned before, both communication architectures work correctly, since nowadays, there is wide coverage of mobile networks worldwide and Internet services have good data transmission speed. However, there is a disadvantage when using the GSM/GPRS communication architecture because the electronic device's operation is limited to the mobile phone where the application is installed; if the mobile phone is lost or forgotten, feeding will not be possible to perform. This limitation does not happen when using the Twitter social network because the owner only needs to log in from any computer or mobile phone connected to the Internet.

Currently, both architectures work for a single electronic device at the same time. It would be interesting to implement some hardware modifications to work on more than one device, using the same application or the same Twitter account. That means if the owner has more than one dog, that allows him to create profiles with each dog's characteristics and provides the food ration in different devices according to each one's weight.

Acknowledgements

The authors would like to thank Universidad Autónoma de Sinaloa for supporting and financing this research.

References

- [Alabdulatif, 2019] Alabdulatif, A., Khalil, I., Yi, X., Guizani, M.: "Secure Edge of Things for Smart Healthcare Surveillance Framework"; *IEEE Access*, 7, (2019), 31010-31021.
- [Arduino, 2020] Arduino, (2020), <https://www.arduino.cc/>
- [Baldwin, 2010] Baldwin, K., Bartges, J., Buffington, T., Freeman, L., Grabow, M., Legred, J., Ostwald, D.: "AAHA Nutritional Assessment Guidelines for Dogs and Cats, *Journal of the American Animal Hospital Association*"; 46, 4, (2010), 285-297.
- [Balliu, 2019] Balliu, M., Bastys, I., Sabelfeld, A.: "Securing IoT Apps"; *IEEE Security & Privacy*, 17, 5, (2019), 22-29.
- [Berhan, 2015] Berhan, T. G., Ahemed, W. T., Birhan, T.Z.: "Programmable Pet Feeder"; *International Journal of Scientific Engineering and Research*, 3, 11, (2015), 99-104.
- [Brewster, 2017] Brewster, C., Roussaki, I., Kalatzis, N., Doolin, K., Ellis, K.: "IoT in Agriculture: Designing a Europe-Wide Large-Scale Pilot"; *IEEE Communications Magazine*, 55, 9, (2017), 26-33.
- [Brincat, 2019] Brincat, A. A., Pacifici, F., Mazzola, F.: "IoT as a Service for Smart Cities and Nations"; *IEEE Internet of Things Magazine*, 2, 1, (2019), 28-31.
- [Bustos-López, 2018] Bustos-López, M., Alor-Hernández, G., Sánchez-Cervantes, J.L., Salas-Zárate, M.P., Paredes-Valverde, M.A.: "EduRP: an Educational Resources Platform based on Opinion Mining and Semantic Web"; *Journal of Universal Computer Science*, 24, 11, (2018), 1515-1535.
- [Cirani, 2015] Cirani, S., Picone, M.: "Wearable Computing for the Internet of Things"; *IT Professional*, 17, 5, (2015), 35-41.
- [Chin, 2019] Chin, J., Callaghan, V., Allouch, S. B.: "The Internet-of-Things: Reflections on the Past, Present and Future from a User-centered and Smart Environment Perspective"; *Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments*, 11, 1, (2019), 45-69.
- [Cubieboard, 2020] Cubieboard, (2020), <http://cubieboard.org/>
- [Freeman, 2011] Freeman, L., Becvarova, I., Cave, N., MacKay, C., Nguyen, P., Rama, B., Takashima, G., Tiffin, R., Tsujimoto, H., Van-Beukelen, P.: "WSAVA nutritional assessment guidelines"; *Journal of Small Animal Practice*, 52, 7, (2011), 385-396.
- [GISD, 2019] Global Invasive Species Database, (2019), <http://www.iucngisd.org/gisd/species.php?sc=146>

- [Griffiths, 2018] Griffiths, F., Ooi, M.: "The fourth industrial revolution - Industry 4.0 and IoT [Trends in Future I&M]"; IEEE Instrumentation & Measurement Magazine, 21, 6, (2018), 29-43.
- [Gubbi, 2013] Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., Palaniswami, M.: "Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions"; Future Generation Computer Systems, 29, 7, (2013), 1645-1660.
- [Gupta, 2019] Gupta, K., Johari, R.: "IOT based Electrical Device Surveillance and Control System"; In Proc. Int. Conf. on Internet of Things: Smart Innovation and Usages, IEEE Publishing, Ghaziabad, India, (2019), 1-5.
- [IM, 1994] Institute of Medicine.: "Food and Nutrition Board: How should the Recommended Dietary Allowances be Revised?"; Washington, DC, The National Academies Press, (1994), 216-219.
- [Jung, 2007] Jung, J. W., Kim, D. S.: "Wireless Control System for Pet Dogs in a Residential Environment"; In Szczuka M.S., Howard, D., Ślęzak, D., Kim, H. K., Kim, T., Ko, I., Lee, G., Sloot, P. M. A. editors, *Advances in Hybrid Information Technology*, Springer, Berlin, Heidelberg, (2007), 534-545,
- [Kazmi, 2018] Kazmi, A., Serrano, M., Soldatos, J.: "VITAL-OS: An Open Source IoT Operating System for Smart Cities"; IEEE Communications Standards Magazine, 2, 2, (2018), 71-77.
- [Kim, 2007] Kim D.S., Shin, S.Y.: "Wireless Pet Dog Management Systems"; In: Mahalik N.P. editor, *Sensor Networks and Configuration*, Springer, Berlin, Heidelberg, (2007), 423-438.
- [Kim, 2016] Kim, S.: "Smart Pet Care System Using Internet of Things"; International Journal of Smart Home, 10, 3, (2016), 211-218.
- [Li, 2019] Li, W., Logenthiran, T., Phan, V., Woo, W. L.: "A Novel Smart Energy Theft System (SETS) for IoT-Based Smart Home"; IEEE Internet of Things Journal, 6, 3, (2019), 5531-5539.
- [Liu, 2019] Liu, C., Xiao, Y., Javangula, V., Hu, Q., Wang, S., Cheng, X.: "NormaChain: A Blockchain-Based Normalized Autonomous Transaction Settlement System for IoT-Based E-Commerce"; IEEE Internet of Things Journal, 6, 3, (2019), 4680-4693.
- [Luo, 2019] Luo, X., Zhang, H., Zhang, Z., Yu, Y., Li, K.: "A New Framework of Intelligent Public Transportation System Based on the Internet of Things"; IEEE Access, 7, (2019), 55290-55304.
- [Malche, 2017] Malche, T., Maheshwary, P.: "Internet of Things (IoT) for building smart home system"; In Proc. Int. Conf. on IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud, Palladam, (2017), 65-70.
- [McCann, 2018] McCann, J., Quinn, L., McGrath, S., O'Connell, E.: "Towards the Distributed Edge – An IoT Review"; In Proc. Int. Conf. on Sensing Technology, Limerick, Ireland, (2018), 263-268.
- [Nltk, 2020] Natural Language Toolkit, (2020), <https://www.nltk.org/>
- [NRC, 2006] National Research Council: "Your Dog Nutritional Needs. A Science-Based Guide for Pet Owners"; Washington, DC: The National Academies Press, (2006).
- [NRC, 2006] National Research Council: "Nutrient Requirements of Dogs and Cats"; Washington, DC: The National Academies Press, (2006).
- [OpenPicus, 2020] OpenPicus, (2020), <http://www.openpicus.com/>

- [Pathak, 2017] Pathak, M., Rawat, R., Singh, S., and Thakur, R.: "Fire fighting robot remotely controlled by android application"; *International Journal of Science Engineering and Research*, 5, 5, (2017), 106–109.
- [Prathik, 2018] Prathik, M., Anitha, K., Anitha, V.: "Smart Energy Meter Surveillance Using IoT"; In *Proc. Int. Conf. on Power, Energy, Control and Transmission Systems*, IEEE Publishing, Chennai, India, (2018), 186-189.
- [pySerial, 2020] pySerial's documentation, (2020), <https://pythonhosted.org/pyserial/>
- [Quiñonez, 2021] Quiñonez, Y.: "An Overview of Applications of Artificial Intelligence Using Different Techniques, Algorithms, and Tools"; In: Peña, A., Muñoz, M. editor, *Latin American Women and Research Contributions to the IT Field*, IGI Global, Hershey, Pennsylvania, (2021) 325-347.
- [Raspberry, 2020] Raspberry Pi, (2020), <https://www.raspberrypi.org/>
- [Ruan, 2019] Ruan, J., Jiang, H., Zhu, C., Hu, X., Shi, Y., Liu, T., Rao, W., Chan, F. T. S.: "Agriculture IoT: Emerging Trends, Cooperation Networks, and Outlook"; *IEEE Wireless Communications*, 26, 6, (2019), 56-63.
- [Rosli, 2018] Rosli, R. S., Habaebi, M. H., Islam, M. R.: "Characteristic Analysis of Received Signal Strength Indicator from ESP8266 WiFi Transceiver Module"; In *Proc. Int. Conf. on Computer and Communication Engineering*, IEEE Publishing, Kuala Lumpur, Malaysia, (2018), 504-507.
- [Salas-Zárate, 2020] Salas-Zárate, M.P, Alor-Hernández, G., Sánchez-Cervantes, J.L., Paredes-Valverde, M.A., García-Alcaraz, J.L., Valencia-García, R.: "Review of English literature on figurative language applied to social networks"; *Knowledge and Information Systems*, 62, (2020), 2105–2137.
- [Sharma, 2019] Sharma, V., Vineeta, Som, S., Khatri, S. K.: "Future of Wearable Devices Using IoT Synergy in AI"; In *Proc. Int. Conf. on Electronics, Communication and Aerospace Technology*, IEEE Publishing, Coimbatore, India, (2019), 138-142.
- [Sodhro, 2019] Sodhro, A. H., Obaidat, M. S., Abbasi, Q. H., Pace, P., Pirbhulal, S., Yasar, A. U. H., Fortino, G., Imran, M. A., Qaraqe, M.: "Quality of Service Optimization in an IoT-Driven Intelligent Transportation System"; *IEEE Wireless Communications*, 26, 6, (2019), 10-17.
- [Togneri, 2019] Togneri, R., Kamienski, C., Dantas, R., Prati, R., Toscano, A., Soininen, J.P., Cinotti, T. S.: "Advancing IoT-Based Smart Irrigation," *IEEE Internet of Things Magazine*, 2, 4, (2019), 20-25.
- [Tweepy, 2020] Tweepy Documentation, (2020), <http://docs.tweepy.org/en/v3.8.0/>
- [Twitter, 2020] Twitter Developer, (2020), <https://developer.twitter.com/en/>
- [Uauy-Dagach, 2001] Uauy-Dagach, R., Hertrampf, E.: "Food-based dietary recommendations: possibilities and limitations"; In *Present Knowledge in Nutrition* 8th Edit. Bowman BA, Russell RM edits. Press Washington, DC. (2001), 636-649.
- [Udoo, 2020] Udoo, (2020), <https://www.udoo.org/>
- [Vania, 2016] Vania, Karyono, K., Nugroho, I. H. T.: "Smart dog feeder design using wireless communication, MQTT and Android client"; In *Proc. Int. Conf. on Computer, Control, Informatics and its Applications*, IEEE Publishing, Tangerang, Indonesia, (2016), 191-196.

[Vashi, 2017] Vashi, S., Ram, J., Modi, J., Verma, S., Prakash, C.: "Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and security issues," In Proc. Int. Conf. on IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud, Palladam, (2017), 492-496.

[Wenzheng, 2007] Wenzheng, L., Su, L., Jianjun, Z., Dafang, Z.: "A long-distance control platform on environment urgency incident based on GSM/GPRS and 3S technology"; In Proc. Int. on Geoscience and Remote Sensing Symposium, IEEE Publishing, Barcelona, España, (2007), 4623-4626.

[Yu, 2017] Yu, H. Zhang, X.: "Research on the Application of IoT in E-Commerce"; In Proc. Int. on Computational Science and Engineering and Int. on Embedded and Ubiquitous Computing (EUC), IEEE Publishing, Guangzhou, China, 2017, pp. 434-436

[Zeng, 2010] Zeng, D., Chen, H., Lusch, R., Li, S.: "Social Media Analytics and Intelligence"; IEEE Intelligent Systems, 25, 6, (2010) 13-16.

[Zhu, 2019] Zhu, H., Wu, C. K., KOO, C. H., Tsang, Y. T., Liu, Y., Chi, H. R., Tsang, K. F.: "Smart Healthcare in the Era of Internet-of-Things"; IEEE Consumer Electronics Magazine, 8, 5, 26-30.

Evaluación del desempeño académico en entornos virtuales utilizando el modelo PNL

Raquel Aguayo¹, Carmen Lizarraga¹, Yadira Quiñonez¹

raquelaguayog@uas.edu.mx; carmen.lizarraga@uas.edu.mx; yadiraqui@uas.edu.mx

¹ Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Informática, Av. Leonismo Internacional S/N y Av. de los Deportes, Ciudad Universitaria, 82000, Mazatlán, Sinaloa, México.

DOI: 10.17013/risti.41.34-49

Resumen: En la actualidad, ha incrementado considerablemente los avances e innovaciones tecnológicas, lo que ha permitido el desarrollo de nuevas herramientas tecnológicas y entornos virtuales para optimizar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Este trabajo se centra en evaluar el desempeño académico de los estudiantes de la Licenciatura en Gastronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS) en entornos virtuales, específicamente en la asignatura de estadística. La metodología aplicada fue cuasi-experimental con un enfoque longitudinal descriptivo mixto por encuesta. El análisis de contexto se realizó a través de un instrumento para recolectar información relacionada con el uso y manejo de herramientas tecnológicas. Además, se aplicó el modelo de Programación Neurolingüística (PNL) para conocer el estilo de aprendizaje predominante en los estudiantes. Finalmente, se analizó el desempeño académico de los estudiantes durante el desarrollo de dos unidades de aprendizaje. Este documento finaliza con una discusión crítica de los resultados obtenidos, las conclusiones y recomendaciones.

Palabras-clave: proceso de enseñanza aprendizaje; entornos virtuales; estilos de aprendizaje; rendimiento académico.

Evaluation of academic performance in virtual environments using the NLP model

Abstract: At present, it has considerably increased technological advances and innovations, which has allowed the development of new technological tools and virtual environments to optimize the teaching-learning process. This work focuses on evaluating the students' academic performance of the Bachelor of Gastronomy of the UAS in virtual environments, specifically in the subject of statistics. The applied methodology was quasi-experimental with a mixed descriptive longitudinal approach per survey. The context analysis was carried out through an instrument to collect information related to technological tools' use and management. Also, the NLP model was applied to know the predominant learning style in the students. Finally, the academic performance of the students was analyzed during the development of two learning units. This document ends with a critical discussion of the results obtained, the conclusions, and recommendations.

Keywords: teaching-learning process; virtual environments; learning styles; academic performance.

1. Introducción

Actualmente, vivimos inmersos en la llamada sociedad de la información, debido a que el uso de la tecnología ha tenido un incremento considerable, esto se ve reflejado en la educación, donde el modelo tradicional ha ido evolucionado con el uso de las nuevas Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC) (Seitebaleng, 2018), así como la aplicación de espacios educativos virtuales; que sin duda alguna han venido marcando otra era (Zambrano, 2020). Cuando se habla de tecnología se refiere a un conjunto de conocimientos y técnicas aplicadas, que facilitan la creación de herramientas y entornos virtuales para que los estudiantes puedan intercambiar y colaborar entre ellos, y de esta forma lograr la optimización del proceso de enseñanza aprendizaje (Lizarraga, 2017), el aprendizaje colaborativo es considerado una técnica de aprendizaje muy efectiva (Quiñonez, 2016). Por esta razón, el constante cambio tecnológico lleva a la sociedad a aplicar la tecnología en diversas áreas, tales como: la medicina, las comunicaciones, el medio ambiente, la industria y la educación (Srivastava, 2014). La tecnología aplicada a la educación es de gran ayuda para que los estudiantes lleven a cabo el proceso de enseñanza y aprendizaje de una manera favorable y autodidacta (Lekka, 2015).

Debido a la importancia y a las condiciones actuales de enseñanza en los diferentes niveles educativos, algunos autores (Hui, 2016) proponen aprovechar la situación actual de los estudiantes que han crecido bajo la influencia de la tecnología interactiva, creando comunidades del conocimiento a partir de aprendizaje combinado. Esto es, con el uso e incorporación de tecnologías emergentes se ha proporcionado a la humanidad canales nuevos de comunicación e inmensas fuentes de información que difunden modelos de comportamiento social, actitudes, valores y formas de organización, como resultado, se mejora la calidad en el proceso de enseñanza aprendizaje, los estudiantes adquieren más responsabilidad, mejoran las habilidades y destrezas tanto en el estudio individual como grupal (Lillejord, 2018).

Recientemente, la pandemia de COVID-19 obligó a las instituciones educativas de todos los niveles académicos a cambiar los entornos de aprendizaje, sin embargo, el principal inconveniente que tenían la mayoría de las instituciones era la falta de un plan de contingencia o la tecnología adecuada para realizar todos los cursos en línea. El autor Attallah (2020) presenta un concentrado de diferentes trabajos relacionados con la experiencia de algunas universidades post COVID-19, centrándose en la aplicación de entornos virtuales, destaca las ventajas y la idoneidad de las herramientas tecnológicas utilizadas en las actividades para el aprendizaje en línea.

Por otro lado, Kumar et al. (2020) presentan un trabajo relacionado con las herramientas de asistencia tecnológica que están disponibles para que se pueda impartir una educación de calidad en entornos en línea. Particularmente, se enfocan en los Seminarios Web (Webinars) como herramienta de enseñanza para que los profesores puedan llevar a cabo sus clases durante este período de COVID-19. Dentro de las plataformas utilizadas para los Webinars destacan las siguientes: Zoom (Zoom, 2021), GoToMeeting (Gotomeeting, 2021), GoToWebinar (GoToWebinar, 2021), Google Meet (Google Meet, 2021), Cisco

Webex (Cisco Webex, 2021) y Microsoft Team (Microsoft Team, 2021). De cada una de estas plataformas han realizado una comparación con sus principales características tales como: versión gratuita disponible, número de participantes de la reunión, compartir pantalla, pizarra, grabación de las reuniones, seguridad (cifrado E2E), planes de pago, aplicación móvil, espacio de trabajo colaborativo, entre otras. Destacan la importancia de la exploración de diferentes plataformas, la capacitación de profesores y estudiantes, así como la realización de sesiones de demostración y la introducción de plataformas de evaluación.

Por lo tanto, de acuerdo con los trabajos mencionados anteriormente, este trabajo tiene como objetivo evaluar el desempeño académico de los estudiantes de Licenciatura en Gastronomía de la UAS en entornos virtuales, específicamente en la asignatura de estadística, utilizando el modelo PNL para conocer el estilo de aprendizaje predominante en los estudiantes y de esta forma estimular todos los canales de aprendizaje.

El resto de este artículo está organizado de la siguiente manera: en la Sección 2 se presenta el contexto teórico que fundamentan el proceso de la investigación en lo que se refiere a las TIC. La sección 3, describe la estrategia metodológica aplicada en este trabajo. En la Sección 4, se presentan los resultados obtenidos con el instrumento de contexto, resultados de la aplicación del modelo PNL y el análisis de rendimiento académico. Finalmente, la sección 5 presenta un resumen de las conclusiones obtenidas con la realización de este trabajo.

2. Contexto teórico

Un tema básico en el estudio del aprendizaje son sus teorías, las cuales han cambiado a lo largo de la historia, haciéndose presentes unas más que otras. Shuell, en 1986 menciona que aprender es un cambio perdurable de la conducta o en la capacidad de conducirse de manera dada como resultado de la práctica o de otras formas de experiencia. Basados en este concepto, se puede decir que el aprendizaje se presenta de manera empírica en todos los aspectos de la vida y empieza desde pequeños. Sin embargo, para la sociedad es importante que sus miembros estén completamente preparados para poder introducirse y desarrollarse satisfactoriamente en el campo laboral, y tener como resultado no sólo el desarrollo del individuo como profesionista sino también la sociedad de la que forma parte.

2.1. Modelos educativos.

Los modelos educativos surgen de corrientes de pensamiento y teorías, las cuales abordan distintos paradigmas. Cada modelo tiene su propio paradigma, que habla sobre la educación y por supuesto del proceso enseñanza-aprendizaje. Existen diferentes modelos educativos, en este trabajo se abordan 5 que sustentan ésta investigación.

- **Modelo conductista:** Según Minetti (2015) se basa en la relación que existe entre estímulo y reacción, donde el estímulo lo proporciona el docente de diferentes formas y las reacciones del estudiante se observan para posteriormente elegir el estímulo correcto, para que el estudiante reaccione de la manera esperada; esta teoría se basa en los estudios de Skinner (1997).

- **Modelo cognitivo:** De acuerdo con Gómez & Polanía (2008) el modelo se enfoca en las teorías de Dewey (1957) y Piaget (1999); quienes plantearon que la educación debe buscar que cada individuo acceda progresiva y secuencialmente a una etapa superior del desarrollo intelectual, en relación con las necesidades y condiciones particulares de cada uno, con el fin de constituir en la meta educativa.
- **Modelo Psico-social:** Este modelo se refiere al estudio sistemático de los componentes, procesos y resultados de las intervenciones y programas que implican el conocimiento a través de técnicas de evaluación, así como del estudio de la población estudiantil a la que se pretende evaluar, asesorar, dinamizar, planificar y programar, en bienestar al proceso de enseñanza aprendizaje.
- **Modelo constructivista:** Según Minetti (2015) este modelo es fundamentado principalmente por Vigotsky, Piaget y Ausubel, quienes definieron al constructivismo como la aplicación y disposición de diferentes métodos de apoyo que le permiten al alumno construir su propio saber. Según este modelo, cada persona construye su propia perspectiva del mundo que le rodea a través de sus propias experiencias y esquemas mentales desarrollados.
- **Modelo conectivista:** Gayol de Pallán (2016) menciona que este modelo es el producto del desarrollo de la informática. Siemens (2007) plantea que las redes de cualquier naturaleza ya sean informáticas o sociales pueden ser conectadas con un todo integrado y que al alterarse las partes se altera todo. El conectivismo es la integración de principios explorados por el caos, las redes, la complejidad y las teorías de auto-organización.

2.2. Estilos de aprendizaje

El término “estilo de aprendizaje” básicamente se refiere a la forma en que cada individuo recibe o comprende el conocimiento, y generalmente, es utilizado como su propio método o estrategia de aprendizaje (Pantoja, 2013). Dichos estilos de aprendizaje permiten optimizar el proceso de enseñanza para el docente y el de aprendizaje para el estudiante, ya que ayuda a comprender por qué algunas estrategias pueden funcionar perfectamente para un grupo de estudiantes y para otros no. Por esta razón, una vez que el docente conoce los estilos de aprendizaje que existen, puede identificar cuales predominan en el grupo y de esta forma poder implementar las estrategias didácticas más adecuadas que fortalezcan todos los canales de aprendizaje de los estudiantes (Bustos-Lopez, 20218). En la Tabla 1 se muestran algunos de los modelos de estilos de aprendizaje más conocidos y utilizados, según Gómez, Aduna & García (2004), a través de los cuales se pueden entender los comportamientos diarios en el aula y la forma en que aprenden los alumnos y las acciones que resultan más eficaces.

Modelo	Estilo de aprendizaje	Características del modelo
<i>Cuadrantes cerebrales de Herrmann</i>	Cortical izquierdo, Límbico izquierdo, Límbico derecho y Cortical derecho	Representan cuatro formas distintas de operar, de pensar, de crear, de aprender y, en suma, de convivir con el mundo
<i>Felder y Silverman</i>	Sensitivo/intuitivo, Visual/verbal, Inductivos/Deductivos. Secuenciales/globales, Activos/reflexivos	Conciben los estilos de aprendizaje como las preferencias que tiene un sujeto para recibir y procesar información.

Modelo	Estilo de aprendizaje	Características del modelo
<i>Kolb</i>	Activo, Reflexivo, Pragmático y Teórico	Identifican dos dimensiones principales del aprendizaje: la percepción y el procesamiento, obteniendo que el aprendizaje es el resultado de la forma de percibir y de cómo procesan lo que han percibido. Se plantean extremos para medir los puntos fuertes y débiles.
<i>Programación Neurolingüística de Bandler y Grinder</i>	Visual, Auditivo y Kinestésico	Define tres elementos como constituyentes claves de la conducta humana: Visual que entiende el mundo tal como lo ve. Auditivo: excelente conversador. Recuerda lo que oye, kinestésico: Procesa asociando al cuerpo. Recuerda lo que hace.
<i>Hemisferios cerebrales</i>	Lógico, Holístico,	Permite determinar cuál de los hemisferios es más dominante.
<i>Inteligencias Múltiples de Gardner</i>	Lógico-matemático, Lingüístico-verbal, Corporal-kinestésico, Espacial, Musical, Interpersonal, Intrapersonal y Naturalista	Mencionan que la inteligencia no se puede medir con un número como el coeficiente intelectual. La inteligencia es la capacidad de ordenar los pensamientos y coordinarlos con las acciones.

Tabla 1 – Modelos de estilos de aprendizaje

El modelo programación neurolingüística (PNL) también conocido como modelo VAK por sus iniciales Visual, Auditivo y Kinestésico, según Bandler (1988) lo define como la mejor forma de aprender de un estudiante, filtrando la información a través de un canal predominante, facilitando la asimilación del conocimiento, esto no quiere decir que solamente se tienen que asignar tareas del estilo predominante, sino también es conveniente fortalecer los otros canales a través de diversas actividades para formar alumnos más receptivos a la adquisición de nuevos conocimientos en distintos contextos. Además, se fundamenta en tres componentes como lo menciona Díaz-Barriga (2015), primero, la programación se refiere a la aptitud humana de producir y utilizar programas de comportamiento; segundo, el componente neurológico está conformado por las percepciones sensoriales que determinan el estado emocional propio de cada persona; tercero, el componente lingüístico se refiere a la comunicación verbal y no verbal.

De acuerdo con la información mencionada anteriormente, en este trabajo se ha utilizado el modelo programación neurolingüística (PNL) para conocer los estilos de aprendizaje predominantes de los estudiantes, esto con el fin de ayudar al docente para que realice una mejor selección de la metodología empleada. De acuerdo con Gallego (2013) de esta selección metodológica dependen los resultados que se obtienen en el grupo y sobre todo se evita que se trabaje únicamente a través del canal de aprendizaje del docente o el canal que el docente considere más apropiado por sentirse más cómodo.

2.3. Rendimiento académico

El término de rendimiento académico se puede definir como la calificación final del estudiante (Lin, 2013). Otros autores (Vanslambrouck, 2018) mencionan que el

rendimiento académico tiene muchas implicaciones e influyen diferentes factores determinantes tales como: el grado de satisfacción de la carrera y los factores sociodemográficos (Pauda, 2019), donde el resultado obtenido es la acción recíproca de los componentes tanto internos como externos. Es decir, depende directamente de características aptitudinales, intelectuales, la personalidad del alumno y los aspectos motivacionales durante el transcurso de los estudios universitarios.

En los últimos años, se han realizado diferentes trabajos relacionados con el desempeño académico de los estudiantes en la educación superior (Zhao, 2018), específicamente, analizan los principales factores que influyen en el rendimiento académico. Carnell et al. (2020) realizan una recopilación teórica de los principales factores que afectan al desempeño académico de los estudiantes de nivel superior, los cuales son: factores fisiológicos, pedagógicos, psicológicos y sociológicos.

Sari & Karsen (2016) miden y evalúan el rendimiento académico a través del aprendizaje combinado efectivo implementado en una universidad privada, de acuerdo con los resultados obtenidos, se mejora la calidad del aprendizaje, sin embargo, mencionan que el aprendizaje comienza a ser eficaz a partir del compromiso institucional, esto es, la institución adquiere un fuerte compromiso para mejorar y adaptar las condiciones del aprendizaje de los estudiantes. Por otro lado, otros autores (Umek, 2015) presentan una investigación realizada en la Universidad de Ljubljana a estudiantes de administración pública, para evaluar el rendimiento académico y la satisfacción de los alumnos mediante la introducción del aprendizaje combinado.

3. Metodología

La utilización del método mixto, según Pereira (2011) menciona que es una excelente alternativa para abordar temáticas de investigación en el campo educativo ya que se busca la comprensión, profundización o transformación de aspectos en este campo. En este contexto, Onwuegbuzie & Leech (2006) plantearon que las investigaciones con un diseño mixto podían ser de dos tipos: con modelo mixto: en el cual se combinan en una misma etapa o fase de investigación, tanto métodos cuantitativos, como cualitativos. Con método mixto: en cuyo caso, los métodos cuantitativos se utilizan en una etapa o fase de la investigación y los cualitativos en otra.

Después de llevar a cabo un análisis exhaustivo de la información mencionada anteriormente, en este trabajo de investigación se llevó a cabo utilizando el enfoque mixto. Se realizó una investigación cuasi experimental donde se determinaron las relaciones de causa-efecto entre dos grupos, dichos comportamientos obtenidos en el grupo control (Grupo A) fueron comparados con el grupo experimental (Grupo B). Con un enfoque mixto, longitudinal descriptivo por encuesta.

3.1. Población y muestra

El universo de esta investigación son los estudiantes de la Unidad Académica de Gastronomía y Nutrición Mazatlán de la Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS), que al mes de marzo del 2020 contaba con 400 alumnos de la Licenciatura de Gastronomía; con un total de 16 grupos distribuidos de la siguiente forma: 4 grupos en primer año, 4

grupos en segundo año, 4 grupos en tercer año y 4 grupos en cuarto año. La población con la que se trabajó fueron los estudiantes de cuarto semestre y la muestra fue por conveniencia por lo que se implementó la investigación con los estudiantes del grupo control (Grupo A: 27 alumnos) y del grupo experimental (Grupo B: 27 alumnos) que cursaron la asignatura de estadística, impartida en el cuarto semestre de la Licenciatura de Gastronomía.

El grupo control son los estudiantes que tomaron sus clases virtuales a través de la plataforma Zoom (Zoom, 2021), utilizando la plataforma Classroom (Classroom, 2021) como herramienta para la gestión del aprendizaje y presentaciones tradicionales en Power Point para transmitir la información de las unidades de aprendizaje a los estudiantes. El grupo experimental además de las plataformas utilizadas en el grupo control, también se utilizaron diferentes herramientas tecnológicas como estrategias didácticas de acuerdo con los estilos de aprendizaje predominantes en el grupo experimental para favorecer el proceso de enseñanza aprendizaje. Algunas de las herramientas que se utilizaron fueron: Mindomo (Mindomo, 2021), Kahoot! (Kahoot!, 2021), Padlet (Padlet, 2021), Genially (Genially, 2021), Powtoon (Powtoon, 2021), Canva (Canva, 2021), Mentimeter (Mentimeter, 2021), entre otros, que sirvieron de apoyo para potencializar el conocimiento adquirido cada unidad de aprendizaje.

3.2. Ruta metodológica

El proceso académico se llevó a cabo de manera organizada y sistemática, primero, se solicitaron los permisos correspondientes tanto a las autoridades de la Unidad Académica como a los estudiantes participantes en esta investigación. Segundo, se aplicó un instrumento al grupo A y al grupo B llamado “Uso y aplicación de las tecnologías” de Soto (2015), el cual sirvió para analizar el contexto de esta investigación. Tercero, se procedió



Unidad Académica	Formato de Asignación	Sesiones grupales	Canalización	SIJA-SACE-Empleado	Diagnostico EDAOM	Diagnostico HEMA	Exito Aprendizaje	Evaluación de Tutorías	Informes
21 Tutorados de 13899 ALMA YADIRA QUIÑONEZ CARRILLO ()									
Num	Cuenta	Nombre	Clave UA	Carrera	Periodo	Grupo	Asesor	Opciones	
18921930		ALVARADO VAZQUEZ PERLA GUADALUPE	4540	2	4	1			
18921531		CECEÑA RODRIGUEZ FIDEL	4540	2	4	1			
15887316		CISNEROS MORALES SANTOS ALONSO	4540	2	4	1			
15887731		CRUZ CARRILLO MARIA JOHANA	4540	2	4	1			
18921353		GALLARDO SANCHEZ ANGEL GABRIEL	4540	2	4	1			
18921914		GODINEZ GARCIA JUAN CARLOS	4540	2	4	1			
18921507		HERNANDEZ VALDIVIA ROSA ALEJANDRA	4540	2	4	1			
17803632		LOYO VEGA EVA DANIELA	4540	2	4	1			
18921596		MARTINEZ GIL MARIAN	4540	2	4	1			
15882551		MENDOZA TIZNADO CARLOS ADRIAN	4540	2	4	1			
18921663		MONTEJANO VARGAS SEBASTIAN	4540	2	4	1			
18921489		ORTIZ SANDOVAL DIANA MICHEL	4540	2	4	1			
15890260		OSUNA MONTES IVAN ALEJANDRO	4540	2	4	1			
13867960		PADILLA MORAN LUIS DAVID	4540	2	4	1			

Figura 1 – Plataforma oficial del Programa Institucional de Tutorías de la UAS, <http://tutorias.uas.edu.mx/web/>

a la aplicación del instrumento del modelo PNL desde la plataforma oficial del Programa Institucional de Tutorías de la UAS (Fig. 1), para obtener y conocer los diferentes estilos de aprendizaje predominantes de los estudiantes del grupo experimental (Grupo B). Cuarto, se llevó a cabo la aplicación de las evaluaciones tanto en el grupo control como en el experimental para evaluar los conocimientos adquiridos de la asignatura y evaluar el rendimiento académico grupal.

4. Análisis y presentación de los resultados

La incorporación de las tecnologías al ámbito educativo es de gran importancia para mejorar los procesos de enseñanza aprendizaje, ya que apoyan tanto al alumno como al docente en la adquisición de las competencias tecnológicas necesarias para enfrentarse al mundo laboral de actualidad. Como lo menciona Díaz-Barriga (2015), la tecnología se emplea para incrementar lo que se ha venido haciendo, pero ofreciendo una amplia posibilidad de experiencias de enseñanza, de una forma eficiente dejando atrás los ejercicios rutinarios y exámenes tradicionales. De esta forma, se logrará a través del seguimiento de pasos sistematizados los objetivos planteados para el curso, con ambientes de aprendizaje adaptados a la modalidad virtual. En este trabajo, se realizó el análisis de dos grupos que cursaron el cuarto semestre de la Licenciatura en Gastronomía, que permitieron obtener el análisis del contexto y los estilos de aprendizaje y el índice de rendimiento académico. En la tabla 2 se muestran el total de alumnos que formaron parte de la investigación.

Grupo	Mujeres	Hombre	Total de alumnos
<i>Grupo A Control</i>	14	13	27
<i>Grupo B Experimental</i>	11	16	27

Tabla 2 – Alumnos que participaron en la investigación.

4.1. Resultados del instrumento de contexto

Se realizó un análisis de contexto utilizando el instrumento “Uso y aplicación de las tecnologías” de Soto (2015), con fin de extraer información pertinente para realizar esta investigación, se obtuvo información relacionada con el número de alumnos que cuentan con una computadora, celular e internet; cuántos estudiantes utilizan herramientas tecnológicas para realizar actividades escolares y con qué frecuencia. De acuerdo con los resultados obtenidos, en la figura 2 y 3 se muestra un resumen con relación al uso de la computadora, se puede observar que se obtuvieron datos relevantes que indican que la mayoría de los alumnos cuentan con herramientas tecnológicas y conexión a internet, por lo general, dichas herramientas son utilizadas diariamente para realizar trabajos escolares y acceder a redes sociales, con regularidad para descargar videos y aplicaciones. Además, se detectó como área de oportunidad que, al tener acceso de manera frecuente a internet, los alumnos, podrían aprender a optimizar los tiempos que pasan en línea para mejorar sus tareas y buscar información actualizada favoreciendo su aprendizaje.

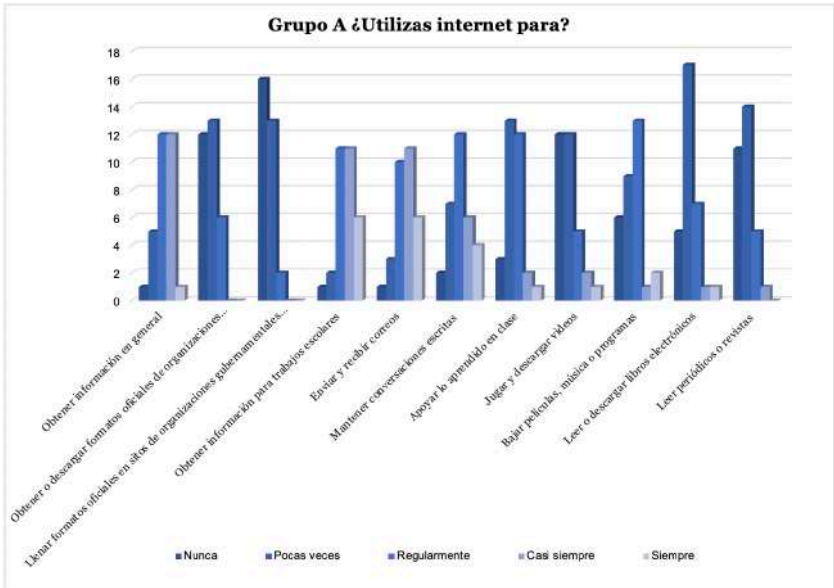


Figura 2 – Grupo A: aplicación del cuestionario uso y aplicación de las tecnologías

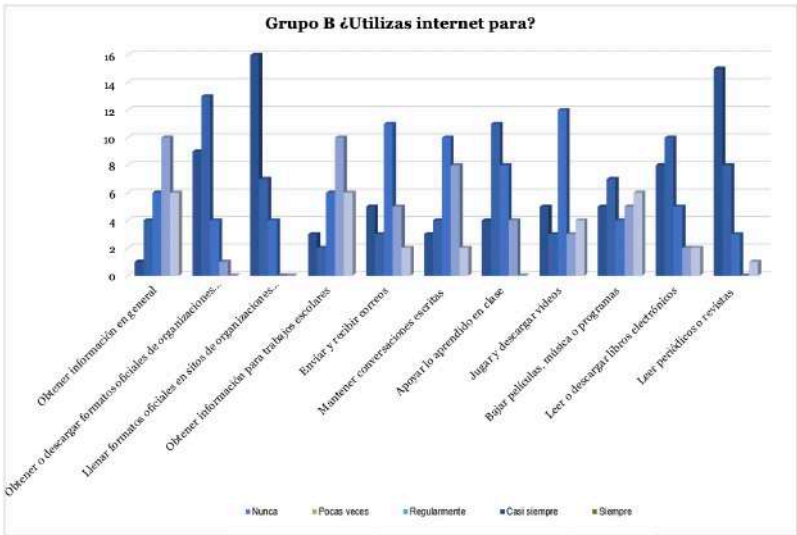


Figura 3 – Grupo B: aplicación del cuestionario uso y aplicación de las tecnologías

4.2.Resultados del modelo PNL

Para llevar a cabo la identificación de los estilos de aprendizaje de los estudiantes, los factores que afectan, la adquisición y la recuperación aprendida de información, se ha utilizado la plataforma institucional de tutorías desarrollada por la UAS dentro del

Programa Institucional de Tutorías, donde además de encontrar información pública, el tutor-tutorado, tutor-asesor par, asesor par-asesorados también pueden interactuar en ese espacio los alumnos al contestar los test psicopedagógicos: como EDAOM (Estrategias de Aprendizaje y Orientación Motivacional), HEMA (Hábitos de Estudio y Motivación al Aprendizaje), CHAEA (Cuestionario Honey Alonso de Estilos de Aprendizaje) y el modelo PNL (Estilos de Aprendizaje de la Programación Neurolingüística). En este trabajo se utilizó como instrumento el modelo psicopedagógico PNL, para identificar el estilo de aprendizaje VAK de los alumnos, el cual consta de 36 preguntas de opción múltiple y se realizó directamente en la plataforma del Programa Institucional de Tutorías.

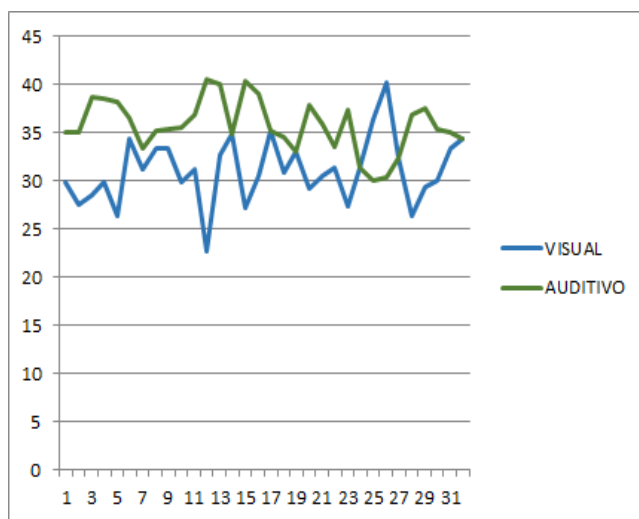


Figura 4 – Resultados del modelo PNL, comparativo de estilo visual y auditivo

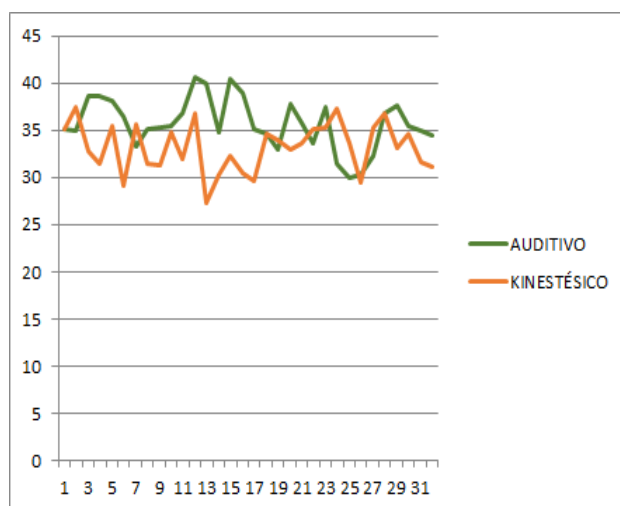


Figura 5 – Resultados del modelo PNL, comparativo del estilo auditivo y kinestésico

De acuerdo con los resultados obtenidos, a través de la plataforma de Tutorías arrojaron que el estilo de aprendizaje que más predomina en el grupo experimental (grupo B) de la Licenciatura de Gastronomía es el visual, continuando el kinestésico y por último el auditivo. En la Figura 4, se puede observar un comparativo del estilo de aprendizaje visual con el estilo de aprendizaje kinestésico y en la Figura 5 se muestran los resultados del comparativo del estilo auditivo con el kinestésico.

4.3. Análisis del rendimiento académico

Una vez realizado el análisis de contexto a través del instrumento “Uso y aplicación de las tecnologías” de Soto (2015) en cada uno de los grupos y la identificación del estilo de aprendizaje predominante con el modelo PNL en el grupo experimental, se procedió a realizar el análisis del rendimiento académico que tuvieron los estudiantes durante el desarrollo de dos unidades de aprendizaje de la asignatura de estadística tanto en el grupo de control como en el grupo experimental. A continuación, en la Tabla 3 se presenta un resumen de la evaluación obtenida en cada unidad de aprendizaje para cada uno de los estudiantes del grupo control y grupo experimental.

Grupo Control			Grupo Experimental		
Estudiantes	Unidad de aprendizaje 1	Unidad de aprendizaje 2	Estudiantes	Unidad de aprendizaje 1	Unidad de aprendizaje 2
Estudiante 1	5.90	5.39	Estudiante 1	8.30	9.33
Estudiante 2	6.45	8.56	Estudiante 2	10.00	9.33
Estudiante 3	9.16	8.24	Estudiante 3	8.30	10.00
Estudiante 4	7.18	8.23	Estudiante 4	6.45	10.00
Estudiante 5	6.20	4.23	Estudiante 5	8.30	9.33
Estudiante 6	7.89	4.50	Estudiante 6	8.90	9.33
Estudiante 7	7.64	6.12	Estudiante 7	7.68	9.0
Estudiante 8	8.52	6.23	Estudiante 8	6.98	9.33
Estudiante 9	9.56	7.40	Estudiante 9	9.20	10.00
Estudiante 10	8.15	8.30	Estudiante 10	8.90	8.00
Estudiante 11	7.68	2.32	Estudiante 11	8.80	9.33
Estudiante 12	7.12	5.16	Estudiante 12	9.45	7.47
Estudiante 13	2.88	7.23	Estudiante 13	9.50	10.00
Estudiante 14	5.72	5.56	Estudiante 14	10.00	7.13
Estudiante 15	6.96	4.56	Estudiante 15	8.90	7.30
Estudiante 16	7.17	7.82	Estudiante 16	8.68	8.00
Estudiante 17	7.90	3.77	Estudiante 17	4.99	8.67
Estudiante 18	6.00	8.83	Estudiante 18	9.40	10.00
Estudiante 19	6.10	4.82	Estudiante 19	8.79	8.00
Estudiante 20	4.42	7.59	Estudiante 20	8.90	9.60
Estudiante 21	8.38	8.88	Estudiante 21	5.89	8.88

Grupo Control			Grupo Experimental		
Estudiantes	Unidad de aprendizaje 1	Unidad de aprendizaje 2	Estudiantes	Unidad de aprendizaje 1	Unidad de aprendizaje 2
<i>Estudiante 22</i>	7.09	9.16	<i>Estudiante 22</i>	9.80	8.60
<i>Estudiante 23</i>	6.82	0.45	<i>Estudiante 23</i>	9.60	9.00
<i>Estudiante 24</i>	7.54	8.26	<i>Estudiante 24</i>	8.50	9.20
<i>Estudiante 25</i>	6.70	8.06	<i>Estudiante 25</i>	10.00	7.40
<i>Estudiante 26</i>	8.26	5.92	<i>Estudiante 26</i>	9.80	8.90
<i>Estudiante 27</i>	2.87	8.50	<i>Estudiante 27</i>	10.00	10.00
<i>Promedio Grupal</i>	6.82	6.52	<i>Promedio Grupal</i>	8.67	8.93

Tabla 3 – Promedio grupal de las unidades de aprendizaje para el grupo control y para el grupo experimental.

De acuerdo con los resultados obtenidos se puede ver claramente que el rendimiento académico del grupo experimental es superior al rendimiento obtenido por el grupo control. En este contexto, para el grupo experimental el promedio de la evaluación grupal para la unidad de aprendizaje 1 es de 8.67 y 8.93 para la unidad de aprendizaje 2. Para el grupo control el promedio de la evaluación grupal para la unidad de aprendizaje 1 es de 6.82 y 6.52 para la unidad de aprendizaje 2, se puede observar que el resultado es inferior.

5. Conclusiones

La incorporación de las herramientas tecnológicas al ámbito educativo es de gran importancia para mejorar los procesos de enseñanza aprendizaje, debido a que, apoyan tanto al alumno como al docente para adquirir las competencias tecnológicas necesarias para enfrentarse al mundo laboral en la actualidad. En este sentido, para crear un entorno eficaz de aprendizaje en línea y enseñar cursos en línea de manera eficiente, es necesario que el profesor posea habilidades didácticas, metodológicas y tecnológicas para que el proceso de enseñanza-aprendizaje se logre satisfactoriamente. Sin embargo, la elaboración de un curso en línea no es una tarea sencilla, se requiere de componentes básicos como una planeación, para lograr de forma satisfactoria el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Con la realización de esta investigación se obtuvieron diferentes resultados relacionados con el uso y dominio de las tecnologías y los estilos de aprendizaje del grupo control y grupo experimental. En primer lugar, se llevó a cabo la aplicación de un instrumento para analizar el uso y aplicación que le dan los alumnos a las tecnologías. Se obtuvieron datos muy interesantes como: el número de alumnos que cuentan con una computadora, celular, internet y cuántos de ellos utilizan estas herramientas tecnológicas para realizar actividades escolares y con qué frecuencia. Si bien es cierto que los estudiantes reflejan un dominio en las tecnologías, se ha identificado que solamente son utilizadas para cuestiones de redes sociales y no para académicas, en este sentido, el docente tiene la responsabilidad de guiarlos en el adecuado uso y aprovechamiento de las herramientas,

que hoy en día, se encuentra al alcance de la mayoría de los estudiantes, con el fin de lograr vincular las TIC con el aprendizaje, de una forma organizada y lograr implementar las estrategias más adecuadas.

En segundo lugar, se llevó a cabo la aplicación del test PNL para conocer los estilos de aprendizaje que predominaba en los estudiantes. Una vez identificados los estilos de aprendizaje predominantes en cada grupo, se procedió a la realización de una adecuada planeación didáctica que permitiera trabajar y estimular todos los canales de aprendizaje, logrando una integración de las tecnologías educativas, es decir, debido a que existe una amplia gama de herramientas se pueden hacer más interactivas las actividades, como: videos, audios, películas, documentos en línea, actividades lúdicas en la web, redes sociales, entre otras. De acuerdo con los resultados obtenidos con la aplicación el modelo PNL a través de la plataforma Institucional de Tutorías de la Universidad Autónoma de Sinaloa, los estilos de aprendizaje predominantes en el grupo experimental es el visual, después kinestésico, y por último, el auditivo.

Para finalizar, es importante mencionar que toda herramienta tecnológica utilizada por el docente, esté acompañada de un previo análisis de contexto como se realizó en esta investigación, porque permite seleccionar las mejores estrategias para ser implementadas a través de la plataforma, y de esta forma, poder medir el impacto en el rendimiento académico, el cual se vio favorecido en los estudiantes que estuvieron trabajando con las diferentes herramientas tecnológicas, potencializando sus conocimientos y fortaleciendo su interacción con la tecnología. Se ha verificado que independientemente del estilo de aprendizaje que el estudiante tenga (visual, auditivo o kinestésico), al utilizar diferentes herramientas se logró tener mayor interés durante el desarrollo de las unidades de aprendizaje, y por lo tanto, los estudiantes obtuvieron un mejor rendimiento académico en la evaluación de cada unidad de aprendizaje.

Referencias

- Attallah, B. (2020). Post COVID-19 Higher Education Empowered by Virtual Worlds and Applications. In *Proceedings of the Seventh International Conference on Information Technology Trends (ITT)*, Abu Dhabi, United Arab Emirates, (pp. 161-164). IEEE Publisher.
- Bandler, R., (1988). Use su cabeza para variar, submodalidades en PNL. Cuatro Vientos.
- Bustos-López, M., Alor-Hernández, G., Sánchez-Cervantes, J.L., Salas-Zárate, M.P., & Paredes-Valverde, M.A. (2018). EduRP: an Educational Resources Platform based on Opinion Mining and Semantic Web, *Journal of Universal Computer Science*, 24(11), 1515–1535.
- Canva (2021) Diseño gráfico para todos. Disponible en: https://www.canva.com/es_mx/
- Carnell, P. H., Schwab, M.C., Sochacka, N.W., & Hunsu, N.J. (2020) Performance and perception: A preliminary examination of factors that may motivate students to bounce back. *Frontiers in Education Conference (FIE)*, (pp. 1-4). Uppsala, Sweden; IEEE.

- Cisco (2021). Cisco Webex Meeting:Video conferencing. Disponible en <https://www.webex.com/>
- Google (2021). Google Classroom. Disponible en: <https://classroom.google.com/>
- Díaz-Barriga, F. (2015). Experiencias de aprendizaje mediadas por las tecnologías digitales: pautas para docentes y diseñadores educativos. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Gallego, D. (2013). Ya he diagnosticado el estilo de aprendizaje de mis alumnos y ahora ¿qué hago. *Revista de Estilos de aprendizaje*, 11(12), 1-13.
- Gayol de Pallán, Y.(2016) Reseña del libro Educación a distancia: teoría, investigación, diseño y evaluación. *Revista Mexicana de Bachillerato a Distancia*, 8(16), 159-160.
- Genially (2021). Presentaciones e infografías. Disponible en: <https://www.genial.ly/es>
- Gómez, L., Aduna, A., & García, E. (2004). Manual de estilos de aprendizaje. México DF: Secretaría de Educación Pública. Disponible en <https://drive.google.com/file/d/oB76yT5ggiwqYNU1kZ1F3WUVOTko/edit>
- Google Meet. (2021). Real-time meetings, video conferencing. Disponible en <https://meet.google.com/>
- GotoMeeting. (2021). Video conferencing. Disponible en: <https://www.gotomeeting.com/en-in>
- Hui, T., & Yan-Jun, Y. (2016). Knowledge Building Community in Blended Learning Environments. In *Proceedings of the 8th International Conference on Information Technology in Medicine and Education*, Fuzhou, pp. 581-583, IEEE Publisher.
- Kahoot! (2021) Play Kahoot! Learning game. Disponible en: <https://kahoot.it/>
- Kumar, A., Malhotra, S., Katoch, A., Sarathkar, A., & Manocha, A. (2020). Webinars: An assistive tool used by higher education educators during Covid19 case study. In *Proceedings of the 12th International Conference on Computational Intelligence and Communication Networks (CICN)*, Bhimtal, India, (pp. 1-6). IEEE Publisher.
- Lekka, A., Tsironi, M., & Pange, J. (2015). New trends of information and communication technologies in education. In *IEEE International Conference on Interactive Mobile Communication Technologies and Learning*, Thessaloniki, Greece, (pp. 389-389). <https://doi.org/10.1109/IMCTL.2015.7359626>.
- Lillejord, S., Borte, K., Nesje, K., & Ruu, E. (2018). Learning and teaching with technology in higher education – a systematic review. Oslo: Knowledge Centre for Education.
- Lin, C.C., & Chiu, C. H. (2013). Correlation between Course Tracking Variables and Academic Performance in Blended Online Courses. In *Proceedings of the 13th International Conference on Advanced Learning Technologies*, Beijing, China, (pp. 184-188). IEEE Publisher.

- Lizarraga, C., Quiñonez, Y., Aguayo, R., & Peraza, J. (2017). Incorporation of robots in the teaching-learning process for the different educational levels. In *Proceedings of the 9th International Conference on Education and New Learning Technologies*, Barcelona, Spain, pp. 5459-5457, Iated Digital Library.
- Mentimeter (2021). Interactive presentation software. Disponible en: <https://www.mentimeter.com/>
- Microsoft Team (2021). Video conferencing. Disponible en: <https://www.microsoft.com/es-mx/microsoft-teams/online-meetings>
- Mindomo (2021). Mapas mentales y conceptuales. Disponible en: <https://www.mindomo.com/es/>
- Minetti, M. L. (2015). ¿Enseñar o aprender? Escritos en la facultad, 11(109), 55-56.
- Onwuegbuzie, A. J., & Leech, N. L. (2006). Linking research questions to mixed methods data analysis procedures 1. The Qualitative Report, 11(3), 474-498. <https://doi.org/10.46743/2160-3715/2006.1663>
- Padlet (2021). Tableros colaborativos. Disponible en: <https://es.padlet.com/>
- Pantoja, M.A., Duque, L.I., & Correa, J.S. (2013) Modelos de estilos de aprendizaje: una actualización para su revisión y análisis. Revista Colombiana de Educación, (64), 79-105. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=413634076004>
- Padua Rodríguez, L.M. (2019). Factores individuales y familiares asociados al bajo rendimiento académico en estudiantes universitarios. Revista mexicana de investigación educativa, 24(80), 173-195. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-66662019000100173&lng=es&tlng=es.
- Pereira Pérez, Z. (2011). Los diseños de método mixto en la investigación en educación: Una experiencia concreta. Revista Electrónica Educare, 15(1), 15-29. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=194118804003>
- Powtoon (2021). Make video and animations online. Disponible en: <https://www.powtoon.com/>
- Quiñonez, Y., Luzardo, G., & Granda, R. (2016). Implementación de un sistema multi-táctil en ambientes educativos para promover y facilitar la evaluación del trabajo colaborativo en el aula. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (17), 66-79. <https://doi.org/10.17013/risti.17.66-79>
- Sari, S., & Karsen, M. (2016). An empirical study on blended learning to improve quality of learning in higher education. In *IEEE International Conference on Information Management and Technology*, pp. 235-240.
- Seitebaleng, S. D. (2018). Information and communication technology use in higher education: Perspectives from faculty. *International Journal of Education and Development using Information and Communication Technology*, 14(2), 121-166.

- Shuell, T. J. (1986). Cognitive conceptions of learning. *Review of Educational Research*, 56, 411-436. <http://dx.doi.org/10.3102/00346543056004411>
- Siemens, G., & Fonseca, D. (2007). Conectivismo: Una teoría de aprendizaje para la era digital. *Philosophy*.
- Skinner, B. F., & Ardila, R. (1977). Sobre el conductismo. Fontanella.
- Soto, M.G. (2015). Tecnologías de Información y Comunicación en los procesos educativos: Sus representaciones sociales desde el docente. *Revista Educativa Hekademos*, (17), 23-30.
- Srivastava, T., Waghmare, L.S., Jagzape, A., Rawekar, A., Quazi, N., & Mishra, V.P. (2014). Role of information communication technology in higher education: learners perspective in rural medical schools. *Journal of clinical and diagnostic research*, 8(6), XC01-XC06. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2014/8371.4448>
- Umek, L., Keric, D., Aristovnik, A., & Tomaevic, N. (2015). Implications of Blended Learning on Students' Performance in Public Administration Education. In *IEEE International Conference on u- and e-Service, Science and Technology*, pp. 39-44.
- Vanslambrouck, S., Zhu, C., Lombaerts, K., Philipsen, B., & Tondeur, J. (2018). Students' motivation and subjective task value of participating in online and blended learning environments. *The Internet and Higher Education*, (36), 33-40.
- Zambrano, L.L. (2020) Uso de la Tecnología de la Información y Comunicación en educación virtual y su correlación con la Inteligencia Emocional de docentes en el Ecuador en contexto COVID-19. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (40), 31-44. <https://doi.org/10.17013/risti.40.31-44k>
- Zhao, H., Guo, Y., Wang, K., & Lu, M. (2018). The Determinants of Students' Academic Achievement in B-Leaming Environment: An Empirical Investigation, In *13th International Conference on Computer Science & Education (ICCSE)*, Colombo, pp. 1-5, <https://doi.org/10.1109/ICCSE.2018.8468828>.
- Zoom (2021). Video conferencing, Web conferencing, Webinnars. Disponible en: <https://zoom.us/meetings>



A Novel Method Based on Numerical Iterations for Joint-Space Trajectory Generation with a via Point

Yadira Quiñonez¹, Oscar Zatarain¹, Carmen Lizarraga¹, Raquel Aguayo¹,
and Jezreel Mejía²(✉)

¹ Universidad Autónoma de Sinaloa, Mazatlán, México
{yadiraqui, carmen.lizarraga, raquelaguayog}@uas.edu.mx,
2016030617@upsin.edu.mx

² Centro de Investigación en Matemáticas, A.C., Universidad Autónoma
de Sinaloa, Mazatlán, México
jmejia@cimat.mx

Abstract. At present, several methods can be found for the trajectory generation in manipulators, where the objective is to obtain a smooth and continuous motion. This paper presents a novel method based on numerical iterations for modeling the trajectory planning in the joint-space with via point. Its proof is presented, and some examples are described to create the trajectory and comparing to the sixth-order polynomial method. This new method is inspired for avoiding infinite spikes at the beginning and the end of the velocity-acceleration-jerk function. Also, this function is to get better accuracy in matching the via point and the final point.

Keywords: Trajectory generation · Manipulators · Numerical iterations · Velocity · Acceleration · Jerk · Via point

1 Introduction

In recent years, various researchers have grown interested in industrial robotics [1, 2] and robotic medical systems [3, 4], particularly in planning and generating trajectories. Determining position, velocity, and acceleration over time is crucial to achieving control of a robotic arm. For example, for a manipulator to perform complex and flexible tasks such as painting, polishing, or welding, optimal and complex methods are required [5–9]. The most used methods to calculate trajectories in robotic arms are cubic polynomials [10], trapezoidal trajectory [11], and Euler angles [12]. With these methods, it is possible to obtain smooth movements in the joint space, which are predictable in the task space.

Joint-space trajectory generation plays an essential role in each joint of a robotic arm because it provides a continuous and smooth motion to set different joint positions. Exist many different methods to obtain the trajectory for moving between one Cartesian pose to another using joint-space trajectories. In general, every method is straightforward in predicting and calculating its constraints. Nevertheless, these methods sometimes require many calculations to obtain a smooth motion and accuracy. Besides, many of

these methods present significant spikes at the begging and end of the jerk function. For example, the third-order, fourth-order, and fifth-order polynomial function presents infinite spikes at the beginning and end of the jerk function. The sixth-order polynomial function is presented by [13]. However, this method presents discontinuity at the beginning and end of the jerk. Therefore, it requires many calculations and presents little inaccuracy at the via point. The final point or oscillations are presented near the via point when the distance between positions is too small; this inaccuracy can be improved.

In this work, a trajectory function presented in [14, 15] is used to obtain a new trajectory function with a via point, and it will be tried to solve the problems stated in the past paragraphs.

The remainder of this paper is organized as follows: Sect. 2 describes previous required results and a brief explanation that is necessary to introduce this method. Section 3 explains the method to obtain the trajectory with via point, the proof of this method, and one example of generating the trajectory by iterations. Section 4 presents the velocity, acceleration, and jerk function with the results obtained, making brief comparisons with sixth-order polynomial method. Section 5 presents a discussion and a brief conclusion of the paper and indicates further work.

2 Some Crucial Properties

This method has been presented and tested in [14, 15] as a single point trajectory, which can be obtained different velocity, acceleration, and jerk shapes using and changing the parameters a , n , t_s and constraint ζ , where n is a real fixed number such that $n > 1$, a is the parameter for changing the shape of the trajectory, velocity, acceleration, and jerk, so that $n^{x+\frac{t_s}{x}-1} = n^a$ never happens; and t_s is the sample time of the trajectory or the final time to get the trajectory at the desired final point. This function is presented below:

$$S_{\zeta at_s}(x) = \begin{cases} q_0 & \text{if } x \leq 0 \\ \frac{n^{x-\zeta}}{\left|n^{x+\frac{t_s}{x}-1}-n^a\right|} + q_0 & \text{if } 0 < x \leq t_s \text{ and } q_0 \leq S_f \\ -\frac{n^{x-\zeta}}{\left|n^{x+\frac{t_s}{x}-1}-n^a\right|} + q_0 & \text{if } 0 < x \leq t_s \text{ and } S_f < q_0 \end{cases} \quad (1)$$

where S_f is the final point, and q_0 is the initial point. Both in this case are presented in degrees, and ζ is calculated in [14, 15]. The function (1) is an interpolation for every $x \geq 0$ which represents the trajectory time for this application.

To present the trajectory function with a via point, using function (1), it is essential to consider the following property of this function. Changing the parameter a such that $a < t_s$ to obtain a trajectory without spikes at infinity through the time, a can be manageable to get a trajectory that increases little by little for a specific time; in other words, $\frac{n^{x-\zeta}}{\left|n^{x+\frac{t_s}{x}-1}-n^a\right|}$ (or $-\frac{n^{x-\zeta}}{\left|n^{x+\frac{t_s}{x}-1}-n^a\right|}$ depending on the case) would be too small until x gets to a specific time to increase faster and $S_{\zeta at_s}(x)$ gets to S_f . Then, this property is used to get the trajectory with a via point. Figure 1 is an example of the property that just was mentioned:

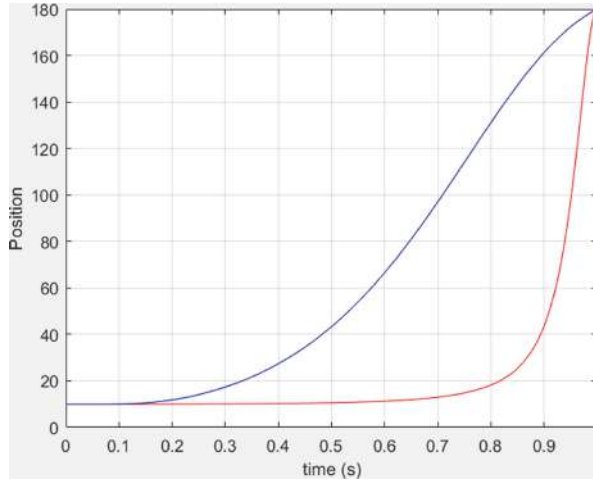


Fig. 1. Different trajectory shapes with the same parameters but different a and ζ .

The trajectory in red has a greater parameter a than the blue one, so, in the case of the red one, the part $\frac{n^{x-\zeta}}{n^{x+\frac{\zeta}{x}}-1-n^a}$ is smaller than the blue one for every $x \geq 0$. This is also true for the case where $S_f < q_0$ [14, 15]. In simple words, the parameter a can be used to change the velocity through time, obtaining many different forms of trajectory between the initial and final point, such as was presented in Fig. 1. Knowing this, in the next section, the trajectory with a via point is presented.

3 Trajectory Function with a via Point

The trajectory functions with a via point, denoted as $S_{(\zeta at_s)_v}(x)$, is defined as a summation of the function (1) with different parameters, constraints, and different points to intersect, using the property mentioned before. The values to obtain the trajectory are taken from [13] to obtain and compare results. First, the function is defined below:

$$S_{(\zeta at_s)_v}(x) = \begin{cases} q_0 \text{ if } x \leq 0 \\ \text{1st cond} \left\{ \begin{aligned} &\left[\frac{n^{x-\zeta_i}}{n^{x+\frac{t_s}{x}-1-n^a}} + \frac{n^{x-\zeta_{v_i}}}{n^{x+\frac{t_v}{x}-1-n^{a_v}}} \right] + q_0 \text{ if } 0 < x \leq t_v < t_s \text{ and } q_0 \leq S_{v_i} \leq S_f \\ &\left[\frac{n^{x-\zeta_i}}{n^{x+\frac{t_s}{x}-1-n^a}} + \frac{n^{t_v-\zeta_{v_i}}}{n^{t_v-1-n^{a_v}}} \right] + q_0 \text{ if } 0 < t_v < x \leq t_s \text{ and } q_0 \leq S_{v_i} \leq S_f \end{aligned} \right. \\ \text{2nd cond} \left\{ \begin{aligned} &\left[-\frac{n^{x-\zeta_i}}{n^{x+\frac{t_s}{x}-1-n^a}} + \frac{n^{x-\zeta_{v_i}}}{n^{x+\frac{t_v}{x}-1-n^{a_v}}} \right] + q_0 \text{ if } 0 < x \leq t_v < t_s \text{ and } q_0 < S_{v_i}, S_f < S_{v_i} \\ &\left[-\frac{n^{x-\zeta_i}}{n^{x+\frac{t_s}{x}-1-n^a}} + \frac{n^{t_v-\zeta_{v_i}}}{n^{t_v-1-n^{a_v}}} \right] + q_0 \text{ if } 0 < t_v < x \leq t_s \text{ and } q_0 < S_{v_i}, S_f < S_{v_i} \end{aligned} \right. \\ \text{3rd cond} \left\{ \begin{aligned} &\left[\frac{n^{x-\zeta_i}}{n^{x+\frac{t_s}{x}-1-n^a}} - \frac{n^{x-\zeta_{v_i}}}{n^{x+\frac{t_v}{x}-1-n^{a_v}}} \right] + q_0 \text{ if } 0 < x \leq t_v < t_s \text{ and } S_{v_i} < q_0, S_{v_i} < S_f \\ &\left[\frac{n^{x-\zeta_i}}{n^{x+\frac{t_s}{x}-1-n^a}} - \frac{n^{t_v-\zeta_{v_i}}}{n^{t_v-1-n^{a_v}}} \right] + q_0 \text{ if } 0 < t_v < x \leq t_s \text{ and } S_{v_i} < q_0, S_{v_i} < S_f \end{aligned} \right. \\ \text{4th cond} \left\{ \begin{aligned} &\left[-\frac{n^{x-\zeta_i}}{n^{x+\frac{t_s}{x}-1-n^a}} - \frac{n^{x-\zeta_{v_i}}}{n^{x+\frac{t_v}{x}-1-n^{a_v}}} \right] + q_0 \text{ if } 0 < x \leq t_v < t_s \text{ and } S_{v_i} < q_0, S_f < S_{v_i} \\ &\left[-\frac{n^{x-\zeta_i}}{n^{x+\frac{t_s}{x}-1-n^a}} - \frac{n^{t_v-\zeta_{v_i}}}{n^{t_v-1-n^{a_v}}} \right] + q_0 \text{ if } 0 < t_v < x \leq t_s \text{ and } S_{v_i} < q_0, S_f < S_{v_i} \end{aligned} \right. \end{cases} \quad (2)$$

where, for any iteration $i \in \{0, 1, 2, \dots\}$ at t_v , S_{v_i} is defined as

$$S_{v_i} = \begin{cases} \theta_v - \frac{n^{t_v-\zeta_i}}{n^{t_v+\frac{t_s}{t_v}-1-n^a}} & \text{for the 1st and 3rd cond} \\ \theta_v + \frac{n^{t_v-\zeta_i}}{n^{t_v+\frac{t_s}{t_v}-1-n^a}} & \text{for the 2nd and 4th cond} \end{cases} \quad (3)$$

where θ_v is the desired via point at the time t_v . For the initial iteration S_{v_0} , it should be chosen ideally to lie close to the desire via point, S_f is the final point and q_0 is the initial point. n_v , t_v , ζ_{v_i} and a_v corresponds to the part of (2) where the trajectory to get the via point is calculated, and n , t_s , ζ_i and a for calculating the function from the via point to the final point in (2).

To calculate ζ_i and ζ_{v_i} the same process taken from [14, 15] is used for each condition. It is got:

$$\zeta_{v_i} = \begin{cases} t_v - \log_{n_v} \left[(S_{v_i} - q_0) (n_v^{t_v} - n_v^a) \right] & \text{if } q_0 < S_{v_i} \\ t_v - \log_{n_v} \left[(q_0 - S_{v_i}) (n_v^{t_v} - n_v^a) \right] & \text{if } S_{v_i} < q_0 \end{cases} \quad (4)$$

$$\zeta_i = \begin{cases} t_s - \log_n \left[(S_f - S_{v_i}) (n^{t_s} - n^a) \right] & \text{if } S_{v_i} < S_f \\ t_s - \log_n \left[(S_{v_i} - S_f) (n^{t_s} - n^a) \right] & \text{if } S_f < S_{v_i} \end{cases}$$

Taking in consideration that $n^{x-\zeta} \left| n^{x+\frac{t_s}{x}-1-n^a} \right|$ is changing while getting to the via point (when $x \leq t_v$), this can affect the trajectory for getting the via point and the endpoint. For example, if $S_{v_1} = 180$ at $t_v = 1.5$ and $S_f = 120$ at $t_s = 3$, the trajectory obtained with these values is presented in Fig. 2.

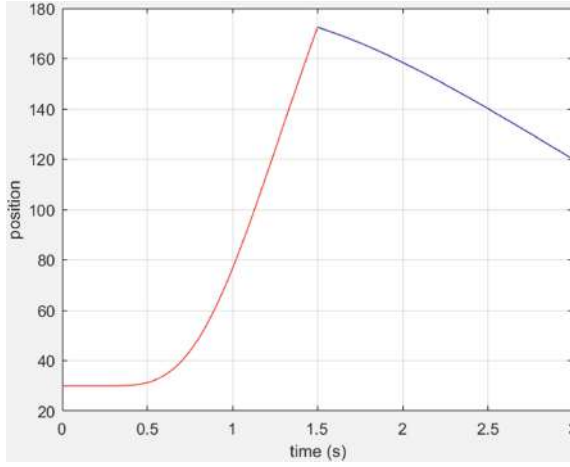


Fig. 2. Trajectory with $S_{v1} = 180$ at $t_v = 1.5$ and $S_f = 120$ at $t_s = 3$.

3.1 Iteration Method to Get the Desired via Point

It is easy to observe in Fig. 2 the trajectory does not match with the via point at 1.5 s, due to the increment of $n^{x-\zeta_i} / \left| n^{x+\frac{t_s}{x}-1} - n^a \right|$ has not been considered yet. Thus, to reduce this error, it must find S_{v_i} for making the iterations. This method is presented below:

Let q_0 the initial point of the trajectory, θ_v the via point, and S_f the final point. A trajectory is sought for a specific t_v and t_s , where $S_{(\zeta at_s)_v}(t_v) = \theta_v$ and $S_{(\zeta at_s)_v}(t_s) = S_f$, $S_{(\zeta at_s)_v}(x)$ is defined as in Eq. (2). Starting from any S_{v_0} , then, exist an unique $S_{v_i} = \theta_v - \frac{n^{t_v-\zeta_{i-1}}}{\left| n^{t_v+\frac{t_s}{t_v}-1} - n^a \right|}$ or $S_{v_i} = \theta_v + \frac{n^{t_v-\zeta_{i-1}}}{\left| n^{t_v+\frac{t_s}{t_v}-1} - n^a \right|}$ at the i 'th step, given $S_{v_{i-1}}$, compute S_{v_i} calculating ζ_{i-1} using Eq. (4), that makes $S_{(\zeta at_s)_v}(t_v) = \theta_v$ and $S_{(\zeta at_s)_v}(t_s) = S_f$.

Proof: considering the first case and for when x is $0 < x \leq t_s$ for any S_{v_0} , S_f and q_0 chosen, such that $q_0 \leq S_{v_0} \leq S_f$, then it is had a ζ_{v_0} and ζ_0 by Eq. (4), and

$$S_{(\zeta at_s)_v}(x) = \frac{n^{x-\zeta_0}}{\left| n^{x+\frac{t_s}{x}-1} - n^a \right|} + \frac{n^{x-\zeta_{v_0}}}{\left| n_v^{x+\frac{t_v}{x}-1} - n_v^{a_v} \right|} + q_0 \quad (5)$$

For when $x = t_v$, $S_{(\zeta at_s)_v}(x)$ must be our desired via point which is θ_v , so, $S_{(\zeta at_s)_v}(x)$ gets θ_v for some $x \in (0, t_s]$, but, it is wanted for when $x = t_v$, it must be $S_{(\zeta at_s)_v}(t_v) = \theta_v$. Then

$$\frac{n^{t_v-\zeta_0}}{\left| n^{t_v+\frac{t_s}{t_v}-1} - n^a \right|} + \frac{n^{t_v-\zeta_{v_0}}}{\left| n_v^{t_v} - n_v^{a_v} \right|} + q_0 = S_{(\zeta at_s)_v}(t_v) = \theta_v \quad (6)$$

And, making $S_{v_1} = \frac{n_v^{t_v - \zeta_{v_0}}}{|n_v^{t_v} - n_v^{a_v}|} + q_0$, it is obtained

$$S_{v_1} = \theta_v - \frac{n_v^{t_v - \zeta_0}}{|n_v^{t_v + \frac{t_s}{t_v} - 1} - n^a|} \quad (7)$$

Then, we can choose $S_{v_1} = \theta_v - \frac{n_v^{t_v - \zeta_0}}{|n_v^{t_v + \frac{t_s}{t_v} - 1} - n^a|}$ to obtain $\zeta_{v_1} = t_v - \log_{n_v}[(S_{v_1} - q_0)(n_v^{t_v} - n^a)]$ and $\zeta_1 = t_s - \log_n[(S_f - S_{v_1})(n^{t_s} - n^a)]$ and get:

$$S_{(\zeta_{at_s})_v}(x) = \frac{n_v^{t_v - \zeta_1}}{|n_v^{t_v + \frac{t_s}{t_v} - 1} - n^a|} + \left(\frac{n_v^{t_v - \zeta_{v_1}}}{|n_v^{t_v} - n_v^{a_v}|} + q_0 \right) = \theta_v \quad (8)$$

Making $S_{v_2} = \frac{n_v^{t_v - \zeta_{v_1}}}{|n_v^{t_v} - n_v^{a_v}|} + q_0 = \theta_v - \frac{n_v^{t_v - \zeta_1}}{|n_v^{t_v + \frac{t_s}{t_v} - 1} - n^a|}$ and repeating the same procedure

$(i - 1)$ - times, it is obtained $\zeta_{v_{i-1}} = t_v - \log_{n_v}[(S_{v_{i-1}} - q_0)(n_v^{t_v} - n^a)]$ and $\zeta_{i-1} = t_s - \log_n[(S_f - S_{v_{i-1}})(n^{t_s} - n^a)]$; then the Eq. (9) is obtained.

$$S_{v_i} = \frac{n_v^{t_v - \zeta_{v_i}}}{|n_v^{t_v} - n_v^{a_v}|} + q_0 = \theta_v - \frac{n_v^{t_v - \zeta_{i-1}}}{|n_v^{t_v + \frac{t_s}{t_v} - 1} - n^a|} \quad (9)$$

Since $S_{(\zeta_{at_s})_v}(x)$ is always S_f at $x = t_s$, this means $S_{(\zeta_{at_s})_v}(t_s) = S_f$ for any $S_{v_j}; j \in \mathbb{N}$ by [2, 3], then, S_{v_j} is a finite number for any $j \in \{0, 1, 2, 3, \dots\}$, this mean $\zeta_i = t_s - \log_n[(S_f - S_{v_i})(n^{t_s} - n^a)]$ and $\zeta_{v_i} = t_v - \log_{n_v}[(S_{v_i} - q_0)(n_v^{t_v} - n^a)]$ must converge for when i - Times tends to infinity ($i \rightarrow \infty$), then $\zeta_{i-1} = t_s - \log_n[(S_f - S_{v_{i-1}})(n^{t_s} - n^a)] = \zeta_i = t_s - \log_n[(S_f - S_{v_i})(n^{t_s} - n^a)]$ for when i tends to infinity and the same for $\zeta_{v_{i-1}} = t_v - \log_{n_v}[(S_{v_{i-1}} - q_0)(n_v^{t_v} - n^a)] = \zeta_{v_i} = t_v - \log_{n_v}[(S_{v_i} - q_0)(n_v^{t_v} - n^a)]$. This mean that S_{v_i} and $S_{v_{i+1}}$ are doing equal trough i tends to infinity, and due to ζ_{i-1} , ζ_i and $\zeta_{v_{i-1}}$, ζ_{v_i} converge, then:

$$S_{v_i} = \theta_v - \frac{n_v^{t_v - \zeta_{i-1}}}{|n_v^{t_v + \frac{t_s}{t_v} - 1} - n^a|} = \frac{n_v^{t_v - \zeta_{v_{i-1}}}}{|n_v^{t_v} - n_v^{a_v}|} + q_0 \quad (10)$$

$$S_{v_{i+1}} = \theta_v - \frac{n_v^{t_v - \zeta_i}}{|n_v^{t_v + \frac{t_s}{t_v} - 1} - n^a|} = \frac{n_v^{t_v - \zeta_{v_i}}}{|n_v^{t_v} - n_v^{a_v}|} + q_0$$

Converge for when i tends to infinity, then $\zeta_{i-1} = t_s - \log_n[(S_f - S_{v_{i-1}})(n^{t_s} - n^a)] = \zeta_i = t_s - \log_n[(S_f - S_{v_i})(n^{t_s} - n^a)]$ and $\zeta_{v_{i-1}} = t_v - \log_{n_v}[(S_{v_{i-1}} - q_0)(n_v^{t_v} - n^a)] = \zeta_{v_i} = t_v - \log_{n_v}[(S_{v_i} - q_0)(n_v^{t_v} - n^a)]$, obtaining the definitive $S_{v_{i+1}}$ for when i - times tends to infinitive and where $S_{(\zeta_{at_s})_v}(t_v) = \theta_v$ finally. This mean, when the procedure is made i - Times and for when i tends to infinity (the method is made infinity times

or in other words, infinity iterations are made), then $\zeta_{i-1} = \zeta_i$ and $\zeta_{v_{i-1}} = \zeta_{v_i}$, and S_{v_i} converges to $S_{v_{i+1}}$, making to S_{v_i} unique and therefore:

$$\begin{aligned} S_{(\zeta at_s)_v}(t_v) &= \frac{n^{t_v - \zeta_{i-1}}}{\left| n^{t_v + \frac{t_s}{t_v} - 1} - n^a \right|} + \left(\frac{n^{t_v - \zeta_i}}{\left| n^{t_v} - n^{a_v} \right|} + q_0 \right) \\ &= \frac{n^{t_v - \zeta_{i-1}}}{\left| n^{t_v + \frac{t_s}{t_v} - 1} - n^a \right|} + \left(\theta_v - \frac{n^{t_v - \zeta_i}}{\left| n^{t_v + \frac{t_s}{t_v} - 1} - n^a \right|} \right) \\ &= \frac{n^{t_v - \zeta_{i-1}}}{\left| n^{t_v + \frac{t_s}{t_v} - 1} - n^a \right|} + S_{v_{i+1}} = \theta_v \end{aligned} \quad (11)$$

An analog proof can be made using the other conditions. For when the 3rd case is considered, it is got a:

$$S_{v_{i+1}} = \theta_v - \frac{n^{t_v - \zeta_i}}{\left| n^{t_v + \frac{t_s}{t_v} - 1} - n^a \right|} = - \frac{n^{t_v - \zeta_{v_i}}}{\left| n^{t_v} - n^{a_v} \right|} + q_0 \quad (12)$$

For the 2nd condition:

$$S_{v_{i+1}} = \theta_v + \frac{n^{t_v - \zeta}}{\left| n^{t_v + \frac{t_s}{t_v} - 1} - n^a \right|} = \frac{n^{t_v - \zeta_{v_i}}}{\left| n^{t_v} - n^{a_v} \right|} + q_0 \quad (13)$$

For the 4th condition, it is got

$$S_{v_{i+1}} = \theta_v + \frac{n^{t_v - \zeta}}{\left| n^{t_v + \frac{t_s}{t_v} - 1} - n^a \right|} = \frac{n^{t_v - \zeta_{v_i}}}{\left| n^{t_v} - n^{a_v} \right|} - q_0 \quad (14)$$

Fortunately, infinity iterations are not required to get exact via point position; finite iterations can be applied to get a good approximation to the desired via point. For example, the method presented in the proof is used to get a trajectory with an initial position equal to 2° ($q_0 = 2$), a via point in 8° ($\theta_v = 8$) in 1.5 s ($t_v = 1.5$) and a final position equal to 7 ($S_f = 7$) in 3 s ($t_s = 3$). The method starts with $S_{v_0} = 2^\pi$, emphasizing that the first iteration can be started with any S_{v_0} . However, it is recommended to start using a S_{v_0} not too different to θ_v , so S_{v_0} can be an excellent guess to get faster the desired via point θ_v in t_v . Also, in example 1, a $q_0 = 2$, $\theta_v = 8$ and $S_f = 7$ are considered to show that the final trajectory obtained does not oscillate for when these three positions are close (see Fig. 3, 4 and 5).

Example 1: Let $n = 2$, $a = 1$, $t_s = 3$ and $n_v = 4$, $a_v = 1.05$ and $t_v = 1.5$, first, ζ_0 and ζ_{v_0} are calculated with $S_{v_0} = 2^\pi$ with the initial position $q_0 = 2$ and $S_f = 7$ and the desired via point $\theta_v = 8$. Using Eq. (4), then $\zeta_0 = -0.8317$ and $\zeta_{v_0} = -0.4528$. The trajectory obtained in the first iteration is shown in Fig. 3.

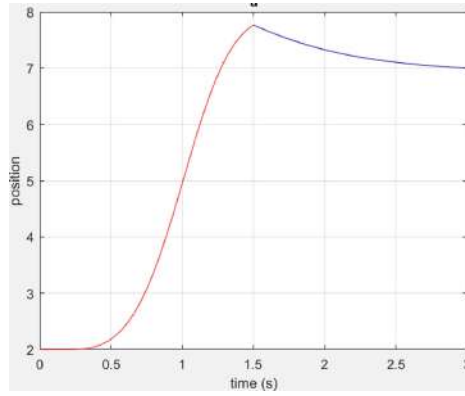


Fig. 3. First iteration depicted, using $S_{v_0} = 2\pi$ and obtained as a result $\zeta_0 = -0.8317$, $\zeta_{v_0} = -0.4528$.

Then, $n^{x-\zeta_0} / \left| n^{x+\frac{t_x}{x}-1} - n^a \right| \approx -1.0587$ and making $S_{v_1} = \theta_v - \left(\frac{n^{x-\zeta_0}}{\left| n^{x+\frac{t_x}{x}-1} - n^a \right|} \right) \approx 8 - (-1.0587)$. Continuing with the next iteration, using $S_{v_1} = 8 - (-1.0587)$, ζ_1 and ζ_{v_1} are calculated, then, by Eq. (4), $\zeta_1 = -0.8560$ and $\zeta_{v_2} = -0.6267$, and the next trajectory is obtained (see Fig. 4).

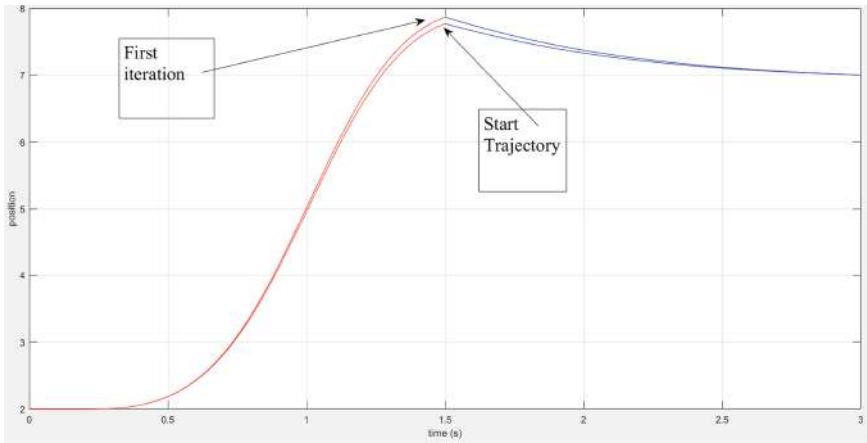


Fig. 4. Start trajectory and first iteration trajectory are depicted, using $S_{v_1} = 8 - (-1.0587)$

Then $n^{x-\zeta_1} / \left| n^{x+\frac{t_x}{x}-1} - n^a \right| \approx -1.1942$ and for the next iteration, $S_{v_2} = \theta_v - \left(\frac{n^{x-\zeta_1}}{\left| n^{x+\frac{t_x}{x}-1} - n^a \right|} \right) \approx 8 - (-1.1942)$. Repeating the method 14 times again, a good approximation to the via point $\theta_v = 8$ is obtained where $S_{v_{16}} = 8 - (-1.3814)$, $\zeta_{16} = -0.8882$

and $\zeta_{v16} = -0.8368$, then for a i getting bigger, $S_{v_i} = \theta_i - \left(\frac{n^{x-\zeta_i-1}}{\left| n^{x+\frac{t_s}{x}-1} - n^a \right|} \right)$ start to converges in a value closed to $8 - (-1.3814)$. Obtaining the following trajectories in each iteration is shown in Table 1 and depicted in Fig. 5.

Table 1. Number of iterations to calculate the trajectory with a desired via point $\theta_v = 8$ at $t_v = 1.5$ s and $S_f = 7$ at $t_s = 3$ s. θ_{v_i} represents the via point obtained in each iteration, it means $S(\zeta_{at_s})_v(t_v) = \theta_{v_i}$.

Iteration i	S_{v_i}	S_f	$\frac{n^{t_v-\zeta_i}}{\left n^{t_v+\frac{t_s}{x}-1} - n^a \right }$	θ_{v_i}
1	2^π	7	-1.0587	7.7663
2	$8 - (-1.0587)$	7	-1.1942	7.8645
3	$8 - (7.8645)$	7	-1.2728	7.9214
4	$8 - (-1.2728)$	7	-1.3184	7.9544
5	$8 - (-1.3184)$	7	-1.3449	7.9735
6	$8 - (-1.3449)$	7	-1.3603	7.9846
7	$8 - (-1.3603)$	7	-1.3692	7.9911
8	$8 - (-1.3692)$	7	-1.3744	7.9948
9	$8 - (-1.3692)$	7	-1.3791	7.9983
10	$8 - (-1.3791)$	7	-1.3801	7.9990
11	$8 - (-1.3801)$	7	-1.3807	7.9994
12	$8 - (-1.3807)$	7	-1.3810	7.9997
13	$8 - (-1.3810)$	7	-1.3812	7.9998
14	$8 - (-1.3812)$	7	-1.3813	7.9999
15	$8 - (-1.3813)$	7	-1.3814	7.9999
16	$8 - (-1.3814)$	7	-1.3814...	7.99999...

Example 2: Given $q_0 = 30$, $S_{v_0} = -285$, $S_f = 120$, $n = 2$, $n_v = 4$, $t_v = 1.5$, $t_s = 3$, $a = a_v = 0.7$ and a desired via point $\theta_v = -105$. Table 2 presents the iterations obtained and Fig. 6 shows the trajectories obtained in each iteration.

4 Velocity, Acceleration, and Jerk Functions

The velocity, acceleration, and jerk functions obtained through function (2) are convenient because each function is finite and does not present infinite spikes at the beginning

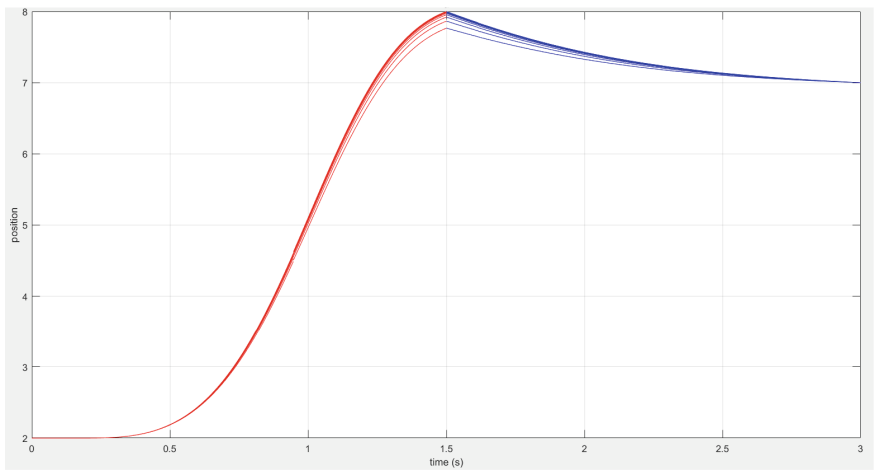


Fig. 5. Trajectories with several iterations equal to 16 and $q_0 = 2$, $\theta_v = 8$, $S_f = 7$.

Table 2. Number of iterations to calculate the trajectory with via point $\theta_v = -105$ at $t_v = 1.5$ s and $S_f = 120$ at $t_s = 3$ s.

Iteration i	S_{v_i}	S_f	$\frac{n^{t_v-\zeta}}{\left n^{t_v+\frac{t_s}{t_v}-1}-n^a\right }$	θ_{v_i}
0	-285	120	51.4189	-58.6055
1	-105-226.3945	120	252.3289	-79.0656
2	-105-252.3289	120	266.8262	-90.5027
3	-105-266.8262	120	274.9302	-96.8960
4	-105-274.9302	120	279.4603	-100.4699
...	...	...	...	...
12	-105-284.8891	120	285.0273	-104.8618
13	-105-285.0273	120	285.1046	-104.9227
14	-105-285.1046	120	285.1478	-104.9568
...	...	...	...	...
21	-105-285.2009	120	285.2016	-104.9993
22	-105-285.2016	120	285.2020	-104.9999

and end. The velocity, acceleration, and jerk profiles can be changed through the parameters. Therefore, it can take the most convenient profiles according to get a smooth, long live, and long live and reliable robot system.

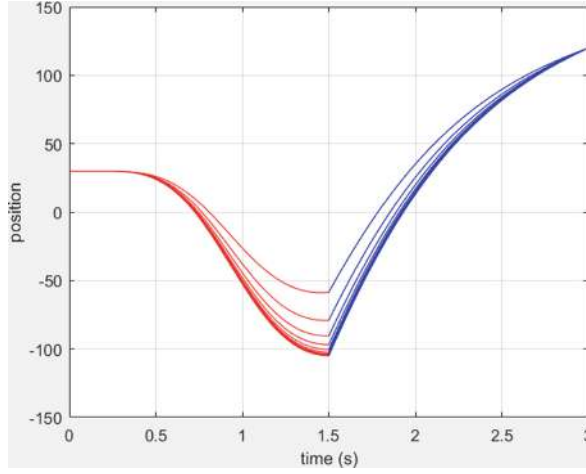


Fig. 6. Different trajectories obtained in each iteration. The total number of iterations obtained is 22 and $q_0 = 30$, $\theta_v = -105$, $S_f = 120$.

The functions are presented below: first, considering the derivatives of $\frac{n^{x-\zeta_i}}{\left|n^{x+\frac{t_s}{x}} - n^a\right|}$ and $\frac{n_v^{x-\zeta_{vi}}}{\left|n_v^{x+\frac{t_v}{x}} - n_v^{a_v}\right|}$, these are:

$$\dot{S}_1(x) = \frac{\ln|n|n^{x-\zeta_i+1}(t_s n^{x+\frac{t_s}{x}} - n^{a+1}x^2)}{\left(n^{x+\frac{t_s}{x}} - n^{a+1}\right)^2 x^2}, \dot{S}_2(x) = \frac{\ln|n_v|n_v^{x-\zeta_{vi}+1}(t_v n_v^{x+\frac{t_v}{x}} - n_v^{a_v+1}x^2)}{\left(n_v^{x+\frac{t_v}{x}} - n_v^{a_v+1}\right)^2 x^2} \quad (15)$$

$$\ddot{S}_1(x) = \frac{\ln(n)n^{x-\zeta_i+1}\left(\left(n^{2x+\frac{2t_s}{x}}\ln(n) + n^{x+\frac{t_s}{x}+a+1}\ln(n)\right)t_s^2 + \left(n^{x+\frac{t_s}{x}+a+1}\ln(n) + n^{2a+2}\ln(n)\right)x^4\right)}{\left(n^{x+\frac{t_s}{x}} - n^{a+1}\right)^3 x^4} \\ + \frac{\left(\left(2n^{x+\frac{t_s}{x}+a+1} - 2n^{2x+\frac{2t_s}{x}}\right)t_s x - 4n^{x+\frac{t_s}{x}+a+1}\ln(n)t_s x^2\right)}{\left(n^{x+\frac{t_s}{x}} - n^{a+1}\right)^3 x^4} \quad (16)$$

$$\ddot{S}_2(x) = \frac{\ln(n_v)n_v^{x-\zeta_{vi}+1}\left(\left(n_v^{2x+\frac{2t_v}{x}}\ln(n_v) + n_v^{x+\frac{t_v}{x}+a_v+1}\ln(n_v)\right)t_v^2 + \left(n_v^{x+\frac{t_v}{x}+a_v+1}\ln(n_v) + n_v^{2a_v+2}\ln(n_v)\right)x^4\right)}{\left(n_v^{x+\frac{t_v}{x}} - n_v^{a_v+1}\right)^3 x^4} \\ + \frac{\left(\left(2n_v^{x+\frac{t_v}{x}+a_v+1} - 2n_v^{2x+\frac{2t_v}{x}}\right)t_v x - 4n_v^{x+\frac{t_v}{x}+a_v+1}\ln(n_v)t_v x^2\right)}{\left(n_v^{x+\frac{t_v}{x}} - n_v^{a_v+1}\right)^3 x^4} \quad (17)$$

Then, the velocity function is:

$$S_{(\zeta at_s)_v}^{\cdot}(x) = \begin{cases} 1st \text{ cond} \begin{cases} \dot{S}_1(x) + \dot{S}_2(x) \text{ if } 0 < x \leq t_v < t_s \text{ and } q_0 \leq S_{v_i} \leq S_f \\ \dot{S}_1(x) \text{ if } 0 < t_v < x \leq t_s \text{ and } q_0 \leq S_{v_i} \leq S_f \end{cases} \\ 2nd \text{ cond} \begin{cases} -\dot{S}_1(x) + \dot{S}_2(x) \text{ if } 0 < x \leq t_v < t_s \text{ and } q_0 < S_{v_i}, S_f < S_{v_i} \\ -\dot{S}_1(x) + \dot{S}_2(x) \text{ if } 0 < t_v < x \leq t_s \text{ and } q_0 < S_{v_i}, S_f < S_{v_i} \end{cases} \\ 3rd \text{ cond} \begin{cases} \dot{S}_1(x) - \dot{S}_2(x) \text{ if } 0 < x \leq t_v < t_s \text{ and } S_{v_i} < q_0, S_{v_i} < S_f \\ \dot{S}_1(x) - \dot{S}_2(x) \text{ if } 0 < t_v < x \leq t_s \text{ and } S_{v_i} < q_0, S_v < S_f \end{cases} \\ 4th \text{ cond} \begin{cases} -\dot{S}_1(x) - \dot{S}_2(x) \text{ if } 0 < x \leq t_v < t_s \text{ and } S_{v_i} < q_0, S_f < S_{v_i} \\ -\dot{S}_1(x) - \dot{S}_2(x) \text{ if } 0 < t_v < x \leq t_s \text{ and } S_{v_i} < q_0, S_f < S_{v_i} \end{cases} \\ 0 \text{ if } x \leq 0 \end{cases} \quad (18)$$

$$S_{(\zeta at_s)_v}^{\cdot\cdot}(x) = \begin{cases} 1st \text{ cond} \begin{cases} \ddot{S}_1(x) + \ddot{S}_2(x) \text{ if } 0 < x \leq t_v < t_s \text{ and } q_0 \leq S_{v_i} \leq S_f \\ \ddot{S}_1(x) \text{ if } 0 < t_v < x \leq t_s \text{ and } q_0 \leq S_{v_i} \leq S_f \end{cases} \\ 2nd \text{ cond} \begin{cases} -\ddot{S}_1(x) + \ddot{S}_2(x) \text{ if } 0 < x \leq t_v < t_s \text{ and } q_0 < S_{v_i}, S_f < S_{v_i} \\ -\ddot{S}_2(x) + \ddot{S}_2(x) \text{ if } 0 < t_v < x \leq t_s \text{ and } q_0 < S_{v_i}, S_f < S_{v_i} \end{cases} \\ 3rd \text{ cond} \begin{cases} \ddot{S}_1(x) - \ddot{S}_2(x) \text{ if } 0 < x \leq t_v < t_s \text{ and } S_{v_i} < q_0, S_{v_i} < S_f \\ \ddot{S}_1(x) - \ddot{S}_1(x) \text{ if } 0 < t_v < x \leq t_s \text{ and } S_{v_i} < q_0, S_v < S_f \end{cases} \\ 4th \text{ cond} \begin{cases} -\ddot{S}_1(x) - \ddot{S}_2(x) \text{ if } 0 < x \leq t_v < t_s \text{ and } S_{v_i} < q_0, S_f < S_{v_i} \\ -\ddot{S}_1(x) - \ddot{S}_2(x) \text{ if } 0 < t_v < x \leq t_s \text{ and } S_{v_i} < q_0, S_f < S_{v_i} \end{cases} \\ 0 \text{ if } x \leq 0 \end{cases} \quad (19)$$

In the same way, the jerk function is defined.

4.1 Trajectory Planning and Results

Now, using the values to create the trajectory and compare to the sixth-order polynomial presented in [13], with $q_0 = 30$, $\theta_v = 180$ at $t_v = 1.5$ s, and $S_f = 120$ at $t_s = 3$ s. It is presented below:

$$\theta(t) = -9.22t^6 + 85.19t^5 - 265.56t^4 + 282.22t^3 + 30 \quad (20)$$

Note for when $t = 1.5$ s, then $\theta(1.5) = 179.985$ and for when $t = 3$ s, then $\theta(3) = 119.37$, then, for better results, more precise calculations must be performed. Also, the author in [13] states that a maximum angle $\theta_{MAX} = 185.6$, occurring at $t = 1.70$ s. These values can be a disadvantage because a robotic arm could be delimited by the workspace or its degrees of freedom. Besides, it presents large values at the start and end of the jerk. Therefore, these disadvantages can be eliminated by using the function proposed. Taking the same values to get the trajectory planning. The following results have been obtained, taking $n_v = 10$, $a_v = 0.7$, $t_v = 1.5$, $t_s = 3$, $n = 8$, $a = 0.7$, $\zeta_{v_i} = -2.1257$ and $\zeta_i = -2.0302$ then $S_{v_i} = \theta_v + \frac{n^{t_v - \zeta_i}}{n^{t_v + \frac{t_s}{t_v} - 1} - n^a} = 180 + \frac{8^{1.5 - (-2.0302)}}{8^{1.5 + \frac{3}{1.5} - 1} - 8^{0.7}} = 180 + 8.7254$

(some iteration has been made for finding the values of ζ_{v_i} , ζ_i , S_{v_i} and getting the desired trajectory). The final trajectory is obtained because of some iterations realized:

$$S_{(\zeta_{at_s})_v}(x) = \begin{cases} -\frac{8^{x+2.0302}}{|8^{x+\frac{3}{x}-1}-8^{0.7}|} + \frac{10^{x+2.1257}}{|10^{x+\frac{1.5}{x}-1}-10^{0.7}|} + 30 & \text{if } 0 < x \leq t_v, q_0 < S_{v_i}, S_f < S_{v_i} \\ -\frac{8^{x+2.0302}}{|8^{x+\frac{3}{x}-1}-8^{0.7}|} + \frac{10^{1.5+2.1257}}{|10^{1.5}-10^{0.7}|} + 30 & \text{if } t_v < x \leq t_s, q_0 < S_{v_i}, S_f < S_{v_i} \end{cases} \quad (21)$$

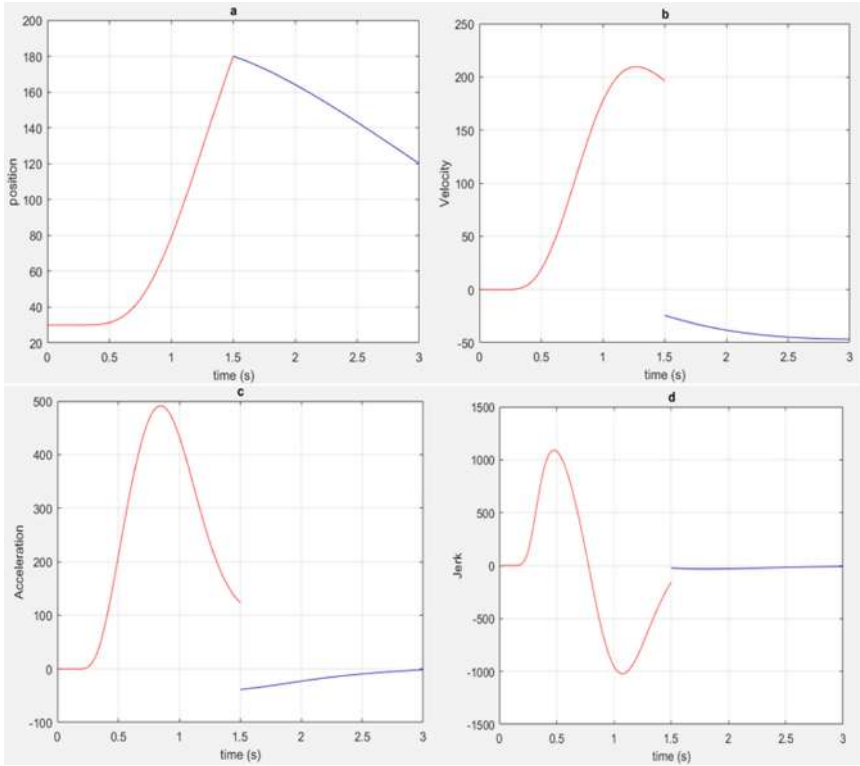


Fig. 7. (a) represents the trajectory with a via point equal to 180 in 1.5 s (line in red) and the final position equal to 120 in 3 s. (b) represents the velocity of the trajectory, (c) represents the acceleration obtained in the trajectory, and (d) represents the jerk obtained in the trajectory. (Color figure online)

Note that in Fig. 7, the velocity, acceleration, and jerk functions do not match at $t_v = 1.5$ s. Nevertheless, this does not present infinite spikes in acceleration and jerk, also, the velocity, acceleration and jerk remain finite. This miss-matched can be fixed by finding the proper parameters and constraints, but other techniques are required to obtain these parameters. On the other hand, the jerk is always finite and starts at zero and ends at zero. The same happens to acceleration. The velocity, acceleration, and jerk

do not present large values through the trajectory planning, unlike other methods such as the sixth-order polynomial presented in [13].

Making the same trajectory, but softer, the next values are used: $n = 8$, $a = 1.5$, $t_s = 3$ and $n_v = 4$, $a_v = 1.207509959$, $t_v = 1.5$, then, $\zeta_i = -2.0178$ and $\zeta_{v_i} = -2.8662$ with $S_{v_i} = 180 - (-9.4882)$ with a number of iteration $i = 9$ where the method was started with $S_{v_0} = 180$. The following trajectory and profiles are obtained and are shown in Fig. 8.

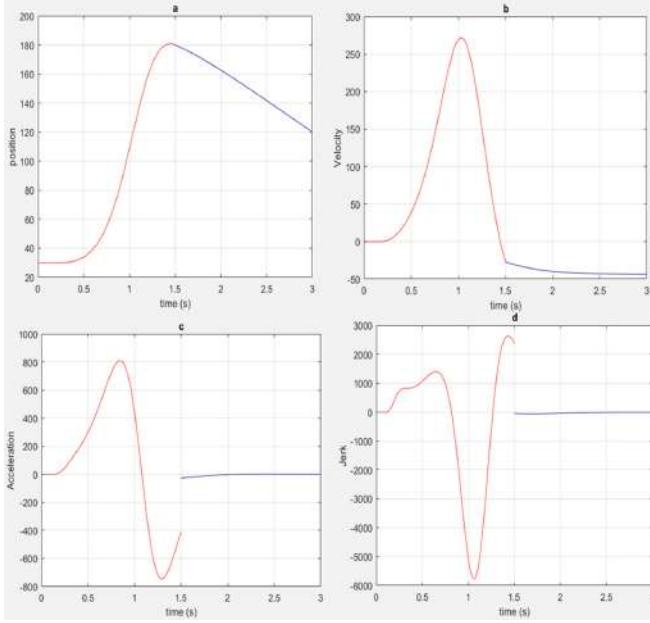


Fig. 8. Softer trajectory obtained using different parameters. (a) represents the trajectory with a via point equal to 180 in 1.5 s (line in red) and the final position equal to 120 in 3 s. (b) represents the velocity of the trajectory, (c) represents the acceleration obtained in the trajectory, and (d) represents the jerk obtained in the trajectory. (Color figure online)

In this trajectory depicted in Fig. 8, the maximum angle of $S_{(\zeta_{at_s})_v}(x)$, denoted as θ_{MAX} , is $\theta_{MAX} = 180.7822$, unlike to sixth-order polynomial presented in [13], where the maximum angle was $\theta_{MAX} = 185.6$. Also, the velocity is almost continuous in this trajectory; perhaps, a continuous velocity, acceleration, and jerk can be obtained if θ_{MAX} is increment or finding better set values of $S_{(\zeta_{at_s})_v}(x)$ where these functions are continuous and θ_{MAX} is not very increased.

5 Discussion and Conclusion

The contribution of this paper is to present a new method based on numeric iterations to get the desired value as a via point and a final point, avoiding some disadvantages that

in other methods are presented. Most of the n^{th} -order polynomial methods presented in books and different papers, although these are suitable solutions, cannot be applied in some circumstances, such as having restrictions in the workspace or in the degrees of freedom of the robot system. Also, precision is crucial in some applications, and these methods show some inaccuracy at these so-called via points and final points.

Another disadvantage presented in this n^{th} -order polynomial is that trajectories with small distances using these methods show big oscillations. An example of this is presented in [13], the θ_{MAX} is 185.6° , and this happens for a great difference of the via point and final point; that means, for a via point so close to the final point, greater and many oscillations can be presented. These oscillations are also solved by the function that has been proposed in this paper. In addition, some disadvantages presented in this paper have been solved. The method presented is easy to use, does not require many calculations and iterations to find the best solutions, and does not present oscillations in small distances. The velocity, acceleration, and jerk are always finite through the trajectory. Nevertheless, these present functions miss-matched at t_v and this could be solved in future works.

The ideas on this paper have been inspired in solving some of the issues remarked in [13]. The method presented is an excellent solution to obtain accuracy in the trajectories, the smooth, and the oscillation avoidance. Also, the Velocity-Acceleration-jerk function can be modified to choose a better solution according to the application. As future work of this investigation, it is necessary to solve some problems that may arise. For example, some of these works could be simulated to see how the motion planning behaves in the robotic arm. Another work could be discovering some arithmetic properties of this function and techniques that can help us to find a method without the issues that continue to arise.

References

1. Grau, A., Indri, M., Bello, L.L., Sauter, T.: Industrial robotics in factory automation: from the early stage to the Internet of Things. In: 43rd Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, Beijing, pp. 6159–6164, IEEE Press (2017)
2. Yenorkar, R., Chaskar, U.M.: GUI based pick and place robotic arm for multipurpose industrial applications. In: 2nd International Conference on Intelligent Computing and Control Systems, Madurai, India, pp. 200–203, IEEE Press (2018)
3. Burgner-Kahrs, J., Rucker, D.C., Choset, H.: Continuum robots for medical applications: a survey. *IEEE Trans. Rob.* **31**(6), 1261–1280 (2015)
4. Murali, A., et al.: Learning by observation for surgical subtasks: multilateral cutting of 3D viscoelastic and 2D orthotropic tissue phantoms. In: IEEE International Conference on Robotics and Automation, Seattle, WA, pp. 1202–1209. IEEE Press (2015)
5. Chen, W., Li, X., Ge, H., Wang, L., Zhang, Y.: Trajectory planning for spray painting robot based on point cloud slicing technique. *Electronics* **9**, 908 (2020)
6. Lan, J., Xie, Y., Liu, G., Cao, M.: A multi-objective trajectory planning method for collaborative robot. *Electronics* **9**, 859 (2020)
7. Mohsin, I., He, K., Li, Z., Du, R.: Path planning under force control in robotic polishing of the complex curved surfaces. *Appl. Sci.* **9**, 5489 (2019)
8. Park, S.-O., Lee, M.C., Kim, J.: Trajectory planning with collision avoidance for redundant robots using Jacobian and artificial potential field-based real-time inverse kinematics. *Int. J. Control Autom. Syst.* **18**(8), 2095–2107 (2020). <https://doi.org/10.1007/s12555-019-0076-7>

9. Cimurs, R., Suh, I.H.: Time-optimized 3D path smoothing with kinematic constraints. *Int. J. Control Autom. Syst.* **18**(5), 1277–1287 (2020). <https://doi.org/10.1007/s12555-019-0420-x>
10. Sidobre, D., Desormeaux, K.: Smooth cubic polynomial trajectories for human-robot interactions. *J. Intell. Rob. Syst.* **95**(3–4), 851–869 (2018). <https://doi.org/10.1007/s10846-018-0936-z>
11. Hong-Jun, H., Yungdeug, S., Jang-Mok, K.: A trapezoidal velocity profile generator for position control using a feedback strategy. *Energies* **12**(7), 1–14 (2019)
12. Dong, M., Yao, G., Li, J., Zhang, L.: Research on attitude interpolation and tracking control based on improved orientation vector SLERP method. *Robotica* **38**(4), 719–731 (2020)
13. Williams, R.L.: Simplified robotics joint-space trajectory generation with a via point using a single polynomial. *J. Robot.* **2013**, 1–6 (2013)
14. Quiñonez, Y., Mejía, J., Zatarain, O., Lizarraga, C., Peraza, J., Estrada, R.: Algorithm to generate trajectories in a robotic arm using an LCD touch screen to help physically disabled people. *Electronics* **10**, 104 (2021)
15. Quiñonez, Y., Zatarain, O., Lizarraga, C., Mejía, J.: Proposal for a new method to improve the trajectory generation of a robotic arm using a distribution function. In: Mejia, J., Muñoz, M., Rocha, Á., Quiñonez, Y. (eds.) *CIMPS 2020. AISC*, vol. 1297, pp. 213–231. Springer, Cham (2021). https://doi.org/10.1007/978-3-030-63329-5_15



Main Technological Tools in Virtual Educational Environments According to Different Strategies and Learning Styles to Improve the e-learning Process

Raquel Aguayo, Carmen Lizarraga^(✉), and Yadira Quiñonez^(✉)

Universidad Autónoma de Sinaloa, Mazatlán, México
{raquelaguayog,carmen.lizarraga,yadiraqui}@uas.edu.mx

Abstract. At present, it has considerably increased technological advances and innovations, which has allowed the development of new technological tools and virtual environments to optimize the teaching-learning process. This work aims to classify the different technological tools according to teaching strategies and learning styles to integrate various strategies in the subject's content and thus facilitate the teaching-learning process in virtual environments. The applied methodology was a non-experimental quantitative cross-sectional study with a descriptive scope. A digital questionnaire was applied in Google format to know the didactic resources, tools, and strategies in response to virtual education. Finally, an analysis was carried out on the learning strategies used by teachers during virtual classes, and a set of learning tools and strategies is proposed according to the learning styles of neuro-linguistic programming.

Keywords: Technological tools · Teaching strategies · Learning styles · Virtual educational environments · Neuro-linguistic programming · Didactic resources

1 Introduction

Currently, people live immersed in the so-called information society because technology has had a considerable increase. With these advances, education has been favored, and the traditional model has evolved with the use of new Information and Communication Technologies (ICT) [1]. The application of virtual educational spaces; has undoubtedly been marking another era [2]. When it comes to technology, it refers to a set of applied knowledge and techniques, which facilitate the creation of tools and virtual environments to exchange and collaborate to achieve the optimization of the teaching-learning process [3]. For this reason, constant technological change leads society to apply technology in various areas, such as medicine, communications, the environment, industry, and education [4]. Technology applied to education is of great help for students to positively and self-taught the teaching and learning process [5].

Due to the importance and current teaching conditions at different educational levels, some authors [6] propose to take advantage of the current situation of students who

have grown up under the influence of interactive technology, creating communities of knowledge based on learning combined. With the use and incorporation of emerging technologies, humanity has been provided with new channels of communication and immense sources of information that disseminate models of social behavior, attitudes, values, and forms of organization. As a result, students acquire more responsibility in the teaching-learning process and improve abilities both in individual and group study [7].

The virtualization of the teaching-learning process before the COVID-19 pandemic was considered an optional modality. However, in the last year, it became an obligation forcing educational institutions of all academic levels to change learning environments. The main drawback that most of the institutions had was the lack of a contingency plan or adequate technology to carry out all the online courses. In [8] the author presents a concentrate of different works related to the experience of some post-COVID-19 universities, focusing on applying virtual environments, highlighting the advantages and suitability of the technological tools used in learning activities online.

On the other hand, Kumar et al. [9] present a work related to assistive technology tools available to deliver quality education in online environments. The authors focus on Webinars as a teaching tool for teachers to conduct their classes during this period of COVID-19. Among the platforms used for Webinars, the following stand out Zoom [10], GoToWebinar [11], Google Meet [12], Cisco Webex [13], and Microsoft Team [14]. The authors have compared each of these platforms with their main characteristics: free version available, the number of meeting participants, screen sharing, whiteboard, meeting recording, security (E2E encryption), payment plans, mobile application, and collaborative workspace. They highlight the importance of exploring different platforms, training teachers and students, conducting demonstration sessions, and introducing assessment platforms.

This work aims to classify the different technological tools according to teaching strategies and learning styles to facilitate the teaching-learning process in virtual environments.

The remainder of this paper is organized as follows: Sect. 2 presents the theoretical context underlying the research process concerning educational paradigms, learning styles, learning strategies, and the Neuro-Linguistic Programming model. Section 3 describes the methodological strategy applied in this work. In Sect. 4, the results obtained with the applied digital questionnaire and analysis of the technological tools are presented. Finally, Sect. 5 presents a summary and a critical analysis of the conclusions obtained with this research work.

2 Conceptual Fundamentals

Learning occurs empirically in all aspects of life and begins at an early age. Learning has been studied by different disciplines that are based on various theories that explain different learning styles. There are different educational paradigms; Fig. 1 shows five models that support this research.

Learning styles focus on how knowledge is received or understood, and it is generally used as a learning method or strategy [15]. These learning styles allow optimizing the

teaching process for the teacher and the learning process for the student since it helps to understand why some strategies may work perfectly for a group of students and others not. For this reason, once the teacher knows the learning styles that exist, the teacher can identify which ones predominate in the group and, in this way, be able to implement the most appropriate learning strategies that strengthen all the students' learning channels [16]. According to Gómez et al. [17], Table 1 shows some of the most known and used learning models.

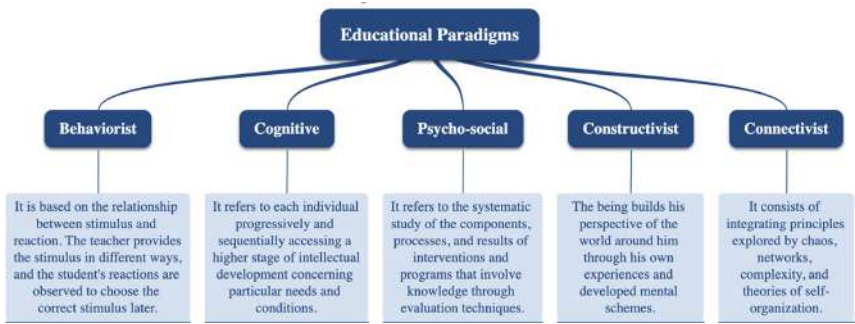


Fig. 1. Most common educational paradigms in the teaching-learning process tools.

Table 1. Characteristics of learning styles.

Model	Learning style	Characteristics
Herrmann’s brain quadrants	Left cortical, left limbic, right limbic, and right cortical	This style represents four different ways of operating, thinking, creating, learning, and, in short, living with the world
Felder and Silverman	Sensitive/intuitive, visual/verbal, inductive/deductive, sequential/global, active/reflective	It conceives learning styles as the preferences that a subject has to receive and process information
Kolb	Active, reflective, pragmatic, and theoretical	This style identifies two main dimensions of learning: perception and processing, where the perceived learning is obtained, and how it processes what it has perceived. Extremes are raised to measure strengths and weaknesses

(continued)

Table 1. *(continued)*

Model	Learning style	Characteristics
Neurolinguistic programming of Bandler and Grinder	Visual, auditory, and kinesthetic	It defines three elements as crucial constituents of human behavior: Visual that understands the world as it sees it. Auditory: excellent conversationalist; remember what it hears. Kinesthetic: Process by associating with the body; remember what it does
Gardner's multiple intelligences	Logical-mathematical, linguistic-verbal, corporal-kinesthetic, spatial, musical, interpersonal, intrapersonal, and naturalistic	It mentions that intelligence cannot be measured with a number like IQ. Intelligence is the ability to order thoughts and coordinate them with actions

Neuro-Linguistic Programming (NLP) is also known as the VAK model by its initials Visual, Auditory, and Kinesthetic. According to Bandler [18], it is the best way to learn from a student, filtering information through a predominant channel, facilitating the assimilation of knowledge; this does not mean that only tasks of the predominant style must be assigned. However, it is also convenient to strengthen the other channels through various activities to train students more receptive to the acquisition of new knowledge in different contexts. In addition, it is based on three components, as mentioned by Díaz-Barriga [19]. First, programming refers to the human ability to produce and use behavioral programs; second, the neurological component is made up of the sensory perceptions that determine the emotional state of each person; third, the linguistic component refers to verbal and non-verbal communication.

According to the information mentioned above, in this work, it is proposed to use the NLP model to know the students' predominant learning styles to help the teacher make a better selection of the methodology used. According to Gallego [20], the results obtained in the group depend on this methodological selection. Above all, it is avoided that they work only through the teacher's learning channel or the channel that the teacher considers most appropriate. Table 2 shows some examples of activities adapted to each style [21], which help identify which technological tool can be used for each learning style according to the VAK model.

In general, visual people understand the world as they see it, and when they remember something, they do so in the form of images. Auditory people focus on listening, are very talkative, and have a remarkable ability to organize ideas. Kinesthetic people can explore the environment and objects through touch and movement; they usually have an easier time learning through direct experience. Once it is understood that each person learns differently from others, teachers must contemplate different strategies considering each

Table 2. Activities adapted to each learning style.

Style	Learning skills	Students prefer	Students learn better
Visual	Ability to read, to write, to plan, to abstract and to memorize information	Think with pictures, read, and write, memorize photos, images, and faces, read, and build cognitive maps	Reading, listening, watching, writing, discussing, working with images, and building cognitive maps
Auditory	Ability to understand, assimilate and retain information, speak, and listen	Audio content such as podcast or audiobook, metaphors to remember words, reading and writing aloud, videos to listen to, recorded classes, debate or discuss topics	Listening to audiobooks, creating rhythmic patterns, playing background music, recording themselves reading, listening to music, and hearing new information orally
Kinesthetic	Ability to do physical activities and manipulation of objects, they are usually very participative and very expressive	Prefer to work on projects, study on your feet, and move	Interspersing study sessions with exercise, building things, and working with your hands

learning style to increase the students' cognitive abilities and achieve more significant learning.

The learning strategies involve different tasks and different degrees of responsibility of the teachers to achieve the effective transmission of the contents and proactive attitudes of the students. Some authors mention that teaching strategies are related to repetition, preparation, organization, and task self-regulation [22, 23]. According to the author Pimienta-Prieto [24], in his work, he defines a set of strategies and methodologies that favor the teaching-learning process of university students. This classification is related to strategies for investigating previous knowledge, strategies for promoting understanding through the organization of information, group strategies, and active methodologies to contribute to the development of competencies.

In this sense, Table 3 describes ten teaching strategies that favor both superficial and deep learning [24], in addition to identifying the most effective strategies for the teaching-learning process. Therefore, it is essential to know the learning strategies for virtual educational environments, the main characteristics, and the learning channels that they strengthen according to the learning styles of the VAK model; these strategies are briefly described below.

Table 3. According to Pimienta-Prieto [24], these learning strategies improve student performance more effectively.

Learning strategies	Description
Interactive presentations	It refers to presenting information using text, images, sound, animations, and videos. As an expository method, it allows students to listen, read and observe. In addition, to facilitate the acquisition of conceptual knowledge and the interaction between the teacher and the students. When interactive presentations are used as a strategy in the teaching-learning process, students tend to be more active and exchange information, experience, and knowledge
Cognitive maps	Cognitive maps are advanced graphic organizers representing a series of ideas, concepts, and themes with meaning and relationships, framing all of them in a scheme or diagram. These maps are helpful in the teaching-learning process to acquire and assimilate any information
Gamified questionnaires	The application of gamified questionnaires focuses on different approaches. First, they can investigate previous knowledge, second, reactivate or evaluate acquired knowledge, and third, as an activity to reinforce some information. Regardless of the focus, the main goal is to increase student engagement to evoke positive experiences and motivations. This strategy helps develop critical and logical thinking; in addition, it analyzes information, delves into a topic, generates ideas, or challenges that can be faced, stimulates new ways of thinking, develops metacognition, and enhance learning
Video editing	An educational video is a didactic medium that aims to reinforce and obtain new knowledge; as it is a motivating strategy, it facilitates the student's discovery and assimilation because it integrates images and sound that allow attention to be captured. The videos help consolidate knowledge thanks to the audiovisual and auditory stimuli it contains and be important in reducing the digital divide between the world of school and technology
Collaborative virtual walls	This strategy allows students to share information and work collaboratively on specific topics to facilitate interaction and group tasks so that students can share objectives and distribute responsibilities. Using this strategy, the teacher stimulates group activities, encourages collaborative work, and promotes other skills such as creativity and the ability to analyze and synthesize

(continued)

Table 3. *(continued)*

Learning strategies	Description
Animated videos	It is an excellent alternative to achieving meaningful learning; it allows students to listen, see, read, and interact, facilitating communication and retention. It attracts attention due to the combination of stimuli by integrating images with movement and sound. Usually, this strategy is used to capture the total attention of the students; through the animated videos, visual and auditory learning is potentialized
Cloud storage	It is a service that allows data to be stored over the internet. The integration of this strategy in the learning process motivates the development of digital and collaborative learning skills. It allows students to upload and share content generated by them with shared images, videos, and documents. This didactic resource is viable because it strengthens knowledge acquisition interactively and allows access to information from anywhere with an internet connection
Timelines	Timelines are graphic representations intended to present a chronological sequence of events, events, or processes, highlighting the most relevant aspects. This strategy favors the assimilation of information in a more meaningful way
Podcast	It is an excellent strategy that promotes reading and writing skills, promotes analysis, and collaborates to generate other forms of communication between teachers and students. Furthermore, it offers new ways of learning educational content, awakens interest, creativity, autonomy, and motivates problem-solving
Debate	It refers to the confrontation of different points of view to reach a solid judgment, promotes communication and research skills, and facilitates analysis, interpretation, and synthesis. Therefore, the debate as a strategy allows students to be more participatory and thus enhance the teaching-learning process

3 Methodology

A quantitative non-experimental cross-sectional study of descriptive scope was carried out [25]. The population of this research was the professors at the Autonomous University of Sinaloa (UAS). The sample was for convenience with professors from three different faculties, the Academic Unit of Mazatlán Gastronomy and Nutrition, the Mazatlán Faculty of Informatics, and the Mazatlán Faculty of Economic-Administrative Sciences. These three faculties were chosen mainly to analyze the didactic resources, tools, and strategies used by teachers from different areas of specialization during virtual classes.

The survey technique was used to collect the information and analyze the tools most used by teachers during virtual classes; the instrument used for this work was a digital questionnaire carried out in a Google form. A population of 250 professors from the three UAS faculties was considered, and the resulting sample was 137 professors from different teaching areas at the undergraduate level. According to the instrument applied, the following variables were teaching resources, tools, and strategies related to virtual education.

This research was carried out in an organized and systematic manner. First, the corresponding permits were requested from the authorities of the faculties and the professors participating in this research. Second, the information was collected by applying the instrument in a google form. Third, the results obtained were analyzed according to the variables used.

4 Analysis and Presentation of the Results

Incorporating technological tools in virtual educational environments is essential since the students acquire the necessary technical skills and favor interaction with teachers during the teaching-learning process. In this work, a study was carried out to analyze the learning strategies most used by teachers during virtual classes.

4.1 Results of the Digital Questionnaire

The participants were 137 undergraduate-level professors from different areas. According to the instrument applied, the variables of interest for this study were: the videoconferencing platforms used in virtual classes, the platforms used for learning management, and the main technological tools used in virtual classes. When the COVID-19 pandemic began, it directly affected education at all educational levels and forced institutions to change learning environments. In this sense, the university organized refresher courses for all teachers focused mainly on virtual platforms for videoconferences (Zoom) and learning management (Classroom). According to the results obtained in Fig. 2, it can be observed that 100% of the teachers used platforms for videoconferences, the most used was Zoom with 68% of the teachers, and for learning management, the Classroom platform was the most used with 62% of teachers.

Once it has been verified that teachers use the two minimum platforms to interact with students and carry out the teaching-learning process, this research's objective was to inquire about the teaching strategies used by teachers during virtual classes. According

to the results of the question main teaching strategies used in virtual classes, in Fig. 3, it can be clearly observed that teachers use very few learning strategies during virtual classes. According to the results, 100% of the teachers responded that during the virtual classes, they use the interactive presentation strategy to impart the thematic content of the subject; in addition, 49.64% confirmed that they use cloud storage tools to share documents for collaborative work with students.

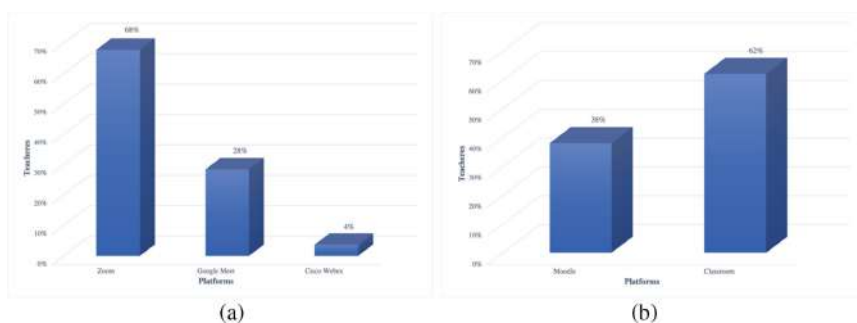


Fig. 2. (a) Videoconferencing platform for virtual classes, (b) Platform used for learning management.

On the other hand, only 14.6% and 13.14% of the teachers indicated that they had used gamified questionnaires and cognitive maps as a learning strategy. These figures are considered very low for all the advantages offered by the elaboration of questionnaires and diagrams. With lower percentages, 3.65% and 5.11% of the teachers indicated that they had used video editing tools, animated videos, and collaborative virtual walls as a strategy during virtual classes; these strategies are highly interactive and suitable for

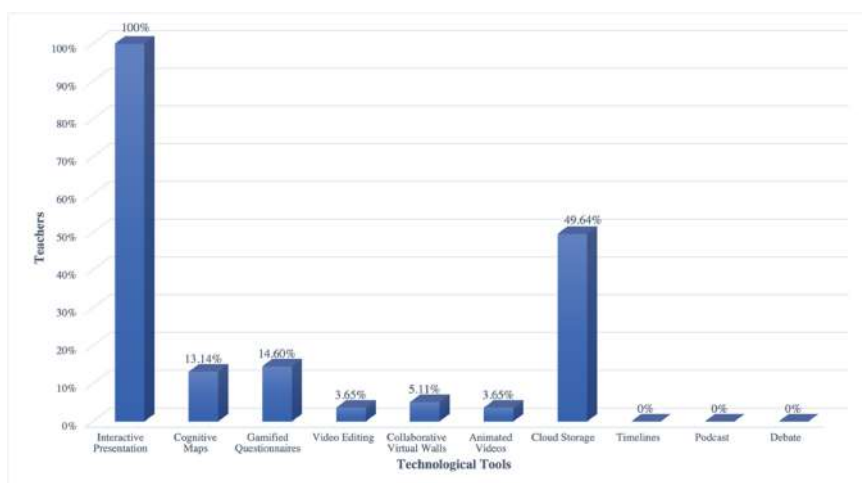


Fig. 3. Learning strategies used in virtual classes.

all learning styles are little used. Finally, the teachers have confirmed that the timeline, podcast, and debate strategies have not yet been used.

4.2 Analysis of Technological Tools

Technological tools favor creating learning spaces; in these times of pandemics where technology was the only link between the teacher and the student, there was no alternative but to get involved in mastering specific platforms and tools to achieve the objective of transmitting knowledge to students in a virtual environment. The teachers applied some strategies as needed; others were acquired through courses and tool recommendations. However, in addition to learning to manipulate the tools, it is necessary to know the learning style that predominates in the students and the learning strategies that motivate and facilitate the students' interaction with the content shared by the teacher. Figure 4 presents some technological tools that have been selected and analyzed for the main characteristics, such as sound and video integration, interactive activities, and collaborative participation. It was determined which tools were appropriate for each learning style based on activities related to learning skills, students' learning preferences, and how students learn best (see Table 2). In addition, each tool has been classified according to the different learning strategies mentioned in Table 3.

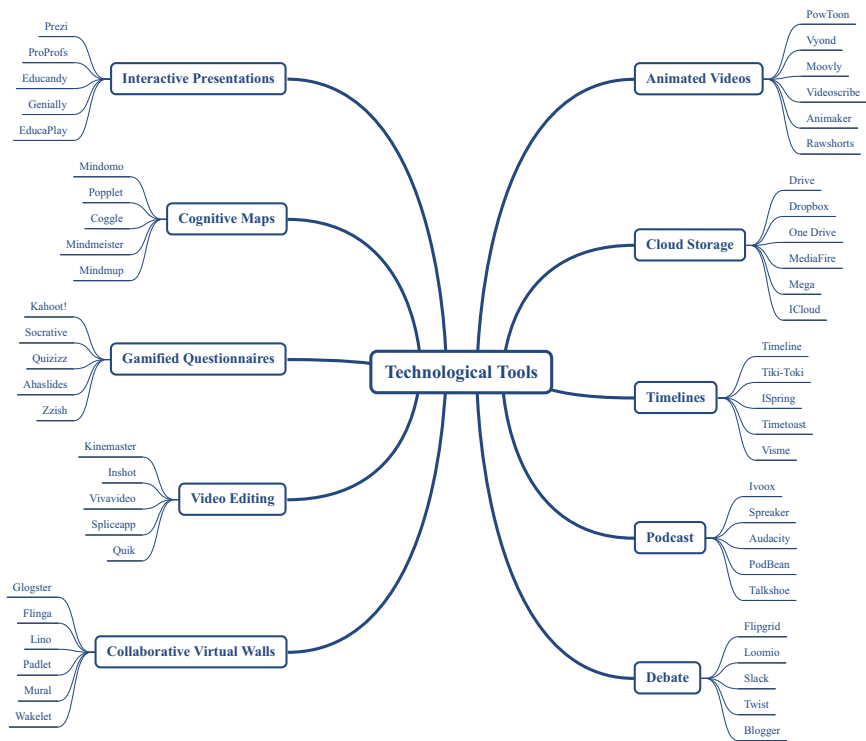


Fig. 4. Classification of technological tools according to the learning strategies mentioned in Table 3.

Figure 5 shows a classification of learning strategies according to learning styles; this classification has been made based on the activities defined in Table 2 related to learning skills, the student's learning preferences, and how students learn best. As shown in Fig. 5, it was obtained that some learning strategies can favor the three learning styles. According to the characteristics of some tools, it is possible to integrate sound, video, interactive activities, and collaborative participation. This means that teachers can use the same strategy and tool for a particular activity and favor all students regardless of the predominant learning style.

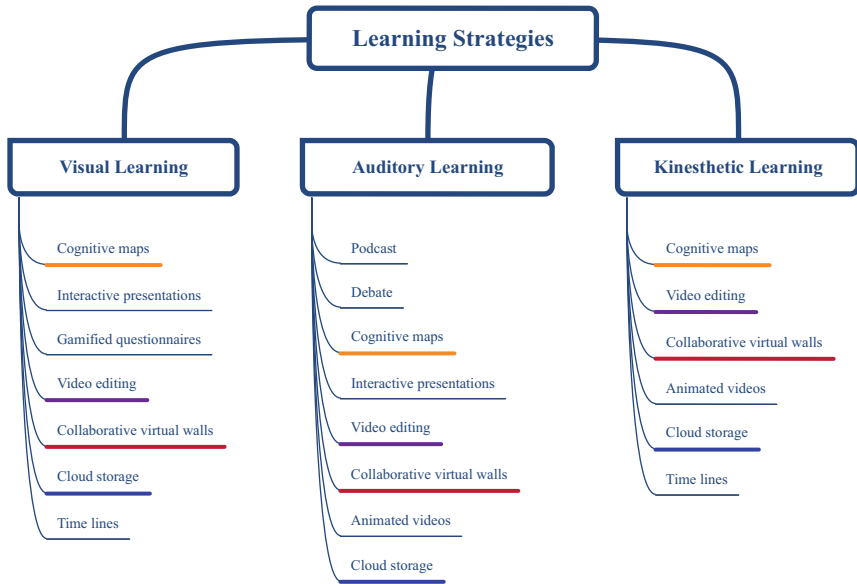


Fig. 5. Classification of learning strategies according to learning styles.

5 Discussion and Conclusion

Incorporating technological tools into the educational field is of great importance because the tools support both the student and the teacher to acquire the technological skills necessary to face the world of work today. In this sense, to create an effective online learning environment and efficiently transmit knowledge, the teacher must have technical skills and know the appropriate teaching strategies and the technological resources for each learning style (VAK model) to achieve the teaching-learning process successfully.

With the development of this research, exciting information was obtained; on the one hand, it was verified that the teachers adapted to the conditions presented by the COVID-19 pandemic. According to the results, 100% of the teachers used videoconferencing platforms to teach virtual classes. The Zoom platform was the most used with 68% and Google Meet only 28% of the teachers who participated in this research. In addition,

it was corroborated that platform for learning management were also used, 62% of the teachers used the Classroom platform, and 38% used Moodle. On the other hand, regarding the use of teaching-learning strategies during virtual classes, it was observed that teachers continue to use the same strategies as in face-to-face classes. 100% of the teachers confirmed that they use the interactive presentation as a strategy to impart the thematic content of the subject. In lower percentages, the strategies that have been used are cloud storage, gamified questionnaires, and cognitive maps.

It is known that education requires several elements that allow the consolidation of learning. Regarding virtual educational environments, the use of technology is crucial to guarantee the success of the teaching-learning process; not only is it enough to move the teacher in front of a computer. In this sense, it is essential to mention various technological tools that teachers can use to carry out the teaching-learning process. However, to choose the appropriate tool, it is necessary to know the learning styles of the students, which are directly related to skills and the way they learn, to establish the correct strategy that enhances the teaching-learning process. Therefore, a scheme was designed with different technological tools related to teaching-learning strategies in this research work. In addition, a classification of the strategies was proposed according to each learning style.

This research focused on knowing the technological tools used by teachers during virtual classes, and classification of the different technological tools according to teaching strategies and learning styles was proposed. However, it would be interesting to analyze the opinions of students based on technological tools used by teachers to improve the teaching-learning process in virtual environments.

References

1. Seitebaleng, S.D.: Information and communication technology use in higher education: perspectives from faculty. *Int. J. Educ. Dev. Using Inf. Commun. Technol.* **14**(2), 121–166 (2018)
2. Zambrano, L.L.: Use of information and communication technology in virtual education and its correlation with the emotional intelligence of teachers in Ecuador in a COVID-19 context. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação* **40**, 31–44 (2020)
3. Lizarraga, C., Quiñonez, Y., Aguayo, R., Peraza, J.: Incorporation of robots in the teaching-learning process for the different educational levels. In: *Proceedings of the 9th International Conference on Education and New Learning Technologies*, Barcelona, Spain, pp. 5459–5457. *Iated Digital Library* (2017)
4. Srivastava, T., Waghmare, L.S., Jagzape, A., Rawekar, A., Quazi, N., Mishra, V.P.: Role of information communication technology in higher education: learners perspective in rural medical schools. *J. Clin. Diagn. Res.* **8**(6), XC01–XC06 (2014)
5. Lekka, A., Tsironi, M., y Pange, J.: New trends of information and communication technologies in education. In: *IEEE International Conference on Interactive Mobile Communication Technologies and Learning*, Thessaloniki, Greece, p. 389 (2015)
6. Hui, T., Yan-Jun, Y.: Knowledge building community in blended learning environments. In: *Proceedings of the 8th International Conference on Information Technology in Medicine and Education*, Fuzhou, pp. 581–583. *IEEE Publisher* (2016)
7. Lillejord, S., Børte, K., Nesje, K., Ruu, E.: *Learning and Teaching with Technology in Higher Education – A Systematic Review*. Knowledge Centre for Education, Oslo (2018)

8. Attallah, B.: Post COVID-19 higher education empowered by virtual worlds and applications. In: Proceedings of the 7th International Conference on Information Technology Trends (ITT), Abu Dhabi, United Arab Emirates, pp. 161–164. IEEE Publisher (2020)
9. Kumar, A., Malhotra, S., Katoch, A., Sarathkar, A., Manocha, A.: Webinars: an assistive tool used by higher education educators during Covid19 case study. In: Proceedings of the 12th International Conference on Computational Intelligence and Communication Networks (CICN), Bhimtal, India, pp. 1–6. IEEE Publisher (2020)
10. Zoom. <https://zoom.us/meetings>
11. Goto Webinar. <https://www.gotomeeting.com/en-in>
12. Google Meet. <https://meet.google.com/>
13. Cisco Webex Meeting. <https://www.webex.com/>
14. Microsoft Team. <https://www.microsoft.com/es-mx/microsoft-teams/online-meetings>
15. Pantoja, M.A., Duque, L.I., Correa, J.S.: Learning styles models: an upgrade for their revision and analysis. *Revista Colombiana de Educación* **64**, 79–105 (2013)
16. Bustos-López, M., Alor-Hernández, G., Sánchez-Cervantes, J.L., Salas-Zárate, M.P., Paredes-Valverde, M.A.: EduRP: an educational resources platform based on opinion mining and semantic web. *J. Univ. Comput. Sci.* **24**(11), 1515–1535 (2018)
17. Gómez, L., Aduna, A., García, E.: Manual de estilos de aprendizaje. Secretaría de Educación Pública, México, DF (2004)
18. Bandler, R.: Use su cabeza para variar, submodalidades en PNL. Cuatro Vientos (1988)
19. Díaz-Barriga, F.: Experiencias de aprendizaje mediadas por las tecnologías digitales: pautas para docentes y diseñadores educativos. Universidad Nacional Autónoma de México (2015)
20. Gallego, D.: Diagnosed learning styles of my students and now what do I do? *Revista de Estilos de aprendizaje* **11**(12), 1–13 (2013)
21. De la Parra Paz, E.: Herencia de vida para tus hijos: crecimiento integral con técnicas PNL. Grijalbo (2004)
22. Hattie, J., Donoghue, G.: Learning strategies: a synthesis and conceptual model. *npj Sci. Learn.* **1**, 16013 (2016)
23. García-Pérez, D., Fraile, J., Panadero, E.: Learning strategies and self-regulation in context: how higher education students approach different courses, assessments, and challenges. *Eur. J. Psychol. Educ.* **36**(2), 533–550 (2020). <https://doi.org/10.1007/s10212-020-00488-z>
24. Pimienta-Prieto, J.H.: Estrategias de enseñanza-aprendizaje, docencia universitaria basada en competencias. Pearson Educación, Mexico (2012)
25. Creswell, J.W., Creswell, J.D.: Research Design. Qualitative, Quantitative, and Mixed Method Approaches, 5th edn. Sage, Thousand Oaks, California (2017)

Implementación de plan de contingencia ante la pandemia COVID-19 llamado rompiendo paradigmas docentes

Raquel Aguayo¹, Carmen Lizarraga¹, Mercedes López-Bojórquez²,
Yadira Quiñonez³, Amaranta Cabrera⁴

raquelaguayog@uas.edu.mx; carmen.lizarraga@uas.edu.mx; bianeylopez@uas.edu.mx;
yadiraqui@uas.edu.mx; amaranta_cs@hotmail.com

¹ Universidad Autónoma de Sinaloa, Unidad Académica de Gastronomía y Nutrición Mazatlán, 82000, Mazatlán, Sinaloa, México

² Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de ciencias Económicas, Admirativas y Tecnológicas 81400, Guamúchil Sinaloa, México

³ Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Informática, 82000, Mazatlán, Sinaloa, México

⁴ Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Medicina, 80034, Culiacán, Sinaloa, México

DOI: 10.17013/risti.45-48-63

Resumen: El propósito de la educación superior es formar alumnos capacitados de manera eficiente para que puedan atender las necesidades de la sociedad actual; sin embargo, durante la pandemia COVID-19 fue obligatorio implementar un plan de contingencia para que el proceso de enseñanza-aprendizaje no se viera afectado. En este sentido, fue necesario capacitar a los docentes ante las carencias detectadas en la formación docente, al cambiar de la modalidad presencial a la virtual para que enfrentaran los retos educativos actuales para desempeñar su práctica docente de manera exitosa. El objetivo de este proyecto es romper paradigmas en la formación docente universitaria de los profesores en la Unidad Académica de Gastronomía y Nutrición Mazatlán (UAGyNM) de la Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS) a través de videos tutoriales; la difusión fue por medio de una campaña de expectativa y concientización sobre la importancia de este fenómeno, que impacta directamente en el desempeño académico de los estudiantes. La recogida de datos se hace con un pre y post-test a los docentes, y una entrevista a los estudiantes.

Palabras-clave: Formación docente; profesionalización; profesores universitarios; proceso de enseñanza-aprendizaje; entornos virtuales.

Implementation of a contingency plan for the COVID-19 pandemic called Breaking Educational Paradigms

Abstract: The purpose of higher education is to train students efficiently to meet the needs of today's society; however, during the COVID-19 pandemic, it was mandatory to implement a contingency plan so that the teaching-learning process was not affected. In this sense, it was necessary to train teachers in the face of

the deficiencies detected in teacher training when changing from the face-to-face modality to the virtual one to face the current educational challenges to carry out their teaching practice successfully. This project aims to break paradigms in the university teaching training of the professors in the Academic Unit of Gastronomy and Nutrition Mazatlán of the Autonomous University of Sinaloa through tutorial videos. The dissemination was through a campaign of expectation and awareness of the importance of this phenomenon, which directly impacts students' academic performance. The data collection is done with a pre and post-test to the teachers and an interview with the students.

Keywords: Teacher training; professionalization; university professors; teaching-learning process; virtual environments..

1. Introducción

La incorporación de espacios educativos virtuales; sin duda ha ido marcando otra época (Zambrano, 2020), porque facilitan la creación de herramientas y entornos virtuales para intercambiar y colaborar entre los profesores, así como los propios estudiantes (Lizarraga, 2017). La tecnología aplicada a la educación beneficia directamente a los estudiantes porque aprenden de manera positiva y autodidacta durante el proceso de enseñanza y aprendizaje (Lekka, 2015). Actualmente, en la educación se busca que los aprendizajes que se imparten en aula sean significativos e integradores en la formación de los estudiantes, pero ¿qué pasa cuando los profesores que están a cargo de ciertas materias, no tiene una formación docente o no realizan una formación continua, y sólo se quedan con los conocimientos teóricos que adquirieron para ser profesionales en determinada área de conocimiento?

El principal propósito de las instituciones de educación superior es formar alumnos capacitados eficientemente para atender las necesidades de la sociedad actual, cada vez más demandante. Sin embargo, este proceso se ve entorpecido ya que, una de las principales carencias detectadas en la educación superior es la falta de formación docente. Se requieren docentes, que no sólo impartan clases magistrales con los aspectos técnicos de la profesión que dominan, sino que, estén capacitados en el área pedagógica, esto engloba entre otras cosas, el uso de estrategias de enseñanza aprendizaje (Pimienta-Prieto, 2012), las cuales facilitan la adquisición y apropiación de conocimientos en el proceso de enseñanza-aprendizaje y mejoran sus habilidades tanto en el estudio individual como en grupo (Lillejord, 2018).

La virtualización del proceso de enseñanza-aprendizaje ante la pandemia del COVID-19 se consideraba una modalidad optativa. Sin embargo, en los últimos dos años se convirtió en una obligación para todas las instituciones educativas, al cambiar los ambientes de aprendizaje de todos los niveles académicos (Aguayo, 2022). El principal inconveniente que tenían la mayoría de las instituciones era la falta de un plan de contingencia o tecnología adecuada para llevar a cabo todos los cursos en línea. En este sentido, el autor Attallah (2020) presenta un concentrado de diferentes trabajos relacionados con la experiencia de algunas universidades post-COVID-19, centrándose en la aplicación de entornos virtuales, destacando las ventajas y la idoneidad de las herramientas tecnológicas utilizadas en las actividades de aprendizaje en línea.

Existen profesores capacitados en su área de formación, sin embargo, al no poseer conocimientos sobre pedagogía y andragogía, carecen de la metodología adecuada para convertirse en un facilitador del conocimiento, disminuyendo de esta forma la posibilidad de que los estudiantes puedan adquirir fácilmente los conocimientos que se requieren para desempeñarse como profesionistas competentes. Es por eso que los profesionales que imparten clases y no son docentes de formación, deben de realizar una nivelación pedagógica donde se les enseñe cómo dirigirse frente a un grupo de alumnos. Es muy importante conocer e identificar los diferentes estilos de aprendizaje (Aguayo, 2021), es decir, saber cuáles son las formas de aprender de cada uno de los estudiantes, para que de este modo el profesor pueda planear clases e impartirlas de manera productiva tanto para los alumnos que están aprendiendo y preparándose como para los mismos docentes, donde aprendan de sus estudiantes para ser mejores cada día.

Es sabido que la educación requiere de varios elementos que permitan consolidar los aprendizajes. En cuanto a los entornos educativos virtuales, el uso de la tecnología es crucial para garantizar el éxito del proceso de enseñanza-aprendizaje; no solo basta con mover al profesor frente a una computadora, sino que es necesario conocer los estilos de aprendizaje de los estudiantes, los cuales están directamente relacionados con las habilidades y la forma en que aprenden, para establecer la estrategia correcta que potencie el proceso de enseñanza-aprendizaje (Pimienta-Prieto, 2012). Algunos autores mencionan que las estrategias de enseñanza están relacionadas con la repetición, preparación, organización y autorregulación de tareas (García-Pérez, 2021, Hattie, 2016)

En este sentido, el objetivo principal de este proyecto se centra en concientizar a los docentes sobre la importancia de incorporar herramientas tecnológicas en el ámbito educativo debido a que las herramientas benefician tanto al estudiante como al docente a adquirir las habilidades tecnológicas necesarias para enfrentar el mundo laboral actual. Además, para crear un entorno de aprendizaje en línea efectivo y transmitir conocimientos de manera eficiente, el docente debe tener habilidades técnicas y conocer las estrategias de enseñanza adecuadas y los recursos tecnológicos para cada estilo de aprendizaje para lograr el proceso de enseñanza-aprendizaje con éxito.

2. Descripción del proyecto

El proyecto consiste en realizar una campaña de expectativa y difusión a través de distintos medios, como la página de la Unidad Académica de Gastronomía y Nutrición Mazatlán, página de Facebook, banners, flyers y posters para informar a los docentes que se llevará a cabo el proyecto. El proyecto inició con una sesión virtual, donde se proyectaron testimonios de los estudiantes que expresan su sentir acerca de la educación que reciben, posteriormente se realizó un curso-taller a través de un grupo cerrado llamado Rompiendo Paradigmas Docentes (RPD), en dicho grupo se subieron videos donde se abordan distintos temas, los cuales permiten a los docentes apropiarse de estrategias para desempeñar mejor su labor docente.

Los temas de los videos están relacionados con: las inteligencias múltiples, los estilos de aprendizaje, la clasificación de estrategias, el aprendizaje activo y colaborativo y las teorías del aprendizaje. Como parte de las actividades del curso, se invitó a los docentes a compartir fotos, videos y experiencias a través de comentarios para que otros docentes

adaptan las estrategias que han utilizado los demás y así retroalimentar entre todos la experiencia. Después, se realizó la segunda sesión virtual donde se dialogó con los docentes acerca de que les había parecido el curso, cuales mejoras le harían, que temas les gustó y sirvió más, entre otras cosas, también se hizo entrega de reconocimientos a todos los que forman parte del grupo en línea y otro más a los que participaron de manera activa.

3. Evaluación del proyecto

Para elaborar el análisis de evaluación del proyecto RPD se utilizó el programa estadístico SPSS V.23, el cual permite una descripción más detallada, permitiéndonos así elaborar tablas por categorías y gráficas de estudio. La primera fase consistió en analizar las encuestas aplicadas antes de la intervención, además de la descripción de la observación durante la campaña de expectativas y el día de la inauguración, lo cual sirvió para tener una visión general del problema que se estudia. En la segunda fase se analizó el desempeño de los profesores en el curso, a través de la descripción de la observación. En la tercera fase se realizó el análisis de las encuestas aplicadas a los profesores al final del curso, esto con la intención de evaluar el impacto y logros obtenidos; también en esta fase se tomó en cuenta una rúbrica para autoevaluar el proyecto.

3.1. Primera Fase

3.1.1. Análisis de entrevista

La finalidad con la que fueron realizadas las entrevistas fue obtener testimonios reales de los alumnos de la Licenciatura en Gastronomía acerca de su sentir con relación al desempeño de sus docentes y el impacto que estos generan en la formación académica con su práctica diaria. La manera como se realizaron las entrevistas fue la siguiente: primero, se seleccionaron ocho estudiantes, dos de cada grado académico para poder tener una visión más amplia de la situación, antes de iniciar las preguntas los alumnos firmaron una hoja de consentimiento informado y se le garantizó que todo lo mencionado en dicha entrevista sería grabado en video para que tuviera mayor validez la evidencia, pero la imagen y voz se distorsionaría para cuidar la identidad y así evitar que algún profesor pudiera tomar dicho testimonio de manera personal.

Las preguntas que se les hicieron a los alumnos fueron cinco, las cuales se estructuraron de la siguiente forma:

1. ¿Cuáles son las principales dificultades que percibes en tus maestros que obstaculizan tu aprendizaje?
2. ¿Cómo te sientes cuando ese maestro te da clases?
3. ¿Qué tipo de tareas o trabajos regularmente te deja tu profesor?
4. ¿En qué podrían mejorar tus profesores?
5. ¿Utiliza tu profesor las tecnologías para darte clases?

Algo que quisieras decirle a tu profesor

De acuerdo con las respuestas obtenidas a cada una de las preguntas, de manera general se obtuvo lo siguiente:

Respuesta a la pregunta 1: Los alumnos coinciden que a los profesores les falta más preparación docente, que hagan uso de estrategias adecuadas y que realicen con amor su trabajo, son los principales obstáculos que impiden su aprendizaje.

Respuesta a la pregunta 2: Mencionan que las clases son muy tediosas y en ocasiones aburridas, ya que los docentes no hacen cosas distintas para explicar los temas.

Respuesta a la pregunta 3: Refieren que las tareas más comunes consisten en obtener información relacionada a algún tema, la cual en raras ocasiones es socializada en la clase virtual, mencionan los estudiantes que les gustaría que se revisara en grupo para saber si es correcto o no lo que ellos encontraron.

Respuesta a la pregunta 4: Los alumnos comentaron que los docentes deberían recibir capacitación específica de estrategias y también sobre las materias que tienen asignadas, para que estén más preparados y sobre todo que puedan brindar clases con mayor calidad.

Respuesta a la pregunta 5: Regularmente utilizan presentaciones compartidas de power point, fuera de eso no utilizan otras herramientas tecnológicas ni hacen dinámicas como apoyo.

Respuesta al comentario: Esta es la pregunta más impactante en cuanto a las respuestas de los alumnos, ya que les piden a los maestros que utilicen información de páginas como wikipedia o rincón del vago por favor dejen de utilizar esta información por que no es de calidad, también los invitan a que quieran su trabajo y que valoren la oportunidad que tienen para que los ayuden a ser mejores profesionistas. Los alumnos también mencionaron que existen buenos profesores que se preparan y brindan buena información.

Esta información se mostró a todos los docentes que asistieron a la presentación del proyecto de manera virtual, la cual se presentó a través de un video como testimonios recabados, se trató de cuidar que toda la información mostrada a los docentes tuviera fines de mejora en su práctica docente a través de una crítica constructiva real, sin que se ofendiera a nadie.

3.1.2. Análisis de encuestas (pre-test)

En este apartado, se realizó un análisis de las encuestas aplicadas a los docentes, las cuales se encuentran divididas en cinco categorías: datos de identificación, conocimientos básicos de la docencia, estrategias en la docencia y práctica docente.

En la Tabla 1 se describen los datos demográficos de los profesores, entre los cuales se preguntó edad, género, experiencia docente, si tiene formación docente, estudios de licenciatura, especialidad, maestría, doctorado, entre otros.

Pregunta	Respuesta	Porcentaje
<i>Genero</i>	Masculino	60.0
	Femenino	40.0
<i>Edad</i>	25 años o menos	20.0
	De 26 a 35 años	25.0

Pregunta	Respuesta	Porcentaje
<i>Años de experiencia</i>	De 36 a 45 años	30.0
	De 46 a 55 años	25.0
	Omitió	10.0
	Menos de 6 meses	15.0
	De 7 meses a 2 años	5.0
	De 3 a 5 años	25.0
	De 6 a 8 años	25.0
	De 9 a 11 años	10.0
	15 años o más	10.0
<i>¿Tiene formación docente?</i>	Omitió	10.0
	Si	30.0
	No	60.0
<i>¿Ha realizado estudios de Especialidad?</i>	Si	20.0
	No	80.0
<i>¿Ha realizado estudios de Maestría?</i>	Si	35.0
	No	65.0
<i>¿Ha realizado estudios de Doctorado?</i>	Si	20.0
	No	80.0
<i>¿Ha realizado algún otro tipo de estudios</i>	No	85.0
	Summelier	5.0
	Fiscalista	5.0
	Diplomados	5.0

Tabla 1 – Datos de identificación

De acuerdo con los resultados obtenidos, la Tabla 1 muestra que de los 20 docentes que asistieron al curso, el 60% corresponde al género masculino y el 40% al femenino, de estos el 20% son menores de 25 años, 25% se encuentran en un rango de 26 a 35 años, el otro 25% de 46 a 55 y el 30% tienen entre 36 y 45 años.

Con relación a los años de experiencia docente, el 5% corresponde a un docente, tiene de siete meses a dos años de experiencia, 10% tiene 10 a 11 años de experiencia, otro 10% de nueve a once años, el 15% tienen menos de seis meses; en los rangos de tres a cinco años y de 6 a 8 años un 25% en cada uno de ellos. Por último el 10% de los asistentes omitieron su respuesta. El 60% de los docentes de la UAGyNM mencionaron que no tienen formación docente, el 30% cuentan con ella y 10% de los encuestados omitió su respuesta.

El 100% de los docentes tienen licenciatura; en cuanto a los profesores que cuentan con estudios de especialidad solamente el 20% de los docentes responden afirmativamente, un 80% de estos no cuentan con especialidad; el 35% de la planta docente han realizado maestría y el 65.5% responden negativamente; el 20% de los docentes refieren haber realizado estudios de doctorado, y el restante replican de forma negativa. Con relación a la realización de algún otro tipo de estudios solo el 5% mencionan ser sommelier, fiscalista y diplomados diversos, respectivamente.

En la Tabla 2 hace referencia a los conocimientos básicos de docencia, donde se les cuestionó su conocimiento la clasificación de las estrategias de enseñanza-aprendizaje y el 45% dijo que sí, mientras que el resto niegan tener conocimientos sobre estas; en cuanto a los estilos de aprendizaje 75% reconocen la existencia de los mismos y 25% los desconocen; 40% conoce instrumentos para identificar estilos de aprendizaje y 60% de los docentes no los conoce.

Pregunta	Si	No
1. ¿Conoce la clasificación de las estrategias de enseñanza-aprendizaje?	45.0	55.0
2. ¿Conoce los estilos de aprendizaje?	75.0	25.0
3. ¿Conoce instrumentos para identificar estilos de aprendizaje?	40.0	60.0
4. ¿Conoce estrategias para cada estilo de aprendizaje?	25.0	75.0
5. ¿Conoce las teorías de aprendizaje?	45.0	55.0

Tabla 2 – Conocimientos básicos en la docencia

El 25% de los docentes conocen estrategias para cada estilo de aprendizaje y 75% las desconocen. De los docentes encuestados el 45% de estos conocen las teorías del aprendizaje y 55% las desconocen. Los resultados de esta categoría indican que la mayoría de los profesores en la UAGyNM no tienen conocimientos básicos sobre la práctica docente.

Otra categoría importante conocer es el uso de estrategias en la docencia, en la Tabla 3 se presenta los resultados obtenidos, donde se refleja que sólo el 30% mencionan que siempre realizan la activación de conocimientos previos, el 40% lo realizan frecuentemente, y resto de los porcentajes se distribuye en algunas veces y nunca. En cuanto a las estrategias coinstruccionales, el 5% de los docentes siempre utilizan, el 60% lo realizan de forma frecuente, 10% algunas veces, 10% rara vez y 15% nunca han aplicado estas estrategias. Se preguntó a la población sobre el uso y aplicación de estrategias postinstruccionales y se obtuvo que el 15% siempre las realizan, el 50% las realizan de forma frecuente, el 15% algunas veces, el 5% rara vez y el 15% nunca.

A.- Siempre, B.- Frecuentemente, C.- Algunas veces, D.- Rara vez, E.- Nunca.					
Pregunta	A	B	C	D	E
6. ¿Realiza activación de conocimientos previos en sus alumnos?	30.0	40.0	20.0		10.0
7. ¿Utiliza estrategias Co-instruccionales en clase?	5.0	60.0	10.0	10.0	15.0

A.- Siempre, B.- Frecuentemente, C.- Algunas veces, D.- Rara vez, E.- Nunca.					
Pregunta	A	B	C	D	E
8. ¿Utiliza estrategias Post-instruccionales en clase?	15.0	50.0	15.0	5.0	15.0
9. ¿Utiliza estrategias Pre-instruccionales en clase?	20.0	45.0	10.0	10.0	15.0
10. ¿Domina estrategias para cada estilo de aprendizaje?	10.0	35.0	30.0	10.0	15.0

Tabla 3 – Estrategias en la docencia

Con relación a la realización de estrategias preinstruccionales, el 20% de los encuestados siempre las realizan, el 45% las ponen en práctica frecuentemente, algunas veces y rara vez 10% respectivamente, y nunca aplican estrategias preinstruccionales el 15% de los docentes. Referente al dominio de estrategias de acuerdo con el estilo de aprendizaje, el 45% de los encuestados responde que si las domina y el 55% responde negativamente a este ítem.

La tabla 4 representa cuántos docentes realizan actividades colaborativas durante sus clases virtuales obteniendo los siguientes resultados: el 35% lo hacen siempre, el 15% frecuentemente, el 40% algunas veces, el 5% rara vez y nunca el 5%; el 15% trabaja de manera interdisciplinaria al planear actividades áulicas, el 35% frecuentemente, el 35% algunas veces, el 10% rara vez y el 5% nunca lo hacen de esta forma; en la pregunta de trabajo interdisciplinario para planear actividades, el 20% lo realizan siempre, el 20% frecuentemente, el 35% algunas veces, el 15% rara vez y el 10% nunca.

A.- Siempre, B.- Frecuentemente, C.- Algunas veces, D.- Rara vez, E.- Nunca.					
Pregunta	A	B	C	D	E
11. ¿Realiza actividades colaborativas en clase?	35.0	15.0	40.0	5.0	5.0
12. ¿Trabaja de manera interdisciplinaria para planear actividades áulicas?	15.0	35.0	35.0	10.0	5.0
13. ¿Trabaja de manera interdisciplinaria para planear actividades fuera de aula?	20.0	20.0	35.0	15.0	10.0
14. ¿Trabaja de manera interdisciplinaria para planear trabajos finales?	45.0	30.0	20.0		5.0
15. ¿Promueve la creatividad durante clase en sus estudiantes?	40.0	40.0	10.0	5.0	5.0

Tabla 4 – Práctica docente

De acuerdo con la planeación de trabajos o proyectos finales de forma interdisciplinaria el 45% lo realizan siempre, el 30% frecuentemente, el 20% algunas veces, el 5% nunca. El 40% de los docentes promueven la creatividad entre sus estudiantes, el 40% de forma frecuente, el 10% algunas veces, el 5% de los profesores lo realizan rara vez y nunca.

3.2. Segunda fase

Esta fase consistió en la descripción de las actividades desarrolladas durante el curso en línea “Rompiendo Paradigmas Docentes – Unidad Académica de Gastronomía y Nutrición Mazatlán”, mismo que se creó como grupo cerrado de Facebook, solo fue

necesario que los profesores formaran parte, en este sentido, se les invitó a solicitar acceso al grupo para agregarlos e iniciar las actividades.

Como parte de las actividades programadas, primero se compartió un video donde se introdujo el curso-taller y se describió la forma en cómo se va a trabajar, la idea general es que todos los docentes del grupo cerrado de Facebook tengan interacción con la información que se proporcione en todo momento y que puedan compartir entre los docentes las estrategias utilizadas durante las clases.

En el segundo video se abordó el tema de “inteligencias múltiples”, el cual fue visto por todos los profesores del grupo, recibió cuatro likes y solo un docente realizó un comentario solicitando información sobre el tipo de estrategias a utilizar de acuerdo a cada tipo de inteligencia. Dicho comentario fue respondido, de tal forma que el resto de docentes que no realizó ninguna pregunta tuviera acceso a la información proporcionada.

Se compartió el tercer video en grupo, titulado: estilos de aprendizaje, el cual fue visto por todos los integrantes del grupo, recibió cinco likes y dos comentarios de agradecimiento, ya que pudieron conocer cómo aprenden sus estudiantes de acuerdo con los diferentes estilos de aprendizaje.

Después, se publicaron imágenes con los ocho tipos de inteligencias y sus características, además, de un documento con más información sobre el tema, de igual forma, la publicación fue revisada por todos los profesores, recibió cuatro likes y dos comentarios donde mencionaron que analizaron la información con lo observado en los estudiantes de las asignaturas que imparten.

Se subió el cuarto video relacionado con la clasificación de estrategias, como aplicarlas y su utilidad. Solo fue visto por 16 maestros, recibió cuatro likes y ningún comentario. Sin embargo, se colocó un comentario general para los profesores para mencionar la importancia de realizar la interacción dentro del grupo. Cuando se compartió en el grupo el video de trabajo activo y colaborativo, fue visto por 17 docentes, tres likes y un comentario de agradecimiento por la información proporcionada; posteriormente se sube al grupo el libro de Julio Pimienta, “Estrategias de enseñanza aprendizaje” y se sugirió a los docentes a leerlo para conocer las diferentes estrategias de aprendizaje utilizadas en el nivel superior.

Se publicó el último video, el cual consistió en una presentación de las teorías del aprendizaje, este video fue visto por 18 docentes, tuvo tres likes y cero comentarios. Después, se proporcionó un instrumento para determinar el tipo de inteligencias múltiples de sus estudiantes, para que tuvieran acceso al archivo todos los docentes del grupo. También se les compartió el libro de Julio Pimienta: “Evaluación de los aprendizajes, un enfoque basado en competencias”. Se les solicitó realizar una estrategia con su respectiva evaluación y compartir por medio de Facebook las evidencias de su trabajo, dudas o sugerencias.

Finalmente, se envió la invitación a la clausura del curso, esta información fue vista por todos los docentes; posteriormente se les recordó que era el último día de la primera etapa del curso y se les reiteró la invitación a participar subiendo evidencias de los trabajos, también se hizo entrega virtual de los reconocimientos por la participación en este curso-taller.

3.3. Tercera Fase

En este apartado se describe la tercera fase que consistió en el análisis del pos-test aplicado a los profesores, además de la evaluación del proyecto a través de una rúbrica de evaluación de proyectos propuesta por Roman (2011).

3.3.1. Análisis de encuestas (pos-test)

El pos-test aplicado a los docentes, consistió en una encuesta de preguntas mixtas, las cuales se encuentran divididas en cuatro categorías: en la Tabla 5 presentan los resultados obtenidos con relación a los datos de identificación. En la Tabla 6 se resume como se llevó a cabo la participación de los profesores. Posteriormente, en la Tabla 7 se muestran los resultados de la evaluación del material de apoyo y de los encargados del curso.

Pregunta	Respuesta	Porcentaje
<i>Genero</i>	Masculino	62.5
	Femenino	37.5
<i>Edad</i>	25 años o menos	37.5
	De 26 a 35 años	37.5
	De 36 a 45 años	12.5
	De 46 a 55 años	12.5

Tabla 5 – Datos de identificación

Pregunta	Respuesta	Porcentaje
¿Asistió a la inauguración del evento “Rompiendo paradigmas docentes”?	Si	100.0
	No	
¿Formó parte del curso en línea a través de Facebook “Rompiendo Paradigmas Docentes – Unidad Académica de Gastronomía y Nutrición Mazatlán”?	Si	100.0
	No	
<i>Su participación en curso en línea a través de Facebook “Rompiendo Paradigmas Docentes – Unidad Académica de Gastronomía y Nutrición Mazatlán”, fue:</i>	Activa-participativa	62.5
	Aportaciones esporádicas	25.0
	Sin participación	12.5
	Dando like	87.5
	Exponiendo dudas.	25.
<i>La participación en el curso consistió en: (se puede elegir más de una)</i>	Haciendo comentarios	50.0
	Visualizando videos, sin comenta	37.5

Tabla 6 – Participación de los profesores

Pregunta	Respuesta	Porcentaje
Los videos y material publicados en “Rompiendo Paradigmas Docentes – Unidad Académica de Gastronomía y Nutrición Mazatlán”, apoyaron su práctica docente de manera	Enriquecedora	75.0
	Regular	25.0
¿Cómo considera la participación y desempeño de las responsables del curso?	Excelente	75.0
	Buena	25.0
	Regular	
	Mala	
	Pésima	

Tabla 7 – Evaluación del material de apoyo y de los responsables del curso.

En la Tabla 8 y 9 se presentan los resultados obtenidos de acuerdo con los cambios en las prácticas de los docentes. Entonces, para describir la siguiente categoría se tomó en cuenta la siguiente oración: “una vez llevado el curso en línea de “Rompiendo Paradigmas Docentes – Unidad Académica de Gastronomía y Nutrición Mazatlán”, usted considera que:”

Pregunta	Si	No	Ya lo sabia
16. ¿Identifica la clasificación de las estrategias de enseñanza-aprendizaje?	62.5	25.0	12.5
17. ¿Conoce la clasificación de las estrategias de enseñanza-aprendizaje?	50.0	37.5	12.5
18. ¿Identifica los estilos de aprendizaje?	50.0	25.0	25.0
19. ¿Conoce los estilos de aprendizaje?	62.5	12.5	25.0
20. ¿Identifica instrumentos para definir estilos de aprendizaje?	50.0	37.5	12.5
21. ¿Conoce instrumentos para definir estilos de aprendizaje?	62.5	25.0	12.5
22. ¿Identifica estrategias para cada estilo de aprendizaje?	37.5	50.5	12.5
23. ¿Conoce estrategias para cada estilo de aprendizaje?	37.5	50.5	12.5
24. ¿Identifica las teorías de aprendizaje?	50.0	37.5	12.5
25. ¿Conoce las teorías de aprendizaje?	62.5	25.0	12.5

Tabla 8 – Cambios en las prácticas de los docentes.

A.- Siempre, B.- Frecuentemente, C.- Algunas veces, D.- Rara vez, E.- Nunca.					
Pregunta	A	B	C	D	E
26. ¿Realiza activación de conocimientos previos en sus alumnos?	37.5	25.0	37.5		

27. ¿Utiliza estrategias Co-instruccionales en clase?	12.5	12.5	50.0	25.0
28. ¿Utiliza estrategias Post-instruccionales en clase?	12.5	12.5	37.5	37.5
29. ¿Utiliza estrategias Pre-instruccionales en clase?	12.5	12.5	37.5	37.5
30. ¿Domina estrategias para cada estilo de aprendizaje?	12.5	25.0	50.0	12.5
31. ¿Realiza actividades colaborativas en clase?	25.0	50.0	25.0	
32. ¿Trabaja de manera interdisciplinaria para planear actividades áulicas?	37.5	12.5	37.5	12.5
33. ¿Trabaja de manera interdisciplinaria para planear actividades fuera de aula?	12.5	25.0	25.0	25.0 12.5
34. ¿Trabaja de manera interdisciplinaria para planear trabajos finales?	50.0	25.0	25.0	
35. ¿Promueve la creatividad durante clase en sus estudiantes?	37.5	37.5	25.0	

Tabla 9 – Cambios en las prácticas de los docentes

4. Resultados: Autoevaluación del proyecto

Tomando como referencia la rúbrica de Román (2011), en la Tabla 10 se hace una descripción del conjunto a los procedimientos del proyecto Rompiendo Paradigmas Docentes, para esto se hace una separación por viñetas de cada uno de ellos, y se explican por separado.

Clasificación	Características	Nivel	Descripción
BÁSICOS	1. Necesidades	IV. Descubiertas	Los participantes descubren las necesidades al realizar un proyecto colectivo de investigación en el que llevan a cabo un trabajo de comprensión crítica de la realidad.
	2. Servicio	IV. Creativo.	Servicio de duración variable compuesto por tareas complejas que los propios participantes deben diseñar para resolver un problema que exige creatividad, lo que supone incluso una exigencia e implicación mayores
	3. Sentido del servicio	III. Cívico	Servicio que da respuesta a una necesidad de la comunidad y de cuya dimensión social los participantes son conscientes.
	4. Aprendizaje	IV. Innovador	Los aprendizajes se adquieren a partir de una actividad investigadora, están relacionados con el currículum o proyecto educativo y se vinculan directamente con el servicio a la comunidad.

Clasificación	Características	Nivel	Descripción
PEDAGÓGICO	5. Participación	IV. Liderada	Los participantes se convierten en promotores y responsables del proyecto de modo que intervienen en todas sus fases, decidiendo sobre los diferentes aspectos relevantes.
	6. Trabajo en grupo	IV. Expansivo	El trabajo colectivo va más allá del grupo inicial de participantes e incorpora de forma activa a otros agentes externos, creando así redes de acción comunitaria.
	7. Reflexión	IV. Productiva	La reflexión, además de prevista y continuada, implica a los participantes en una actividad de síntesis o de creación que produce una nueva aportación a la comunidad.
	8. Reconocimiento	IV. Público	El reconocimiento a los participantes adquiere una dimensión pública, bien porque la actividad se ha dado a conocer a la ciudadanía, o bien porque la administración la agradece y difunde por su valor cívico.
	9. Evaluación	IV. Conjunta	Los participantes, junto con los educadores, intervienen de manera activa en diferentes momentos del proceso de preparación y aplicación de un plan de evaluación competencial
ORGANIZATIVO	10. Partenariado	III. Pactado	Al menos dos organizaciones –una educativa y otra social– acuerdan conjuntamente las condiciones de aplicación de un proyecto de aprendizaje servicio diseñado exclusivamente por una de ellas
	11. Consolidación de centros	II. Aceptada	Los proyectos de aprendizaje servicio de iniciativa personal tienen el reconocimiento del equipo directivo del centro y el respaldo de parte del profesorado.
	12. Consolidación de entidades	II. Aceptada	Los proyectos de aprendizaje servicio tienen el reconocimiento de la dirección y de los profesionales de la entidad, que aceptan la función educadora de la organización.

Tabla 10 – Modalidades básicas.

En la Figura 1 se presenta una gráfica de araña, la cual permite visualizar la evaluación de manera general, respetando las tres clasificaciones: Básicos, pedagógico y organizativos, mismos que tienen otras subdivisiones propios de cada uno, en este caso, sólo se describe

en nivel en el que se encuentra el proyecto. Por ejemplo, en el nivel básico se divide en cuatro dinamismos (necesidades, servicio, sentido del servicio y aprendizaje). En Pedagógico, se divide en cinco dinamismos (participación, trabajo en grupo, reflexión, reconocimiento y evaluación). Finalmente, los organizativos formados por partenariado, consolidación de centros y consolidación de entidades.

EVALUACIÓN DEL PROYECTO “ROMPIENDO PARADIGMAS DOCENTES”

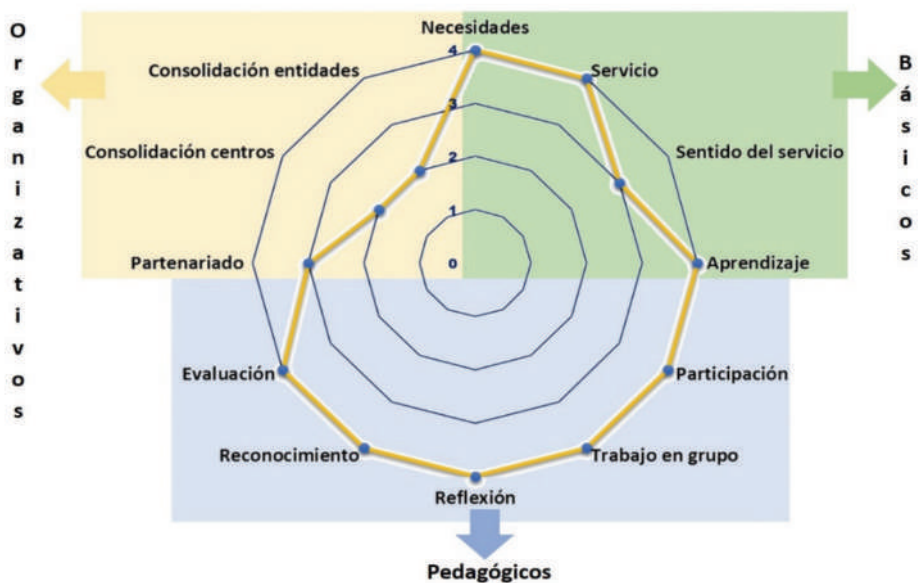


Figura 1 –Araña de evaluación del proyecto RPD

5. Conclusiones

El proyecto se ha desarrollado debido a la necesidad de la mejora en la práctica docente en la Unidad Académica de Gastronomía y Nutrición Mazatlán, pero principalmente porque era necesario cambiar de modalidad presencial a modalidad virtual por motivos de la pandemia de COVID-19. De acuerdo con los resultados obtenidos en la fase de análisis de encuestas (pre-test) aplicada a los docentes, se corroboró que los docentes tenían poco conocimiento con relación a las diferentes estrategias de enseñanza-aprendizaje, los docentes indicaron que conocían los diferentes estilos de aprendizaje, sin embargo, muy pocos conocían las estrategias para cada estilo de aprendizaje. Además, de acuerdo con las estrategias que utilizan durante sus clases, los docentes indicaron que algunas veces utilizan la activación de conocimientos previos.

Una vez que se contó con esta información, se puso en marcha el proyecto a través de un grupo cerrado en la plataforma de Facebook, donde se proporcionó toda la información

relacionada con las inteligencias múltiples, los estilos de aprendizaje, la clasificación de estrategias, el aprendizaje activo y colaborativo y las teorías del aprendizaje. En un principio era todo un reto debido a que se estaba utilizando un red social para transmitir toda la información a los docentes, sin embargo, al ser una de las redes sociales más utilizadas tuvo un impacto positivo porque les permitió a los docentes adquirir competencias investigativas, comunicativas, sociales y organizacionales, así como la optimización de tiempo

El proyecto se realizó de forma colaborativa porque se crearon redes de acción comunitarias, se incorporó de forma activa a agentes externos como la Directora de la Unidad Académica y Comunicación Social Universitaria, el trabajo en equipo fue fundamental ya que por la naturaleza del proyecto permitió que se aplicara de forma virtual y se pudo realizar el seguimiento de este de forma exitosa. Además, no solo involucró a los docentes, sino también a los estudiantes haciéndolos partícipes del proyecto, ya que se implementaron las estrategias didácticas que se les enseñó a través de videos en sus grupos, para posteriormente compartir estas con el resto de los docentes a través del grupo de facebook.

Una vez finalizado el curso-taller donde se proporcionó la información a los docentes, se realizó el análisis de las encuestas (post-test), de acuerdo con los resultados obtenidos la participación de los docentes fue del 100% y con un 85% de participación activa-participativa y con aportaciones esporádicas. El 85% de los docentes mencionaron que identifican cuál es la clasificación de las estrategias de enseñanza-aprendizaje, así como los diferentes estilos de aprendizaje y los instrumentos necesarios para identificarlos.

De manera general, se concluye que la implementación de este proyecto permitió a los docentes conocer los diferentes elementos básicos que se deben contemplar al momento de impartir clases para consolidar el aprendizaje de los estudiantes. Además destacar que en cuanto a los entornos educativos virtuales, el uso de la tecnología es crucial para garantizar el éxito del proceso de enseñanza-aprendizaje; sin embargo, no solo basta con mover al profesor frente a una computadora, sino que es necesario conocer los estilos de aprendizaje de los estudiantes, los cuales están directamente relacionados con las habilidades y la forma en que aprenden, para establecer la estrategia correcta que potencie el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Referencias

- Aguayo, R., Lizarraga, C., Quiñonez, Y. (2022) Main Technological Tools in Virtual Educational Environments According to Different Strategies and Learning Styles to Improve the e-learning Process. In: Mejía J., Muñoz M., Rocha Á., Avila-George H., Martínez-Aguilar G.M. (eds) *New Perspectives in Software Engineering*. CIMPS 2021. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol 1416. Springer, Cham.
- Aguayo, R., Lizarraga, C., Quiñonez, Y. (2021) Evaluación del desempeño académico en entornos virtuales utilizando el modelo PNL. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, (41), 34-49.

- Attallah, B. (2020). Post COVID-19 Higher Education Empowered by Virtual Worlds and Applications. In *Proceedings of the Seventh International Conference on Information Technology Trends (ITT)*, Abu Dhabi, United Arab Emirates, (pp. 161-164). IEEE Publisher.
- García-Pérez, D., Fraile, J. Panadero, E. (2021). Learning strategies and self-regulation in context: how higher education students approach different courses, assessments, and challenges. *Eur J Psychol Educ* 36, 533–550.
- Hattie, J., Donoghue, G. (2016). Learning strategies: a synthesis and conceptual model. *NPJ Science Learn*, 1, 16013.
- Lekka, A., Tsironi, M., & Pange, J. (2015). New trends of information and communication technologies in education. In *IEEE International Conference on Interactive Mobile Communication Technologies and Learning*, Thessaloniki, Greece, pp. 389-389. <https://doi.org/10.1109/IMCTL.2015.7359626>.
- Lillejord, S., Børte, K., Nesje, K. Ruu, E. (2018). Learning and teaching with technology in higher education – a systematic review. Oslo: Knowledge Centre for Education.
- Lizarraga, C., Quiñonez, Y., Aguayo, R., Peraza, J. (2017). Incorporation of robots in the teaching-learning process for the different educational levels. In *Proceedings of the 9th International Conference on Education and New Learning Technologies*, Barcelona, Spain, pp. 5459-5457.
- Pimienta-Prieto, J.H. (2012). Estrategias de enseñanza-aprendizaje, docencia universitaria basada en competencias. Pearson Educación, Mexico.
- Román, M. (2011). Autoevaluación: estrategia y componente esencial para el cambio y la mejora escolar. *Revista Iberoamericana de Educación*, 55, 107-136.
- Zambrano, L.L. (2020) Uso de la Tecnología de la Información y Comunicación en educación virtual y su correlación con la Inteligencia Emocional de docentes en el Ecuador en contexto COVID-19. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (40), 31-44. <https://doi.org/10.17013/risti.40.31-44k>