



Design and evaluation of a mobile application for monitoring patients with Alzheimer's disease: A day center case study



Alma Chávez^a, Gilberto Borrego^a, J. Octavio Gutierrez-Garcia^b, Luis-Felipe Rodríguez^{a,*}

^a Instituto Tecnológico de Sonora, Cd. Obregón, Sonora 85000, Mexico

^b ITAM, Río Hondo 1, Ciudad de México 01080, Mexico

ARTICLE INFO

Keywords:

Monitoring mobile application
Alzheimer's disease
Participatory design software methodology
Alzheimer's day center
Design recommendations

ABSTRACT

Background and objective: This paper presents Alzheed, a mobile application for monitoring patients with Alzheimer's disease at day centers as well as a set of design recommendations for the development of healthcare mobile applications. The Alzheed project was conducted at Day Center "Dorita de Ojeda" that is focused on the care of patients with Alzheimer's disease.

Materials and methods: A software design methodology based on participatory design was employed for the design of Alzheed. This methodology is both iterative and incremental and consists of two main iterative stages: evaluation of low-fidelity prototypes and evaluation of high-fidelity prototypes. Low-fidelity prototypes were evaluated by 11 day center's healthcare professionals (involved in the design of Alzheed), whereas high-fidelity prototypes were evaluated using a questionnaire based on the technology acceptance model (TAM) by the same healthcare professionals plus 30 senior psychology undergraduate students uninvolved in the design of Alzheed. **Results:** Healthcare professional participants perceived Alzheed as extremely likely to be useful and extremely likely to be usable, whereas senior psychology undergraduate students perceived Alzheed as quite likely to be useful and quite likely to be usable. Particularly, the median and mode of the TAM questionnaire were 7 (extremely likely) for healthcare professionals and 6 (quite likely) for psychology students (for both constructs: *perceived usefulness* and *perceived ease of use*). One-sample Wilcoxon signed-rank tests were performed to confirm the significance of the median for each construct.

Conclusions: From the experience of designing Alzheed, it can be concluded that co-designing with healthcare professionals leads to (i) fostering group endorsement, which prevents resistance to change and (ii) helps to meet the needs of both healthcare professionals and patients, guaranteeing the usefulness of the application. In addition, evaluation of mobile healthcare applications by users involved and uninvolved in the application's design process helps to improve the ease of use of the application.

1. Introduction

The world's population pyramid has changed through the years due to increasing life expectancy. Whereas a long life expectancy is associated with a healthy population, it is also associated with age-related diseases, e.g., Alzheimer's disease [1]. According to Winblad et al. [2], Alzheimer's disease is the most common type of dementia with 50–70% of dementia cases. In fact, the World Alzheimer Report 2018 [3] indicates that in 2018 the number of people affected by dementia worldwide was 50 million, representing an estimated cost of US\$1 trillion and about 82 billion hours spent by informal caregivers. In this regard, Brookmeyer et al. [4] estimate that by 2050 approximately 1.18% of the world's population will suffer from Alzheimer's disease.

Particularly, the number of people with Alzheimer's is projected to double every 20 years [2,3]. This becomes a global issue because, among other aspects, there will be an even higher need for senior care, and in particular, for specialized care for patients with Alzheimer's disease [3].

Alzheimer's disease (AD) is a neurodegenerative disorder characterized by progressive deterioration of vital brain functions [5]. According to the Alzheimer's Association [6], patients with AD pass through several stages including early stage, middle stage, and late stage. In the early stage, patients may be independent and may have memory lapses, lose objects, and/or have difficulties in planning. In the middle stage, patients may be confused about time and space, may have bladder control problems, may show mood swings, and may forget

* Corresponding author.

E-mail addresses: alma.chavezq@gmail.com (A. Chávez), gilberto.borrego@itson.edu.mx (G. Borrego), octavio.gutierrez@itam.mx (J.O. Gutierrez-Garcia), luis.rodriguez@itson.edu.mx (L.-F. Rodríguez).

<https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2019.103972>

Received 12 June 2019; Received in revised form 8 August 2019; Accepted 15 September 2019

1386-5056/© 2019 Elsevier B.V. All rights reserved.

events of their personal history. In the late stage, patients' abilities to communicate, walk, and even swallow are likely to be deteriorated dramatically and may even become vulnerable to infections [6].

Alzheimer's day centers are organizations that help with the daily care of patients with AD. A day center provides patients with cognitive and physical therapies, social activities, educational programs, nutrition programs, among other programs [7]. Alzheimer's day centers commonly enroll patients on these programs depending on the progression of their disease. This is the case of Day Center "Dorita de Ojeda" located in Ciudad Obregón, Sonora, Mexico, where the case study of this present work was carried out.

The different stages of AD emphasize the need for continuous monitoring of patients by caregivers at day centers. Data on their behavior and/or physical abilities may help to determine the type of medical care patients with AD should be receiving according to the progression of their disease. However, this continuous monitoring is, in some cases, carried out by caregivers using physical notepads at the end of their journey or at the same time they provide patients with medical care. In this regard, caregivers at day centers must focus their attention mainly on patients as the behaviors of people with dementia may lead to critical situations such as self-harm [8]. Moreover, data collection sometimes is regarded as an informal process with no standard workflows. As a result, this monitoring process is both time consuming and error-prone.

To facilitate this continuous monitoring of patients with AD, this work proposes Alzheed, a mobile application for monitoring patients with AD at day centers.

The purpose of this work is to provide insights gained from designing Alzheed at Day Center "Dorita de Ojeda" into how mobile applications in the context of Alzheimer's day centers should be designed and evaluated. It should be noted that Alzheed was implemented as a mobile application because, as indicated in [9], (i) mobility is fundamental to support healthcare workflows and (ii) many healthcare professionals already recognize the benefits of mobile computing, which eases the adoption of mobile applications. In addition, a mobile application allows healthcare professionals to reduce the time that patients with AD (whose behaviors may lead to self-harm [8]) are left unattended.

Alzheed is a type of *mobile health monitoring system* according to the classification proposed by Baig and Gholamhosseini [10], as Alzheed relies on mobile devices for the monitoring of patients with AD by caregivers at day centers. The classification by Baig and Gholamhosseini organizes this type of systems as (i) remote, (ii) mobile, and (iii) wearable *health monitoring systems*. In particular, the type of monitoring implemented in Alzheed is characterized by the type of data collected and the data collection strategy. The types of data collected by means of Alzheed are (i) behavioral data such as aggression, wandering, apathy, and drowsiness; (ii) clinical and health related data; (iii) activities carried out; (iv) performance in cognitive and physical therapies; (v) attitudes and crises such as anger, delusions, mood swings, and anxiety; (vi) hygiene habits; (vii) eating performance; and (viii) administrative data such as arrival time to the day center. The data collection strategy of Alzheed is characterized by manual data registration, continuous monitoring, unobtrusive patient monitoring, and contextual data input.

Importantly, the healthcare context of Alzheimer's day centers pose several challenges to mobile software design, including (i) the incorporation of highly specialized knowledge of healthcare professionals, (ii) matching the peculiarities of AD with software requirements, (iii) dealing with potentially subjective perception of AD's symptoms, and (iv) handling frequent monitoring of a number of patients.

Due to the above challenges and monitoring requirements, this work adopted a software design methodology based on participatory design where target users and developers co-design applications [11]. This type of software design methodology leads to a user-centered design

that captures the needs of both healthcare professionals and patients [12]. Furthermore, participatory design has proved its value in the context of healthcare, see [13–15] for successful examples.

To design Alzheed, both low-fidelity and high-fidelity prototypes were developed. A low-fidelity prototype is a tangible sketch of an application design with the aim of (i) verifying whether an application meets previously identified requirements and (ii) checking usability. A high-fidelity prototype is a realistic representation of the application in terms of visual design, content, and functionality. The objective of a high-fidelity prototype is to provide users (e.g., caregivers) with an application as similar as possible to the final version of the application. By creating low-fidelity and high-fidelity prototypes, working software was prioritized and prompt feedback from users was received. Target user collaboration was promoted by (i) conducting interviews as part of the requirement analysis and (ii) evaluating the design progress by giving a presentation on low-fidelity and high-fidelity prototypes to final users.

To formally evaluate Alzheed's design, a technology acceptance model (TAM) questionnaire [16] was used. The TAM was selected because it measures both *perceived usefulness* and *perceived ease of use* using a short 12-item questionnaire. In addition, it is a universal questionnaire [17] that can be adapted to the domain of the application. Moreover, the TAM questionnaire is widely accepted in the literature [18]. The TAM questionnaire was completed by both (i) target users involved in the initial phases of Alzheed's design and (ii) potential target users uninvolved in the design. This is because previous participation of the users in the design may compromise their opinions, hence, users uninvolved in the design may be better judges for the usability and usefulness of Alzheed.

The novelty of this work rests on (i) the introduction of a phase for matching software requirements with the peculiarities of a given condition (e.g., Alzheimer's condition) to a participatory software design methodology for healthcare mobile applications, and (ii) the introduction of a formal evaluation methodology for healthcare mobile applications where the feedback from users involved and uninvolved in the design of the mobile applications is taken into account. The relevance of this work rests on its contributions towards further understanding how mobile applications in the context of Alzheimer's day centers should be designed and evaluated, which are as follows:

- An iterative and incremental participatory software design methodology for healthcare mobile applications, which includes a phase for matching software requirements with the peculiarities of a given condition to help to assure that the requirements elicited take into account relevant aspects associated with the condition (see Section 3).
- An evaluation methodology for healthcare mobile applications where both users involved and users uninvolved in the design of the applications formally evaluate high-fidelity prototypes (see Section 3.2).
- A mobile application for monitoring patients with AD that is currently used at an Alzheimer's day center in Mexico (see Section 4.2.1).
- A set of design recommendations for the development of healthcare mobile applications in the context of Alzheimer's day centers (see Section 5).
- A participatory design experience that can be used as a reference for future mobile application developments in the context of Alzheimer's day centers.

The rest of the paper is structured as follows. Section 2 presents a brief literature review on design experiences and design recommendations of mobile application developments for AD and/or dementia care. Section 3 describes the materials and methods used to design and evaluate Alzheed. Section 4 presents results regarding the design and evaluation of Alzheed's low-fidelity and high-fidelity prototypes.

Table 1
Related work comparison.

	Authors' present research	Slegers et al. [13]	Maiden et al. [23]	Zachos et al. [24]	Edmeads and Metatla [25]	Muriana and Homung [15]
Application domain	Monitoring patients	Mealtime monitoring	Caregivers support	Caregivers support	Reminiscence engagement	General
Target user	Psychologists, physiotherapists, nurses, and social workers	Caregivers	Caregivers	Caregivers	Senior citizens	Senior citizens
Participatory design	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Low-fidelity prototype	Yes	Yes	No	No	Yes	Yes
High-fidelity prototype	Yes	Yes	No	No	Yes	No
Design evaluation technique	Formal TAM questionnaire	NA	NA	Pilot case study in residential home	Observation of participant exploration of prototypes	Open conversations of participants
Design evaluation by target users where at least some users were involved in the design process	Yes	NA	NA	Yes	Yes	Yes
Design evaluation by target users uninvolved in the design process	Yes	NA	NA	No	No	No
Number of participants involved in the evaluation	41	NA	NA	7	26	12
Application implemented	Yes	No	Yes	Yes	Yes	No

Section 5 presents design recommendations for the development of healthcare applications in the context of Alzheimer's day centers. Section 6 provides some concluding remarks and future research directions.

2. Related work

It is acknowledged that there is a myriad of research efforts implementing ad-hoc (mobile) applications focused on AD and/or dementia-related diseases, see [19–21]. However, frequently the focus of those efforts is on technical challenges, e.g., Helmy and Helmy's work [19] focuses on activity recognition algorithms for dementia, autism, and AD. Moreover, specialized surveys on computer-assisted technology for AD have been published, see, for instance, the survey by Ienca et al. [22]. Nevertheless, literature on design experiences and design recommendations for mobile applications for AD and dementia-related conditions is scarce. Table 1 presents a comparative overview of healthcare applications for patients with dementia. These selected works were identified from the results of a Google Scholar search using the following keywords: *dementia, Alzheimer's disease, software/application design, and/or mobile applications*.

As observed in Table 1, in the domain of healthcare applications for patients with dementia, participatory design is commonly performed (see [13,23–25,15]), however, the design of the applications is either not evaluated (as in [23]) or evaluated informally (as in [15] via open conversations). Moreover, some research efforts [23,24] skip the design evaluation phase and request target users to evaluate a pilot application, which may result in applications that may not meet the needs of target users entirely. In this regard, this present work's participatory design methodology includes both low-fidelity and high-fidelity prototypes to help to assure that user requirements are met. Unlike previous research on the design of healthcare applications focused on AD (see [13,23–25,15]), to evaluate the design of Alzheed, a formal design evaluation technique, namely the TAM questionnaire, was used. Furthermore, in contrast to other research efforts [24,25,15], in addition to evaluating prototypes using target users involved in the initial phases of the design, Alzheed's design was also evaluated by target users uninvolved in the design, which may be better judges for the usability and usefulness of Alzheed. Also, as shown in Table 1, the number of participants involved in the evaluation of healthcare applications for patients with dementia is relatively small, ranging from 7 (as in [24]) to 26 (as in [25]). This may be due to the complexity of recruiting participants to some degree connected with or familiar with dementia-related diseases. In this regard, the results presented in this work were obtained from the evaluation of Alzheed by 41 participants.

3. Materials and method

The software design methodology (Fig. 1) employed is both iterative and incremental and consists of two main iterative stages: evaluation of low-fidelity prototypes and evaluation of high-fidelity prototypes.

3.1. First iteration: low-fidelity prototypes

The first iteration of the methodology focuses on the design and evaluation of low-fidelity prototypes that serve to (i) corroborate that all identified requirements are met and (ii) allow users to visualize how the mobile application would work so that they could provide feedback at this early design stage.

3.1.1. Objective

The main goal of this phase is to deeply understand (i) the daily activities and roles of people involved in the day center, (ii) the interactions between healthcare professionals/staff and patients, and (iii) the data to be collected about patients.

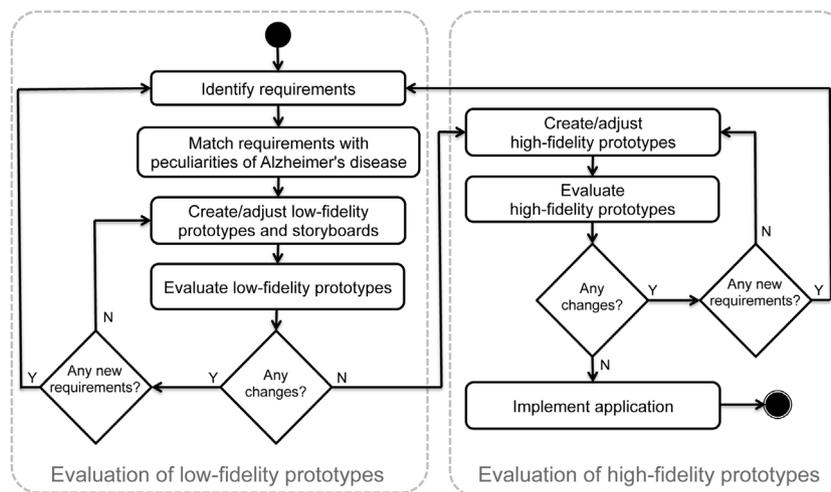


Fig. 1. Software design methodology employed for the development of Alzheed.

3.1.2. Instrumentation

In this phase, day center's healthcare professionals and staff were interviewed using an ad-hoc semi-structured interview. Table 2 includes the questions used as a reference to guide the interview.

3.1.3. Process

1. *Requirements elicitation.* The elicitation of requirements consisted of the following four activities:

- *Interviews:* day center's healthcare professionals as well as staff were interviewed to obtain (i) a holistic view of the Alzheimer's condition and (ii) a global perspective of their daily activities.
- *Observation:* an observation phase was carried out during one month visiting the day center three times a week from four to eight hours each day.
- *Process modeling:* using information extracted from the interviews and the observation phase, a formal business process model was made, see Figs. 2 and 3. This facilitated both understanding and formalizing the processes regarding the care of patients with AD carried out at the day center.
- *User stories:* as a result of the requirement analysis, user stories were generated to clearly specify and represent the requirements identified.

2. *Matching software requirements with the peculiarities of Alzheimer's condition.* Based on the requirements elicited, a set of data elements to monitor patients with AD were identified. In this phase, the relationships between these data elements and either symptoms,

causes, or risk factors of AD were verified. In doing so, it is expected to guarantee that the requirements elicited take into account relevant aspects associated with the Alzheimer's condition. In addition, during this phase, when the causes and/or symptoms are subject to the perception of either healthcare professionals or the patients in question, Likert scales were defined and proposed for each potentially subjective symptom/cause.

3. *Creation of low-fidelity prototypes and storyboards.* Once all the requirements were identified, a set of low-fidelity prototypes and storyboards were created. The storyboards consisted of sequences of low-fidelity prototypes of Alzheed's screens and their associated descriptions, which showed to each type of user the proposed procedure to record the data collected from monitoring patients with AD (see Fig. 4). These low-fidelity scenarios and storyboards allowed target users to understand and visualize how the mobile application would work with respect to data input items, graphical elements, navigation method, screen sequences, among other aspects.

4. *Validation of low-fidelity prototypes with healthcare professionals involved in the day center.* The low-fidelity prototypes were presented to the day center's healthcare professionals and staff. The objective was to promote their criticism under the assumption that observing a work-in-progress product may facilitate the expression of users' opinions. In this phase, users were able to propose modifications to both the form and content of the mobile application. Users were provided with materials such as sticky notes and markers so that they could point out the changes in each element of the proposed prototype. It is worth remarking that in this phase, new requirements could be found. In such a case, it is necessary to return to the requirements elicitation phase and match the new requirements with the peculiarities of Alzheimer's condition, followed by the creation of new low-fidelity prototypes and storyboards to be validated with the participants.

Table 2

Questions of the ad-hoc semi-structured interview used as a reference to guide the interview.

Q1	What do you know about AD (causes, symptoms, stages, treatment, etc.)?
Q2	What role do you play in the care of patients with AD?
Q3	Please describe your daily tasks
Q4	What data/information do you need to do your daily tasks?
Q5	What data do you register during the day in relation to your activities?
Q6	How do you currently register your data?
Q7	How often and how many times do you register data?
Q8	How much time do you spend registering data?
Q9	Who at the day center makes use of the information that you register?
Q10	What sort of data (that is not currently registered) do you think would be useful?
Q11	Is there any data that you monitor and keep in mind but you are not explicitly instructed to register?
Q12	How do you know which data is relevant to the evolution of the patient and which one is not?
Q13	What kind of decisions could be supported with this registered data?

3.2. Second iteration: high-fidelity prototypes

The second iteration of the methodology focuses on the design of a high-fidelity prototype to provide users with a realistic representation of the application so that aspects such as visual design, content, and functionality are formally evaluated before carrying out a computational implementation.

3.2.1. Objective

The main goal of this phase is to design a high-fidelity interactive prototype of the mobile application. This prototype allowed

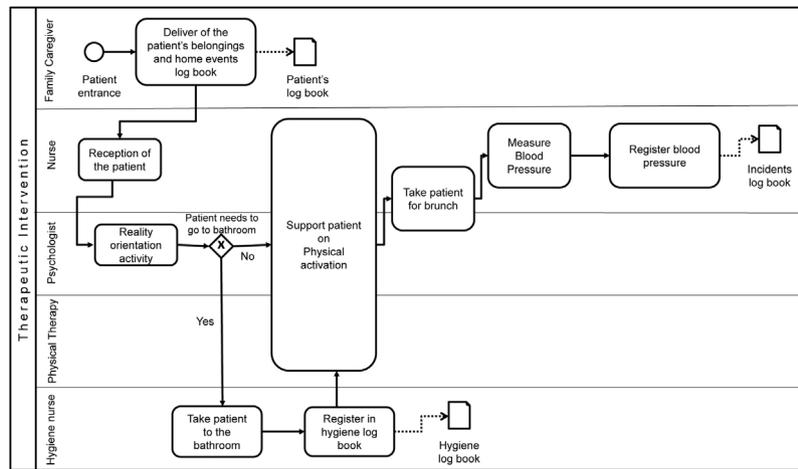


Fig. 2. Formal business process model of the day center (Part 1).

participants to evaluate its usability and usefulness from the perspective of the role each participant plays.

3.2.2. Instrumentation

A questionnaire based on TAM [16] (with a Likert-7 scale) was used to evaluate the user perception of usefulness and ease of use. According to Davis [16], perceived usefulness is defined as “the degree to which a person believes that using a particular system would enhance his or her job performance” and perceived ease of use is defined as “the degree to which a person believes that using a particular system would be free of effort.”

3.2.3. Process

1. **Creation of high-fidelity scenarios.** A high-fidelity prototype was designed based on the feedback from the day center's healthcare professionals and staff about the low-fidelity prototypes. It is worth highlighting that the high-fidelity prototype must allow final users to understand how the mobile application would work so that constructs such as *perceived ease of use* and *perceived usefulness* can be evaluated.
2. **Evaluation of the high-fidelity prototype by users involved and uninvolved in the design of Alzheed.** The high-fidelity prototype was evaluated through a focus group using a TAM questionnaire. The evaluation took place after a cognitive walk-through to show how users can interact with the mobile application and how this

application assists in data collection. There were two evaluations: (i) one evaluation conducted by the day center's healthcare professionals and staff involved in the design of Alzheed, and (ii) one evaluation conducted by senior psychology students uninvolved in the design process of the low-fidelity and high-fidelity prototypes. The evaluation by participants uninvolved in the design of Alzheed may increase the probability that future healthcare professionals working at day centers for patients with AD will find the mobile application useful. If new requirements were identified in this evaluation phase, it is necessary to return to the requirements elicitation phase, match the new requirements with the Alzheimer's condition peculiarities, and create the corresponding low-fidelity prototypes to be re-evaluated. Otherwise, when participants proposed modifications that did not involve new requirements, the high-fidelity prototype was simply adjusted and re-evaluated by the participants.

3. **Implementation of Alzheed.** Once the high-fidelity prototype was fully approved, the implementation of the mobile application was carried out.

4. Results

This section presents the results of each iteration of the software design methodology described in Section 3.

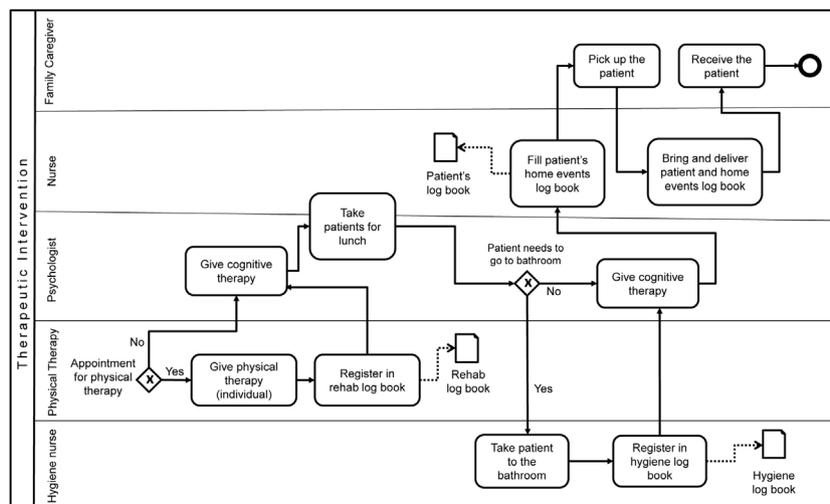


Fig. 3. Formal business process model of the day center (Part 2).

Table 4
Brief summary of user stories.

User story	User	Description
Patient's log book	Psychologist or social worker	The user will register crises, and different attitudes and behaviors of patients
Hygiene log book	Hygiene nurse	The application must register the time every patient urinates and defecates. The user must be able to add any other incidences regarding patient hygiene
Physical therapy summary	Physiotherapist	The user must be able to evaluate the activities done by patients during therapies, also, must be able to indicate whether any planned activity was not done by patients. Every activity will be evaluated in a 0 to 5 scale. Also, the user must be able to register the start and finish time of therapy as well as the initial and final mood of patients
Patient summary	Physiotherapist	The user must be able to see patient's summary, for instance, whether s/he has sleeping troubles or any trouble mood to deal with, and/or whether there was any recent injury
Physical activation	Physiotherapist	The user must be able to register the start and finish time of the physical activation
Incidences	Nurse	The user must be able to register different important notes about patients (for instance, incidences in and out of the day center such as injuries, sleep disorders, medication change, etc.)
Attendance	Nurse	The user must be able to register the entrance and exit of every patient
Patient's directory	Nurse	The user must be able to see a relative's contact details of patients
Meals performance	Nurse	The user must be able to evaluate eating performance of every patient during brunch and lunch
Vital signs	Nurse	The user must be able to manually register patients' vital signs (heart rate, blood pressure, oxygen saturation, and glucose)

sharing information with partners about diverse aspects of patients (e.g., their behaviors and attitudes).

User stories were developed based on the results of the interviews and observation. See Tables 3 and 4 for an example of a representative user story and a summary of the user stories created, respectively.

A low-fidelity prototype was designed based on the user stories and requirements identified. This low-fidelity prototype was made on paper and provided to the participants so that they could propose any modification (Fig. 4). The low-fidelity prototype was shown to the participants individually in a session conducted at the day center. Participants pointed out modifications using sticky notes that were pasted on the drawings. The modifications proposed ranged from including additional data fields to providing separate sections for registering patient's performance on cognitive therapies and physical activities. In general, the design and development of this low-fidelity prototype was carried out in a total of 7 weeks.

4.2. High-fidelity prototypes

A high-fidelity prototype was developed based on the feedback from the healthcare professionals of the day center about the low-fidelity prototypes. This high-fidelity prototype was designed and developed using the Adobe Experience Design Tool [26]. In the remainder of this section, key features of Alzheed and its evaluation are presented.

4.2.1. Alzheed's key features

Alzheed facilitates continuous monitoring of patients with AD at day centers. Alzheed allows healthcare professionals to manually register patients' (i) performance in cognitive therapies and (ii) observed behaviors related to the Alzheimer's condition such as aggression, wandering, apathy, and drowsiness. Also, healthcare professionals are able to manually input information on patients' attitudes and crises such as anger, delusions, mood swings, and anxiety. Alzheed also provides mechanisms for manually registering extraordinary events associated with patient behaviors. Using Alzheed, nurses and physiotherapists are able to manually register information about how many times patients go to the restroom, their eating performance, vital signs, medication changes, and their performance in physical therapies. It should be noted that Alzheed does not support automatic data collection, for instance, of vital signs, because the day center, for which Alzheed was developed for, was not provided with special devices and/or sensors to enable automatic data collection. Furthermore, Alzheed presents patient information grouped into five main categories: (i) nursery, (ii) hygiene, (iii) physiotherapy, (iv) cognitive behavior for early phases of AD, and (v) cognitive behavior for advanced phases of AD. It should be noted that these categories were determined based on the results of the requirement's elicitation and observation phases. See Table 5 for a list of

other Alzheed's features and Fig. 5 for a set of selected Alzheed's screenshots depicting some functionalities.

4.2.2. Evaluation of Alzheed using the TAM

Alzheed was evaluated in terms of *perceived usefulness* and *perceived ease of use*. There were two participant groups: (i) a group of 11 healthcare professionals involved in the design of Alzheed, and (ii) a group of 30 senior undergraduate students pursuing a B.A. in psychology uninvolved in the design of Alzheed. Psychology students were selected because they are potential healthcare professionals that may be involved in the care of people with dementia, and at the same time, they are outsider evaluators (i.e., evaluators uninvolved in the design) of the high-fidelity interactive prototype.

Individuals of both participant groups were requested to answer a TAM questionnaire (Table 6) after observing a cognitive walk-through showing Alzheed's characteristics. It should be noted that the TAM is a customizable, standard questionnaire [17], which is interpreted by respondents according to their domain. For instance, in the context of healthcare professionals working at Alzheimer's day centers, the term *job performance* (in question 2 of Table 6) means how well healthcare professionals perform their job duties such as monitoring patients with AD. The results of the TAM questionnaire are presented in Tables 7 and 8.

As for the evaluation by the healthcare professionals of the day center involved in the design of Alzheed, Table 8 shows that the median and mode are 7 (extremely likely) for both constructs: perceived usefulness and perceived ease of use. In addition, the minimum value is 4 (neither), and percentiles 75 are 7 for both constructs. Thus, in general, the healthcare professional participants perceived Alzheed as (extremely likely to be) useful and (extremely likely to be) usable.

As for the evaluation by the senior psychology undergraduate students uninvolved in the design of Alzheed, Table 8 shows that the median and mode are 6 (quite likely) for both constructs: perceived usefulness and perceived ease of use. It should be noted that the minimum value for both constructs is 1 (extremely unlikely). Nevertheless, as shown in Table 7, this minimum value was reported only by 3 (out of 30) participants. It is worth mentioning that none of the percentiles are lower than 5 (slightly likely). Furthermore, to verify whether these extreme values have a lower significance than a specified median, two one-sample Wilcoxon signed-rank tests were performed (one for each construct) on the evaluation results obtained from the senior psychology undergraduate students. The one-sample Wilcoxon signed-rank test was applied since the Likert scale is considered an ordinal scale and the obtained data of each construct was not adjusted to the normal curve based on the results of the Kolmogorov-Smirnov test of normality (p -value < 0.00001). In particular, for the usefulness construct with a specified median of 5, the one-sample Wilcoxon

Table 5
Key features of Alzheed for monitoring patients with AD by healthcare professionals.

Type of feature	User(s)	Name	Description
Administrative	Nurse	Attendance	Users are able to register patient arrivals to the day center and assistive devices (e.g., a walking stick) that bring with them. In addition, users are able to register patient departures from the day center
Health	Nurse	Vital signs	Users are able to manually register blood pressure, oxygen saturation, glucose, and heart rate of patients
Nutrition	Nurse	Meals	Users are able to register patients' performance during every meal either brunch or lunch
Administrative, discipline, and health	Nurse, psychologist, social worker and/or physiotherapist	Incidences and notifications	Users are able to register any incidence with patients. The incidence can be about physical conditions, sleep disorders, discipline issues or hygiene. In addition, users are able to indicate which individuals will receive a given notification regarding a given patient
Hygiene	Nurse	Hygiene log book	Users are able to register every time patients defecate and/or urinate in addition to registering whether patients have an infection and/or constipation, among other conditions
Cognitive	Psychologist and/or social worker	Activities	Users are able to register which therapy areas were stimulated (namely, reminiscence, calculus, language, sensory stimulation, attention and memory) and the activities done for each therapy
Cognitive	Psychologist and/or social worker	Performance	Based on the users' role, users are able to evaluate the performance shown by patients during a given activity from 0 to 5
Non-cognitive symptoms	Psychologist and/or social worker	Attitude log book	Users are able to evaluate attitudes (e.g., anxiety) shown by patients from 0 to 5
Non-cognitive symptoms	Psychologist and/or social worker	Behavior log book	Users are able to evaluate behaviors (such as wandering and apathy) shown by patients from 0 to 5
Non-cognitive symptoms	Psychologist and/or social worker	Crisis	Users are able to register patients' crises such as crying and repetitive attitudes, among others
Physical	Physiotherapist	Physical log book	Users are able to register activities done by patients in therapy sessions and evaluate patients' performance from 0 to 5. In addition, users are able to register patients' mood before and after therapies

signed-rank test ($W = 196.5$, p -value = 0.03732) shows that the median is significantly greater than 5 even with extreme values such as 1 and 2. For the ease of use construct also with a specified median of 5, the one-sample Wilcoxon signed-rank test ($W = 220.5$, p -value = 0.02138) shows that the median is significantly greater than 5, which means that extreme values do not affect the results. Thus, in general, the senior psychology undergraduate students perceived Alzheed as (quite likely to be) useful and (quite likely to be) usable.

It should be noted that the evaluation results obtained from each participant group are different. The answers of the day center's healthcare professionals involved in the design of Alzheed were more positive than the answers of the participants uninvolved in the design. These results were expected due to the unfamiliarity of the participants uninvolved in the design with both the project and the objective of Alzheed. This is because the psychology students had no previous experience with patients with AD or their care, so they were unable to fully understand the context of day centers and the corresponding workflows, and as a consequence, they were not entirely cognizant of how, when, and what information should be collected. Nevertheless, they were able to grasp (to some extent) how to use Alzheed and its purpose demonstrating the usability and usefulness of Alzheed. Moreover, in general, the evidence (see Table 8) shows that both participant groups perceived Alzheed as useful and easy to use. In fact, when taking into account the evaluation results obtained from both groups, the median for each construct is 6 (quite likely). In addition, for the *perceived usefulness* construct, the mode has a value of 6 (quite likely to be useful) and for the *perceived ease of use* construct, the mode has a value of 7 (extremely likely to be usable). In general, the design and development of this high-fidelity prototype was carried out in a total of 4 weeks.

5. Design recommendations

In this section, a series of design recommendations arisen from the experience of designing and developing Alzheed are presented.

5.1. Co-design with healthcare professionals to share ownership and foster group endorsement

Based on the experience of designing Alzheed, it is advisable that the design process of a healthcare application has the endorsement of at least one group of healthcare professionals to reduce resistance to change. Public support for the use of a healthcare application by a group of professionals and their public recognition about its usefulness and ease of use may lead other users to adopt the application more easily. Therefore, healthcare applications should be co-designed with healthcare professionals to achieve such endorsement, in addition to sharing ownership of the application. Furthermore, this helps to assure that the application meets the actual needs of healthcare professionals.

5.2. Validate peculiarities about the medical condition using related literature

It is a pertinent concern for designers and healthcare professionals the validity of the content managed by healthcare mobile applications. Therefore, the design process should include a literature review on the medical condition in question. This literature analysis should be focused on supporting and validating the concepts, measurements, scales, and requirements elicited.

5.3. Evaluation by users involved and uninvolved in the application's design process

In the healthcare domain, it is crucial for healthcare professionals to deeply understand the software systems they use as support for their daily tasks. Therefore, it is advisable that the mobile application (or its prototypes) are evaluated (i) by healthcare professionals involved in the whole design process, and (ii) by external users uninvolved in such design process. The evaluation by external users uninvolved in the design process and external to day centers may lead to a mobile application that remains useful and easy to use by future potential healthcare professionals (or any other person unfamiliar with the mobile application). Moreover, users uninvolved in the design process may evaluate the application with no preconceptions and help to improve

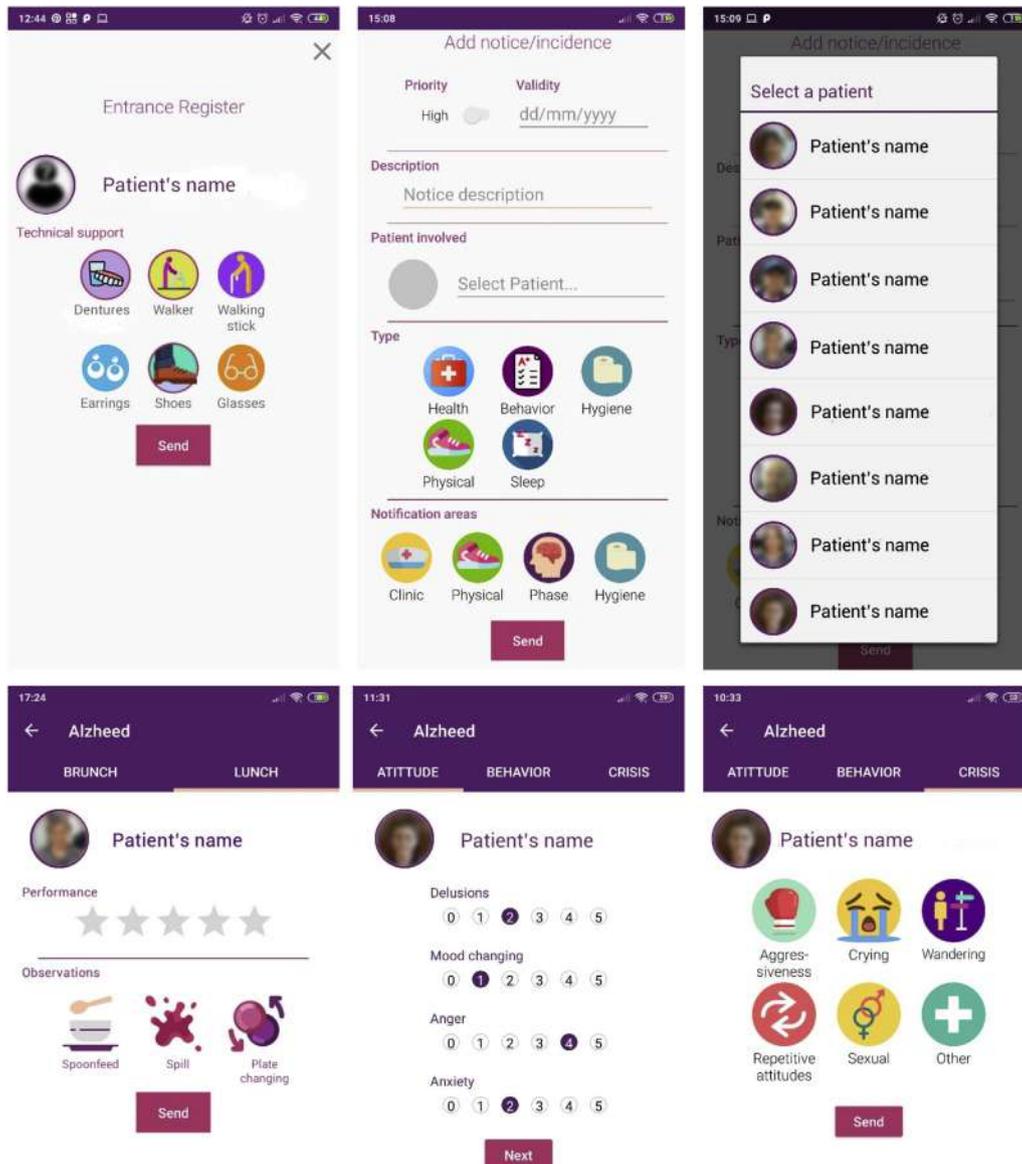


Fig. 5. A set of selected Alzheed's screenshots.

Table 6
TAM questionnaire for Alzheed evaluation.

Perceived usefulness	
Q1	Using Alzheed in my job would enable me to accomplish tasks more quickly
Q2	Using Alzheed would improve my job performance
Q3	Using Alzheed in my job could increase my productivity
Q4	Using Alzheed would enhance my effectiveness on the job
Q5	Using Alzheed would make it easier to do my job
Q6	I would find Alzheed useful in my job
Perceived ease of use	
Q7	Learning to operate Alzheed would be easy for me
Q8	I would find it easy to get Alzheed to do what I want it to do
Q9	My interaction with Alzheed would be clear and understandable
Q10	I would find Alzheed to be flexible to interact with
Q11	It would be easy for me to become skillful at using Alzheed
Q12	I would find Alzheed easy to use

Values and interpretation for possible answers are as follows: 7: extremely likely, 6: quite likely, 5: slightly likely, 4: neither, 3: slightly unlikely, 2: quite unlikely, and 1: extremely unlikely

the ease of use of the application.

5.4. Create as many prototypes as needed

During a mobile application's development process, it is crucial for users to completely understand how such application will work and how users will interact with it. It can therefore be helpful to create at least one or more low-fidelity prototypes and one or more high-fidelity prototypes before the implementation of the mobile application takes place. This frequent and rapid prototyping based on user requirements allows designers to receive important feedback from users to avoid implementing functions that will not be used or that should be modified.

5.5. Prevent errors in data collection

Healthcare professionals at day centers are busy most of the time as they have to keep direct contact with various patients simultaneously. Therefore, a monitoring mobile application for patients with dementia should not be complex. In fact, the mobile application should be designed to prevent healthcare professionals from making errors when

Table 7
Detailed TAM results.

	Individual Id	Responses regarding usefulness (Q1-Q6) and ease of use (Q7-Q12)											
		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12
Group involved in the design	Individual 1	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	Individual 2	6	6	6	6	7	7	6	7	7	6	7	6
	Individual 3	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
	Individual 4	7	7	7	6	7	7	7	4	7	7	7	7
	Individual 5	6	4	6	7	7	7	7	7	4	7	7	7
	Individual 6	7	6	7	6	6	7	7	6	6	6	7	7
	Individual 7	7	6	6	6	6	6	7	6	6	6	6	6
	Individual 8	7	5	5	5	7	7	7	7	7	7	7	7
	Individual 9	7	7	6	7	7	7	6	6	7	7	6	6
	Individual 10	6	7	6	6	6	6	4	6	6	6	6	6
	Individual 11	7	7	7	7	7	7	7	6	7	7	7	7
Group uninvolved in the design	Individual 12	6	5	6	5	5	6	5	5	5	5	6	5
	Individual 13	6	6	6	6	5	6	7	5	6	6	6	6
	Individual 14	6	6	6	6	6	6	7	5	7	6	7	7
	Individual 15	6	5	5	5	6	4	6	4	6	6	7	7
	Individual 16	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	1	1
	Individual 17	6	6	6	7	7	6	7	6	6	7	7	7
	Individual 18	6	5	5	6	5	6	7	6	6	6	6	6
	Individual 19	6	6	5	6	6	7	6	3	5	5	5	5
	Individual 20	7	6	6	7	7	7	5	5	6	6	3	5
	Individual 21	4	4	4	5	5	5	7	6	7	7	6	7
	Individual 22	5	5	6	5	5	5	6	5	5	5	4	5
	Individual 23	6	6	6	5	6	6	7	5	7	6	7	7
	Individual 24	6	5	5	5	5	7	6	6	5	4	6	6
	Individual 25	7	7	7	7	7	7	6	7	7	7	7	7
	Individual 26	7	7	7	7	6	6	5	5	6	6	6	6
	Individual 27	6	6	6	5	6	5	7	7	7	7	7	7
	Individual 28	7	6	7	7	7	7	7	6	7	7	6	7
	Individual 29	6	4	5	4	5	6	6	4	4	6	6	6
	Individual 30	1	2	2	2	1	1	1	2	3	2	1	1
	Individual 31	6	5	4	5	5	5	7	5	5	4	6	6
	Individual 32	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
	Individual 33	4	5	5	5	5	5	6	4	5	5	4	5
	Individual 34	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
	Individual 35	6	7	7	7	7	7	6	6	6	7	7	7
	Individual 36	5	5	5	4	6	6	7	6	6	6	6	6
	Individual 37	2	3	2	2	2	2	1	4	2	2	2	2
	Individual 38	5	4	3	3	5	6	4	3	5	5	6	6
	Individual 39	7	6	7	6	7	7	6	7	7	7	6	7
	Individual 40	4	4	5	4	4	4	3	4	4	3	3	4
	Individual 41	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6

Values and interpretation for possible answers are as follows: 7: extremely likely, 6: quite likely, 5: slightly likely, 4: neither, 3: slightly unlikely, 2: quite unlikely, and 1: extremely unlikely

entering data. The mobile application should present clean graphical interfaces and avoid text input fields for unstructured data when possible, instead, predefined options should be provided to register data with a standard structure.

6. Conclusions and future work

This paper presents the design and evaluation of Alzheed, a mobile application for monitoring patients with Alzheimer's disease (AD). The design of Alzheed was based on a participatory design methodology,

which involved creating low-fidelity and high-fidelity prototypes. This methodology also involved matching software requirements with peculiarities of the Alzheimer's condition, which helped to assure that the requirements elicited take into account relevant aspects associated with AD. The resultant Alzheed's high fidelity prototype was formally evaluated using a TAM questionnaire by participants involved and uninvolved in its design. Feedback from participants uninvolved in the design helped to improve the ease of use of the application. In addition, these participants may have been stricter judges for the usability and usefulness of Alzheed because their opinions may have not been

Table 8
Descriptive statistics of the TAM evaluation results.

Construct	Median	Mode	Min	Max	Percentile 25	Percentile 50	Percentile 75
Evaluation by healthcare professionals involved in the design of Alzheed							
Perceived usefulness	7	7	4	7	6	7	7
Perceived ease of use	7	7	4	7	6	7	7
Evaluation by senior psychology students uninvolved in the design of Alzheed							
Perceived usefulness	6	6	1	7	5	6	6
Perceived ease of use	6	6	1	7	5	6	7
TAM evaluation results taking into account both participant groups							
Perceived usefulness	6	6	1	7	5	6	7
Perceived ease of use	6	7	1	7	5	6	7

compromised as a consequence of previous involvement in the design. Evidence indicates that the target users perceived Alzheed as quite likely to be useful and quite likely to be usable.

This work contributes a mobile application for monitoring patients with AD. In this regard, at the time this paper was written, Alzheed has been already in use at Day Center “Dorita de Ojeda” for several months. Another contribution of this work is a set of design recommendations for the development of healthcare mobile applications. Additionally, from the experience of implementing Alzheed, it can be concluded that it is advisable to carefully conduct observation activities at the day center in order to avoid potential assumptions made by healthcare professionals and staff of the day center.

It is important to mention that Alzheed could be utilized to monitor and record data about patients with diseases related to AD, including Lewy Body dementia, Parkinson's disease, and Vascular Dementia. Patients with these types of diseases present similar symptoms and behaviors, such as memory loss, confusion, language impairment, personality changes, and depression [27,28].

The results of the present work may lead to further developments. For instance, the collected data using Alzheed at day centers may be used to carry out advanced data analysis supported by machine learning techniques to (i) find behavior patterns associated with the disease progression, (ii) predict patient crises so that healthcare professionals are prepared for action, and (iii) identify and understand the triggers of such patients' crises and behaviors as well as differences according to aspects such as age or gender, among other types of analyses. Particularly, collected data using Alzheed at day centers and the associated machine learning models may be utilized to feed clinical decision support systems, which are computer systems designed to improve the decision making in health organizations (e.g., in terms of defining cognitive and physical treatment for particular patients). In addition, further works could use Alzheed to extend the manual data collection strategy with automatic data collection supported by smart devices and sensors (e.g., wearables) to collect patients' data such as physiological signals (e.g., heart rate, body temperature, and galvanic skin response). Likewise, Alzheed may be extended to interoperate with remote healthcare monitoring systems deployed at patients' homes and hospitals. All these further developments may lead to (i) an increased capacity of day centers to better serve patients with AD, (ii) reduce costs associated with patient care and treatments, (iii) improve the integration and coordination of their different areas and, ultimately, (iv) have a positive impact on the well-being of patients, their primary caregivers, and healthcare professionals at day centers.

In particular, as a future research direction, it is planned to build machine learning models using the data collected at Day Center “Dorita de Ojeda” in order to assist healthcare professionals in determining whether patients with AD should be advanced to the next stage of treatment (e.g., from treatment for early stage to middle stage). In addition, it is planned to complement Alzheed with a web application where day center's staff can manage patients' clinical records and generate detailed patients' monitoring reports.

Summary Table

What was already known on the topic:

- The different stages of Alzheimer's Disease emphasize the need for continuous monitoring of patients by caregivers at day centers.
- Healthcare professionals recognize the benefits of mobile applications.
- Software design methodology based on participatory design leads to a user-centered design.

What this study added to our knowledge:

- Co-designing with healthcare professionals leads to (i)

fostering group endorsement, which prevents resistance to change and (ii) helps to meet the needs of both healthcare professionals and patients, guaranteeing the usefulness of the application.

- Evaluation of mobile healthcare applications by users involved and uninvolved in the application's design process helps to improve the ease of use of the application.

Competing interests

The authors declare that they have no competing interests.

Authors' contributions

AC, LR, JG, and GB developed the design methodology and designed the low-fidelity and high-fidelity prototypes. AC implemented the low-fidelity and high-fidelity prototypes. AC, LR, JG, and GB designed the experiments. AC performed the experiments. AC, LR, JG, and GB conducted the data analysis and interpretation. LR and AC conceived and designed the research project. All authors have contributed to the manuscript. All authors have read and approved the final manuscript.

Acknowledgments

The authors would like to thank (i) Day Center “Dorita de Ojeda” I.A.P for providing specifications about the application scenario and (ii) Luis Enrique Zepeda for his support during the application development. The first author would like to thank the Mexican Council for Science and Technology (Conacyt) for the financial support through scholarship 866354. J. O. Gutierrez-Garcia gratefully acknowledges the financial support from the Asociación Mexicana de Cultura, A.C. This work was supported by PFCE 2019.

References

- [1] R. Mancino, A. Martucci, M. Cesareo, C. Giannini, M.T. Corasaniti, G. Bagetta, C. Nucci, Glaucoma and Alzheimer disease: one age-related neurodegenerative disease of the brain, *Curr. Neuropharmacol.* 16 (7) (2018) 971–977.
- [2] B. Winblad, P. Amouyel, S. Andrieu, C. Ballard, C. Brayne, H. Brodaty, A. Cedazo-Minguez, B. Dubois, D. Edvardsson, H. Feldman, et al., Defeating alzheimer's disease and other dementias: a priority for European science and society, *Lancet Neurol.* 15 (5) (2016) 455–532.
- [3] C. Patterson, World alzheimer report 2018: the state of the art of dementia research: new frontiers, *Alzheimer's Disease International (ADI): London, UK.*
- [4] R. Brookmeyer, E. Johnson, K. Ziegler-Graham, H.M. Arrighi, Forecasting the global burden of Alzheimer's disease, *Alzheimer's Dementia* 3 (3) (2007) 186–191.
- [5] C. Van Cauwenbergh, C. Van Broeckhoven, K. Sleegers, The genetic landscape of alzheimer disease: clinical implications and perspectives, *Genet. Med.* 18 (5) (2016) 421–430.
- [6] Alzheimer's Association, Basics of alzheimer's disease, (2019) URL https://www.alz.org/national/documents/brochure_basicsofalz_low.pdf.
- [7] E.D. Jacobson, J. O'Hanlon, K. Perillo, The Role of Senior Centers in Mitigating Alzheimer's and Other Forms of Dementia, *Institute for Public Administration*, 2019 Tech. rep..
- [8] R. Mitchell, Self-harm in older adults: room to improve clinical care, *Lancet Psychiatry* 5 (11) (2018) 859–860.
- [9] N. Shah, G. Martin, S. Archer, S. Arora, D. King, A. Darzi, Exploring mobile working in healthcare: clinical perspectives on transitioning to a mobile first culture of work, *Int. J. Med. Inform.* 125 (2019) 96–101.
- [10] M.M. Baig, H. Gholamhosseini, Smart health monitoring systems: an overview of design and modeling, *J. Med. Syst.* 37 (2) (2013) 9898.
- [11] S. Bødker, M. Kyng, Participatory design that matters-facing the big issues, *ACM Trans. Computer-Human Interact. (TOCHI)* 25 (1) (2018) 4:1–4:31.
- [12] J. Calvillo-Arbizu, L.M. Roa-Romero, M.A. Estudillo-Valderrama, M. Salgueira-Lazo, N. Aresté-Fosalba, N.L. del Castillo-Rodríguez, F. González-Cabrera, S. Marrero-Robayna, V. López-de-la Manzana, I. Román-Martínez, User-centred design for developing e-health system for renal patients at home (appnephro), *Int. J. Med. Inform.* 125 (2019) 47–54.
- [13] K. Sleegers, A. Wilkinson, N. Hendriks, Active collaboration in healthcare design: participatory design to develop a dementia care app, *CHI'13 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, ACM*, 2013, pp. 475–480.
- [14] P. Escalada-Hernández, N.S. Ruiz, Design and evaluation of a prototype of augmented reality applied to medical devices, *Int. J. Med. Inform.* 128 (2019) 87–92.
- [15] L.M. Muriana, H. Hornung, Towards participatory prototyping with older adults

- with and without cognitive impairment: Challenges and lessons learned, IFIP Conference on Human-Computer Interaction, Springer, 2017, pp. 344–363.
- [16] F.D. Davis, Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology, *MIS Quarterly* 13 (3) (1989) 319–340.
- [17] A. Assila, H. Ezzedine, et al., Standardized usability questionnaires: Features and quality focus, *Electronic J. Comput. Sci. Inform. Technol.: eJCIST* 6 (1) (2016) 15–31.
- [18] Y. Lee, K.A. Kozar, K.R. Larsen, The technology acceptance model: Past, present, and future, *Commun. Assoc. Inform. Syst.* 12 (1) (2003) 50.
- [19] J. Helmy, A. Helmy, The alzimio app for dementia, autism & alzheimer's: Using novel activity recognition algorithms and geofencing, in: 2016 IEEE International Conference on Smart Computing (SMARTCOMP), IEEE, 2016, pp. 1–6.
- [20] H.M. Fardoun, A.A. Mashat, J. Ramirez Castillo, Recognition of familiar people with a mobile cloud architecture for alzheimer patients, *Disability Rehabilitation* 39 (4) (2017) 398–402.
- [21] S.S. Aljehani, R.A. Alhazmi, S.S. Aloufi, B.D. Aljehani, R. Abdulrahman, icare: Applying iot technology for monitoring alzheimer's patients, 2018 1st International Conference on Computer Applications & Information Security (ICCAIS), IEEE, 2018, pp. 1–6.
- [22] M. Ienca, J. Fabrice, B. Elger, M. Caon, A.S. Pappagallo, R.W. Kressig, T. Wangmo, Intelligent assistive technology for Alzheimer's disease and other dementias: a systematic review, *J. Alzheimer's Dis.* 56 (4) (2017) 1301–1340.
- [23] N. Maiden, S. D'Souza, S. Jones, L. Muller, L. Panesse, K. Pitts, M. Prilla, K. Pudney, M. Rose, I. Turner, et al., Computing technologies for reflective and creative care for people with dementia, *Commun. ACM* 56 (11) (2013) 60–67.
- [24] K. Zachos, N. Maiden, K. Pitts, S. Jones, I. Turner, M. Rose, K. Pudney, J. MacManus, A software app to support creativity in dementia care, *Proceedings of the 9th ACM Conference on Creativity & Cognition*, ACM, 2013, pp. 124–133.
- [25] J. Edmeads, O. Metatla, Designing for reminiscence with people with dementia, *Extended Abstracts of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, ACM, 2019 pp. LBW1721:1-LBW1721:6.
- [26] Adobe, **Adobe experience design tool**, (2019) <https://www.adobe.com/es/products/experience-design/experience-design-marquee.socialshare.html>.
- [27] S. Karantzoulis, J.E. Galvin, Salmon Braak, McKhann Mckhann, Sperling Jack, Butters Hodges, et al., Distinguishing alzheimer's disease from other major forms of dementia, *Expert Rev. Neurotherapeut.* 11 (11) (2011) 1579–1591.
- [28] K.K. Gnanalingham, E.J. Byrne, A. Thornton, M.A. Sambrook, P. Bannister, Motor and cognitive function in lewy body dementia: comparison with Alzheimer's and Parkinson's diseases, *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry* 62 (3) (1997) 243–252.

Pathological and cognitive aspects in software developers related to video game addiction

Aspectos patológicos y cognitivos en desarrolladores de software relacionados a la adicción en videojuegos

Carlos Jesús Hinojosa Rodríguez¹, Gilberto Manuel Córdova Cárdenas¹, Ramón René Palacio Cinco¹ y José de Jesús Soto Padilla¹

¹ Instituto Tecnológico de Sonora

Dirección (autor principal): Av. Rincón 519 Norte cp 85830

Correo electrónico de contacto: carlos.hinojosa@itson.edu.mx

Fecha de envío: 23/07/2020

Fecha de aprobación: 12/01/2021

Abstract

Introduction: This study's objective was to design a scale to measure the software developer's addiction to video games and describe the highest percentages of cognitive-behavioral and pathological behaviors. The study consisted of 101 male subjects whose ages ranged between 21 and 24 years. The volunteers answered a questionnaire designed to measure addiction to video games. The instrument has 10 items with a Likert score of 1 -5. We analyze the validity and reliability of the questionnaire. Our results indicate that the questionnaire is reliable and has a high internal consistency (Cronbach's alpha = 0.965).

Method: The study was correlational since pathological and cognitive aspects are related to the use of video games. Besides, we carried out an exploratory factor analysis with varimax rotation.

Results: From the factor analysis, we obtained that 53.4% of the subjects presented a high level of pathological characteristics— developers frequently get angry when playing, impacting the neglect of their activities. On the other hand, 46% show cognitive-behavioral characteristics— Developers find life boring without playing. Furthermore, we obtain a correlation of .651 between both factors. We found that pathological aspects (dimension 2) has a high correlation with the cognitive-behavioral issues (dimension 1).

Conclusions: In recent years, the number of Internet users has grown considerably. Furthermore, the use of online video games has become more popular among young people. We identified a significant correlation between cognitive and pathological characteristics presented by software developers. We found that the pathology in video game users is present and can affect its users emotionally and represent a high risk of developing an addiction due to the high score in both aspects.

Key Words: Pathological, cognitive aspects, Video games.

Resumen

Introducción: El propósito del estudio fue diseñar una escala para medir la adicción del desarrollador de software a los videojuegos y describir los porcentajes más altos de comportamientos cognitivo-conductuales y patológicos.

Metodología: El estudio consistió en 101 sujetos masculinos cuyas edades oscilaron entre 21 y 24 años. Los sujetos respondieron a un instrumento diseñado para medir la adicción a los videojuegos, el cual constaba de 10 ítems con una puntuación Likert de 1-5, también se aplicaron pruebas de validez y confianza al instrumento.

Resultados: Los resultados indican que el instrumento es confiable y tiene la consistencia interna adecuada (alfa de Cronbach = 0,965). El estudio fue correlacional ya que los aspectos patológicos y cognitivos están relacionados con el uso de videojuegos. Además, se realizó un análisis factorial exploratorio con rotación Varimax. Del análisis factorial se obtuvo que el 53,4% de los sujetos presentaba un alto nivel de características patológicas, los desarrolladores frecuentemente se molestan al jugar, lo que impacta en el descuido de sus actividades. Por otro lado, el 46% muestra características cognitivo-conductuales: los desarrolladores encuentran aburrida la vida sin jugar. Asimismo, se obtuvo una correlación de .651 entre ambos factores. Se encontró que los aspectos patológicos (dimensión 2) tienen un alto nivel de correlación con el de los aspectos cognitivo-conductuales (dimensión1).

Artículo original

Conclusiones: En los últimos años, el número de usuarios de Internet ha crecido considerablemente. Además, el uso de videojuegos en línea se ha vuelto más popular entre los jóvenes. Por lo anterior, se identificó una correlación significativa entre las características cognitivas y patológicas presentadas por los desarrolladores de software, encontrando que la patología en los usuarios de videojuegos está presente y puede afectar emocionalmente a sus usuarios y presentar un alto riesgo de desarrollar una adicción debido a la alta puntuación en ambos aspectos.

Palabras Clave: Aspectos patológicos, cognitivos, videojuegos

Introducción

Hasta hace algún tiempo las adicciones estaban referidas solamente a sustancias que causaban dependencia, siendo el factor de riesgo las drogas, sin embargo, actualmente la concepción de adicción no solo se limita a sustancias, sino a todo lo que cause en el individuo una pérdida de autocontrol y obsesión ya sea de carácter químico o psicológico.

Carbonell, Talarn, Beranuy, Oberst, y Graner (2009), hablan acerca de que a menudo las personas necesitan un descanso en el cual puedan “desconectarse”, en este sentido la tecnología es aprovechada a través de los videojuegos, siendo el rol multijugador en línea, los que permiten una mejor manera de recrearse, ya que le permiten al jugador crear un avatar libre y anónimo con lo cual puede crear un personaje que satisfaga sus deseos y fantasías olvidando sus frustraciones.

La adicción se señala no tanto por el uso frecuente de las nuevas tecnologías, sino por la dependencia, pérdida de control de impulsos y una gran interferencia en la vida diaria que puede crear (Oliva Delgado, A., Hidalgo García, M. V., Moreno Rodríguez, C., Jiménez García, L., Jiménez Iglesias, A., Antolín Suárez, L., y otros, 2012)

Arias, Gallego, Rodríguez y Del Pozo (2012), mencionan que los signos y síntomas causados por adicción a las nuevas tecnologías, en los sujetos afectados por el uso ilimitado de internet, móvil y videojuegos, muestran resistencia a dejar o disminuir su uso y a cooperar en actividades familiares, generando en ellos bajo rendimiento académico, laboral y falta de honestidad al hablar del tiempo dedicado a dichas tecnologías.

Carbonell, Talarn, Beranuy, Oberst y Graner (2009) revisaron las características que pueden llegar a convertir el juego en un trastorno psicológico, se analizaron los videojuegos y los juegos de rol online obteniendo como

conclusión variantes positivas y negativas, ya que el uso no adecuado puede crear una verdadera adicción y dependencia, por otro lado los videojuegos y los juegos de rol online también tiene un aspecto socializador ya que fomentan el contacto entre jugadores.

Herrero (2009), realizó una investigación en la cual menciona que el internet puede ser utilizado con fines educativos e informativos, más sin embargo, actualmente se ha facilitado su acceso en todos los niveles socioeconómicos, siendo más frecuente su uso inadecuado, por mencionar algunos, el uso de videojuegos lo cual está propiciando más adicción en los adolescentes, problema que puede llegar a afectar gravemente a la sociedad, debido a que cada vez es más común el uso de mundos virtuales en los cuales los usuarios eligen e incluso diseñan sus propios personajes lo cual puede causar desensibilización y falta de empatía.

Los factores de riesgo psicosociales en la adicción a las nuevas tecnologías demuestran que los individuos con conducta antisocial pueden ser más propensos a generar dicha adicción, debido a que su uso genera integración en un grupo de iguales, aumentando el reconocimiento social, de esta manera refuerza e incrementa la probabilidad de su consumo (Arias, Gallego, Rodríguez, & Del Pozo, 2012).

Oliva Delgado, A., Hidalgo García, M. V., Moreno Rodríguez, C., Jiménez García, L., Jiménez Iglesias, A., Antolín Suárez, L., y otros (2012), realizaron una investigación con el fin de conocer, el uso que le dan los adolescentes y jóvenes a las nuevas tecnologías, el estudio muestra que la edad en que los participantes comenzaron a utilizar videojuegos fue a los 11 años.

Herrero (2009) comenta que, con base a un análisis de los distintos tipos de videojuegos existentes, así como las implicaciones que tiene para su desarrollo la convergencia de los mundos virtuales y sus efectos negativos, encontró

Artículo original

que la adicción y obsesión por el juego, confusión e incluso sustitución de la realidad por la ficción virtual, pueden constituir el origen de usuarios no deseados y el reemplazo de otras actividades de ocio más saludables.

El uso obsesivo de las nuevas tecnologías puede producir en las personas un síndrome con características clínicas parecidas al relacionado con “adicciones a sustancias”, las cuales pueden interferir en el desarrollo de su vida cotidiana llevándolos a tener complicaciones físicas, psicológicas y sociales, siendo los más vulnerables la población de conformada por niños y adolescentes (Terán, 2019).

Koizumi y Goss (2005), mencionan que las Tecnologías de la Información están redefiniendo parte de los patrones conductuales que regulan la interacción social: para ciertos propósitos, el tiempo y el espacio han dejado de ser dimensiones restrictivas en el accionar de las personas.

La utilización de dispositivos electrónicos se ha incrementado a través de los años, y con el paso del tiempo la aparición de internet, aparatos electrónicos y videoconsolas fueron tomando popularidad y cada vez más accesibles para todos los niveles socioeconómicos, convirtiéndose en una de las actividades preferidas para pasar el tiempo libre y tema de conversación entre niños y adolescentes.

Con ello, la llegada de los videojuegos online, dieron la oportunidad de tener interacciones tecnológicas con personas aleatorias siendo conocidas o no personalmente y generando la posibilidad de crear vidas y personajes virtuales en los que pueden plasmar las características deseadas.

Por lo antes mencionado, el objetivo de la presente investigación es diseñar una escala para medir la adicción a los videojuegos en desarrolladores de software recién egresados y describir los porcentajes más altos de conductas cognitivo-conductuales y patológicas que se relacionan con la adicción.

Las adicciones son una problemática que impacta fuertemente en los sectores de salud pública, seguridad, económica, legal, social, entre otros, construyendo de esta manera un mal social, ya que no solo perjudica a la persona que la padece tanto de manera física como

mental, sino que afecta directa o indirectamente a las personas que los rodean (Juárez, 2019).

La adicción es un fenómeno con un sin número de afectaciones biológicas, psicológicas y sociales, debilitando el control de impulsos y favoreciendo a las respuestas automáticas, principalmente a las que tienen algo que ver con el consumo de sustancias u otras conductas adictivas, llegando a afectar el funcionamiento cerebral (Aguilar Bustos E., Mendoza Meléndez, Valdez Gonzales, López Brambila, & Camacho Solis, 2012).

Debido a la problemática social y afectaciones que implican las adicciones, han sido fuertemente estudiadas durante mucho tiempo, principalmente las relacionadas con el consumo de sustancias. Sin embargo, en los últimos tiempos se ha visto un gran incremento de las llamadas adicciones sin sustancia, las cuales se caracterizan por un grave aumento en la impulsividad de quienes las padecen, siendo llamadas también “adicciones conductuales” (Cía, 2013).

El trabajo, internet, videojuegos, compras compulsivas, pornografía, interacción sexual, comida, juego, entre otras, son algunas de estas acciones que son objeto de gratificación, de esta forma, las adicciones con o sin sustancia comparten características como la pérdida de la tolerancia, falta de control de impulsos y el síndrome de abstinencia (Becoña Iglesias & Oblitas Guadalupe, 2002).

Las nuevas tecnologías de la comunicación se han convertido en un elemento fundamental en los últimos años, ayudando de manera significativa a un sinnúmero de actividades, más, sin embargo, han tenido implicaciones negativas como interferir en la vida cotidiana e incumplimiento de obligaciones, convirtiéndose en una auténtica “adicción” para quienes representan una necesidad constante.

El uso de internet ha impactado principalmente a los jóvenes, beneficiando con su llegada a la sociedad, teniendo como principal atractivo las recompensas inmediatas, la respuesta rápida, la interactividad y las múltiples ventanas con distintas actividades. Pero el mal uso de la herramienta llega a poner en riesgo su trabajo y relaciones al no poderla controlar. Así mismo las redes sociales pueden contribuir en la falta de contacto personal

Artículo original

ya que brinda la oportunidad de interactuar tecnológicamente y con la llegada de los mundos virtuales crear falsas identidades o distorsión de la realidad (Becoña, 2002).

Sin embargo, aún con las demandas por problemas ocasionados con el uso excesivo de las nuevas tecnologías, tanto en adolescentes como en adultos no existe unanimidad de la literatura científica en cuanto a los que defienden la existencia de una patología y los que la rechazan e indican su uso se trata de carácter educativo de afrontamiento y resolución pedagógica. A pesar de dicha falta de unanimidad la Organización Mundial de la Salud (OMS) CIE-11, por primera vez incluyó el trastorno por videojuegos como un trastorno mental y lo define como “un comportamiento persistente o recurrente del juego” ya sea online u offline (Terán Prieto, 2019).

A pesar de no ser consideradas como un problema mental se ha mostrado en la literatura agentes enganchadores que generan dependencia a las nuevas tecnologías, de igual manera señalan que las personas que más hacen uso de ellas son los adolescentes, detallando que el proceso de maduración cerebral ocurre asincrónicamente desde regiones posteriores hacia la zona frontal, de forma que las zonas involucradas en el sistema de recompensa y motivación y en la búsqueda de estímulos placenteros maduran antes que la región cortical pre frontal implicada en la toma de decisiones, la planificación y la inhibición de las conductas negativas. (Terán Prieto, 2019).

Los videojuegos tienen su origen en el año de 1947 considerando a Ralph Baer por muchos como el padre de los videojuegos, para 1976 con la llegada de “Death Race” surgió la polémica de violencia en videojuegos por primera vez, ya que el juego consistía en chocar unos coches con otros hasta destruirlos (Sánchez Vega, 2015).

La evolución de los videojuegos con el paso del tiempo ha mejorado los gráficos utilizados y con ello ha facilitado su interpretación, hoy en día se realizan con gráficos y fondos muy detallados que reflejan la realidad. Este aumento de complejidad no solo se relaciona con el avance tecnológico, sino que responde un principio psicológico que tiene que ver cuando una tarea ya es automatizada deja de ser un desafío, y es necesario volver a poner a prueba las habilidades. Los jugadores siempre

buscan afrontar nuevos retos a medida que avanzan en el juego buscando nuevos desafíos, esto conlleva a que los desarrolladores atiendan las exigencias del usuario y sean más creativos para la evolución de los videojuegos.

Según Reyes Hernández, Sánchez Chávez, Toledo Ramírez, Reyes Gómez, Reyes Hernández, & Reyes Hernández (2014) y Mejía, Rodríguez y Castellanos (2009), en cuanto a la utilización de videojuegos existen ventajas y desventajas, algunas de ellas son:

Ventajas:

Combatir la monotonía y aburrimiento de los seres humanos, ya que para un mejor rendimiento son necesarios lapsos de descanso y distracción a lo largo del día.

Estimulación en el desarrollo de habilidades físicas y mentales, ejercitando su capacidad de entendimiento y procesamiento de situaciones complejas.

Incrementan la habilidad para trabajar en equipo, pensar rápido bajo presión y crear estrategias.

Con su uso, pueden prepararse cognitivamente a las demandas de las tecnologías.

Desventajas

Las personas que los utilizan pueden confundir la realidad con la fantasía y llegar a imitar las acciones realizadas en el juego implicado.

Favorecen a la conducta agresiva e impulsiva, sobre todo los juegos que tienen contenido violento.

Descuidos en su convivencia familiar, escolar, tareas, deportes o labores.

Es importante destacar que, durante la utilización de videojuegos el jugador tiene impunidad absoluta, ya que puede asesinar, destruir, traicionar, y realizar muchas de esas conductas, sin tener ninguna consecuencia negativa realmente por ello, esta impunidad, permite la realización de conductas y acciones impensables en la vida real (Carbonell, 2014).

El concepto de adicción a videojuegos tiene varias características, entre ellas, se incluyen el uso excesivo y compulsivo que desarrolla problemas sociales y

Artículo original

emocionales, así como poco control hacia su uso sin importar las consecuencias negativas que pueda generar (Andrade y Moscoso, 2018).

Durante diez años la OMS realizó trabajos de investigación junto con profesionales de la salud mental, donde reconoció el trastorno por videojuegos como un problema mental, incluyéndolo en la onceava revisión de la Clasificación Internacional de Enfermedades (ICD-11)-CIE11 la cual fue finalizada en el año 2018, incluyendo los juegos asociados a lo digital. La posibilidad de adicción o trastornos patológicos generados por los videojuegos fueron tema de debate durante mucho tiempo, finalmente Vladimir Ponyak responsable del departamento de salud mental y abuso de sustancias de la OMS, aseguro que se deben de reconocer que los trastornos del juego conllevan a consecuencias graves en la salud, esto debido al mal uso de los juegos digitales, los cuales han sido asociados con tres condiciones negativas: la conducta no controlada en cuanto a inicio, intensidad, frecuencia, duración, finalización y contexto en el que se juega, la pérdida de interés hacia otros intereses vitales, y actividades diarias, aumentando la prioridad otorgada a los videojuegos y la escalada o mantenimiento de conducta a pesar de consecuencias negativas, esto refiriéndose a uso de videojuegos con o sin conexión a internet (Salas, 2017).

Materiales y métodos.

Se desarrolló un estudio cuantitativo, transversal descriptivo y además correlacional ya que se examinó la relación de aspectos patológicos y cognitivos en cuanto el uso de videojuegos, y una correlación de Pearson entre factores.

Para el desarrollo de la investigación se trabajó con una muestra no probabilística intencional de 101 desarrolladores de software siendo todos de género masculino entre las edades de 21 a 24 años, se diseñó una escala de tipo Likert para medir la adicción a los videojuegos, el cual se dividió en dos factores generales que constan de 5 ítems cada uno los cuales miden aspectos patológicos y aspectos cognitivos, siendo un total de 10 ítems (enunciados afirmativos) de acuerdo a el listado de conductas del DSMIV en cuanto a trastornos adictivos y

se contó con el apoyo de dos expertos en el área de adicciones para la redacción de los mismos.

El procedimiento que se siguió fue: Diseño del instrumento, selección de la muestra, recolección de los datos, se examinó la relación de aspectos patológicos y cognitivos en cuanto el uso de videojuegos, y una correlación de Pearson entre factores y el análisis e interpretación de los datos

Resultados.

Como resultado se tuvo que el 46% presenta un nivel alto y muy alto de aspectos patológicos, ya que con frecuencia se enfadan cuando están jugando y descuidan sus actividades (Figura 1) y un 54% de aspectos cognitivo-conductuales, ya que no piensan que la vida es aburrida sin jugar (Figura 2), además, se obtuvo una correlación de .806 entre ambos factores, de aspectos patológicos y cognitivos conductuales (Tabla 1).

Por otro lado, los niveles de adicción general fueron 22% para muy bajo, 35% bajo, 21% alto y 23% muy alto, considerando la totalidad de los reactivos (Figura 3).

Figura 1. Aspectos patológicos

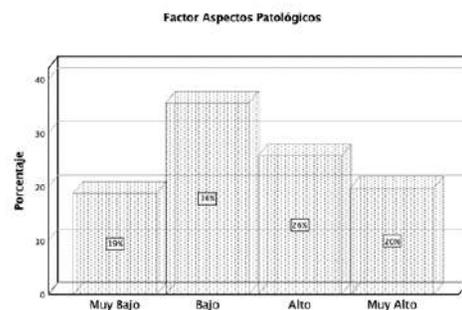
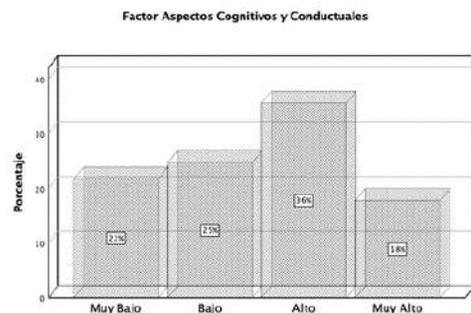


Figura 2. Aspectos cognitivos y conductuales



Artículo original

Figura 3. Adicción general a videojuegos

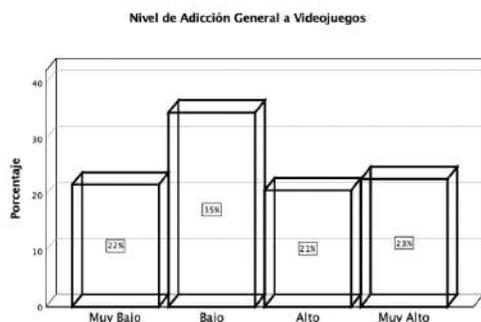


Tabla 1. Correlaciones

Correlaciones		ASPA	ASCC
Aspectos Patológicos	Correlación de Pearson	de .806**	.806**
	Sig. (bilateral)		.000
Aspectos Cognitivos conductuales	Correlación de Pearson	de .806**	1
	Sig. (bilateral)	.000	

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

En cuanto a los análisis de fiabilidad del instrumento, se encontró por medio de un análisis factorial con rotación Varimax en la prueba de KMO .932 con una significancia de .000; y se encontraron dos componentes para el instrumento con varianza acumulada de 36.01 (aspectos patológicos) y de 35.35 para (aspectos cognitivos) para una varianza total del instrumento de 71.41, y una correlación de Pearson entre factores de .806**. Por último, se hizo un análisis de consistencia interna donde se obtuvo un .965 de Alpha de Cronbach para confiabilidad (Tabla 2).

Tabla 2. Análisis de fiabilidad

Prueba de KMO y Bartlett		
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de .932 muestreo		
Prueba de esfericidad	de Aprox. Chi-cuadrado de g1	1705.129
Bartlett	Sig.	.000

Discusión.

Arias et. al. (2012), mencionan que los síntomas causados por adicción a las nuevas tecnologías, donde los sujetos afectados por el uso ilimitado de internet, móvil y videojuegos muestran resistencia a dejar o disminuir su uso y a cooperar en actividades familiares, bajo rendimiento académico y laboral y falta de honestidad al hablar del tiempo dedicado a dichas tecnologías.

Por lo que se puede observar que concuerda con la presente investigación, donde se hacen presentes aspectos que pueden llegar a degradar la interacción de los adolescentes con otros ya sean amigos o familia, descuido laboral e incrementación de tiempo de uso, siendo frecuentes los ítems referentes a: molestarse cuando alguien los molesta y están jugando, han tenido problemas laborales por estar jugando, decir a menudo “unos minutitos más” entre otros, los cuales apoyan la posibilidad de que se genere una adicción.

Con todo lo antes expuesto, se puede decir que los desarrolladores de software que utilizan videojuegos pueden presentar características patológicas y emocionales relacionadas con adicción.

Es notable, que los resultados del estudio coinciden con los resultados de otros autores, por lo que es importante dar atención por parte de las organizaciones a estas áreas de oportunidad, que permitan mejorar la productividad de los empleados buscando un punto de equilibrio y que al mismo tiempo mejore su calidad de vida e impacte en la competitividad de la empresa.

Conclusiones.

Es importante destacar que en los últimos años, investigaciones revelan que el número de usuarios en internet ha tenido un crecimiento considerable y el uso de videojuegos en línea ha tomado una mayor popularidad en los jóvenes, en este sentido, los resultados del estudio muestran una correlación significativa entre aspectos cognitivos y patológicos presentados por desarrolladores de software, observando con ello que la patología en usuarios de videojuegos se encuentra presente, pudiendo llegar a afectar emocionalmente a sus usuarios y presentar un alto riesgo de desarrollar una adicción, por la alta puntuación en ambos aspectos.

Artículo original

Declaración de conflicto de intereses.

Todos los autores declaramos no tener ningún interés comercial o asociativo que represente un conflicto de intereses en relación con el trabajo presentado.

Referencias:

Aguilar Bustos, E., Mendoza Meléndez, M., Valdez Gonzales, G., López Brambila, M., & Camacho Sólis, R. (2012). *Disfunción cerebral de las adicciones*. *Revista de Especialidades Médico-Quirúrgicas*, 119-124.

Andrade Bustamante, A., & Moscoso Vanegas, J. (2018). *Proyecto de investigación previo a la. Prevalencia y factores asociados de la adicción a los videojuegos en adolescentes*. Cuenca, Cuenca, Ecuador.

Arias, O., Gallego, V., Rodríguez, M., & Del Pozo, M. (2012). *Adicción a las nuevas tecnologías*. *Psicología de las adicciones*, 2-6.

Becoña Iglesias, E., & Oblitas Guadalupe, L. (2002). *Adicciones y salud*. *psicologiacientifica.com*.

Carbonell, X. (2014). *La adicción a los videojuegos en el DSM-5*. *adicciones*, 91-95.

Carbonell, X., Talarn, A., Beranuy, M., Oberst, U., & Graner, C. (2009). *Cuando jugar se convierte en un problema: el juego patológico y la adicción a los juegos de rol online*. *Aloma*, 201-220.

Herrero, A. G. (2009). *La convergencia de los videojuegos online y los mundos virtuales: situación actual y efectos sobre los usuarios*. *ZER Vol. 15*, 118-131.

H. Cía, A. (2013). *Las adicciones no relacionadas a sustancias (DSM-5, APA, 2013): Un primer paso hacia la inclusión de las adicciones conductuales en la clasificación de categorías vigentes*. *Revista de Neuro-Psiquiatría*, 210-217.

Juárez González, J. (2019). *La huella del placer. De la regulación a la adicción*. México: El Manual Moderno.

Koizumi, K., Goss, L. (2005). *Crecimiento, Productividad y Brecha Digital*. *Política Digital*. Vol. 22, pp. 45-47.

Oliva Delgado, A., Hidalgo García, M. V., Moreno Rodríguez, C., Jiménez García, L., Jiménez Iglesias, A., Antolín Suárez, L., y otros. (2012). *Uso y riesgo de adicciones a las nuevas tecnologías entre adolescentes y jóvenes andaluces*. España: Agua clara, SL.

Reyes Hernández, K., Sánchez Chávez, N., Toledo Ramírez, M., Reyes Gómez, U., Reyes Hernández, D., & Reyes Hernández, U. (2014). *Los videojuegos, ventajas y prejuicios para los niños*. *Revista mexicana de pediatría*, 74-78.

Salas, J. (2017). *La OMS reconoce el trastorno por videojuegos como problema mental*. *El país*.

Sánchez Vega, D. (Septiembre de 2015). *Evolución histórica y contexto social del videojuego en el sector audiovisual, reproducción, producción y postulación de un videojuego a través del software libre profesional*.

Terán Prieto, A. (2019). *Ciberadicciones. Adicción a las nuevas Tecnologías*. *eapap*, 131-141

Obra protegida con una licencia Creative Commons



Atribución-No comercial
no Derivadas

Slack's knowledge classification mechanism for architectural knowledge condensation

Gilberto Borrego
Computation and Design
Department
Technologic Institute of Sonora
Cd. Obregón, México
gilberto.borrego@itson.edu.mx

Guillermo Salazar-Lugo
Computation and Design
Department
Technologic Institute of Sonora
Cd. Obregón, México
guillermo.salazar@itson.edu.mx

Mario Parra
Computation and Design
Department
Technologic Institute of Sonora
Cd. Obregón, México
mario.parra@itson.edu.mx

Ramón Palacio
Navojoa Unit
Technologic Institute of Sonora
Cd. Obregón, México
ramon.palacio@itson.edu.mx

Abstract — Agile methods adoption in global software development (GSD) has revealed architectural knowledge (AK) management as a challenge, since documentation debt prevails in these environments. Thus, knowledge dissemination/acquisition becomes difficult because of the four inherent distances in GSD, which, in turn causes AK vaporization. One way to reduce this loss of knowledge is to take advantage of the AK traces that different unstructured and textual electronic means (UTEM) leave (e.g. instant messengers and email), which developers prefer on AGSD environments. These traces are valuable, but their access is difficult because these means have no tools adapted to search AK and because this knowledge is scattered in different UTEM. The AK condensation concept proposes that through a mechanism of classification and collection of messages contained in UTEM, AK could become available for the stakeholders. This article presents a Slack complement, which implements an AK classification mechanism based on social tagging. We evaluated this mechanism with undergraduate students through a replica of a previous study. We obtained positive results in regards to usefulness and ease of use, but with tagging behavior results that differ (not statistically significant) from those obtained previously. These evidences encourage us to evaluate the AK condensation concept in its whole, in real scenarios.

Key words – Architectural knowledge management; agile and global software development; architectural knowledge condensation; social tagging.

I. INTRODUCTION

It has been reported in recent years that companies which practice Global Software Development (GSD) has adopted the agile paradigm as their methodologic base. VersionOne¹ reports that 78% of surveyed companies practice the agile and distributed development, and 68% practice the agile and global development. This implies several challenges, given the inherent nature of the paradigms converging in the agile and global/distributed software development (AGSD). On the one hand, GSD communication is commonly based on sharing documents to reduce the four-distances effect of this paradigm (physical, temporal, linguistic and cultural) [1]. On the other hand, agile software development (ASD) is based on the agile manifesto [2], which states that face-to-face interactions are preferred over strict process tracking, and working software is preferred over comprehensive documentation. This differences imply a challenge for the knowledge management

(KM) in AGSD [3], [4], particularly the architectural knowledge (AK), i.e., software design + the rationale and decisions that led to the design [5], which is central in any software project. KM consists of a cycle in which knowledge is created/captured, and then it is shared/spread, so that another individual acquire it and generate new knowledge from it, starting a new cycle again [6].

As previously mentioned, knowledge capturing becomes secondary in ASD, preferring face-to-face communication. However, this communication is not always possible in AGSD, so individuals would rather opt for communication based on unstructured and textual electronic means (UTEM) [7], such as instant messengers, email, task managers (e.g. Trello), etc. In this manner, knowledge is captured during the team member interaction and it is recorded in UTEM log files.

In a previous study [8], UTEM log files of AGSD teams were analyzed, and it was found that AK is shared, prevailing knowledge about requirements, detailed design issues and technical issues related software projects. This knowledge contained in UTEM was reported as valuable by developers and even as the only reference of architectural topics [9]. Also it was reported that developers try to retrieve this AK using UTEM mechanisms, but this process is slow because these means are not designed to retrieve knowledge, the contained AK lacks of a structure to ease its retrieval, and AK is scattered in different UTEM. These factors causes AK misrepresentation, and AK losing over the time, i.e., AK vaporization [10], which could cause the following problems [11], [12]: poor understanding of requirements and solutions, lack of technical vision in the projects tracking, experts waste of time by answering the same questions and trying to solve issues previously presented and solved, technical architectural debt [13], i.e., callow architectural design that compromises the maintenance and evolution of the system.

As a way of reducing AK vaporization in AGSD, AK condensation concept is introduced in [14], which consists of retrieving and structuring shared AK in UTEM, so that it can be available for the stakeholders using searching tools. Likewise in [14] was established social tagging as classification mechanism (key element for AK condensation); i.e., developers themselves classify AK in UTEM while

¹ <https://www.stateofagile.com/#ufh-c-473508-state-of-agile-report>

interacting. This classification is relied on a tagging assistant which helps recalling the available tags to classify AK.

In this article, we present a replica of the study in [14] which is related to the AK classification mechanism, with the aim of evaluating a tagging assistant implemented for Slack. The rest of the article is structured as follows: Section II presents the Slack tagging assistant in context of AK condensation; Section III presents the method that we used to evaluate the assistant; Section IV presents the obtained results, and finally, Section V and VI present respectively the results discussion and the our conclusions.

II. SLACK TAGGING ASSISTANT AND THE ARCHITECTURAL KNOWLEDGE CONDENSATION

Slack is a communication tool that is booming in the ASD and AGSD^{2,3}. Researchers have even studied the way in which developers use Slack [15], [16], which can be considered a UTEM, since the shared messages between have no fixed structure to ease the AK retrieval.

Given the popularity of Slack, we decided to develop a tagging assistant so that the AK condensation concept can eventually be evaluated in a real AGSD environment. Hereunder, we describe the operation of the Slack tagging assistant in terms of the elements that must be implemented to instantiate AK condensation [14].

A. Accessible messages of the UTEM log files

Stakeholders must be able to access the AK contained in the UTEM log files. Thus, we developed a component in Node.js, which periodically extracts UTEM messages (or at request) using the Slack API, and then stores the messages in a common repository (in this case Algolia⁴). The main objective is to keep in a single point the Slack (and other UTEM) messages, so that the AK can easily be found.

B. Classification of the UTEM log files mechanism

In [14] we learned that social tagging is feasible to classify AK stored in the UTEM log files. With this focus, developers tag the UTEM messages that they consider relevant in terms of AK, during their daily interactions. With the intention of avoiding a tags explosion [17], which occurs when free tagging is allowed, we chose a semi-fixed tagging mechanism [14], that has as its base a meta-tags model (obtained from

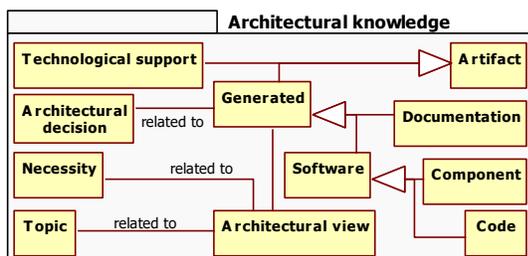


Fig. 1. Entity model representing the shared AK in UTEM in AGSD.



Fig. 2. Main dialog box of Slack tagger assistant.

[18]), which represents the shared AK in UTEM in an AGSD environment (see Fig. 1).

Developers agree and register their own tags related to meta-tags, using a web application at the beginning of each agile development cycle. In the aim of easing the tags recalling during the Slack interactions, we implemented a tagging assistant named Tagger Bot. Developers can use this assistant, by clicking the “Tag! Tagger” option on a sent message. Then, a dialog box is displayed (see Fig. 2) on which developers can select a tag previously registered (including meta-tags). In this dialog, they can enter custom tags in a text field (added only for experimental purposes); if both options are used simultaneously (tag selection or custom tag entry), Tagger Bot defaults to the selected tag.

C. Mechanism of architectural knowledge search

The search mechanism includes searching parameters to ease AK retrieving, such as: dates range, message remittent or, assigned tags or meta-tags, free text, etc. This part AK condensation part is out of the scope of this study.

III. METHOD

This section presents the method defined to evaluate Tagger Bot, based on the Wohlin et al. [19] guidelines.

A. Objective

To analyze the use of Slack Tagger Bot, aiming to determine its feasibility as AK classification method with regards to its ease of use, usefulness and tagging behavior from the point of view of undergraduate students mentally located in an AGSD context.

B. Planning

1) *Context selection*: The experiment was carried out in the facilities of Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON), which offers a study program of Software Engineering. The alumni develop technical, communication and teamwork skills needed to operate in an AGSD environment.

2) *Participants selection*: Participants must be undergoing at least the sixth semester of the Software Engineering program, to warrant that they possess the

² <https://zapier.com/blog/slack-versus-hipchat/>

³ <https://www.forbes.com/sites/johnkoetsier/2018/11/30/how-slack-became-the-fastest-growing-enterprise-software-ever/#4f22336a6e7a>

⁴ <https://www.algolia.com>

knowledge (technical and related to agile methods), which is required to mentally place themselves in the context scenario.

3) *Study design*: We structured the study by couples, and we asked each participant to play a role of web developers working for different companies located in different countries. Participants needed to interact through Slack following a script that simulates a technical conversation regarding a project, aiming to gather the necessary AK to start working. The script has 7 marks that indicate when the participant has to tag a message, without specifying a particular tag to use. Given the fact that participants did not register the user tags shown by Tagger Bot, they were able to assign unregistered tags in case they did not find a tag to fit certain message.

4) *Variable selection*. We defined four variables to be measured in this study: ease of use, usefulness, tags validity and correctness. In regards to the first two, they were measured by applying a questionnaire based on the technology acceptance model (TAM) [20]. Tags validity refers to those tags which are part of the ensemble of meta-tags or the user tags related to them. Finally, tags correctness refers to the semantic closeness of the message and its tag.

5) *Hypothesis*. The four null hypothesis for this study are featured below.

- $H_{0\text{Validity}}$. There is no significant difference between the number of valid instances of tags and the number of invalid instances used when interacting with Slack.
- $H_{0\text{Correctness}}$. There is no significant difference between the number of correct instances of tags and the number of incorrect instances used when interacting with Slack.
- $H_{0\text{Usefulness}}$. The median of the participants' perceived usefulness is equal to four in a Likert-7 scale.
- $H_{0\text{Ease}}$. The median of the participants' perceived ease of use is equal to four in a Likert-7 scale.

6) *Instrumentation*. This section presents the instruments used to carry out the study.

a) *Context scenario*. It is based on two agile developers of two different companies located in different countries, working on the same project about a medical appointment system. A developer is newly integrated in the agile project, where a REST API has to be consumed, and there is no documentation available. This API is in charge of another developer (impersonated by the other member of the couple), thus, s/he has all the AK of the RESTful service, and the only way to obtain it, is through the interaction through UTEM.

b) *Conversation script*. Each couple is given two conversation scripts, one per each of the above described roles. These scripts simulate a technical conversation and contains seven marks which suggest tagging (without specifying the tag to use) when interacting through Slack.

c) *Tagger Bot*. It is the tagging assistant implemented for Slack, which enables users to tag messages based on the concept of AK condensation.

d) *Extended TAM questionnaire*. We prepared the TAM questionnaire on Google Forms using a Likert-7 scale. We extended the questionnaire with an item about the Tagger Bot unobtrusiveness in the daily work of a developer, as well as a section to freely provide feedback about the tagger.

e) *Messages collection system*. It is the component to collect the messages from Slack and then store them in Algolia repositories, as part of the implementation of the AK condensation concept.

C. Operation

1) *Preparation*. A Tagger Bot instance was installed for every couple of participants and we registered 10 user tags related to the context scenario. The user tags were: IPService, TestsREST (related to TechnologicalSupport meta-tag); RestApikey, RestSecurity, Encryption, TestData, RESTResource, RESTResponse (related to Code meta-tag); AngularEncryption (related to Component meta-tag); and UserStory (related to Documentation meta-tag).

2) *Execution*. The evaluation sessions were carried out in a computer center, with 22 students (age range 20 - 22 y/o), where 90% of them did not have work experience in some type of software project; however, around 85% of them had apprenticeship experience or carried out social service doing activities related to software engineering. The execution was carried out in three parts which are explained below.

a) *Contextualization and Tagger Bot interaction (duration ≈ 5 min)*. Participants received an explanation about the AK condensation concept, and they were shown the operability of Tagger Bot, as well as the registered. After that, participants freely used Tagger Bot.

b) *Resolution scenario (duration ≈ 20 min)*. We explained to the participants the scenario in which they would mentally set themselves. Then each member of the couple was assigned a role: who works on the RESTful service or who wishes to use it. We located each member of the couple in different places trying to set them away from each other within the classroom, to make sure they did not have visual contact between them, with the intention of simulating a geographic distribution. Moreover, they were requested to avoid verbal conversation between them to have a better simulation. Then, participants began the interaction through Slack following the script and tagging by using Tagger Bot when it was required. They were told that they were able to tag the messages that they considered important according to the context. It is worth noting that during the evaluation sessions we took notes about the tasks execution.

c) *Conclusion (duration ≈ 2 min)*. By the end of the Slack interaction, participants answered the TAM questionnaire, and we executed the messages collector.

3) *Data collection*. We used a program developed expressly to extract the messages stored in Algolia, and to determine the tags instances validity. The semantic

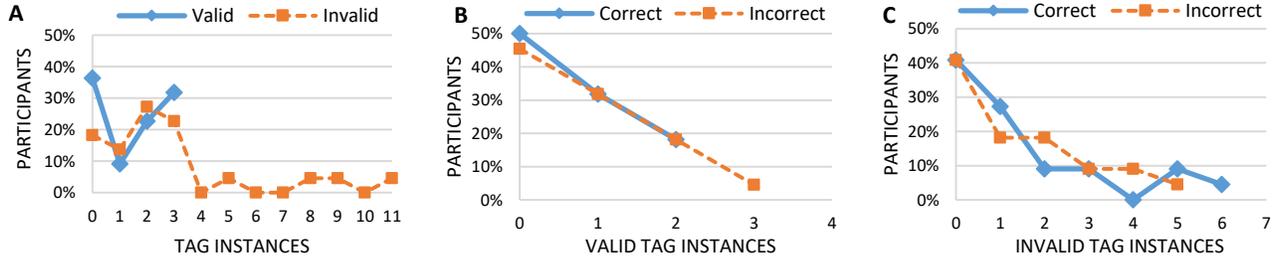


Fig. 3. Tagging behavior by participants percentage. A = Number of instances of valid and invalid tags. B = Number of valid tags instances used correctly and incorrectly. C = Number of invalid tags instances used correctly and incorrectly.

correctness was obtained manually, independently revising each one of the messages by 3 members of our team. It is worth to mention that the differences of appreciation among the overseers were discussed until an agreement was reached, to determine whether a given instance matched the context of the tagged message or not. Finally, we exported the TAM questionnaire data from Google Forms and then we processed it as indicated in [20].

4) *Data validation.* The messages totally out of context were disregarded, inasmuch as during the evaluation sessions we observed some participants who seemed to ignore the importance of the experiment.

IV. RESULTS

This section presents the results in terms of tags validity, tags correctness and usefulness and ease of use of Tagger Bot.

A. Tags validity

Fig. 3 (part A) shows that 64% of the participants used 1 to 3 valid tag instances, while the rest created their own tags when they did not find any tag that fits to a message. Only 18% of the participants found tags within the list, that they considered adequate for a message context, while the remaining 82% created between one and eleven tags. These results show a bigger proportion of invalid instances from the perspective of the whole number of used instances. However, by applying a Wilcoxon signed range test, comparing the amount of valid and invalid instances used by the participants, this difference is not significant ($W=61$, $p\text{-value}=0.101$, $\alpha=0.05$), with which the null hypothesis $H_{0\text{Validity}}$ is accepted.

B. Semantic correctness of tags

In this regard 45% of the valid tags instances were used with semantic correctness, i.e., the rest did not match semantically with the tagged message. When comparing the amount of correct and incorrect instances used by the participants, using the Wilcoxon signed range test, the difference between them cannot be considered as significant ($W=27.5$, $p\text{-value}=0.62414$, $\alpha=0.05$). Therefore, the null hypothesis $H_{0\text{Correctness}}$ is also accepted. Taking into account the percentage of participants who used valid tag instances, Fig. 3 (part B) shows that around 50% of them used one or two correct tag instances. On the other hand, around 55% of the participants used between 1 and 3 incorrect tag instances.

Regarding the percentage of participants who used invalid tags instances, Fig. 3 (part C) shows that there were

participants who created up to 6 correct instances, but there were also participants who created up to 5 incorrect ones. In general, 62% of the participants created at least one correct tag instance, while 61% of the participants created at least one incorrect tag instance. Now, from the perspective of the amount of invalid tags instances (65%), 51% of the instances were semantically correct. By applying a Wilcoxon signed range test, the difference between them cannot be considered as significant ($W=65$, $p\text{-value}=0.87288$, $\alpha=0.05$), therefore, we can conclude that the null hypothesis $H_{0\text{Correctness}}$ is accepted.

C. Usefulness and ease of use perceived of Tagger Bot

Most of the participants considered Tagger Bot as very easy to use; Table 1 shows a median = 6 and a mode = 7 on Likert-7 scale. By applying a Wilcoxon signed range test, assuming a median = 4, the perceived ease of use was significantly greater than the assumed ($W=167$, $p\text{-value}=0.00168$, $\alpha=0.05$), therefore the null hypothesis $H_{0\text{Ease}}$ is rejected. However, there was a minimum of 1 in regards to this category (see Table 1); the participant who gave this rating commented that the tagging process seemed impractical.

In regards to the usefulness perception, Table 1 shows a median and mode of 5 (Likert-7), which indicates that the participants did not perceive the Tagger Bot as useful, as usable. Applying Wilcoxon signed range test, assuming a median = 4, the perceived usefulness was significantly greater than the assumed ($W=172$, $p\text{-value}=0.006208$, $\alpha=0.05$), Therefore, the null hypothesis $H_{0\text{Ease}}$ is rejected.

We extended the TAM survey regarding the integration of Tagger Bot to daily work with an open question to gather additional suggestions and comments from the participants. The question about integration answered the following: “*It seems to me that the tagging tool integrates with the way in which I communicate with my workmates that are remotely*”. Thereon, we obtained a median = 5 (Likert-7), but a mode = 7, which indicates certain variability in the perception of participants, but it is still significantly greater than the average value in Likert-7 ($W=109$, $p\text{-value}=0.01596$,

TABLE I. RESULTS OF THE TAM SURVEY (LIKERT-7).

	Med.	Mod.	Min.	Q.25	Q.50	Q.75	Max
Usefulness	5	5	1	4	5	6.75	7
Ease of use	6	7	1	5	6	7	7
Integration	5	7	1	4	5	7	7

*Med=Median, Mod=Mode, Min=Minimum, Q=Quartile, Max=Max

$\alpha=0.05$). Concerning the received comments, participants suggested to have the opportunity of adding the tags themselves, which is already planned in the AK condensation concept. On the other hand, others participants reported operation problems on tagging or locating messages already tagged in the communication channel. These problems have their origin in the Slack restrictions to develop complements.

V. DISCUSSION

In this section, we discuss the results in three aspects: tagging behavior, perception of usefulness and ease of use of the participants about Tagger Bot, and implications of the results for the implementation of the AK condensation concept.

A. Tagging behavior

Participants used more instances more invalid tags, without being statistically significant, but this behavior is understandable, since they did not register the tags. AK condensation concept states that developers must define the tags to use and relate them to the existent meta-tags at the beginning of a development cycle. This results led to think that participants preferred free tagging rather than using predefined instances, as literature reports it [21], [22]. However, the previous study [14] indicated otherwise, the participants used more valid tags instances than invalid ones, with a significant difference, using the same script and the same predefined tags.

Regarding the tagging correctness, 50% of the participants used valid tags instances were used with semantic correctness, i.e., participants were able to understand its meaning to tag messages coherently. This result is remarkable, since participants only had 5 minutes to become acquainted with the registered tags. On the other hand, 55% of the participants used valid tags incorrectly, which might indicate that the tags meaning was not understood, or the meaning of the script messages were not understood. However, any of the 2 possible causes could be mitigated with a long-term study, in which participants would interact naturally and they tag based on a list registered by themselves. At the end, the differences between correct and incorrect tags were not statistically significant.

Regarding the invalid tags instances, 51% of them were used semantically coherent (without representing a significant difference with the rest), meaning that participants understood the script messages, but none of the existent tags met their criteria to classify them. We can observe a notable difference with the obtained results of the previous study [14], in which 63% of the valid tag instances used coherently, which did imply a significant difference against the tags used incorrectly. In addition, on that occasion 100% invalid tags were used semantically coherent.

Evidently, there are notable differences between the results of both studies; despite the activities, the scripts and the catalogue were the same. The big difference was the participants, who were seasoned developers in AGSD, and students of the Universidad Castilla-La Mancha, from Spain,

who reportedly received instructions on relevant topics related to the agile development and GSD. Given this contrast of results, it is required to carry out another study, in which participants are allowed to register their own tags, to define the feasibility of allowing or restricting free tagging.

B. Perception of usefulness and ease of use of participants

Participants had a similar perception of usefulness (med=6 Likert-7) and ease of use (med=5 Likert-7), and both results were significantly higher than the average value on the Likert-7 scale. However, usefulness perception was lower than the ease of use, probably because none of the participants reported previous experience in AGSD; hence, they have not experienced the AK vaporization phenomenon, nor have they experienced the need of searching AK in different UTEM. The case was the opposite with the previous study [14], where a usefulness perception of 6 (Likert-7) was obtained with participants who had work experience in AGSD.

Regarding the ease of use, both studies (current and previous) present similar results, although participants used different implementations of tagging assistants: one in Slack and the other one in Skype. However, the current study presented some ratings that are very low (1 & 2 Likert-7), caused by the Slack restrictions for the complements development. For example, with the Skype assistant we press <ctrl>+# to display the list of tags, which starts being filtered alphabetically as we write; instead, in Slack the following steps are need: click an option to show a new screen and then choose the tag. This operation had more steps and it is needed the use of keyboard and mouse, which might be a factor that affects the AK condensation adoption in a real environment.

Actually, an indicator of future adoption problems can be the Tagger Bot integration to the daily work, on which we obtained a median = 5 (Likert-7) significantly higher than the average value (4). However, if in the Wilcoxon signed range test we use $\alpha=0.01$, that difference is no longer significant. This fact, accompanied by some comments of the participants such as: "...it is a bit tedious to tag messages... I don't think people would use it in an agile development..." indicate us that the tagging operation has to be improved.

C. Implications for the implementation of the condensation of architectural knowledge

The obtained tagging behavior could led us to think that semi-fixed tagging is not feasible as an AK classification mechanism for the knowledge condensation. However, the difference between valid and invalid tags was not significant, just like the correct and incorrect tags; participants did not register the tag list (therefore, they did not know the tags in advance), and the previous study revealed the opposite, i.e., the use of valid and correct tags was significantly higher. This results leads us to think that for the next evaluation, the whole AK condensation concept should be implemented in a real work environment. In this manner, participants would define their own tags, they would have real tagging needs, and they would have the need of locate AK on different UTEM, i.e., they would have a nimbler access to knowledge that under usual circumstances tends to vaporize. Regarding the AK

condensation concept adoption, this study revealed the importance of the extensibility of the UTEM, in order to implement the semi-fixed tagging. In this case, Slack development restrictions hindered the implementation of an efficient assistant. We will continue exploring efficient ways of extending Slack, as well as other popular UTEM.

On the other hand, tagging correctness is primary, because the AK have to be correctly classified so it can be efficiently retrieved at a later time. In addition, once AK is condensed, this AK is in a documented state (according to the SECI model [23]), i.e., it is explicit but without sticking to a codification standard (e.g. UML, or some ISO standard). The AK transition from documented to formal state would be easier having high correctness in the classification mechanism, which would keep going the KM cycle (create/capture, share/spread, acquire/apply) in AGSD. Thus, it is worth to consider artificial intelligence elements, for both suggesting tags based on the context and generate a self-tagging mechanism. This way, more cognitive support would be provided for agile developers who very often find themselves under stressful conditions.

VI. CONCLUSIONS AND FUTURE WORK

In this paper, we presented a Slack tagging assistant (Tagger Bot), which is part of the implementation of an AK classification mechanism (based on social tagging), to instantiate the AK condensation concept. This assistant was evaluated through a study replica geared towards the tagging validity and correctness and the usefulness and usability perception of the assistant. Our results showed that participants used more invalid tags and more incorrect tags, without being a significant difference. Additionally, Tagger Bot obtained a high perception of usability and usefulness, significantly above of the medium value of Likert-7 scale.

The tagging results might seem unfavorable, but they were not statistically significant, and the results obtained in the previous study [14] are opposite to the current one. This situation encourage us to keep implementing and bettering the AK condensation components. These enhancements are targeted to carry out a long-term study, where this concept is used in a real AGSD or ASD environment. By using AK condensation in a daily manner, we expect a reduction in development time, since the time that developers spend searching AK in UTEM would be reduced. Additionally, we expect a reduction of repeated questions addressed to experts, since there would be a knowledge source available for query it, before ask to them. As a work in the immediate future, natural language processing algorithms will be implemented with the aim of suggesting tags in a smart way at the moment of interaction between two developers.

REFERENCES

- [1] H. Holmstrom, E. O. Conchuir, P. J. Agerfalk, and B. Fitzgerald, "Global Software Development Challenges: A Case Study on Temporal, Geographical and Socio-Cultural Distance," *Glob. Softw. Eng. 2006. ICGSE '06. Int. Conf.*, pp. 3–11, 2006.
- [2] K. Beck, M. Beedle, A. van Bennekum, A. Cockburn, W. Cunningham, and M. Fowler, "The Agile Manifesto." 2001.
- [3] S. Dorairaj, J. Noble, and P. Malik, "Knowledge Management in Distributed Agile Software Development," in *2012 Agile Conference*, 2012, pp. 64–73.
- [4] K. B. Awar, M. S. I. Sameem, and Y. Hafeez, "A model for applying Agile practices in Distributed environment: A case of local software industry," in *Proceedings of 2017 International Conference on Communication, Computing and Digital Systems, C-CODE 2017*, 2017, pp. 228–232.
- [5] M. Babar, T. Dingsoyr, P. Lago, and H. van Vliet, *Software architecture knowledge management: theory and practice*. Springer Berlin Heidelberg, 2009.
- [6] K. Dalkir, *Knowledge Management in Theory and Practice*, Second. The MIT Press, 2011.
- [7] V. Clerc, P. Lago, and H. Van Vliet, "Architectural Knowledge Management Practices in Agile Global Software Development," in *2011 IEEE Sixth International Conference on Global Software Engineering Workshop*, 2011, pp. 1–8.
- [8] G. Borrego, A. L. Moran, R. Palacio, and O. M. Rodriguez, "Understanding architectural knowledge sharing in AGSD teams: An empirical study," in *Proceedings - 11th IEEE International Conference on Global Software Engineering, ICGSE 2016*, 2016, pp. 109–118.
- [9] E. Tom, A. Aurum, and R. Vidgen, "An exploration of technical debt," *J. Syst. Softw.*, vol. 86, no. 6, pp. 1498–1516, 2013.
- [10] J. Bosch, "Software Architecture: The Next Step.," in *EWSA*, 2004, vol. 3047, pp. 194–199.
- [11] H. Holz, G. Melnik, and M. Schaaf, "Knowledge management for distributed agile processes: Models, techniques, and infrastructure," in *Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises, 2003. WET ICE 2003.*, 2003, pp. 291–294.
- [12] N. Uikkey, U. Suman, and A. Ramani, "A Documented Approach in Agile Software Development," *Int. J. Softw. ...*, vol. 2, no. 2, pp. 13–22, 2011.
- [13] Z. Li, P. Liang, and P. Avgeriou, "Architectural Debt Management in Value-Oriented Architecting," *Econ. Softw. Archit.*, no. January, pp. 183–204, 2014.
- [14] G. Borrego, A. L. Morán, R. R. Palacio, A. Vizcaino, and F. O. Garcia, "Towards a reduction in architectural knowledge vaporization during agile global software development," *Inf. Softw. Technol.*, 2019.
- [15] K. White, H. Grierson, and A. Wodehouse, "Using Slack for Asynchronous Communication in a Global Design Project," in *Proceedings of the 19th International Conference on Engineering and Product Design Education*, 2017, pp. 346–351.
- [16] P. Chatterjee, K. Damevski, and L. Pollock, "Exploratory Study of Slack Q & A Chats as a Mining Source for Software Engineering Tools," in *ICSE 2019, MSR 2019 MSR Technical Papers*, 2019.
- [17] E. Bagheri and F. Ensan, "Semantic tagging and linking of software engineering social content," *Autom. Softw. Eng.*, vol. 23, no. 2, pp. 147–190, 2016.
- [18] G. Borrego, A. L. Morán, R. Palacio, and O. M. Rodríguez, "Understanding Architectural Knowledge Sharing in AGSD Teams: An Empirical Study," in *2016 IEEE 11th International Conference on Global Software Engineering (ICGSE)*, 2016, vol. 00, pp. 109–118.
- [19] C. Wohlin, P. Runeson, M. Hst, M. C. Ohlsson, B. Regnell, and A. Wessln, *Experimentation in Software Engineering*. Springer Publishing Company, Incorporated, 2012.
- [20] F. D. Davis, "Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology," *MIS Q.*, vol. 13, no. 3, pp. 319–340, 1989.
- [21] C. Treude and M. A. Storey, "How tagging helps bridge the gap between social and technical aspects in software development," in *Proceedings - International Conference on Software Engineering*, 2009, pp. 12–22.
- [22] M. A. Storey, J. Ryall, J. Singer, D. Myers, L. T. Cheng, and M. Muller, "How software developers use tagging to support reminding and refinding," *IEEE Trans. Softw. Eng.*, vol. 35, no. 4, pp. 470–483, 2009.
- [23] I. Nonaka, R. Toyama, and N. Konno, "SECI, Ba and Leadership: a Unified Model of Dynamic Knowledge Creation," *Long Range Plann.*, vol. 33, pp. 5–34, 2000.



RIIT REVISTA INTERNACIONAL
DE INVESTIGACIÓN E
INNOVACIÓN TECNOLÓGICA



apoyar.

Para mayor información, puede escribir a publicaciones@riit.com.mx, también puede marcar al Tel. 01 544 456 62 00 (extensión) con Fernando Gervá.

Las finanzas sostenibles. Retos actuales hacia el desarrollo del sector cooperativo popular y solidario ecuatoriano

Desarrollo de biopolímero a base de colágeno

Estegoanálisis adaptivo a las características espaciales de las imágenes de mapas de bits en escala de grises

Ene-Feb 2020

Divulgación

ISSN: 2007-9753

Año 7, No. 42



Indexada por: Índice de Revistas Mexicanas de Divulgación Científica y Tecnológica





Aplicación del Modelo de Negocios Canvas en una planta de elaboración de alimento para cerdo

Tipo: Artículos de Divulgación

Autor: Ramos-Solís, C.E., Palacio-Cinco, R.R., Córdova-Cárdenas, M.H., Mendoza León J.G.

Fecha: 2019-11-01

Descripción:



Actualmente, muchas de las organizaciones desconocen el funcionamiento de su empresa, por lo que requieren conocer su modelo de negocio, el cual les permita identificar los elementos clave de cómo está conformada y la forma en que se relacionan estos elementos en la organización. Por ello, el objetivo principal de este trabajo es diseñar un Modelo de Negocio utilizando la metodología del Modelo de Negocios Canvas, la cual es una herramienta que permite encontrar las diferentes áreas de oportunidad en los procesos productivos o de negocio en una organización. Para esto se utilizaron las herramientas de segmento de clientes, mapa de empatía y creación de la propuesta de valor con lo que fue posible obtener el Modelo de Negocio de una planta de elaboración de alimento para cerdo. Con esto fue posible inferir las consideraciones e implicaciones que proporciona el Modelo de Negocio a la planta mediante la elaboración de iniciativas que ayuden al logro de los objetivos establecidos en las estrategias de la misma. Este Modelo de Negocio está enfocado de manera abstracta en determinar la forma en la que la planta obtiene sus ganancias, cómo se componen los costos, cómo se compone su segmento de mercado, cómo se relaciona la planta con sus clientes y cómo les hace llegar la propuesta de valor. Además, incluye cuáles son sus actividades clave, sus recursos y sus aliados. Esta abstracción

permitió visualizar la operación global de la planta desde una perspectiva ágil logrando de esta forma visualizar el estado actual de la planta lo que permite a su vez proyectar diferentes escenarios del funcionamiento del modelo en cada una de sus etapas que lo conforman. Esta capacidad que tiene Canvas permite ser flexible a la organización para poder proyectar y analizar propuestas e iniciativas que le permitan prevenir posibles desviaciones que afectan negativamente a los intereses de la planta. Palabras clave: Canvas, Procesos, Producción, Modelo de Negocios.

Archivo:





Revista Internacional de Investigación e Innovación Tecnológica

Página principal: www.riit.com.mx

Aplicación del Modelo de Negocios Canvas en una planta de elaboración de alimento para cerdo

Application of the Canvas Business Model in a pig feed processing Company

Ramos-Solís, C.E.^a, Palacio-Cinco, R.R.^b, Córdova-Cárdenas, M.H.^b, **Mendoza León J.G.^b**

^a Unidad Nainari, Instituto Tecnológico de Sonora.

^b Unidad Navojoa, Instituto Tecnológico de Sonora.

cramossolis91@gmail.com; ramon.palacio@itson.edu.mx; martin.cordova@itson.edu.mx;
jorge.mendoza@itson.edu.mx

Aplicación empresarial: Generación de propuestas de valor para mejorar y hacer eficiente los canales y procesos de producción de alimento para cerdo.

Área de aplicación industrial: Tecnologías de la Información y Comunicación, Ingeniería Industrial e Ingeniería en Administración.

Enviado: 15 Abril 2019

Aceptado: 03 Julio 2019

Abstract

Currently, many organizations are unaware of the operation of their business, so they need to know how their business model is formed, this lets them to identify the key elements of how it is formed and how those elements are related in the organization. Therefore, the aim of this work is the design of a business model using the Canvas Business Model methodology, is a tool who permits finding the different opportunity areas in the product or business processes in an organization. For it, the tools of customer segment, empathy map, and creation of the value proposal were used, with which it was possible to obtain the Business Model of a pig feed processing plant. As a result, it was possible to infer the considerations and implications provided by the Business Model to the Plant through the elaboration of initiatives that help to achieve the aims established in the Plant's strategies. This Business Model is focused in an abstract way on how the plant has a profit, how the costs are composed, how its market segment is composed, how the Plant relates to its customers and how the value proposal makes them arrive. In addition, it includes what are its key activities, its resources, and its allies. This abstraction made it possible to show the overall operation of the plant from an agile perspective, thus achieving the sight of the current state of the plant, which in

turn allows us to project different scenarios of the operation of the model in each step of it. This capacity that has Canvas allows being flexible to the Plant to be able to project and analyze proposals and initiatives that allow them to prevent possible deviations that affect adversely interests of the Plant.

Key Words: Canvas, Processes, Production, Business Model.

Resumen

Actualmente, muchas de las organizaciones desconocen el funcionamiento de su empresa, por lo que requieren conocer su modelo de negocio, el cual les permita identificar los elementos clave de cómo está conformada y la forma en que se relacionan estos elementos en la organización. Por ello, el objetivo principal de este trabajo es diseñar un Modelo de Negocio utilizando la metodología del Modelo de Negocios Canvas, la cual es una herramienta que permite encontrar las diferentes áreas de oportunidad en los procesos productivos o de negocio en una organización. Para esto se utilizaron las herramientas de segmento de clientes, mapa de empatía y creación de la propuesta de valor con lo que fue posible obtener el Modelo de Negocio de una planta de elaboración de alimento para cerdo. Con esto fue posible inferir las consideraciones e implicaciones que proporciona el Modelo de Negocio a la planta mediante la elaboración de iniciativas que ayuden al logro de los objetivos establecidos en las estrategias de la misma. Este Modelo de Negocio está enfocado de manera abstracta en determinar la forma en la que la planta obtiene sus ganancias, cómo se componen los costos, cómo se compone su segmento de mercado, cómo se relaciona la planta con sus clientes y cómo les hace llegar la propuesta de valor. Además, incluye cuáles son sus actividades clave, sus recursos y sus aliados. Esta abstracción permitió visualizar la operación global de la planta desde una perspectiva ágil logrando de esta forma visualizar el estado actual de la planta lo que permite a su vez proyectar diferentes escenarios del funcionamiento del modelo en cada una de sus etapas que lo conforman. Esta capacidad que tiene Canvas permite ser flexible a la organización para poder proyectar y analizar propuestas e iniciativas que le permitan prevenir posibles desviaciones que afectan negativamente a los intereses de la planta.

Palabras clave: Canvas, Procesos, Producción, Modelo de Negocios.

1. Introducción

El modelo de negocio sirve como un plan de construcción que permite diseñar y organizar su estructura, además de ser la base para constituir la forma física y operativa de la empresa. Es importante reflexionar sobre su semántica, por lo que tanto el negocio, como el modelo por sí mismo, tienen un significado específico. Esta combinación de significados refleja muchas de las posibles aplicaciones

del modelo de negocio [1]. El modelo es interpretado como "una descripción y representación simplificada de una entidad o proceso complejo", de manera que esta representación implica conceptualización, que puede describirse como "los objetos, conceptos y otras entidades que se asume que existen en algún área de interés y su interrelación". Asimismo, también se interpreta la palabra negocio como "la

actividad de suministro de bienes y servicios que involucran aspectos industriales”. Unificando estos elementos se establece que la reflexión sobre el concepto de modelo de negocio debe ir en la siguiente dirección: “un modelo de negocio es una herramienta conceptual que contiene un conjunto de objetos, conceptos y sus relaciones con el objetivo de expresar la lógica empresarial de una firma determinada”.

Existen varios tipos de modelos de negocios o metamodelos que son genéricos, pero contienen características comunes. Los tipos de modelos se refieren a una categorización, mientras que los metamodelos dan referencia a diferentes modelos integrados, de forma que esta distinción refleja diferentes grados de conceptualización.

Por lo que podemos afirmar que un modelo de negocio es una plantilla que describe la forma en que la empresa lleva a cabo su operación, y es elaborado por los gerentes de una firma para satisfacer mejor las necesidades percibidas de sus clientes. Para abordar completamente la oportunidad de mercado, el modelo de negocio a menudo incluye a la firma misma y sus interacciones con la industria. En ese mismo sentido, se han realizado muchos intentos para describir y clasificar los modelos de negocio de forma taxonómica, es decir, desarrolladas al abstraer de observaciones típicamente de una sola industria [2]. Estos intentos rara vez tratan de manera completa y adecuada las dimensiones de clientes, organización interna y monetización; sin embargo, existe una tipología que considera cuatro elementos: a) identificar a los clientes (el número de grupos de clientes segmentados); b) compromiso del cliente (o la propuesta de valor); c) monetización, d) la cadena de valor y los vínculos (generalmente concierne a cómo funciona la empresa internamente) [3]. Cada una de estas dimensiones se relaciona con la definición del modelo de negocio, de creación

de valor o captura de valor o ambas y se prestan para crear subcategorías y, por lo tanto, la oportunidad de un mapa significativo. Este mapa puede superponerse al mundo real de una industria, o la forma de pensar de un empresario, y al comparar el mapa con la tipología completa, podemos identificar la gama de modelos existentes. Por lo que el modelo de negocio es considerado como una plantilla que incorpora dentro de él un conjunto de relaciones causa-efecto.

Existen distintos tipos de modelo de negocio que la gran mayoría de las empresas utilizan y adoptan para encontrar una ventaja competitiva. Entre otros, se tiene: i) *Publicidad*, el fundamento de este modelo gira en torno a la creación de contenido que las personas desean leer o ver y luego mostrar publicidad a sus lectores o espectadores; ii) *Afiliado*, este modelo de negocio está relacionado con el modelo de publicidad, pero tiene algunas diferencias específicas, utiliza enlaces incrustados en el contenido en lugar de anuncios visuales que son fácilmente identificables; iii) *Desintermediación*, este se refiere cuando se desea hacer y vender algo en las tiendas, normalmente trabaja con una serie de intermediarios para obtener su producto de la fábrica a la estantería de la tienda; iv) *Franquicia*, es cuando se concede una licencia para utilizar una idea de negocio o marca; v) *Mercado*, este permite a los vendedores listar artículos en venta y proporcionar a los clientes herramientas fáciles para conectarse con los vendedores. Este conjunto de modelos, refieren a un concepto tradicionalmente utilizado por las empresas, y que hasta antes de la globalización de mercados, generaba una ventaja competitiva [4].

Un modelo de negocio describe las bases con las que una empresa crea, proporciona y capta valor, [5] de manera tal que como organización es posible identificar quién es, cómo hace las cosas, y cómo puede intervenir

con el fin modificar lo establecido para hacer las cosas de manera más eficiente. A su vez, el Modelo Canvas, busca que los proyectos se gestionen como unidades de negocio, además, el potencial emprendedor en la gestión de proyectos; en otras palabras, es una herramienta pertinente en un contexto de emprendimiento e innovación, que, si bien el plan de negocio es importante, debe ser flexible, pendiente a responder a las oportunidades y necesidades de la organización donde se aplique.

Lo antes expuesto nos lleva a considerar que existen diferentes tipos de modelos o planes de negocios que fueron diseñados para actividades industriales, mercantiles y de servicio específicos, de tal forma que estos modelos tienen la estructura que la organización les requirió en su momento; aun cuando este tipo de modelos o planes tienen como limitante que son complejos y poco flexibles, la tendencia advierte que en la actualidad se requiere de modelos ágiles y flexibles que permitan adaptarse a las distintas variables que influyen en la empresa.

En el presente trabajo se propone el diseñar de un modelo de negocio en una planta procesadora de alimento para cerdo, ubicada en el sur del estado de Sonora, México; la cual produce para atender las diferentes etapas¹ de desarrollo del animal, tales como cuarentena, de gestación, maternidad, destete y engorda. Cuenta con antigüedad de 30 años y provee a 28 granjas, distribuidas entre los estados de Sonora y Sinaloa. La principal actividad de los clientes es la producción de cerdos en pie, los cuales son engordados en tallas de 120 kg a 125 kg de acuerdo con los requerimientos de calidad en gradeo, rendimiento magro y crecimiento del producto. La planta procesadora tiene como

proveedores principales a distintas asociaciones productoras de grano, así como también de aceites y concentrados con vitaminas, los cuales aportan insumos que se agregan a la fórmula para complementar el alimento elaborado.

Los proveedores juegan un papel preponderante para la planta procesadora, debido a que proporcionan la materia prima necesaria para la elaboración de los productos requeridos por sus clientes. Entre los proveedores y la planta procesadora de alimentos existe una alianza estratégica para garantizar el abasto adecuado y mantener la calidad del producto.

Con base en el estado de arte descrito se presenta este trabajo, el cual tiene como objetivo diseñar el modelo de negocios para la planta de alimentos para cerdo, mediante el Modelo de Negocios Canvas con la finalidad de mejorar su propuesta de valor actual [6]. Esto es, debido a la necesidad de la planta para actualizar y mejorar sus actividades o procesos claves. Para dicha planta es de suma importancia que sus colaboradores puedan identificar como contribuyen al desarrollo del Modelo de Negocio Canvas y puedan observar las áreas de oportunidad por medio de esta herramienta ágil [7]. Todo esto para que mejore la calidad del servicio que se brinda de una mejor forma a sus clientes conforme a la demanda y exigencias de su producto.

2. Trabajos relacionados

En el siguiente apartado se mencionan diferentes trabajos que fueron consultados con el fin de conocer la utilidad del Modelo de Negocios Canvas en diferentes ámbitos [8] en los cuales se ha logrado abstraer de una

¹ Estas etapas caracterizan el desarrollo cronológico y físico del cerdo, desde el nacimiento hasta alcanzar el estándar de calidad requerido.

forma sencilla cómo los negocios u organismos funcionan.

En el trabajo elaborado en [9], se abordó la problemática de las Mipymes que se dedican a la seguridad y salud ocupacional, ya que no logran cumplir con los estándares de calidad en distintos ámbitos y que normalmente se encuentran reguladas por las organizaciones gubernamentales, debido al incumplimiento en las normativas y la mejora de los estándares de calidad. Para esto se aplicó el Modelo de Negocio Canvas con la información más importante acerca del tamaño del mercado, necesidades de las empresas, así como de oferta y demanda. Para esto se utilizaron fuentes de información primarias, recopilación de datos y encuestas. Como resultados de este análisis se diseñó el plan de negocio para la creación de una empresa de Servicios de Seguridad y Salud Ocupacional para Mipymes, orientada a mejorar la seguridad y la salud ocupacional de los colaboradores que prestan sus servicios personales y profesionales a estas empresas demostrando la factibilidad del negocio para satisfacer sus necesidades.

En el trabajo presentado en [10], se abordó la problemática social referente al desempleo, debido al incremento del trabajo poco digno y a su vez el incremento del comercio informal que afecta de manera negativa a la sociedad. Por ello, este trabajo tuvo como objetivo desarrollar un Modelo de Negocio Canvas para la implementación de una empresa de servicios de aseo y limpieza para hogares, oficinas y negocios con el fin de formalizar y dignificar este tipo de actividad económica. Para esto se hizo uso de un buen planteamiento del segmento de mercado, el cual estuvo enfocado a la propuesta de valor que determinó ofrecer servicios integrales con altos estándares de calidad con el personal debidamente capacitado y certificado mostrando compromiso con los clientes.

Asimismo, en el trabajo informado en [11] se presenta la necesidad de identificar el modelo de negocio de una empresa consultora, la cual desconocía su mercado objetivo, es decir no había logrado establecer al cliente como su objetivo principal en relación a los servicios ofrecidos, por lo que su propuesta de valor no hacía diferencia con respecto a su competencia, su principal objetivo fue diseñar un modelo de negocio bajo la metodología del Modelo de Negocio Canvas. El resultado fue la propuesta diferenciadora de establecer un modelo fundamentado en métodos de ejecución basados en procesos de negocio, así como las buenas prácticas para orientar a la organización logrando ofrecer a sus clientes asesoría, revisión y corrección, optimización de tiempo y dinero, mejoramiento de procesos satisfaciendo las necesidades de los clientes como su principal propuesta de valor.

En el trabajo presentado en [12], muestra la problemática de la empresa comercializadora D' Perfect Color, la cual no había implementado una herramienta de gestión que le permitiera conocer su propuesta de valor para sus clientes. Por ello, este estudio se enfocó a implementar el Modelo de Negocios Canvas para poder crear un modelo con el cual la empresa se pueda posicionar y obtener una ventaja por medio de una propuesta de valor diferenciadora sobre sus competidores. Con la aplicación del Modelo de Negocios Canvas se logró abordar el negocio desde un punto de vista abstracto, teniendo en cuenta las áreas clave a desarrollar como la prioridad e importancia otorgada a los clientes para el mejor funcionamiento del negocio, además de lograr una aproximación más cercana a la realidad. Es claro que los objetivos propuestos al inicio de este proyecto se lograron con satisfacción y se logró que la empresa fuera más competitiva.

El trabajo presentado en [13], trata los problemas del crecimiento poblacional como un detonador de demanda a los servicios de salud, así como también del crecimiento de la clase media como una consecuencia en la demanda de los productos farmacéuticos. Para esto se realizó un análisis y descripción del modelo de negocio de la empresa farmacéutica similares y su forma de crear valor. Esto fue mediante un estudio de caso en el que se examinó el éxito de la industria farmacéutica en México, donde se observó que el planteamiento de la propuesta valor estuvo enfocada en el conocimiento de su segmento de mercado, el cual estuvo basada por el crecimiento demográfico y el aumento de la clase media. Con el uso de la herramienta de Modelo de Negocio Canvas se identificó que este negocio parte de un sentido social, y que su diversificación estuvo impulsada por adquisiciones y combinaciones de productos y servicios del mercado, que los caracterizó no sólo por diversificación dentro de la misma zona de especialización, sino también por la presencia en nuevas áreas como laboratorios de producción de fármacos, transportación para su propia distribución, ofrecimiento de franquicias y laboratorios de servicios médicos propios, las cuales fueron el factor de su éxito haciendo diferencia con su competencia.

Como se puede notar, los trabajos presentados en esta sección demuestran que el Modelo de Negocios Canvas es una herramienta que ha sido útil para identificar la propuesta de valor de empresas u organismos de distintos giros basados en problemas diversos. Además este modelo permite hacer análisis para conocer el estado actual de las empresas y permite solucionar los problemas relacionados con la interrelación de las diferentes áreas para satisfacción de los clientes internos y externos, que se puedan presentar mediante una metodología ágil, flexible y que permite

establecer objetivos de una manera más rápida, lo que facilita adaptarse a los diferentes cambios que enfrentan las empresas u organismos.

3. Aplicación del Modelo de Negocio Canvas en la Planta comercializadora de alimentos para cerdo

El Modelo de Negocio Canvas [5] es una herramienta que facilita la captura, la visualización, el entendimiento y la lógica del negocio ofreciendo una visión distinta de la empresa que permite la comprensión de las relaciones entre las áreas que intervienen en las decisiones. Este modelo describe las bases sobre las que una empresa crea, proporciona y capta valor; está dividido en nueve módulos básicos que reflejan la lógica que sigue una empresa para conseguir ingresos, cubren las cuatro áreas principales de un negocio: clientes, oferta, infraestructura y viabilidad económica [14].

Para documentar el Modelo de Negocios Canvas para la planta de alimentos para cerdo se realizaron cuatro actividades, que se describen a continuación:

1. Entrevista inicial. - Se realizó una entrevista al responsable de la planta con el fin de conocer los diferentes procesos que constan desde la entrada del camión con materia prima hasta la salida del mismo y la carga del producto terminado.

2. Visita a planta. - se visitó la planta de elaboración de alimentos para cerdo con el objetivo de observar las actividades que se realizan de manera específica, por lo que se encontraron 9 técnicas clave que conforman el proceso de producción, las cuales son i) recibimiento de la materia prima, ii) pesaje de la materia prima, iii) descarga de materia prima, iv) proceso de molienda, v)

premezclados, vi) mezclados, vii) envío de producto terminado a tolvas, viii) carga del camión con el producto para su envío, ix) pesaje el camión con el producto. Además se realizó un inventario de recursos y de las instalaciones con las que se cuenta.

3. Segmentación de clientes. - se realizó una segmentación de los clientes de la planta de elaboración de alimentos para cerdo con el uso de formatos de diseño del segmento de clientes propuesto por [15] que fueron llenados por personal responsable de cada una de las 15 granjas que conforman los clientes de la planta, donde los encargados de ellas proporcionaron información relacionada con datos demográficos, geográficos, tipo de comunidad, capacidad de producción, necesidades como cuántas toneladas de alimento se requieren al mes, qué le ofrece cada granja a la planta de elaboración de alimentos para cerdo, tipos de granja, accesibilidad a las granjas, su modelo de comunicación, el número de granjas del mismo tipo, frecuencia de pedido de alimento, así como sus indicadores para el producto recibido.

4. Elaboración de Formatos “value proposition”. - con la información obtenida en la segmentación y la información recolectada de los distintos procesos obtenidos de la visita a la planta de elaboración de alimentos para cerdo, se elaboraron las propuestas de valor y el mapa de empatía [16] que ayudaron a la elaboración del Modelo de Negocio Canvas.

Por lo anterior, y con el fin de establecer el conocimiento que la planta requiere de las diversas áreas que la conforman, se realizó el lienzo de Modelo de Negocio Canvas, que

consta de 9 pasos, los cuales se explican a continuación:

1. Segmento de cliente: para este indicador la planta procesadora cuenta en su cartera de clientes con 28 empresas ubicadas en la región sur de Sonora, a las cuales provee en exclusiva el alimento. En el presente estudio participaron 15 granjas, entre las cuales se cuentan 5 denominadas de ciclo completo, 1 granja de destete, 8 de tipo engorda y 1 de engorda y destete.

2. Propuesta de valor: en este paso se tuvo como objetivo conocer qué iniciativa puede aportarles valor a los clientes de la planta, se identificó que ésta garantiza la calidad del alimento con estándares superiores respecto a la competencia, ofrece una exclusividad del producto elaborado, facilita cambios en las entregas del producto, mejora la accesibilidad y comunicación con los clientes.

3. Canales de distribución: esta se refiere a cómo se le hace llegar la propuesta de valor al cliente, el objetivo identificado es tener una buena distribución de los productos ofrecidos mediante entregas a través de una flotilla de camiones con salidas programadas gradualmente con cada uno de los clientes según lo especifiquen los pedidos solicitados.

4. Relación con el cliente: el objetivo fue conocer la relación de los clientes con las granjas, aquí se identificó que existe un intercambio de información con cada uno de los clientes vía telefónica. Esto con base a las especificaciones que el cliente requiera para posteriormente realizar la programación necesaria con respecto a la demanda.

5. Flujos de ingresos: en este paso se determina cómo se obtendrá la ganancia por medio de la propuesta de

valor, identificando que la venta de alimento a los distintos clientes establecidos genera cerdos de mayor calidad, así como también el aprovechamiento de los desperdicios para su venta.

Después de que se logró obtener la información necesaria sobre el entorno de la organización, se procedió a analizar los pasos que contribuyen a la propuesta de valor.

6. Recursos clave: en este punto se muestra lo que se requiere para llevar a cabo las actividades de la planta. Los recursos que se encontraron fueron la maquinaria para la elaboración del producto, las máquinas de molienda, bandas transportadoras, tolva bascula, mezcladoras, silos de almacenamiento, tolvas de producto terminado, edificios y las redes de distribución. También se considera como recurso clave los insumos (e.g. vitaminas, aceites, concentrados, granos, etc.) que son recursos esenciales para la elaboración del producto. También son clave los recursos intelectuales que incluyen las fórmulas de los alimentos y las bases de datos de los clientes. Finalmente se identificó como recursos financieros posibles nuevos empleados, sistemas a implementar, sistemas gráficos visuales, entre otros.

7. Actividades clave: este punto nos muestra los procesos que son parte fundamental para lograr el objetivo principal de la planta. Las actividades encontradas que inciden en la propuesta de valor son:

Pruebas de calidad: se analiza que la materia prima recibida cumpla con los estándares establecidos por la organización.

Almacenamiento: el producto recibido pasa a los silos de

almacenamiento donde se resguarda para el momento de su uso.

Proceso de molienda: la materia prima recibida pasa a este proceso para poder aprovecharla de la mejor manera.

Mezclados: se combinan los diferentes ingredientes que se requieren para elaborar el alimento.

Carga del producto: se procede a llenar los camiones para la distribución del alimento a los diferentes clientes que lo solicitaron.

Envío de producto: el producto es enviado al cliente que lo solicitó en el camión de transporte.

8. Aliados clave: este paso tiene como objetivo conocer quiénes son los aliados principales para el funcionamiento de la planta de elaboración de alimentos para cerdo. Los principales socios clave que fueron encontrados son:

Vimifos: este proveedor abastece a la planta de medicamentos y vitaminas necesarias para la realización de sus productos, ofrece los mejores precios y a su vez la calidad requerida por los estándares establecidos, así como también es un proveedor de emergencia y provee de alimentos cuando se necesita.

Almacenadoras de grano: almacenadoras como San Rafael, Aríc, Pacsa y C. de Palma, son las que proveen de materia prima a la planta de elaboración de alimentos para cerdo y tienen abastecida a la planta de distintos granos que

se utilizan para la elaboración del alimento para cerdo.

Nutrikowi: este es un proveedor de emergencia al igual que Vimifos que abastece de alimento a la planta cuando se necesita.

9. Estructura de costos: en este punto se dividen los costos que impactan en la propuesta de valor, de los cuales se identificaron nómina, materia prima, producción, mantenimiento, flotilla de camiones

de transporte del alimento y operación. Estos costos son con los que cuenta la planta de elaboración de alimentos para cerdo y que son de suma importancia en el logro de las metas y objetivos de negocio.

Con toda la información recopilada de la organización se documentó el lienzo del Modelo de Negocio Canvas con sus elementos y especificaciones correspondientes como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Lienzo modelo de negocio Canvas aplicado a la Planta de elaboración de alimento para cerdo.

Aliados Clave	Actividades Clave	Propuesta de Valor	Relación con el Cliente	Segmentos de Clientes
Los socios clave que apoyan a la organización son: - Vimifos - Nutrikowi - Almacenadoras de grano	- Pruebas de calidad. - Almacenamiento. - Molienda. - Mezclados. - Cargar alimento. - Envío de producto.	- Estándares de calidad de alimento respecto a la competencia. - Exclusividad del producto elaborado. - Optimización y disponibilidad de cambios en la entrega del producto.	Hay un intercambio de información con cada uno de los clientes por medio de la vía telefónica con base a las especificaciones que este requiere y realizar la programación necesaria.	Se analizaron como segmentos un total de 15 granjas porcinas de la organización, segmentando por tipo de granja las cuales fueron: 5 granjas ciclo completo 1 granja de destete 8 granjas de engorda 1 granja de engorda y destete.
	Recursos Clave - Máquina de molienda - Tolva báscula - Mezcladoras - Silos de almacén - Tolvas de producto terminado. - Banda transportadora		Canales La distribución se realiza a través de una flotilla de camiones previamente programada para la salida con cada uno de los clientes.	
Estructura de Costos Los costos están divididos por: - Nómina. - Materia prima. - Producción. - Mantenimiento. - Flotilla de camiones. - Contabilidad. - Servicios.		Estructura de Ingresos - Venta de alimentos a las distintas granjas. - Aprovechamiento de los desperdicios salientes para su venta. - Generar animales de calidad.		

4. Consideraciones finales e implicaciones

En este artículo se diseña un modelo de negocio para una planta de elaboración de alimentos para cerdo utilizando la metodología del Modelo de Negocio Canvas,

con la finalidad de que la empresa visualice su propuesta de valor actual y pueda reducir su riesgo detectando oportunamente las áreas de oportunidad, debido a que con la información resultante los directivos de la

planta pueden plantear estrategias y acciones coherentes a su misión y visión como empresa.

Esta procesadora de alimentos no dispone de una plantilla Canvas, aun cuando los tomadores de decisiones requieren información disponible de su situación actual, en este sentido el Modelo de Negocio Canvas permite que esta información sea generada de manera ágil y flexible, debido a que la alta dirección requiere diseñar y controlar no solo aspectos clave para satisfacer a los clientes actuales, sino también incluir aspectos que permitan la buena marcha y desarrollo del modelo de negocio [17]. Es aquí donde se estableció la necesidad aplicar este modelo para que de éste resulten iniciativas y objetivos enfocados a medir y controlar los aspectos relevantes de este negocio.

El Modelo de Negocios Canvas tienes varias limitantes que es importante tomar en cuenta, entre ellas la más común es el nivel de abstracción [8], lo cual dificulta la implantación de estrategias, pues no proporciona indicadores ni las relaciones que tienen los factores clave involucrados en el modelo, por lo que se debe considerar el identificar las fortalezas y debilidades de cada proceso del modelo de negocio y de esta forma poder elaborar iniciativas que ayudan a reducir las debilidades y consolidar las fortalezas.

Es por ello que se deben seguir las siguientes implicaciones que trae consigo el Modelo de Negocios Canvas [18] para la planta de elaboración de alimentos para cerdo:

1. Detectar fortalezas y debilidades de cada una de las áreas que conforma este Modelo de Negocio. Con esto se pueden establecer iniciativas que contribuyan a la consecución de los objetivos y a su vez reforzar las áreas débiles con base a las iniciativas establecidas.

2. La flexibilidad de este modelo facilita la toma de decisiones inmediatas sin esperar a identificar un indicador bajo, es decir detecta desviaciones que dificulten o impidan el logro de objetivos sin tener cuantitativamente la información del indicador. Esto con el fin de lograr identificar distintos indicadores de los procesos antes de que estos se encuentren en estado crítico.

3. Este modelo permite adaptabilidad, de tal manera que los procesos que no se encuentren en el lienzo (Figura 1) se pueden ir agregando y posteriormente pueden ser propuestos para la ayuda del cumplimiento de objetivos de la planta. Esto es de gran ayuda debido a que el modelo no se limita a ciertos objetivos y conforme la planta modifique objetivos y metas el Modelo de Negocio Canvas se acoplará a ello.

4. Los apartados de flujo de ingresos y costos del Modelo, facilitan a la planta la visualización y análisis de los objetivos trazados por los directivos, puesto que ayudan a las metas del negocio y de ser necesario mejoran algunos de ellos.

5. Los apartados de propuesta de valor, segmento de clientes y relaciones del cliente, facilitan el análisis de los objetivos de la propuesta de valor ya que dicha propuesta puede ser reforzada o modificada con base a lo que el cliente esté demandando, esto según la percepción y la calidad del producto ofrecido por la misma planta.

6. Los apartados de canales de distribución y actividades clave del modelo facilitan el análisis de cómo el producto es transportado de una manera eficiente y a su vez contempla contingencias que resulten de imprevisto.

7. Los apartados de recursos y aliados clave ayudan a identificar y reflexionar sobre los diferentes tipos de alimentos con los que dispone la planta y como estos pueden ser aprovechados de una forma más eficiente por nuestros clientes según sus especificaciones.

El Modelo de Negocios Canvas ha sido utilizado y probado en diversos giros a nivel internacional con éxito [19]. Esta Herramienta aun cuando fue diseñada para ayudar a definir propuestas de valor para startups ha sido utilizada para abstraer Modelos de Negocios Canvas de empresas con procesos complejos otorgando un planteamiento holístico, además ha comprobado efectividad para establecer iniciativas encaminadas a la consecución de objetivos, además su planteamiento abstracto facilita la flexibilidad en el acomodo de los elementos de sus distintas áreas, esto es, permite observar a nivel dirección que iniciativas funcionan y contribuyen a la consecución de objetivos.

Con este Modelo de Negocio Canvas se pretende inferir un mejor planteamiento de objetivos por medio de la identificación de los distintos elementos del modelo en la propuesta de valor, generando objetivos mínimos viables.

5. Conclusiones

Este trabajo suministró herramientas para el desarrollo y análisis de negocios que son indispensables en un mundo globalmente competitivo, el Modelo de Negocios Canvas permitió abstraer las actividades operativas y administrativas de la Planta de alimento para cerdo ofreciendo las herramientas necesarias para la definición de la propuesta de valor en base a la aplicación de utilidades del modelo que ayudaron a conocer las necesidades y

deseos de sus clientes, esto es, se analizó la segmentación de clientes, también se realizó un estudio de la segmentación por medio del análisis del mapa de empatía, logrando consolidar la propuesta de valor actual de la planta, la identificación de las áreas restantes del Canvas ofrecen una visión ordenada de las actividades de la organización y la interrelación de las mismas ofreciendo la oportunidad de realizar modificaciones considerando distintos escenarios que se puedan presentar por medio de iniciativas que contribuyan a la consecución de los objetivos, estas iniciativas pueden establecerse para cada escenario planteado. Lo antes expuesto demuestra la flexibilidad del Modelo de Negocios Canvas y la capacidad de este en incidir en la toma de decisiones de la organización. De allí que toda organización que cuente con su modelo de negocios bien estructurado puede sortear las incertidumbres de las fuerzas tanto internas como externas contemplando desde una nueva perspectiva las oportunidades y amenazas en un escenario global y competitivo.

6. Referencias

- [1] Osterwalder, Alexander, Pigneur Yves, and Tucci, Christopher L. 2005. "*Clarifying Business Models: Origins, Present, and Future of the Concept*", Communications of the Association for Information Systems: Vol. 16, Article 1. DOI: 10.17705/1CAIS.01601 Available at: <https://aisel.aisnet.org/cais/vol16/iss1/1>.
- [2] Zott, C., & Amit, R. 2013. *The business model: A theoretically anchored robust construct for strategic analysis*. Strategic Organization, 403-411.
- [3] Baden-Fuller, C., & Mangematin V, 2013. "*Business models: A challenging agenda*" Volume: 11 issue: 4, page(s): 418-427 Available at: <https://doi.org/10.1177/1476127013510112>.

- [4] Parson, Noah, 2012. *What Is a Business Model? Business Models Explained*; <https://articles.bplans.com/what-is-a-business-model-business-models-explained/>.
- [5] Osterwalder, A., & Pigneur, Y, 2010. *Business model generation : A handbook for visionaries*. Clearance Center, Inc. USA.
- [6] Cedillo Auquilla Diego Gerardo, 2010. *Generación de un modelo de negocios para la gestión e implementación de una empresa que solvente las necesidades de asesoría, dirigido de manera particular a las mipymes en temas de seguridad y salud ocupacional*. Universidad Politécnica SALESIANA. Ecuador.
- [7] Osterwalder Alexander & Pigneur Yves, 2010. *business Model Generation*, Barcelona, España, Desusto.
- [8] Osterwalder, Alexander, 2009. *Obstáculos de la innovación en los modelos de negocios*.
- [9] Soto Nuñez Antonio, Sánchez Galván Fabiola, Bautista Santos Horacio, Purroy Vázquez Rubén, 2017. *Uso de la metodología business model canvas para comercializar un dispositivo electrónico para tratamiento de artritis reumatoide*, México, Revista de la Alta Tecnología y la Sociedad.
- [10] Benavides Sánchez Paula, 2017. *Profundización para tecnologías gestión de marketing para el emprendimiento social*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Pitalito-Huila, Colombia.
- [11] Sierra Basantes Erika Johana, 2015. *Ventajas del modelo de negocio "Lean Canvas" en comparación al plan de negocios tradicional para emprendimientos dinámicos naciendo en el distrito Metropolitano de Quito*. Universidad Del Pacífico. Quito.
- [12] Hernández Bedoya Estrella Maris, Silva Gómez Armando, 2016. *Modelo de negocios Canvas aplicado a la empresa D`Perfect color comercializadora de productos de lencería*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Pitalito, Huila, Colombia.
- [13] Sánchez Guerrero Marisol, Arellano González Alejandro, 2017. *Utilización del modelo de diagnóstico Canvas en el análisis de un caso de la industria farmacéutica en México*. Revista Ciencias Administrativas. México.
- [14] Osterwalder, Alexander, Pigneur Yves, 2005. *Clarifying Business Models: origins, present, and future of the concept*. Communication of the Association for Information Systems, Clearance USA. Center, Inc.
- [15] Mouriño Javier, 2018. *Authentic Leaders: Emprendimiento basado en innovación e impacto*, México, ilab.
- [16] Sánchez Vásquez José Manuel, Vélez Elorza María Luisa, & Araújo Pinzón Pedro 2016. *Balanced scorecard para emprendedores: desde el Modelo Canvas al cuadro de mando*, España, Revista de la facultad de ciencias Económicas de la Universidad Militar Nueva Granada.
- [17] Castillo S, 2017. *Aplicación de Teoría C-K y modelo de negocios Canvas para asistir el diseño de nuevos servicios*, Coloquio de Investigación Multidisciplinaria.
- [18] Clark, T., Osterwalder, A., Pigneur, Y, 2012. *Business Model You: A One-Page Method For Reinventing Your Career*, London, Wiley.
- [19] Osterwalder, Alexander, Pigneur Yves, 2003. *"Towards Strategy and Information Systems Alignment through a Business Model Ontology"*, USA, Proceedings of the Annual Conference of the Strategic Management Society.

[Inicio](#) / [Archivos](#) / [Núm. 7 \(2020\): La apropiación social como estrategia para la salvaguarda del conocimiento científico](#)



Publicado: 2020-06-23

Idioma

- English
- Français (Canada)
- Français (France)
- Italiano
- Português (Brasil)
- Português (Portugal)
- Español (España)

Información

- Para lectores/as
- Para autores/as
- Para bibliotecarios/as

[Para lectores/as](#)
[Para autores/as](#)
[Para bibliotecarios/as](#)

Artículos

FACTORES QUE INCIDEN EN LA SINERGIA DE UN GRUPO EMPRESARIAL: UN ANÁLISIS DESDE EL ENFOQUE DE LA TEORÍA FUNDAMENTADA.

Ninfa Maribel Galán-Espinoza, Jorge Guadalupe Mendoza-León, Gilda María Martínez-Solano, Sandra Mónica Ramos-Ospina 7-40

[PDF](#)

Alternativas orientadas al rescate del turismo en México en el contexto del COVID-19

Julio César Montiel-Flores 41-61

[PDF](#)

LA INNOVACIÓN COMO ELEMENTO INTEGRADOR DEL HÉXAGONO DEL FRAUDE

Ludvíva Hernández Aros, Sandra Milena Aristizabal Ramírez, Adriana María Aristizabal Ramírez, Erika Julieeth Bala Ruiz, Fernando Gutiérrez Portela 62-85

[PDF](#)

Coaching EL COACHING COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN EN EMPRESAS DEL SECTOR FINANCIERO

MARIO SAMUEL RODRIGUEZ-BARRERO, Magda Milena Mogollón-Barela, Angélica Patricia Cortés-Bonilla 86-110

[PDF](#)

ANÁLISIS DE LAS VARIABLES QUE INCIDEN EN UNA EFECTIVA PROPUESTA DE MARKETING ORIENTADA A FIRMAS DEL SECTOR CONTABLE EN COLOMBIA.

Darlena Hincastroza-Mendoza, Leibniz Huxlay Flórez-Guzmán, Lina María Maya-Toro, Elkin Antonio Escobar-Restrepo 111-136

[PDF](#)

La disciplinaredad y sus desafíos para las ciencias sociales contemporáneas

Caso de la Planeación y Desarrollo Social

Hermes De Jesús Melán-Campo, Natalia María Posada-Pérez, Bibiana Yaneth Romero-Chala 137-163

[PDF](#)

EL CONSUMO DE SUSTANCIAS PSICOACTIVAS EN ADOLESCENTES EN ETAPA ESCOLAR

Tatiana Perea-Machado, Magda Mayrin Rodríguez-Flórez 164-194

[PDF](#)

El El 'para qué' antes que el 'cómo': un giro cualitativo sobre la epistemología de las matemáticas

Aristóteles Alexander Álvarez-Correa, Andrés Felipe Mejía-Castro, Sonia Ruth Ruth 195-204

[PDF](#)

[Enviar un artículo](#)
 Open Journal Systems



FACTORES QUE INCIDEN EN LA SINERGIA DE UN GRUPO EMPRESARIAL: UN ANÁLISIS DESDE EL ENFOQUE DE LA TEORÍA FUNDAMENTADA.

Ninfa Maribel Galán Espinoza

Estudiante de Maestría en Tecnologías de la Información para los Negocios del Instituto Tecnológico de Sonora, de Ciudad Obregón, Sonora. Licenciada en Administración con Especialidad en Mercadotecnia por la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, de Pachuca de Soto, Hidalgo.

Filiación institucional: Instituto Tecnológico de Sonora, México
Correo: ninfagalaan@gmail.com

Jorge Guadalupe Mendoza León

Doctor en Ciencias e Ingeniería, Línea de investigación: Gestión Tecnológica de la Innovación de la Universidad Autónoma de Baja California. Mexicali, B.C., Maestría en Ciencias de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico de Hermosillo. Hermosillo, Sonora., Ingeniero Industrial en Producción del Instituto Tecnológico de Tijuana. Tijuana, B.C.

Filiación institucional: Instituto Tecnológico de Sonora, México
Correo: jorge.mendoza@itson.edu.mx

Gilda María Martínez Solano

Maestría en Ingeniería en Logística y Calidad - Unidad Navojoa, campus sur del Instituto Tecnológico de Sonora., Ingeniero Industrial y de Sistemas del Instituto Tecnológico de Sonora. Es profesora investigadora AAA en la Maestría en Tecnologías de la Información para los Negocios, del Instituto Tecnológico de Sonora.

Filiación institucional: Instituto Tecnológico de Sonora, México
Correo: gmmartinez@itson.edu.mx

Dra. Sandra Mónica Ramos Ospina

Fonoaudióloga. Especialista en Alta Gerencia, Especialista en Administración de Servicios de Salud. Especialista en Multimedia, Magister en Administración de Empresas con Énfasis en Mercadeo de la Universidad Latinoamericana de Ciencia y Tecnología de ULACIT, en San José de Costa Rica Magíster en Administración y Planificación educativa de la Universidad Metropolitana de Educación, Ciencia y Tecnología UMECIT, en Panamá. (Mención de honor a la excelencia académica) Doctorando en Ciencias de la educación Universidad Metropolitana de Educación, Ciencia y Tecnología UMECIT.

Correo: sandra.ramos@fumc.edu.co

Enviado: 15 de marzo de 2020

Aceptado: 23 de abril de 2020

Publicado: 23 de junio de 2020

Correo principal: ninfagalaan@gmail.com



INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA
COLEGIO MAYOR
DE ANTIOQUIA



Alcaldía de Medellín
Cuenta con vos
SAPIENCIA
Agencia de Educación Superior de Medellín

FACTORES QUE INCIDEN EN LA SINERGIA DE UN GRUPO EMPRESARIAL: UN ANÁLISIS DESDE EL ENFOQUE DE LA TEORÍA FUNDAMENTADA.

RESUMEN

El presente artículo tiene como objetivo generar un modelo teórico en el que se identifiquen los principales factores que inciden en la sinergia de un grupo empresarial del Sur de Sonora, basado en la Teoría Fundamental con aplicación en el ámbito empresarial como método de estudio y utilizando la entrevista como principal técnica de recolección de datos. En primer lugar, se realiza una aproximación a los elementos de interés; posteriormente se describe el objeto de estudio para explicar el contexto en el que se desarrolla la investigación, se define la muestra y los materiales, se describe y justifica el método de estudio y finalmente se desarrollan el procedimiento, con las etapas de codificación del método empleado, obteniendo como resultado principal la creación de un modelo teórico que respalde los elementos que propician la Sinergia en el grupo de estudio, brindando un análisis de la información obtenida del trabajo de campo con trabajos relacionados.

PALABRAS CLAVE: Sinergia empresarial, teoría fundamentada, modelo teórico.

FACTORS TO CONSIDER IN THE BUSINESS SYNERGY: AN ANALYSIS FROM THE APPROACH OF GROUNDED THEORY

ABSTRACT

This article aims to generate a theoretical model that identifies the main factors that affect the synergy of a business group in Southern Sonora, based on the grounded theory with application in the business field as a method of study and using the interview as the main data collection technique. First, an approximation is made to the elements of interest; subsequently, the object of study is described to explain the context in which the research is carried out, the sample and materials are defined, the study method is described and justified and finally the procedure is developed, with the coding stages of the method used, resulting in the creation of a theoretical model that supports the elements that promote synergy in the study group, providing an analysis of the information obtained from the fieldwork with related jobs.

Keywords: *Business Synergy, Grounded Theory, Theoretical Model.*



INTRODUCCIÓN

Como parte de las estrategias empleadas por las Pequeñas y Medianas Empresas (PYMES) para atender las exigencias de un competitivo e impredecible mercado, surge la necesidad de focalizar sus esfuerzos en transformar sus estructuras de negocio, fortalecer sus recursos, así como las técnicas estratégicas empleadas para hacer frente a la competencia, con el firme propósito de responder a tales retos impuestos por los avances tecnológicos constantes, competidores globales, así como a los retos organizacionales, económicos y técnicos que pudieran enfrentar (Arce, 2008). Por lo anterior, es de principal interés para las organizaciones el llevar a cabo una reestructuración integral de sus negocios, donde las fusiones, adquisiciones o alianzas de cooperación juegan un papel fundamental, identificando además como enfoque común de negocio el concepto de Sinergia Empresarial.

La Sinergia Empresarial hace referencia a las diferentes maneras de generar valor a partir de la integración de 2 o más unidades de negocio, donde es imprescindible establecer los lineamientos integrales para el máximo aprovechamiento de las distintas ventajas competitivas que ofrece este concepto, destacando que tal efecto no se produciría si cada unidad de negocio trabajase de manera individual (Arce, 2008). Los beneficios adquiridos al trabajar bajo este enfoque de negocio son variados y de gran peso, van desde unificar los equipos de trabajo, compartir actividades y responsabilidades, establecer canales conjuntos de marketing y distribución, mejorar el aprovechamiento de las experiencias ajenas a

las empresas, compartir conocimiento implícito y explícito sobre productos, clientes y mercados para utilizarse en la planificación empresarial, interactuar e intercambiar conocimientos y capacidades técnicas en empresas similares, crear una imagen corporativa compartida con la que se fortalezca el reconocimiento de las empresas implicadas en el mercado, fortalecer la habilidad de negociación con clientes, proveedores o grupos de interés, así como permitir al negocio superar sus niveles de rentabilidad que serían inferiores si las prácticas fueran realizadas de manera independiente (Arce, 2008).

De acuerdo con Rivas y Londono (2017) se han identificado dos momentos en los que se puede generar mayor valor conjunto a partir de la Sinergia Empresarial, uno de ellos refiere a la etapa de adquisición y, por otro lado, a la etapa de integración. En la etapa de adquisición se entiende a la sinergia como el valor de mercado de la empresa que va a ser adquirida. Por otra parte, en la etapa de integración los autores afirman que las sinergias son concebidas como el resultado de la gestión conjunta de las unidades de negocio implicadas, lo que conlleva la unificación de activos y recursos, así como de las actividades clave que formarán parte de la cadena de valor del negocio, alineando de manera integral las propuestas de valor.

A partir de lo anterior, y para fines de esta investigación, el presente documento se desarrolla en torno a la etapa de integración del proceso sinérgico, a fin de identificar los factores que influyen al momento de adoptar este enfoque de negocio de un caso analizado en un grupo empresarial del sur de Sonora, México; sumando

así al conocimiento existente en el tema para esta etapa o momento, respondiendo así a las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Qué interrelaciones tienen las actividades que generan valor en las unidades de negocio?
- ¿Cuál es la propuesta de valor final que resulta de la práctica de la Sinergia Empresarial para el grupo?

MARCO TEÓRICO

Sinergia Empresarial

Se dice que el término de Sinergia es efectivo, visto desde el campo de la estrategia, en el momento en que la gestión conjunta de las unidades de negocio genera un mayor valor financiero que el que se obtendría al operar de manera individual. Es Ansoff (1964), quien conceptualiza por primera vez este término como el efecto “2+2=5”, refiriéndose a ello como la acción de buscar un mejor desempeño y posicionamiento empresarial en el mercado, a partir de la suma y/o combinación de esfuerzos (Rivas, 2013). Por otra parte, es Kanter (1989) quien apoya el concepto de Ansoff (1964), afirmando que este término es una mezcla mágica para obtener mayor fuerza y rentabilidad a partir de la interacción conjunta de las actividades empresariales, por lo que, de trabajar de manera independiente, no se obtendrían tales resultados (Rivas y Londono 2017).

En el estudio titulado Retos y sinergias de las empresas multinegocios (Rivas, 2013), se recopilan diferentes conceptos por autores relevantes que coinciden con

los de Ansoff (1964) y Kanter (1989). El primero es de Goold, Campbell y Alexander (1998), quienes explican que el término de Sinergia proviene del griego *synergos*, cuyo significado es trabajo conjunto; sin embargo, en términos empresariales este concepto toma otro valor, refiriéndose a ello como la capacidad de generar un impacto mayor a partir del trabajo conjunto de dos o más negocios. Por otra parte, Ireland, Hitt y Hoskisson (2008), aseveran que la sinergia empresarial es considerada como una estrategia de cooperación para generar economías de alcance, ya que el valor generado de la gestión conjunta de capacidades y recursos es mayor al que se obtendría de la gestión individual de los negocios. En el estudio, se destaca también la aportación de Porter (1985), quien considera que una de las particularidades de mayor peso en las estrategias de negocios es la interrelación empresarial; por otro lado, afirma que, en caso de no existir las sinergias, las compañías no compartirían nada más que un fondo mutuo de inversión. Finalmente, Chatterjee (2007) sostiene que realmente surge una sinergia cuando al fusionar diferentes unidades de negocio se obtiene una mayor eficiencia operativa y se generan mayores ingresos de los que hubieran obtenido de manera independiente.

Como parte del análisis de Rivas (2013), es posible puntualizar que la sinergia va más allá de agregar nuevas tecnologías o integrar nuevos talentos; por lo que, para lograr el éxito que declara este término, es necesario entender la complejidad que demanda este proceso, explicando su dificultad al momento de llevarlo a la práctica.

Elementos de la Sinergia

Con el propósito de obtener las ventajas que ofrece este enfoque, surge la necesidad de identificar los elementos principales que conforman la sinergia empresarial. A fin de abordar lo anterior, se presenta en la tabla 1 los elementos propuestos por Porter en 1985 (como se cita en Arce 2008), mediante los cuales afirma que las sinergias generan valor.

Tabla 1: *Elementos clave en las Sinergias, según Pórtter.*

Elementos	Descripción
Recursos/Actividades	Se refiere al resultado de compartir activos y/o esfuerzos para generar economías de escala, a partir del trabajo conjunto en áreas de investigación y desarrollo, ingeniería, producción, ventas, mercadotecnia y distribución.
Ventajas indirectas del Marketing e I+D	Este elemento beneficia a través de la experiencia de negocio de las compañías pertenecientes al grupo, compartiendo información tanto implícita como explícita sobre productos, clientes y mercados, a fin de que pueda ser utilizada de manera estratégica por las compañías, promoviendo una mejor toma de decisiones en el grupo.
Empresas Similares	A través de este enfoque, es posible compartir conocimientos, técnicas y estrategias entre empresas con actividades similares que forman parte del grupo,
Imagen Compartida	El mercado asigna un valor mayor a las unidades de negocio que forman parte de un todo, por lo que, al gozar de tal beneficio, es aún más el reconocimiento y posicionamiento de estas compañías.

Fuente: Recuperado de Arce Burgoa, 2008.

Como afirma Arce (2008), se plantea que para lograr el aprovechamiento deseado de las sinergias es necesario concientizar acerca de las ventajas obtenidas de su práctica, tomando las precauciones necesarias y estableciendo los lineamientos sobre los que habrán de cooperar.

Por otra parte, Rivas (2013) afirma que las formas de generar sinergia dependen del tipo de empresa, así como del mercado en el que se desenvuelve y, a pesar de las similitudes existentes en la oferta de valor generada a partir de la gestión

conjunta de las unidades de negocio, sólo los especialistas en el ámbito estratégico se han preocupado realmente por explicarlas de maneras distintas. Así mismo, Rivas (2013) plantea tres formas de generar valor a través de la sinergia empresarial: al unir y combinar las actividades de negocio, al movilizar los recursos y, finalmente, a partir del alineamiento estratégico de las compañías.

A fin de abordar lo anterior, se muestra en la figura 1 el panorama general en el que pueden surgir las sinergias. Como punto de partida, se muestra el núcleo empresarial, del cual se derivan las diferentes compañías que trabajan de manera conjunta; posteriormente, se identifican los elementos de cada unidad, los cuales refieren al inventario de activos o recursos de los negocios, su cadena de valor, así como la propuesta de valor al mercado. Por otra parte, se identifican en el centro de la figura tres acciones: movilizar, integrar y alinear. La primera acción, que es movilizar, refiere a compartir conocimientos o recursos entre las unidades de negocio, a fin de que, si en una de ellas estos no son debidamente aprovechados, en la otra unidad si lo sean. Así mismo, esta acción da la posibilidad de replicar las prácticas de negocio, por lo que, si una unidad de negocio tiene un activo con estándares altos de desempeño, pueda traspasarse tal cual en la otra compañía a fin de generar el mismo impacto. Respecto a la acción de integrar, principalmente se refiere al compartir actividades y formas de operar que, al ser unificadas, generen un valor mayor entre las unidades de negocio. Finalmente, la acción de alinear va dirigida a mejorar continuamente la capacidad de negociación de las compañías que forman parte del grupo con los clientes y proveedores, a fin de ofrecer

elementos adicionales a la propuesta de valor del negocio individual, siendo una estrategia válida para responder a las altas exigencias del mercado (Rivas, 2013).



Figura 1: Formas para generar Sinergia. Fuente: Rivas (2013).

Como parte del estudio realizado por Rivas (2013), se presenta en la tabla 2 una recopilación de las aportaciones sobre los elementos y las formas de generar Sinergia por diferentes autores, justificando así la postura que toman respecto a ello.

Tabla 2: Formas de Sinergia según diferentes autores.

Autor	Aportación
Pralhad y Doz (2003)	Afirman que el definir un portafolio compartido, el crear valor de manera lógica y el establecer procesos internos de gobernanza, son elementos que al interrelacionarse sustentan el proceso de creación de valor. Por otra parte, aportan que los elementos anteriores surgen a partir de identificar la forma en que se relacionan las unidades de negocio, donde las compañías pueden seleccionarse simplemente porque son un buen negocio, porque son empresas consolidadas en la industria, porque comparten similitudes con la

<p>Goold, Campbell Alexander (1998)</p>	<p>empresa madre, porque pueden complementar o fortalecer las competencias del grupo, porque se puede aprovechar los vínculos que tienen con otros negocios y porque poseen características estratégicas complejas al ser empresas que de manera proactiva pueden reinventarse. Finalmente, estos autores contribuyen que, para poder crear valor de manera conjunta es necesario entender el modelo de negocio del grupo, identificar los recursos, riesgos, así como las competencias necesarias para lograr el desempeño al que aspira el grupo.</p> <p>Estos autores aportan seis tipos de formas en las que se puede presentar la sinergia. La primera de ellas se refiere al conocimiento compartido, el cual puede ser visualizado en manuales, procedimientos o políticas definidas por las unidades de negocio, los cuales pueden ser fácilmente compartidos entre las distintas compañías a fin de promover mejores prácticas y fortalecer las competencias del grupo. Otra forma es a través de la coordinación de y estrategias, donde, a partir de su alineación, brinde las herramientas necesarias para afrontar los retos competitivos. Por otra parte, el compartir recursos es otra de las formas de sinergia, así como el coordinar el flujo de productos o servicios entre unidades de negocio, a fin de reducir costos y tiempos e incrementar la capacidad de uso. Finalmente, el mejorar de manera continua la capacidad de negociación para generar una mayor influencia sobre los grupos de interés es otra de las formas de sinergia, así como el crear negocios nuevos a partir de del conocimiento que comparten las compañías.</p>
---	---

Fuente: Los autores con información adaptada de Rivas (2013)

Tipos de Sinergias

Es cada vez mayor el interés en el estudio de este concepto, por lo que son diferentes los autores que aportan a las investigaciones de la sinergia, así como a su clasificación según diferentes criterios. Es Ansoff (1964), quién introduce la primera clasificación de este término, identificando cinco tipos de Sinergia: de ventas, operativa, de inversión, gerencial y financiera. Por otra parte, Chatterjee (2007) propone tres tipos diferentes: la Sinergia financiera, operacional y la relacionada con los precios (Rivas, 2013).

Sin embargo, para mostrar un panorama general sobre los hallazgos encontrados acerca de la clasificación de la Sinergia, se presenta en la tabla 3 la tipología de este término a partir de los criterios identificados por distintos autores, tomada del

estudio Revisión del tema de sinergias corporativas: origen, resultados y beneficiarios de Rivas y Londono (2017). En esta tabla diferentes autores destacan tres criterios principales: funciones, origen y resultados; así mismo identifican diferentes tipos de sinergias para cada uno de los criterios.

Tabla 3: *Formas de clasificación de las sinergias antes del 2003.*

Criterio	Tipo	Autores
Funciones	Operativas u operacionales	Ansoff (1964); Kay y Diamntopolus (1987); Trautwein (1990)
	De inversión	Ansoff (1964); Kay y Diamntopolus (1987)
	Financieras	Chatterjee (2007); Trautwein (1990)
	Ventas	Kay y Diamntopolus (1987)
	Administrativas	Ansoff (1964); Kay y Diamntopolus (1987); Trautwein (1990)
	Economías de escala	Harrison et al. (1991)
Origen o Fuente	Economías de alcance	Harrison et al. (1991)
	Transferencia de habilidades	Harrison et al. (1991); Prahalad y Hamel (1990)
	Recursos compartidos	Goold, Campbell y Alexander (1998)
	Colusivas	Chatterjee (2007)
Resultados	Esperadas o potenciales	Goold, Campbell y Alexander (1998); Martin y Eisenhardt (2003)
	Materializadas	Goold, Campbell y Alexander (1998); Eisenhardt y Galunic(2000)
	Positivas	Ansoff (1964)
	Negativas	Ansoff (1964)

Fuente: Tomado de Rivas y Londono (2017).

Es posible decir que cada autor proporciona una perspectiva e interpretación diferente del concepto de Sinergia, ya que depende del ambiente en el que se propicie. Por lo anterior, a fin de mostrar un panorama más descriptivo de la tipología existente, se presenta en la tabla 3 una recopilación cronológica de los diferentes

tipos de sinergia, con la aportación de diversos autores, retomado del estudio Retos y sinergias de las empresas multinegocios de Rivas (2013).

Tabla 4: *Tipos de Sinergia según diferentes autores.*

Tipo	Descripción	Autor (es)
<i>Al combinar sus recursos</i>	<i>Modulares</i> Sinergias generadas a partir de la administración independiente de recursos, utilizados únicamente para generar mayores utilidades.	Dyer, Kale y Singh (2004)
	<i>Secuenciales</i> Surgen cuando las actividades o insumos entre las compañías son interdependientes, es decir, que para que una de las unidades de negocio pueda cumplir con sus obligaciones, necesita que otra de las unidades concluya sus actividades.	
	<i>Recíprocas</i> Se generan trabajando estrechamente y al intercambiar de manera iterativa conocimientos para la ejecución de las actividades.	
<i>Relacionadas al conocimiento</i>	<i>Productos</i> 1. Creados internamente: son los sistemas, diseños y demás componentes necesarios para generar el nivel de producción establecido. 2. Obtenidos externamente: refiere a los convenios o alianzas estratégicas con socios o proveedores de las unidades de negocio que pueden ser aprovechados por los miembros del grupo.	Tanriverdi y Venkatraman (2005)
	<i>Clientes</i> Es el conocimiento relacionado al cliente, que va desde la identificación de necesidades y preferencias, hasta el comportamiento de compra del mismo; que puede transferirse entre unidades de negocio.	
	<i>Gerencia</i> Son las experiencias y mejores prácticas del grupo de los procesos de administración de alianzas, de las inversiones y del riesgo, que son considerados como críticos para generar las sinergias.	
<i>Estratégica</i>	Surge de dos tipos. El primero de ellos es cuando la compañía conoce y está alerta de su entorno tanto estratégico como operativo. Por otra parte, el segundo tipo refiere a la colectividad, donde se reconocen las expectativas y metas de los socios que colaboran con las firmas.	Bititci, Turner, Mackay, Parung y Walters (2007)
<i>Cultural</i>	Este elemento está relacionado con la parte humana, principalmente son los esfuerzos estratégicos diseñados para generar compatibilidad con los socios de las compañías implicadas.	
<i>Operacional</i>	Refiere a dos elementos. El primero de ellos está relacionado a los procesos operativos y a los controles	

	<p>definidos de manera interna para la empresa. El segundo pone a prueba el nivel de madurez de las organizaciones respecto a su capacidad de coordinación en sus procesos operativos.</p>	
<i>Comercial</i>	<p>Se entienden como la aseveración por parte de los socios sobre la fuerza comercial de las unidades de negocio, teniendo conocimiento sólido, claro y transparente de todo tipo de acuerdos sobre riesgos, derechos de propiedad intelectual y participación de las ganancias.</p>	
<i>Operativas</i>	<p>Son las ventajas generadas por las sinergias de crecimiento y eficiencia al gestionar los activos operativos entre las compañías.</p>	
<i>Poder de mercado</i>	<p>Se entienden como las ventajas que pueden generarse a partir del establecimiento de estrategias de colaboración, tales como productos o servicios agrupados, compras, etc. Surgen en el momento que se comparten riesgos entre las unidades de negocio, así como al definir el mercado interno de capitales, donde además se busca aprovechar las ventajas financieras que proveen las economías de escala.</p>	Knoll (2008)
<i>Financieras</i>	<p>Emergen al relacionar el núcleo empresarial con las compañías que lo integran, donde se comparten las habilidades gerenciales para contextualizar el negocio, así como la asesoría que se brinda en esta área para cada una de las organizaciones.</p>	

Fuente: Elaboración propia a partir de Rivas (2013).

El anterior recorrido de los autores que han abordado los diferentes tipos de sinergia, evidencia la importancia generar valor partir de la gestión conjunta de las compañías que trabajan bajo este enfoque.

MATERIALES Y MÉTODOS

El proceso metodológico utilizado para el desarrollo de esta investigación se dividió en cuatro fases (ver figura 2): descripción del objeto de estudio, selección de las técnicas para recolección de datos, la descripción del método y, finalmente, la descripción del procedimiento. A fin de explicar cada etapa de la investigación, se

presenta a continuación el recorrido metodológico que han seguido las fases del proceso cualitativo de este estudio.



Figura 2: Metodología empleada. Fuente: Elaboración propia.

Objeto de estudio

Esta investigación se llevó a cabo en un grupo empresarial del Sur de Sonora; conformado por cinco unidades de negocio que ofrecen servicios de: multimedia y redes sociales, gestión de negocios y créditos hipotecarios, arquitectura e imagología, arte digital y coordinación de eventos sociales y empresariales. Cabe mencionar que el grupo está constituido por diez socios, mismos que se encuentran distribuidos dentro de las diferentes empresas que interactúan.

El grupo empresarial es de reciente creación, por lo que el objetivo de estudio es identificar los factores o elementos que consideraron como empresas independientes para adoptar este enfoque de negocios y trabajar bajo el esquema

de grupo empresarial, por lo que la información presentada a continuación fue previamente abordada con las cinco unidades de negocio, detallando la información en el desarrollo de estas etapas.

Muestreo

Para definir la muestra del estudio, se seleccionó el contexto que dará lugar a la investigación a partir del objeto de estudio descrito anteriormente. Sin embargo, al ser un grupo conformado por diez socios con horarios y agendas de trabajo diferentes, se dejó a criterio del comité del grupo empresarial la selección del número de participantes, definiendo como único requerimiento la colaboración de un socio por cada unidad de negocio a fin de abarcar mayormente los criterios involucrados en la Sinergia Empresarial.

Finalmente, se tuvo la participación de cinco socios; dos mujeres y tres hombres, cuyo rango de edad fue de 27 a 40 años, pertenecientes a cada unidad de negocio, cumpliendo así el requerimiento considerado con anterioridad.

Técnicas de recolección de datos

1. Entrevista

Los medios en que pueden recopilarse los datos en este tipo de metodología son distintos, sin embargo, para fines de esta investigación la primera técnica empleada fue la entrevista semiestructurada, a fin de promover mayor confianza, libertad y flexibilidad a la hora de interactuar con los participantes, permitiendo conocer de

una manera real su perspectiva, destacando las características más relevantes que los identifiquen con el tema principal de estudio: la Sinergia Empresarial.

La programación para la aplicación de las entrevistas estuvo sujeta a la disponibilidad de los socios, llevándose a cabo en dos sesiones a la semana en las instalaciones del grupo, aplicándolas en un periodo total de dos semanas.

A fin de estructurar la información de la entrevista para identificar los elementos que componen la Sinergia Empresarial en el caso de estudio, se definieron cinco variables de interés que se presentan en la tabla 4 junto una breve descripción del objetivo de las mismas; de manera que, a partir de estas variables, se pretende partir de lo general a lo particular para identificar los elementos condicionantes que han propiciado la Sinergia en el grupo empresarial.

En la primera variable, se consideran los aspectos relacionados al origen o razón de ser de la unión estratégica, la visión compartida del negocio, la perspectiva a futuro, así como los elementos de valor para adoptar este enfoque estratégico. Por otra parte, en la segunda variable se busca identificar la manera en que se ha organizado el grupo, las funciones por unidad de negocio, así como la opinión o perspectiva que tienen los socios de la forma de trabajo. En la tercera variable, se pretende ubicar las especificaciones legales bajo las cuales trabaja el grupo, el esquema de pago, así como las aspiraciones de los socios en este tema. En la penúltima variable, es de interés indagar sobre la forma en que colaboran o se interrelacionan las diferentes unidades de negocio, a fin de concretar proyectos conjuntos para el grupo empresarial. Finalmente, en la última variable se examinan

los aspectos relacionados a los servicios de venta y post venta, a fin de identificar si esta acción es realizada de manera integral o asilada.

Tabla 5: *Variables de interés.*

Variable	Objetivo
Perspectiva general	Conocer cuál es la postura individual de los socios, respecto a la razón de ser y la visión que tienen del grupo a futuro.
Estructura organizacional	Identificar el enfoque bajo el cual trabaja el grupo, así como el grado de influencia de cada unidad de negocio.
Aspectos legales y financieros	Referir las especificaciones legales del grupo el grupo, así como el enfoque financiero bajo el cual trabajan; considerando el esquema de pago a los colaboradores, gastos de infraestructura y el porcentaje de aportación que le compete a cada socio.
Proyectos	Indagar sobre la manera en que el grupo ofrece, busca y concreta nuevos proyectos, así como la forma de trabajo colectiva según los diferentes servicios que ofrecen.
Experiencia del cliente	Destacar los elementos relacionados al cliente, específicamente de la atención que reciben por parte del negocio, la manera en que se atienden las quejas y sugerencias, así como del seguimiento post venta.

Fuente: Elaboración propia.

2. Observación

A fin de fortalecer el análisis de la técnica anterior, se hizo uso de la observación como segunda técnica empleada para recolección de datos, a fin de complementar la información recabada en la entrevista. Esta técnica destaca el estudio del lenguaje corporal de los participantes mediante el uso de los sentidos de la vista y el oído.

Al ser realizado el estudio por un solo investigador, se hizo uso de una grabadora de video para poder recrear la situación y complementar el trabajo de campo, permitiendo al entrevistador concentrarse en realizar las preguntas en tiempo y forma, así como tomar notas u observaciones del lenguaje corporal de los entrevistados; siendo este medio un soporte para la memoria del investigador.

Método

Teoría fundamentada

La metodología utilizada para esta investigación es la teoría fundamentada, la cual refiere a una serie de pasos o acciones a desarrollar con el propósito de construir modelos teóricos que expliquen un sujeto de estudio. Se tiene documentado que la primera propuesta de esta teoría fue por parte de Strauss y Glaser en 1967, quienes establecen como objetivo el desarrollar una teoría basada en recolectar y analizar datos empíricos de manera sistemática, sin partir de alguna hipótesis o teoría inicial (Carrera 2014).

Este método propone identificar categorías que resultan del análisis minucioso de la información a través del método comparativo, donde se recurre a la capacidad de análisis del investigador para identificar las semejanzas y diferencias de los datos, permitiendo generar categorías que ayuden a entender de mejor manera el objeto de estudio (Páramo Morales 2015). Además, permite dar explicación a las relaciones existentes entre dos o más categorías de una realidad que se observa. De esta manera, es capaz de generar teorías, conceptos o hipótesis a partir de los datos y no de marcos teóricos ya establecidos anticipadamente (Alarcón Lora, Munera Cavadias y Montes Miranda 2017). El establecimiento de estas categorías es resultado de un análisis minucioso de los datos; donde, al utilizar el método comparativo, se recurre a la capacidad de análisis del investigador para identificar las semejanzas y diferencias de la información, conduciendo a una mejor comprensión del tema de estudio (Páramo Morales 2015).

Justificación del método

Algunos investigadores concuerdan que la metodología de Teoría Fundamentada además de generar conocimiento permite también comprender y sobre todo interpretar un fenómeno específico de estudio (Arraiz Martínez 2014).

Glaser (1992) afirma que este tipo de metodología es de utilidad para estudios con relación en la conducta humana dentro de las organizaciones o en otros grupos. Por otra parte, considera que la Teoría Fundamentada puede ser aplicada en el estudio organizacional ya que el proceso de crear una empresa se entiende como un proceso social (Cuñat Giménez 2007).

A fin de mostrar un panorama general sobre las diferentes aplicaciones de la Teoría Fundamentada en el ámbito empresarial, se presenta en la tabla 5 una recopilación de lo anterior por diferentes autores.

Tabla 6: Teoría Fundamentada aplicada en el ámbito empresarial.

Autor	Aportación
Joannides y Berland (2008)	Nivel administrativo: estudios relacionados del uso de esta metodología en la investigación en control de gestión.
Avena (2005)	Investigación en la toma de decisiones en la administración, visto desde su experiencia y con base en la responsabilidad.
Leonard y Mcadam (2002)	Teoría fundamentada para generar un modelo de gestión total de calidad a través del tiempo en las organizaciones.
Pauleen et al. (2007)	Enfoque de Teoría Fundamentada en la utilización del aprendizaje como herramienta estratégica para gestionar conocimiento al trabajar con tecnologías nuevas.
Bakir y Bakir (2006)	Análisis de las estrategias complejas utilizadas en empresas de tipo cultural.
Komives et al. (2006)	Diseño de un modelo de liderazgo a partir del desarrollo de identidad.
Hindle (2002)	Emprendimiento recurriendo a los juegos de simulación

Fuente: Elaboración propia a partir de Páramo Morales, 2015.

Tradicionalmente, las investigaciones que refieren a la creación de empresas se han enfocado principalmente en los empresarios, lo que limita la información sobre otros elementos de valor que influyen tanto de manera interna como externa con el proceso del desarrollo empresarial. Por lo anterior, el utilizar la Teoría Fundamentalada como metodología de estudio en el proceso de creación de empresas propicia una mayor contribución en el tema, ya que genera una cantidad de información variada y detallada sobre el tema.

Procedimiento

Como parte del proceso para el desarrollo de esta investigación, se realizó una codificación y categorización de la información obtenida en las entrevistas, la cual se divide en dos etapas: codificación abierta y codificación axial. Se presenta una breve descripción de lo que consiste cada etapa y, finalmente, se concluye la investigación con la creación de la teoría; donde, a través de un esquema conceptual, es posible identificar los factores que inciden en la Sinergia del grupo de estudio, aportando al cumplimiento del objetivo y las preguntas de investigación planteadas.

1. Codificación abierta

Esta codificación se define como el proceso de análisis para identificar los conceptos, las propiedades y las dimensiones que son descubiertos en los datos generados (Arraiz Martínez 2014).

Es en esta primera etapa del procedimiento donde se llevan a cabo las transcripciones de las entrevistas aplicadas, a fin de analizar e identificar los conceptos que tuvieran algún tipo de relación, denominando esto como una asociación conceptual. Cabe mencionar que las notas de campo fueron una herramienta adicional para facilitar la recreación situacional de las posturas de cada participante, promoviendo un mejor entendimiento de los datos.

Como parte de esta asociación conceptual, se asignó un color específico a aquellos datos que tuvieran algún tipo de relación, definiendo también palabras clave que pudieran abarcar tales elementos, descubriendo en la información una serie de propiedades y dimensiones específicas a cada variable.

2. Codificación axial

La codificación axial se interpreta como la manera de relacionar la información para identificar las categorías y subcategorías que coexisten en los datos (Arraiz Martínez 2014).

En esta segunda etapa, se da paso a la formulación y descripción de las categorías, a partir de las propiedades y dimensiones identificadas anteriormente. El propósito de esta etapa es contribuir a la interpretación de los datos que resultan del cruzar las categorías y subcategorías definidas en las unidades de análisis, según sus similitudes; obteniendo como resultado final una estructura clara en la que se identifican las categorías, propiedades y dimensiones que conforman el estudio (ver tabla 6).

3. Codificación selectiva (Generación de la teoría)

A partir de la información obtenida en las etapas anteriores; donde se integran las categorías, propiedades y dimensiones, se da paso a la construcción de un esquema conceptual del fenómeno de estudio, donde se identifican puntualmente los factores que inciden en la Sinergia del grupo empresarial; mostrando las interrelaciones, tanto positivas como negativas, de los elementos identificados con anterioridad.

Con la interpretación que se presenta en el apartado de conclusiones de este modelo teórico, se da cumplimiento al objetivo y preguntas de investigación del estudio, aportando al conocimiento existente de la Sinergia Empresarial en la etapa de integración.

RESULTADOS

Los hallazgos obtenidos en el presente estudio parten de los elementos identificados en la codificación axial, mismos que permiten concretar la teoría que fundamenta esta investigación.

A fin de comprender lo anterior, se muestran en la tabla 7 los hallazgos obtenidos en esta segunda etapa, presentando los patrones identificados en los datos, así como sus condiciones de aplicación, generando finalmente la categorización de la información, así como la definición de sus propiedades y dimensiones.

Tabla 7: Codificación axial.

Categorías	Propiedades	Dimensiones
Factores personales	Habilidades y conocimiento	Experiencia en multimedia
		Experiencia en redes sociales
		Experiencia en arquitectura
		Experiencia en imagología
		Experiencia en coordinación de eventos
	Psicosociales	Experiencia en gestoría de negocios
		Trabajo en equipo
		Participación en la toma de decisiones
		Valores compartidos
		Motivación
Factores de valor	Fortalezas del lugar	Liderazgo
		Responsabilidad
		Compromiso
		Proactividad
		Ubicación estratégica
	Fortalezas del grupo	Atractivo
		Agradable
		Status
		Filosofía de trabajo compartida
		Suma de talentos
Propuesta de valor al cliente	Fortalezas del grupo	Proyectos compartidos
		Oportunidad de crecimiento
		Cartera de clientes compartida
		Estabilidad con los clientes
		Gastos compartidos
	Propuesta de valor al cliente	Logros en conjunto
		Desarrollo de carrera
		Modelo de negocio diferente
		Vanguardia
		Buena dinámica de trabajo
Factores limitantes	Barreras internas	Resolución de problemas
		Aceptación de los clientes
		Apoyo en imprevistos
		Experiencia de compra
		Servicio integral
		Servicios complementarios
		Asesoría y acompañamiento
		Desarrollo de ideas de negocio
		Interacción rápida
		Socios estratégicos
Seguridad		
Respaldo		
Calidad		
Resolución de problemas		
Competencia interna		
Canales de comunicación		
Organización		
Planeación estratégica		
Proceso de ventas integral		

Factores aspiracionales	Barreras externas	Desconocimiento de la competencia Tecnología Mejora continua Crecimiento en la infraestructura Presencia digital Expansión: apertura de nuevas sucursales Crecimiento de la plantilla Definición de un plan comercial Nuevos canales de comunicación
	Visión como grupo	Desarrollo de un modelo Post venta Implementación de sistemas Adopción de herramientas de gestión Diversificación de servicios Aumento de la cartera de clientes Proyectos más grandes Presencia en redes sociales Renta del espacio Medir la satisfacción de los clientes Solvencia económica Crecimiento profesional
	Visión del personal	Motivación Confianza en el negocio Gestión del talento
	Visión del cliente	Experiencia de compra

Fuente: Elaboración propia.

Como primeros hallazgos se encuentran las 4 categorías identificadas en la codificación axial, denominadas factores: personales, de valor, limitantes y aspiracionales. Por otra parte, se ubica un total de 10 propiedades en la codificación, agrupadas según su categoría: habilidades y conocimiento, psicosociales, fortalezas del lugar, fortalezas del grupo, propuesta de valor al cliente, barreras internas, barreras externas, visión del grupo, visión del personal y visión del cliente. Finalmente, se contabilizaron un total de 73 dimensiones, ubicando para la categoría de factores personales 14 dimensiones, para factores de valor 30 dimensiones, para factores limitantes fueron 7 dimensiones y, concluyendo las categorías, para factores aspiracionales se identificaron un total de 22 dimensiones.

A partir de la creación de la codificación axial, se dio paso a la construcción de un esquema teórico del fenómeno de estudio (ver figura 3), que hace referencia a la codificación selectiva. Este modelo resultante explica la relación de la información obtenida en la codificación axial, de una manera menos compleja y más relacional.

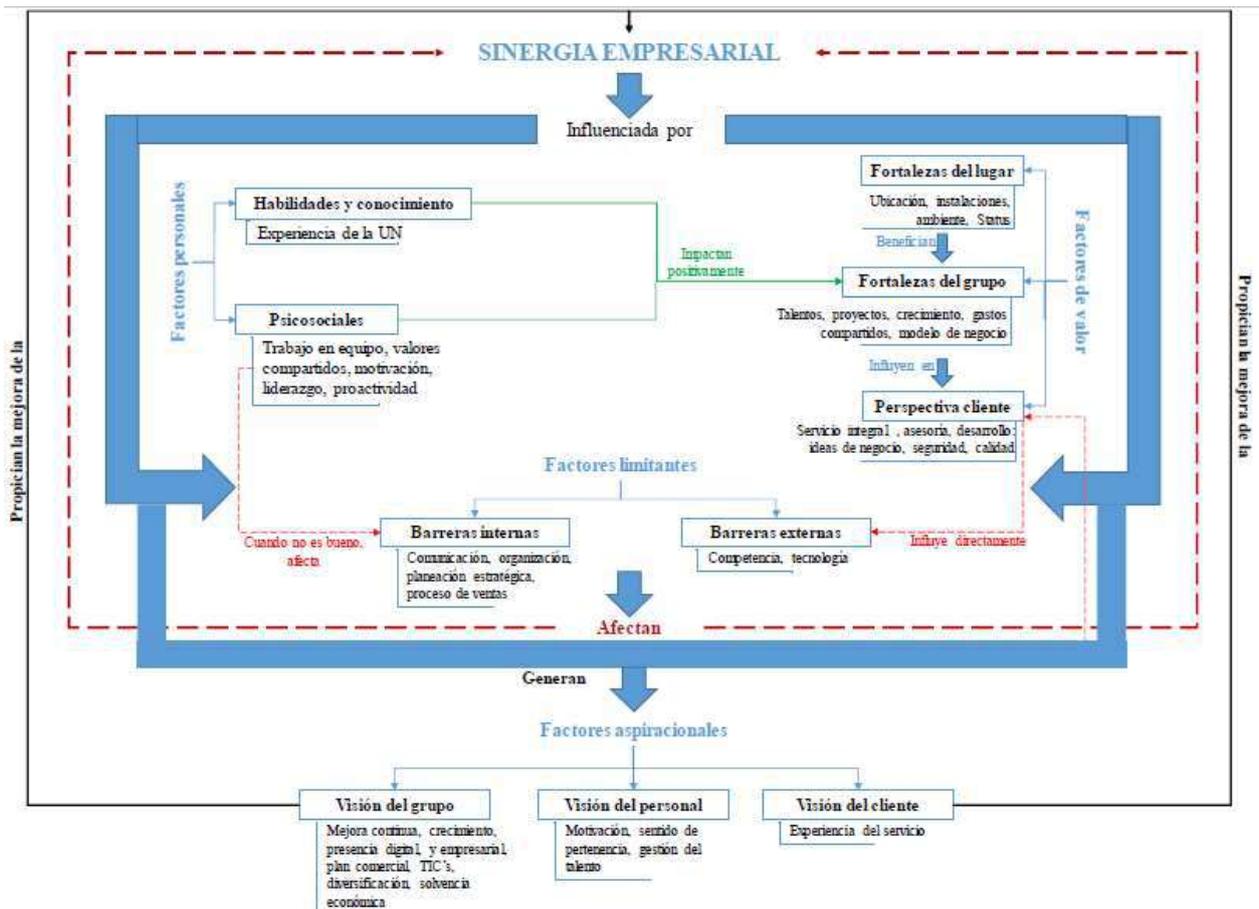


Figura 3: Modelo de codificación selectiva. Fuente: Elaboración propia.

A fin de explicar el modelo resultante de esta metodología, es necesario referirnos a la Sinergia como el resultado del impacto, tanto positivo como negativo, de todos y cada uno de los factores identificados en el esquema.

Como primer hallazgo de este modelo, se dice que la Sinergia del grupo de estudio está influenciada por los factores personales y por los de valor. El primer factor, identifica dos tipos de propiedades: habilidades y conocimiento, así como psicosociales; aludiendo a las capacidades y competencias de los socios y colaboradores que conforman el grupo, concluyendo así que es un equipo profesional que alberga distintas especialidades bajo los mismos valores y aspiraciones; y, destacando también, una buena relación interna de trabajo, así como el desarrollo continuo del personal. Por otra parte, en el factor de valor se destacan tres tipos de propiedades: fortalezas del lugar, fortalezas del grupo y la propuesta de valor al cliente. En la primera de ellas se enfatiza los aspectos calificativos del espacio de trabajo, vistos como una ventaja competitiva. En la segunda propiedad, se alude a las virtudes que posee el grupo empresarial, enfatizando una serie de características internas tales como logros compartidos, proyectos en conjunto, oportunidad de crecimiento, mitigación de gastos, un modelo de negocios diferente, así como una filosofía de trabajo compartida. Finalmente, la última propiedad hace referencia a la propuesta de valor del grupo para el cliente, donde se destaca la oferta de un servicio integral, completo y capacitado para desarrollar cualquier idea de negocio, atendiendo eficientemente las necesidades y problemas de los clientes.

El impacto resultante de los factores anteriores es positivo, ya que las virtudes de los factores personales influyen de manera positiva a los de valor, específicamente a la propiedad de fortalezas del grupo. Por otra parte, hablando específicamente de

los factores de valor, fue posible identificar que las fortalezas del lugar benefician de alguna manera las fortalezas del grupo, donde, a su vez, estas influyen positivamente en la perspectiva del cliente.

Sin embargo, cuando los dos factores anteriores no obtienen los resultados deseados, es decir, no tienen una buena ejecución, surgen los factores limitantes. Estos factores se traducen como aquellas áreas de oportunidad del negocio, tanto internas como externas, revelando una serie de problemáticas actuales por las que atraviesa el negocio. Ambas propiedades de estos factores limitantes afectan la Sinergia del grupo empresarial, convirtiéndose, como su nombre lo dice, en barreras tanto internas como externas. Por otra parte, se mostró como parte de los hallazgos de la investigación que las barreras internas que pudiera tener el grupo afectan directamente a la perspectiva del cliente, lo que afectaría a su vez a las fortalezas del grupo.

A partir de lo anterior, se identifica un panorama de mejora como reflexión de la situación actual sobre los factores limitantes del grupo, identificando así la última categoría del modelo: los factores aspiracionales. Se ha puntualizado que estos factores no solo surgen de la identificación de áreas de oportunidad, sino también de son generados por el impacto positivo de los factores personales y de valor. Estos factores aspiracionales marcan el estado ideal futuro para las 3 propiedades identificadas: visión del grupo, visión del personal, visión del cliente. Finalmente, son estas propiedades las que propician el mejor aprovechamiento de la Sinergia como enfoque de negocio, fomentando así un ciclo de mejora y aprendizaje continuo

para hacer frente a los retos venideros, promover una expansión o crecimiento del negocio, así como lograr el posicionamiento deseado del grupo empresarial de estudio.

DISCUSIONES

La presente investigación muestra como hallazgo principal la identificación de los factores que inciden en la Sinergia de un grupo empresarial del sur de sonora. El tipo de estudio es cualitativo, cuya base metodológica de investigación es la Teoría fundamentada de los datos, utilizando la entrevista y la observación como técnicas de recolección de datos. En la primera técnica se contó con la participación del 50% del comité del grupo empresarial, dando pauta al conocimiento de una perspectiva actual y futura sólida del grupo.

Como hallazgos puntuales, se identificaron 4 tipos de categorías, siendo los factores que inciden en la Sinergia del grupo de estudio: personales, de valor, limitantes y aspiracionales. En la primera categoría se definieron 2 propiedades y un total de 14 dimensiones; en la segunda, categoría se contabilizaron 3 propiedades y 30 dimensiones; en la tercera categoría se identificaron únicamente 2 propiedades y 7 dimensiones y, finalmente, en la cuarta categoría se ubicaron un total de 3 propiedades y 22 dimensiones.

Finalmente, se generó un modelo de codificación selectiva en el que se muestra de manera gráfica y entendible las relaciones entre cada factor identificado, así

como el impacto que tienen en la Sinergia como enfoque de negocio del grupo de estudio.

CONCLUSIONES

En este estudio se presentó un modelo representativo de los factores que influyen tanto positiva como negativamente en la Sinergia del grupo de estudio, específicamente en la etapa de integración, a partir de la Teoría Fundamentada como metodología de investigación.

A partir de los hallazgos mencionados con anterioridad, es posible concluir que el grupo de estudio adopta el concepto de Sinergia empresarial e identifica una serie de ventajas competitivas que han sido internalizadas en las diferentes unidades de negocio, tales como: 1. Habilidades y conocimiento compartido: fusión de talento, 2. Actividades y responsabilidades compartidas: promoviendo el trabajo en equipo y liderazgo, 3. División equitativa de costos: de mantenimiento, de servicios, de consumibles, etc., 4. Creación de una imagen compartida: a fin de fortalecer el reconocimiento del grupo en el mercado regional y estatal, 5. Ofrecer servicios complementarios y de calidad: amplio portafolio de servicios, generando valor adicional al cliente al desarrollar la idea de negocio con la esencia inicial del cliente en un mismo lugar y 6. Infraestructura moderna y llamativa: brindando status y reconocimiento

Lo anterior, se asemeja al trabajo mostrado por Arce (2008), fortaleciendo el conocimiento del grupo en materia de Sinergia empresarial, coincidiendo en los siguientes elementos: Unificación de equipos de trabajo; Aprovechamiento de las experiencias ajenas a las empresas, a fin de compartir conocimiento implícito y explícito sobre productos, clientes y mercados para utilizarse en la planificación empresarial; Interacción e intercambio de conocimientos y capacidades técnicas en empresas similares; Generar valor a partir de la creación de una imagen corporativa compartida con la que se fortalezca el reconocimiento de las empresas implicadas en el mercado, destacando también niveles de rentabilidad superiores a los que obtendría de manera independiente; Compartir actividades; Ofrecer valores adicionales al cliente

Por otra parte, es importante mencionar que el grupo identifica abiertamente las barreras internas y externas de sus unidades de negocio, por lo que es primordial para ellos trabajar de manera continua en esos aspectos, facilitando así la mejora continua de la Sinergia en el negocio.

Finalmente, a fin de responder a las preguntas de investigación planteadas anteriormente, se concluye que: Las interrelaciones de las actividades que generan valor en las unidades de negocio fueron identificadas y descritas con anterioridad en el apartado de resultados y sintetizadas en el modelo teórico resultante de la aplicación de la metodología de estudio, resumiendo lo anterior en: La interrelación de los factores personales con los de valor, cuyo impacto es positivo respecto a las fortalezas del grupo y las perspectivas del cliente; La interrelación de las

propiedades de las fortalezas de valor, donde las fortalezas del lugar benefician a las fortalezas del grupo y a su vez estas últimas influyen positivamente en la perspectiva del cliente; La interrelación de los factores limitantes con los personales y los de valor, cuyo impacto es negativo debido a que cuando los factores personales no son lo suficientemente buenos, generan barreras internas y externas, afectando a su vez la perspectiva del cliente y, en general, la sinergia en el grupo empresarial; La interrelación de los factores aspiracionales surge como resultado reflexivo de la búsqueda de áreas de oportunidad, permitiendo focalizar una visión a futuro del estado deseado del grupo. Tanto los factores personales, de valor, así como los limitantes, son elementos fundamentales que se relacionan constantemente para generar las dimensiones de los factores aspiracionales.

La propuesta de valor final que resulta de la práctica de la Sinergia Empresarial para el negocio es vista como el conjunto de ventajas competitivas enunciadas anteriormente, que, comparadas con trabajos afines, marcan una pauta positiva en el cumplimiento de la Sinergia Empresarial como enfoque de negocios en el grupo de estudio.

RECOMENDACIONES

Si se desea profundizar o complementar la información de esta investigación, se recomienda involucrar a la mayor cantidad de interesados, ya que en esta ocasión solo se contó con la participación de la mitad de los socios del grupo, por cuestiones ajenas a la investigación.

Finalmente, los resultados de esta investigación propician una base sólida para el grupo de estudio, debido a que puede servir como punto de partida sobre la situación inicial del negocio comparada con su evolución a futuro, permitiendo también el identificar las áreas de oportunidad desde raíz sobre aquellos elementos que repercuten o han repercutido en la etapa de integración de la Sinergia empresarial. Así mismo, se recomienda ampliamente la complementación de los resultados obtenidos en este material con otras herramientas o técnicas que promuevan una mejor gestión empresarial del negocio, tales como la utilización del modelo de negocio a través del lienzo Canvas, el desarrollo de un plan de negocio, así como el uso de la planeación estratégica como principal herramienta de gestión.

REFERENCIAS

- Ansoff, H. I. (1964). A quasi-analytic approach to the business strategy problem. *Management Science*, (1), 67-77. Recuperado de: <https://pubsonline.informs.org/doi/abs/10.1287/mantech.4.1.67>
- Arraiz, G. A. (2014). Teoría fundamentada en los datos: un ejemplo de investigación cualitativa aplicada a una experiencia educativa virtualizada en el área de matemática. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, 41, 19-29. Reperado de: <http://funes.uniandes.edu.co/10567/>
- Burgoa, L. G. A. (2008). Sinergia estratégica: “Una necesidad para la supervivencia de las empresas”. *Perspectivas*, (21), 141-160. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/4259/425942157008.pdf>
- Carrera, R. M. H. (2014). La investigación cualitativa a través de entrevistas: su análisis mediante la teoría fundamentada. *Cuestiones Pedagógicas. Revista de Ciencias de la Educación*, (23), 187-210. Recuperado de: <https://revistascientificas.us.es/index.php/Cuestiones-Pedagogicas/article/view/9815>
- Giménez, R. C. (2007). Aplicación de la teoría fundamentada (grounded theory) al estudio del proceso de creación de empresas. In *Decisiones basadas en el*

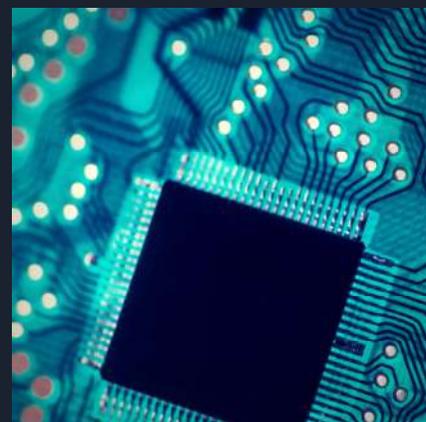
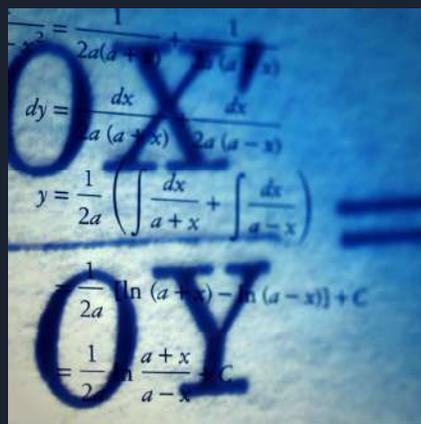
- conocimiento y en el papel social de la empresa: XX Congreso anual de AEDEM (p. 44). Asociación Española de Dirección y Economía de la Empresa (AEDEM). Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2499458>
- Goold, M., Campbell, A., & Alexander, M. (1998). Corporate strategy and parenting theory. *Long Range Planning*, 31(2), 308-314. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S002463019800017X>
- Ireland, R. D., Hitt, M. A., & Hoskisson, R. E. (2009). *The Management of Strategy: Concepts & Cases*. Evans Publishing Group. Recuperado de: <https://www.strategyclub.com/wp-content/uploads/2018/08/17th.Overview.File4 - 1 .pdf>
- Kanter, R. M. (1989). Work and Family in the United States: A Critical Review and Agenda for Research and Policy. *Family Business Review*, 2(1), 77-114. Recuperado de: <https://doi.org/10.1111/j.1741-6248.1989.00077.x>
- Lora, A. A. A., Cavadias, L. M., & Miranda, A. J. M. (2017). La teoría fundamentada en el marco de la investigación educativa. *Saber, ciencia y libertad*, 12(1), 236-245. Recuperado de: <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/saber/article/view/1475>
- Páramo, D. (2015). La teoría fundamentada (Grounded Theory), metodología cualitativa de investigación científica. *Pensamiento & gestión*, (39), 1-7. Recuperado de: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1657-62762015000200001&script=sci_arttext&lng=pt
- Peffer, K., Tuunanen, T., Rothenberger, M. A., & Chatterjee, S. (2007). A design science research methodology for information systems research. *Journal of management information systems*, 24(3), 45-77.
- Porter, M. E. (1985). Technology and competitive advantage. *The Journal of Business Strategy*, 5(3), 60.
- Rivas, L. M. (2013). Retos y sinergias de las empresas multinegocios. *Multidisciplinary Business Review* 6, nº 1 (junio 2013): 12-30. Recuperado de: <https://repository.eafit.edu.co/handle/10784/12481>
- Rivas, L. M., y Londono, D. (2017). Revisión del tema de sinergias corporativas: origen, resultados y beneficiarios. *Estudios Gerenciales*, 33(143), 153-162. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S012359231730030X>

Visum Mundi

REVISTA DE ACADEMIA JOURNALS

Revista de *Visión Global* con publicaciones de carácter teórico y práctico en las áreas diversas de tecnología, las ciencias, las humanidades, la educación y la cultura.

ACADEMIA JOURNALS



Vol. 3, 2019

AcademiaJournals.com

ISSN 2572-8458

Visum Mundi

REVISTA DE ACADEMIA JOURNALS

El objetivo la Revista Visum Mundi de Academia Journals es el publicar artículos de carácter teórico y práctico en áreas tan diversas como la tecnología, las ciencias, las humanidades, la educación y la cultura. Visum Mundi (Visión Global) tiene la función de proporcionar un foro donde artículos inicialmente presentados en congresos de Academia Journals, después de ser ampliados y mejorados y pasar un proceso de revisión, puedan ser publicados en una revista indizada.

Los lineamientos para la preparación de artículos se encuentran publicados en AcademiaJournals.com, portal en el que se publica la revista. Serán publicados artículos escritos en las lenguas inglesa y castellana.



The objective of Visum Mundi, an Academia Journals publication, is to publish theoretical and application papers in areas as diverse as technology, engineering, the sciences, the humanities, education, and culture. Visum Mundi (Global Vision) offers and forum for conferences papers to be improved upon so that, after an additional revision process, they may be included in an indexed journal.

Visum Mundi is an online journal published at AcademiaJournals.com. The guidelines for paper preparation and submission are found on that portal. Visum Mundi will publish articles written in the English or Spanish languages.

Competencias directivas de líderes empresarios en el sur de Sonora

Dra. Celia Yaneth Quiroz Campas¹, Mtra. Lizeth Armenta Zazueta², Mtro. Alberto Galván Corral³, Dr. Carlos Jesús Hinojosa Rodríguez⁴, Dra. Erika Ivette Acosta Mellado⁵, Mtro. Arturo de la Mora Yocupicio⁶

Resumen: Este artículo tiene como objetivo caracterizar las habilidades directivas con las que cuentan los líderes de las pequeñas y medianas empresas del sur de Sonora y la forma en que contribuyen al desarrollo de las organizaciones en el cumplimiento de sus objetivos. El estudio empleado fue exploratorio-descriptivo, con un instrumento de 36 ítems, el cual fue aplicado a 256 empresas ubicadas en el municipio de Navojoa, Álamos y Huatabampo, y el cual nos ayudó a identificar las principales características de los líderes y la importancia de su legado dentro de las pequeñas y medianas empresas. En este artículo, se observó que las habilidades directivas de los líderes en su mayor proporción son forjadas por su experiencia y estudios obtenidos para lograr mantenerse en el mercado laboral, donde su mayor fortaleza fue la variable estrés ligado al trabajo con un 92%, proyectado en su desarrollo profesional.

Palabras clave: Habilidades directivas, liderazgo, empresas, calidad de vida y trabajo en equipo.

Introducción

Las habilidades directivas actualmente son una de las funciones principales dentro de las organizaciones, sin importar su condición, ya que todos estamos implicados en relaciones de liderazgo de una forma u otra, ya sea porque somos líderes, porque tenemos líderes, o vivimos ambas situaciones. Unos de los primeros importantes pasos de la vida se realizan en un contexto de liderazgo, donde se convierte en una competencia dependiendo de la función laboral que desempeñe, considerando que estas habilidades se pueden haber adquirido de forma tradicional, por estudios realizados o bien por experiencia (Madrigal, 2009).

Dentro del desarrollo de las habilidades, se encuentra como una de las prioritarias el liderazgo que se ejerce dentro de las organizaciones, ya que no se relaciona con buscar seguidores; por el contrario, está soportado con el apoyo de las cualidades personales y fomenta las relaciones laborales y personales. El líder es un servidor y no alguien que ha de hacerse servir por supuestos seguidores; al contrario, el líder tiene la única tarea de ayudar a otros a descubrir quiénes son en verdad, acompañarlos de sabiduría para analizar cuál es su misión en la vida, conducirlos y acompañarlos en ese camino (Naranjo, 2015).

Actualmente las pequeñas y medianas empresas se rigen por ventajas competitivas, considerando las habilidades directivas empresariales una de las más aplicadas en los últimos años, estas actúan como un soporte a la persona con su desempeño laboral en base a su destrezas, aptitudes y actitudes (Pereda, López & González, 2014).

Método y materiales

Primera Sección del Desarrollo

El estudio empleado fue exploratorio-descriptivo, ya que el objetivo de la investigación descriptiva consiste en llegar a conocer las situaciones, costumbres y actitudes predominantes a través de la descripción exacta de las actividades y personas. Su meta no se limita a la recolección de datos, sino a la predicción e identificación de las relaciones que existen entre dos o más variables. El estudio se llevó a cabo con la aplicación de una encuesta diseñada por experto, donde se efectúan minuciosas descripciones de los fenómenos a estudiar, a fin de justificar las disposiciones y prácticas vigentes o elaborar planes más inteligentes que permitan mejorarlas y exploratorio porque se efecto sobre un tema poco estudiado, dentro de la región del mayo (Hernández, Fernández, & Baptista, 2010).

¹ Dra. Celia Yaneth Quiroz Campas es Responsable del Programa Educativo de Licenciado en Administración del Instituto Tecnológico de Sonora, México. celia.quiroz@itson.edu.mx (Autor corresponsal)

² Lizeth Armenta Zazueta es Profesor de Tiempo Completo del Departamento de Educación del Instituto Tecnológico de Sonora, México. lizeth.armenta@itson.edu.mx

³ Mtro. Alberto Galván Corral es Líder del Cuerpo Académico Gestión Organizacional y Desarrollo Sustentable del Tecnológico de Sonora, México. Alberto.galvan@itson.edu.mx

⁴ Dr. Carlos Jesús Hinojosa Rodríguez es Director del Instituto Tecnológico de Sonora Campus Navojoa. Carlos.hinojosa@itson.edu.mx

⁵ Dra. Erika Ivette Acosta Mellado es Profesor de Tiempo Completo del Departamento de Economía y Finanzas del Instituto Tecnológico de Sonora, México. Erika.acosta@itson.edu.mx

⁶ Mtro. Arturo de la Mora Yocupicio es Profesor de Tiempo Completo del Departamento de Administración del Instituto Tecnológico de Sonora, México. Arturo.delamora@itson.edu.mx

Participantes

La muestra con la que desarrollo la investigación fue con 256 trabajadores de las pequeñas y medianas empresas del Sur de Sonora, donde se aplicaron 54 en el municipio de Álamos, 82 en Huatabampo y 120 Navojoa. El tipo de muestreo fue de aleatorio.

Instrumento

El instrumento se elaboró con 36 ítems, el cual hace referencia a las Habilidades directivas en los líderes de las pequeñas y medianas empresas del sur de Sonora, considerando las siguientes variables:

- Habilidades directivas generales (7 reactivos)
- Liderazgo (7 reactivos)
- Estrés ligado al trabajo (7 reactivos)
- Trabajo en equipo (7 reactivos)
- Inteligencia emocional (8 reactivos)

Para las opciones de respuestas se empleó una escala de 1 a 10, considerando como ayuda las siguientes categorías:

- Nada (valores 1-2)
- Algo (valores 3-4-5)
- Bastante (valores 6-7-8)
- Mucho (valores 9-10)

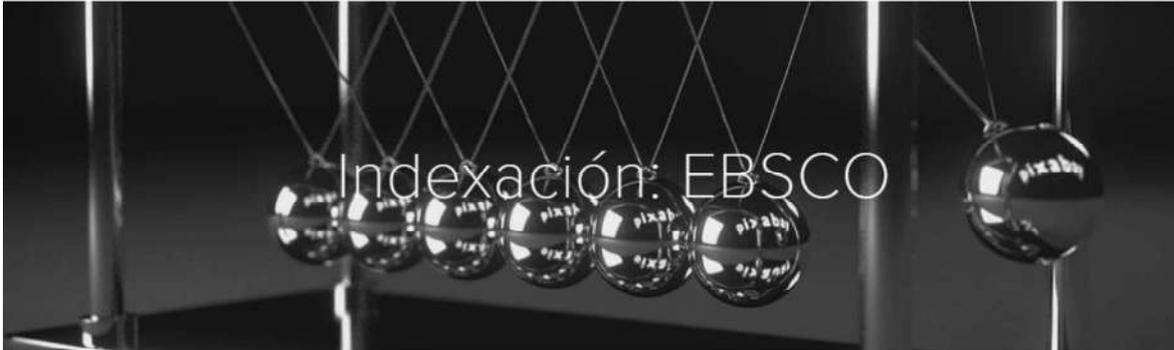
Procedimiento

El procedimiento empleado fue el siguiente: Se aplicó el instrumento por separado en cada uno de los municipios de Álamos, Huatabampo y Navojoa. Se capturaron los resultados en el paquete estadístico SPSS versión 20 para cada una de las variables y poder tener un resultado para su análisis estadístico.

Resultados y su discusión

A continuación, se presentan los resultados para analizar cuáles fueron las habilidades directivas en los líderes de las pequeñas y medianas empresas del sur de Sonora. Empleando una metodología cuantitativa, se determinó el nivel de validez y confiabilidad del instrumento a utilizar, que mide las Habilidades directivas en los líderes de las pequeñas y medianas empresas del sur de Sonora. En relación a la validez se aplicó la prueba de confiabilidad mediante el coeficiente alfa de Cronbach, que dio como resultado .920 como criterio general, ya que según George y Mallery (2003, p.231) afirma que un coeficientes de alfa de Cronbach por arriba de .9 es excelente.

En la tabla 1 se muestran los resultados descriptivos del indicador de habilidades directivas de forma general, donde se presentan los mínimos y máximos, los cuales oscilan de 1 a 10. Por otra parte, la tendencia de medias se da a partir de 7.84 como más bajo y de 10.00 el más alto. En cuanto a la desviación estándar, se encontró que la variable del desarrollo de las habilidades directivas dentro de las empresas es prioridad, ya que fue la más alta.



Indización de Revistas y Congresos



El contrato de indización de las Revistas de la Academia se hizo oficial el día 17 de diciembre del año 2007 al estampar su firma Mr. Tim Collins, Presidente de EBSCO Publishing, Inc. y el Dr. Rafael Moras, Editor de AcademiaJournals.com. Con la firma del contrato, EBSCO Publishing se compromete a diseminar el contenido de los artículos publicados por AcademiaJournals.com en sus revistas profesionales a nivel mundial por medio de CD ROMs, servicios de indización por Internet y por otros medios electrónicos.

El contrato ha sido enmendado a medida que el número de publicaciones de Academia Journals ha crecido; EBSCO indiza revistas y publicaciones de congresos de Academia Journals.

Congresos Journals 2020

- MORELIA
MAYO
- CHETUMAL
MAYO
- OAXACA
JUNIO
- CHIAPAS
JUNIO
- PUEBLA
AGOSTO
- TABASCO
SEPT.
- HIDALGO
OCT.

Indización de Congresos

La más reciente enmienda al convenio Journals-EBSCO, fechada marzo 27, 2017, incluye la indización de publicaciones del Congreso Internacional de Investigación Academia Journals desde 2015. Material indizado por Fuente Académica Plus (EBSCO)

Indización de Revistas

La indización de EBSCO incluye las siguientes revistas académicas: (hacer click en los enlaces)

- Revista Visum Mundi ISSN 2572-8458 - Indizada por Fuente Académica Plus (EBSCO)
 - Revista de la Ingeniería Industrial ISSN 1940-2163 - Indizada por Fuente Académica Plus (EBSCO)
 - Revista Internacional de Educación en Ingeniería ISSN 1940-1116 - Indizada por Fuente Académica Plus (EBSCO)
 - Revista de la Alta Tecnología y la Sociedad ISSN 1940-2171 - Indizada por Fuente Académica Plus (EBSCO)
 - Pretium - Revista de Economía, Negocios y Finanzas ISSN 1948-478X - Indizada por Fuente Académica Plus (EBSCO)
 - Exploratoris - Revista de la Realidad Global ISSN 2153-3318 - Indizada por Fuente Académica Plus (EBSCO)
 - Revista de Ética Profesional ISSN 1940-2155 - Indizada por Fuente Académica Plus (EBSCO)
 - Cathedra ISSN 2164-117X Revista del Instituto Tecnológico de Cd. Juárez y Academia Journals - Indizada por Fuente Académica Plus (EBSCO)
- Revista Red-TES: Red Tecnológica de Educación Superior, con ISSN, Revista Academia Journals y la U. Tecnológica de Tlaxcala - Indizada por Applied Science Technology Source ULTIMATE (EBSCO)

 **EBSCOhost** Research Databases



Las siguientes revistas están indizadas en la base de datos Fuente Académica Plus de EBSCO, con enlace <https://www.ebscohost.com/academic/fuente-academica-plus>:

R. de la Ingeniería Industrial
Alta Tecnología y Sociedad
Exploratoris
Etica Profesional
Pretium

CELAYA
NOV.

Email para recibir información de AJ

Si desea recibir informes sobre las publicaciones y congresos de Academia Journals, escriba su email en el formulario que aparece en la parte inferior.

First Name

Last Name

Email Address

SIGN UP

Respetamos su privacidad.

COLABORADORES Y ASOCIADOS

Conéctese con Nosotros



Educación en Ingeniería
Cathedra

Portal de EBSCO proporciona el listado
de las revistas en Fuente Académica Plus:
<https://www.ebscohost.com/titleLists/FAP-coverage.pdf>



Applied Science & Technology
Source™ **Ultimate**

La **Revista Red-TES** está indizada en por la base de datos
Applied Science and Technology Source de EBSCO

El listado de las revistas en esta base de datos se encuentra en
<https://www.ebscohost.com/titleLists/aps-coverage.htm>



@AcademiaJournals
#AcademiaJournals

LivRe!

Nuestras revistas profesionales están registradas en el prestigioso portal LivRe!, un importante sitio de acceso con una lista de más de casi 7000 títulos patrocinado por la *Comissão Nacional de Energia Nuclear do Brazil*.



Liga: <http://www.academiajournals.com/indexacion>



En Ciudad Obregón, Sonora, México, siendo las 17:00
horas del día quince del mes de octubre
de dos mil dieciocho, se reunieron en la Sala de Exámenes del Instituto
Tecnológico de Sonora, los miembros del sínodo:

Presidente: Dr. Ramón Rene Palacio Cinco

Secretario: Dr. Luis Adrián Castro Quiroa

Vocal: Dr. Carlos Jesús Hinojosa Rodríguez

Para proceder al examen de Grado de: Maestra en Tecnologías de la Información
para los Negocios
de: Grecia Valenzuela Muñoz

quien desarrolló el tema: Aplicación de las tecnologías de la información para el monitoreo de los
niveles de estrés de manera no invasiva en los trabajadores de la industria de software".

Firma

Terminada la exposición los sinodales cuestionaron al sustentante y después de deliberar entre sí,
de acuerdo con el resultado de la votación lo declararon:

Aprobada por Unanimidad

Acto continuo el Presidente del Sínodo le hizo saber el resultado del Examen de Grado, y el
sustentante emitió la Protesta de Ley.

Presidente

Dr. Ramón Rene Palacio Cinco

Secretario

Dr. Luis Adrián Castro Quiroa

Vocal

Dr. Carlos Jesús Hinojosa Rodríguez
Mtro. Francisco Armando López Tobón
Administrador de Servicios Escolares

Miembro de la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior

1.- **TEMA DE TESIS: "APLICACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN PARA EL MONITOREO DE LOS NIVELES DE ESTRÉS DE MANERA NO INVASIVA EN LOS TRABAJADORES DE LA INDUSTRIA DE SOFTWARE."**

Asesor: Dr. Ramon René Palacio Cinco Fecha de aprobación: 04 de octubre 2018

2.- **BORRADOR DE TESIS**

a) Visto bueno del asesor de tesis:

Dr. Ramon René Palacio Cinco

Nombre



Firma

4/10ct/2018

Fecha

b) Recibí tres ejemplares del borrador de tesis:

p.a. Espadilla

Dr. Luis Felipe Rodríguez Torres
Responsable de la MTIN

4/10 octubre/2018

Fecha

3.- **JUNTA DE REVISIÓN**

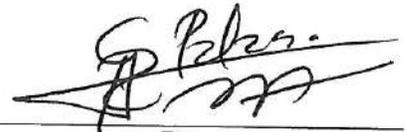
Lugar: Videoconferencias

Fecha: 4/10 octubre/2018

Comité revisor de Tesis:

Asesor: Ramon René Palacio Cinco

Nombre



Firma

Revisor: Dr. Luis Adrián Castro Quiroa

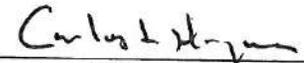
Nombre

OO

Firma

Revisor: Dr. Carlos Jesus Hinojosa Rodriguez

Nombre



Firma

Observaciones: _____

4.- **RECIBO DE TESIS**

Recibí 5 (cinco) ejemplares y un CD de la Tesis:

p.a. Espadilla

DR. LUIS FELIPE RODRÍGUEZ TORRES
Responsable de la MTIN

8/10 octubre/2018

Fecha

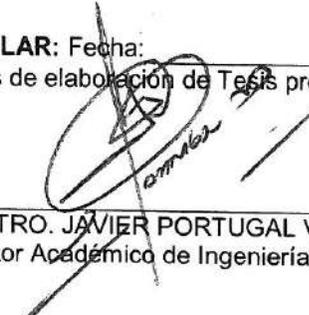
5.- **NOTIFICACIÓN AL JEFE DEL DEPTO. DE REGISTRO ESCOLAR:** Fecha:

Informamos a usted que el alumno ha cumplido con los requisitos de elaboración de Tesis previos a la presentación del Examen de Grado:

Atentamente



DRA. ELSA LORENA PADILLA MONGE
Jefe del Departamento de Computación y Diseño



MTRO. JAVIER PORTUGAL VÁSQUEZ
Director Académico de Ingeniería y Tecnología

AVANCES DE INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA

EN EL ESTADO DE SONORA

Año 3, Número 1

ISSN: 2448-7473

Responsable de la edición del volumen:

Dr. Mario Barceló Valenzuela

Colaboradores en la edición:

Dr. Alonso Pérez Soltero

Dr. Oscar Mario Rodríguez Elías

Dr. Guillermo Valencia Palomo

Dr. Ramón René Palacio Cinco

Dr. René Daniel Fornés Rivera



SEP
SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE HERMOSILLO



AVANCES DE INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA EN EL ESTADO DE SONORA, Año 3 Núm 1, octubre de 2017, es una revista anual, publicada y editada por el Tecnológico Nacional de México dependiente de la Secretaría de Educación Pública, a través del Instituto Tecnológico de Hermosillo, por la División de Estudios de Posgrado e Investigación, con domicilio en Arcos de Belén No. 79, piso 2, Colonia Centro, Delegación Cuauhtémoc, Ciudad de México, C.P. 06080, Tel. 5536017500, Correo electrónico: d_vinculacion@tecnm.mx. Editor Responsable: Dr. Oscar Mario Rodríguez Elías. Reserva de derechos al uso exclusivo No. 04-2015-101310132700-203, con ISSN: 2448-7473, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor.

Responsables de la última actualización de este volumen: Dr. Mario Barceló Valenzuela, en colaboración con Dr. Alonso Pérez Soltero, Dr. Guillermo Valencia Palomo, Dr. Oscar Mario Rodríguez Elías, Dr. Ramón René Palacio Cinco y Dr. René Daniel Fornés Rivera, en las instalaciones del Instituto Tecnológico de Hermosillo, Ave. Tecnológico y Periférico Poniente SN C.P. 83170, Colonia Sahuaro, Hermosillo, Sonora, México. Fecha de término de impresión, 31 de octubre de 2017.

Su objetivo principal es difundir los avances en investigación a nivel posgrado y licenciatura en diversas áreas de la ingeniería, realizados durante el lapso de un año, en las instituciones participantes de educación superior del estado de Sonora.

Los artículos son sometidos a un proceso de arbitraje, por lo que su contenido es responsabilidad exclusiva de sus autores, y no representa necesariamente el punto de vista de la institución.

Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del Instituto Tecnológico de Hermosillo.

Enlace de acceso: www.aviies.ith.mx

Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora

Año 3, Número 1

ISSN: 2448-7473

Responsable de la edición del volumen:

Dr. Mario Barceló Valenzuela

Colaboradores en la edición:

Dr. Alonso Pérez Soltero

Dr. Oscar Mario Rodríguez Elías

Dr. Guillermo Valencia Palomo

Dr. Ramón René Palacio Cinco

Dr. René Daniel Fornés Rivera

Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora

Año 3, Número 1

ISSN: 2448-7473

Responsable de la edición del volumen:

Dr. Mario Barceló Valenzuela

Colaboradores en la edición:

Dr. Alonso Pérez Soltero

Dr. Oscar Mario Rodríguez Elías

Dr. Guillermo Valencia Palomo

Dr. Ramón René Palacio Cinco

Dr. René Daniel Fornés Rivera



Maestría en Ingeniería Electrónica
Maestría en Ingeniería Industrial
y Maestría en Ciencias de la
Computación



Posgrado en
Ingeniería Industrial



Educar para
Trascender
Maestría en Ciencias
de la Ingeniería
Maestría en Administración de las
Tecnologías de la Información
Maestría en Ingeniería en Sistemas

Octubre 2017

ISSN: 2448-7473

Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora,
Año 3, Número 1.

Responsable de la edición del volumen: Dr. Mario Barceló Valenzuela
Colaboradores en la edición: Dr. Alonso Pérez Soltero, Dr. Oscar Mario
Rodríguez Elías, Dr. Guillermo Valencia Palomo, Dr. Ramón René Palacio
Cinco, Dr. René Daniel Fornés Rivera

Posgrado en Ingeniería Industrial
División de Ingeniería
Universidad de Sonora
Maestría en Ingeniería Electrónica
Maestría en Ingeniería Industrial y
Maestría en Ciencias de la Computación
División de Estudios de Posgrado e Investigación
Instituto Tecnológico de Hermosillo
Maestría en Ciencias de la Ingeniería
Maestría en Administración de las Tecnologías de la Información
Maestría en Ingeniería en Sistemas
Instituto Tecnológico de Sonora

Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora,
Año 3, Número 1.

2017: Hermosillo, Sonora (México).

Responsable de la edición del volumen: Dr. Mario Barceló Valenzuela

Colaboradores en la edición: Dr. Alonso Pérez Soltero, Dr. Oscar Mario Rodríguez Elías, Dr. Guillermo Valencia Palomo, Dr. Ramón René Palacio Cinco, Dr. René Daniel Fornés Rivera

Octubre de 2017

Volumen editado en: Hermosillo, Sonora: Instituto Tecnológico de Hermosillo

2017.

465 Páginas

ISSN: 2448-7473

Reserva de derechos **No. 04-2015-101310132700-203**, al Tecnológico Nacional de México de la Secretaría de Educación Pública, a través del Instituto Tecnológico de Hermosillo.

Arcos de Belén No. 79, Piso PH(11)

Col. Centro,

Delegación Cuauhtemoc

C.P. 6010, Distrito Federal

ISSN: 2448-7473

Arquitectura Inteligente para la Detección de Presencia de Apneas Neonatales. Oscar Daniel Atanacio Pérez, María Trinidad Serna Encinas, Fredy Alberto Hernández Aguirre, Cesar Enrique Rose Gómez, Rafael Armando Galaz Bustamante.....9

Diseño Arquitectónico de un Sistema de Clasificación de Señales Electromiográficas Utilizando Redes Neuronales Martin Francisco Martínez-Federico , María Trinidad Serna-Encinas, Jorge Orrante-Sakanassi, Cesar Enrique Rose-Gómez, Rafael Armando Galaz-Bustamante.....20

Calidad y Sistemas de Producción

Aplicación de la Metodología Planeación Avanzada de la Calidad del Producto (APQP) para Mejorar la Productividad en una PYME Fabricante de Paletas Heladas. Mario Alberto Nuñez Luna, Mauricio López Acosta, Aaron Fernando Quiroz Morales, Allan Chacara Montes, Gilberto Manuel Cordova Cardenas.....29

Propuesta Metodológica para Elaborar un Sistema de Gestión de la Calidad. González Valenzuela Elizabeth, Beltrán Esparza Luz Elena, Fornés Rivera René Daniel, Anderson Americano José.....40

Gestión del Conocimiento

Una Metodología para Aproximar a las Empresas de Nueva Creación en la Gestión del Conocimiento. Gerardo Sanchez-Schmitz, Emilio Talamante-Lugo, Mario Barcelo-Valenzuela, Alonso Perez-Soltero.....49

Sistema de Apoyo en la Gestión de Información del Proceso de Operación de Energía Eléctrica. Julia I. Cruz-Bojórquez, María de J. Velázquez-Mendoza, Oscar M. Rodríguez-Elías, José Miguel Rodríguez-Pérez.....56

Hacia la Implementación de una Aplicación Móvil de Apoyo en la Localización de Expertos Dirigida a Equipos de Desarrolladores de Software Distribuidos Geográficamente. Luis Guillermo Córdova-Moras, Oscar Mario Rodríguez-Elías, Ramón René Palacio-Cinco, María Trinidad Serna-Encinas, María de Jesús Velázquez-Mendoza.....67

Generación Automatizada de Perfiles de Conocimiento Utilizando Procesamiento de Lenguaje Natural y Técnicas de Minería de Texto. Rogelio Valdez-Almada, Oscar M. Rodríguez-Elías, César Enrique Rose-Gómez, María de Jesús Velázquez-Mendoza, Samuel González-López.....78

Instrumentación y Control

<i>Interfaz Gráfica Móvil de Comunicación Oral y Escrita.</i> Oscar Abraham Grijalva Hernández, María Trinidad Serna Encinas, César Enrique Rose Gómez.....	89
<i>Arquitectura del Sistema Inteligente para la Predicción de Crímenes (SIPreC).</i> Jesús Edgardo Cervantes-Ríos, María Trinidad Serna-Encinas, César Enrique Rose-Gómez.....	98

Ingeniería de Software

<i>Prototipo de un Sistema de Gestión de Boletas para una Urna Electrónica.</i> Jesús Adolfo Islas-Gerardo, Oscar Mario Rodríguez-Elías, Cesar Enrique Rose-Gómez, Sonia Regina Meneses-Mendoza, María de Jesús Velázquez-Mendoza.....	107
<i>Análisis Comparativo de Diversas Técnicas de Control Aplicadas a un Sistema Carro-Péndulo.</i> Adrián Fco. Gallardo Tullez, Jorge Alberto Orrante Sakanassi, Guillermo Valencia Palomo, José Antonio Hoyo Montaña, Rafael Armando Galaz Bustamante.....	117
<i>Diseño Arquitectónico de la Planeación de Trayectoria para el Desplazamiento de un Dron.</i> Omar Francisco García Jiménez, María Trinidad Serna Encinas, Guillermo Valencia Palomo, César Enrique Rose Gómez, Ana Luisa Millán Castro.....	124

Modelos de Optimización

<i>Aplicación de Modelos de Diseño Experimental en Industria de Celulosa Moldeada en el Sur de Sonora.</i> Angelita Pacheco-Martinez, Jorge Guadalupe Mendoza-León, Juan José García-Ochoa.....	134
<i>Algoritmo Genético Optimizando la Logística de Asignación de Tiempos y Espacios en un Calendario de Actividades, Aplicado a la Creación de Horarios en la Universidad Estatal de Sonora.</i> Karen Jazmín Cuevas Vega, Joel Ruiz Ibarra, Erica Cecilia Ruiz Ibarra, Alma Isabel Arias Hurtado, Vianey Elena Valenzuela Gerardo.....	144
<i>Metodología para la Implementación de Herramientas de Manufactura Esbelta para Mejorar los Tiempos de Cambio de Herramental.</i> Karla Darinka Valdez-Ramírez, María Elena Anaya-Pérez, Guillermo Cuamea-Cruz, René Durand-Villalobos.....	154

Diseño e implementación de una red de telecomunicaciones inteligente: Organismo Gubernamental. Gerardo Sanchez-Schmitz, Ismael Camarena-Vidales, Alonso Perez-Soltero, Mario Barcelo-Valenzuela.....164

B.- Avances de investigación

Aplicaciones Biomédicas

Sistema Electromédico/Móvil de Monitoreo Respiratorio Durante el Sueño para Detección de Riesgo de Apnea. Linda Verónica Pérez-Córdova, Carlos Alberto Pereyda-Pierre, Rosalía del Carmen Gutiérrez Urquidez, José Antonio Hoyo Montaño.....176

Propuesta de una Arquitectura para el Desarrollo de Habilidades Sociales Mediante el Reconocimiento de Gestos Utilizando Visión por Computadora. Ramón Omar Parra Guerrero, Ana Luisa Millán Castro, Marcela Patricia Vázquez Valenzuela, César Enrique Rose Gómez, Sonia Regina Meneses Mendoza.....184

Aplicación de Cómputo Afectivo como Auxiliar en el Aprendizaje de Niños de Educación Especial. Danitza Guadalupe Pineda-Fuentes, Sonia Regina Meneses-Mendoza, Cesar Enrique Rose-Gómez, Ana Luisa Millán-Castro.....191

Innovación Organizacional para Mejorar la Práctica de Enfermería: Implicaciones de Diseño. Karen Iveth Valdez Monteón, Ramón René Palacio Cinco, Luis Adrián Castro Quiroa, Lilia del Carmen García Mundo.....198

Propuesta Metodológica de Análisis de Georreferenciación Apoyado con Técnicas de Minería de Datos para la Vigilancia Epidemiológica. Mucia Lorena Llanes-Robles, Federico Miguel Cirett-Galan, Raquel Torres-Peralta, Alonso Perez-Soltero.....205

Propuesta de una Metodología Utilizando Minería de Datos para Estrategias de Medicina Preventiva Más Eficaces. Ezequiel Alonso Sanz-Moreno, Raquel Torres-Peralta, Federico Cirett-Galán, Mario Barceló-Valenzuela.....211

Diseño de un Modelo de Medición de Métricas Físicas para la Detección del Estrés de Manera No Invasiva. Grecia Valenzuela Muñoz, Ramón René Palacio Cinco, Luis Adrián Castro Quiroa, Joaquín Cortez González.....218

Arquitectura Propuesta de un Sistema de Apoyo Educativo para Personas con Discapacidad Auditiva. Ernesto Darío Barraza-Granillo, César Enrique Rose-Gómez, Samuel Gonzáles-López, María Trinidad Serna-Encinas.....225

Arquitectura Propuesta para el Diagnóstico de Trastornos del Neurodesarrollo Utilizando Redes Neuronales. Martín Alberto Ley Montes, Ana Luisa Millán Castro, Marcela Patricia Vázquez-Valenzuela, María Trinidad Serna Encinas, Oscar Mario Rodríguez Elías.....233

<i>Propuesta de Algoritmo para la Detección y Predicción de Anomalías Cardíacas Graves.</i> Gilberto Chávez-López, César Enrique Rose-Gómez, María Trinidad Serna-Encinas.....	239
---	-----

Calidad y Sistemas de Producción

<i>Estudio de Pruebas Mecánicas a Productos Manufacturados por Técnicas de Adición (Impresión 3D).</i> Ángel Adrián Valenzuela-Martínez, Rodolfo Ulises Rivera-Landaverde, Gilberto Orrantia-Daniel, Germán Alonso Ruíz-Domínguez.....	247
<i>Metodología Basada en Lean Construction Aplicada en un Proceso de Construcción de Viviendas.</i> Jaime Alfonso León Duarte, Daniela Michelle Alvarado Coronado.....	254
<i>Rediseño del Almacén para Mejorar el Flujo de Materiales en las Áreas de Recepción, Almacenamiento, Preparación de Pedidos y Envío, en una Empresa Distribuidora de Papelería.</i> Guillermo Cuamea-Cruz, Raquel Montijo-Fernández.....	262
<i>Propuesta para la Estandarización de Procesos de una Empresa Renovadora de Llantas Mineras para la Mejora de la Calidad y el Control de la Producción.</i> José Luis Félix-Moreno, María de los Ángeles Navarrete-Hinojosa.....	268
<i>Análisis del Desempeño de Tres Tipos de Colocación de la Muñeca Durante el Tecleo en Computadora.</i> Gerardo Meza-Partida, Jorge Adrián Aguilar-Angulo, Javier Enrique de la Vega-Bustillos.....	274
<i>Lanzamiento del Nuevo Producto CEMD en la Empresa ASMD.</i> Carlos Ernesto Moreno Molina, Enrique de la Vega Bustillos, German Alonso Ruíz Domínguez.....	280
<i>Caracterización Teórica del Flujo de la Cadena de Suministros de una OEM Automotriz..</i> Ana Rosa Encinas del Castillo, Juan Manuel Flores Martinez, Francisco Octavio LópezMillán.....	287
<i>Propuesta para el Diseño y Fabricación de Prototipo Extrusor de Filamentos para Manufactura Aditiva.</i> Jesús Gerardo-Perezmoreno, Germán Alonso Ruiz-Domínguez, Rodolfo Ulises Rivera-Landaverde , Gilberto Orrantia-Daniel.....	296
<i>Estudio y Análisis de Enfermedades Laborales en la Industria Sonorense en el periodo 2014 - 2016.</i> Olivia Alcantar-Jatomea, Oscar Vidal Arellano-Tanori, Enrique De la Vega-Bustillos, Francisco Octavio López-Millán.....	303
<i>Mejorar el Uso ee los Recursos Aplicando Rediseño en un Área Dedicada a Procesos Cárnicos. Un Marco de Referencia.</i> Obed Ricardo Madrid Zayas, Luis Felipe Romero Dessens.....	310
<i>Importancia y Uso de Herramientas Estadísticas en un Proceso de Inyección de Plástico Foam en Arneses Electrónicos.</i> Sarahí De la Torre Cinco, Carlos Anaya Eredias, Guillermo Cuamea Cruz, Jaime Alfonso Leon Duarte, Jaime Olea Miranda.....	316

Gestión del Conocimiento

- Propuesta para la Integración de Equipos de Alto Rendimiento en Una Empresa de Software* Juan Pablo Becerril-Sitten, Alonso Perez-Soltero, Gerardo Sanchez-Schmitz, Mario Barcelo-Valenzuela.....323
- Mejorar la Productividad Mediante la Aplicación de la Curva de Aprendizaje.* Jaime Olea Miranda, Carlos Ignacio Feuchter Leyva, Mario Barcelo-Valenzuela, Alonso Perez-Soltero.....330
- Propuesta para la Documentación de Procesos de Ventas Considerando la Gestión de Conocimiento Apoyada en Estándares de Calidad.* Sofía Chávez-Aguiñaga, Alonso Perez-Soltero, Gerardo Sanchez-Schmitz, Mario Barcelo-Valenzuela.....336
- Propuesta de un Modelo para Asignar Recursos Aprovechando el Conocimiento de Lecciones Aprendidas.* Mario Barceló Valenzuela, Iván Figueroa Velarde, Gerardo Sánchez Schmitz.....343
- Propuesta de un Modelo para Integrar el Conocimiento del Cliente al Proceso Productivo de una Organización.* Mario Barceló Valenzuela, Edlyn Hernández Rojas, Alonso Pérez Soltero.....350
- Análisis de Metodologías de Gestión de la Innovación y la Economía Circular.* Lamberto Abel Valenzuela-Corral, Carlos Jesús Hinojosa-Rodríguez, Ramón René Palacio-Cinco.....358
- Hacia Una Metodología de Desarrollo de Software para Automatización Industrial Basada en Lecciones Aprendidas y Buenas Prácticas de la Ingeniería del Software.* Iván Roberto Kawaminami García, Oscar Mario Rodríguez Elías, María de Jesús Velázquez Mendoza, José Miguel Rodríguez Pérez.....364

Ingeniería de Software

- Arquitectura Propuesta de Reconocimiento de Voz para Traducción a Lengua de Señas Mexicana Mediante un Avatar.* Otniel Caraveo-Carvajal, Ana Luisa Millán-Castro, Lic. Beatriz Cota Ponce, María Trinidad Serna-Encinas, César Enrique Rose-Gómez.....371

<i>Propuesta Arquitectónica Orientado a Servicios para el ITH: Un complemento al Sistema Integral de Información.</i> Javier Chimeo-Joachin, María de J. Velázquez-Mendoza, Oscar M. Rodríguez-Elías, José M. Rodríguez-Pérez.....	377
<i>Arquitectura de un Sistema para la Identificación y Censo de Animales mediante Imágenes Aéreas.</i> Angel Oscar Vizcarra Llanes, Oscar Mario Rodríguez-Elias, Cesar Enrique Rose-Gómez, José Miguel Rodríguez Perez, Guillermo Valencia-Palomo.....	384
<i>Definición de Un Conjunto Estratégico de Herramientas de Software para Incrementar el Éxito de las Micro Empresas.</i> José-Enrique Barajas-Mariscal, José-Luis Ochoa-Hernández, Mario Barceló-Valenzuela.....	391
<i>Arquitectura Propuesta de un Sistema para la Detección y Análisis de Patrones Delictivos.</i> Jesus Romero Espinoza, María Trinidad Serna Encinas, César Enrique Rose Gómez.....	398

Instrumentación y Control

<i>Diseño e Implementación de un Sistema de Control para Sincronizar el Movimiento de Dos Robots.</i> Fabian Angel Villarreal Lacarra, Rafael Armando Galaz Bustamante, Rosalía del Carmen Gutiérrez Urquidez, Guillermo Valencia-Palomo, Jose Manuel Chavez.....	405
<i>Módulo para Medición de Variables en Una Planta Tratadora de Aguas Residuales con Control Automático de Temperatura.</i> Leobardo Velázquez Almada, Fredy Alberto Hernández Aguirre, José Manuel Chávez, Jesús Manuel Tarín Fontes.....	411
<i>Sistema de Control para Automatizar el Bombeo de Solución de Lixiviado en Proceso de Recuperación CU.</i> García-Verdugo José Ulises, Ramírez-Torres Flor, Cerón-Franco Aureliano, Montijo-Valenzuela Eliel Eduardo.....	418
<i>Propuesta de Arquitectura Física de Urna Electrónica.</i> Gabriela Jiménez-Gutiérrez, Germán Alonso Ruiz-Domínguez, Gilberto Orrantia-Daniel1, Rodolfo Ulises Rivera-Landaverda.....	427
<i>Mejoramiento en la Efectividad Total del Equipo en Prensas por Medio de la Implementación de Controladores Lógicos.</i> Gloria María Velázquez Quijada, Gilberto Orrantia-Daniel, Germán Alonso Ruíz Domínguez1, Rodolfo Ulises Rivera Landaverde.....	433
<i>Implementación de un Instrumento Didáctico Aplicando Compensadores Pid a Través de Programación Gráfica.</i> Rubén Alvarez Favela, Jesús Manuel Tarín Fontes. Fredy Hernández Aguirre, José Antonio Hoyo Montaña.....	440

Modelos de Optimización

Aplicación de Minería de Datos para la Obtención de Variables de Calidad en un Proceso Minero. Gastón Enrique Torrescano Sánchez, Víctor Hugo Benítez Baltazar.....447

Desarrollo de una Herramienta Informática para la Estimación de Tiempos Estándar Utilizando Tecnología de Análisis de Movimientos. Mercedes Luis Enrique Aguilar-Yocupicio, Manuel Adán Flores-Veliz, Jaime Alfonso León-Duarte, Víctor Hugo Benítez-Baltazar.....454

Rediseño de una Línea de Producción para Integración de Productos, Optimizando los Recursos Disponibles en una Empresa de Rama Metal-Mecánica. Luis Felipe Romero-Dessens, Elvia Lizbeth Corpus-Muss.....461

Diseño de un Modelo de Medición de Métricas Físicas para la Detección del Estrés de Manera No Invasiva.

Grecia Valenzuela Muñoz¹, Ramón René Palacio Cinco², Luis Adrián Castro Quiroa¹, Joaquín Cortez González¹

¹Instituto Tecnológico de Sonora, Unidad Náinari,
Antonio Caso 2266, Villa ITSON, C.P. 85130, Cd. Obregón, Sonora, México,

²Instituto Tecnológico de Sonora, Unidad Navojoa,
Ramón Corona S/N, Col. ITSON, CP. 85860, Navojoa, Sonora, México.
greciavalenzuela@outlook.com,
ramon.palacio@itson.edu.mx, luis.castroq@itson.edu.mx,
joaquin.cortez@itson.edu.mx

Resumen. Este trabajo tiene como objetivo diseñar un modelo de medición y evaluación de métricas físicas para el manejo de estrés en desarrolladores de software mediante un desarrollo tecnológico no intrusivo. El estrés es una reacción fisiológica del organismo ante un desafío, como la sobrecarga de trabajo a la que son expuestos los empleados. Al utilizar herramientas capaces de medir el estrés, las organizaciones tendrán oportunidad de otorgar a sus empleados recursos de afrontamiento y, con esto, la posibilidad de reducir errores de producción. Para lograr este desarrollo tecnológico se realiza una revisión sistemática para identificar, caracterizar y resumir las herramientas tecnológicas con capacidad de medir el estrés mediante la recolección de datos físicos con el fin de determinar el estado del arte de esta tecnología y a su vez identificar oportunidades de investigación relevantes que ayuden a la creación de un ambiente de monitorización de estrés en los trabajadores.

Palabras clave: estrés, desarrolladores de software, desarrollo tecnológico, manejo de estrés, recursos de afrontamiento.

Grecia Valenzuela Muñoz, Ramón René Palacio Cinco, Luis Adrián Castro Quiroa, Joaquín Cortez González, *Diseño de un modelo de medición de métricas físicas para la detección del estrés de manera no invasiva.* en: Mario Barceló Valenzuela, Alonso Pérez Soltero, Oscar Mario Rodríguez Elias, Guillermo Valencia Palomo, Ramón René Palacio Cinco, René Daniel Fornés Rivera (Eds.), *Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora*, pp. 218-224, 2017.

1 Introducción

En esta sección se mencionan algunos de los antecedentes del tema “estrés”, así como sus consecuencias en los trabajadores, seguido por una descripción del problema que se busca resolver y la justificación a dicho problema.

1.1. Antecedentes

Debido al creciente ritmo de la vida, el estrés se ha convertido en uno de los principales factores que causan problemas de salud; indica regularmente la tensión causada por presión física o fisiológica en el trabajo, escuela o en la vida personal de un individuo y puede percibirse como una defensa automática ante una posibilidad de dañar el bienestar.

En el ambiente laboral, el estrés es un tema habitual, el 75% de los mexicanos lo padece, colocando al país en el primer puesto de ocurrencia del padecimiento [1].

En la industria de software el trabajo es muy exigente, los desarrolladores se enfrentan a una enorme cantidad de desafíos como equilibrar creatividad y formalidad, trabajar dentro de un presupuesto reducido y cumplir con fechas de lanzamiento [2].

La exposición a largo plazo al estrés puede conducir a serios problemas de salud como los relacionados con los sistemas inmunológico, cardiovascular, endocrino, viéndose reflejado como aumento o pérdida de peso, falta de energía, retardos en la capacidad mental, irritabilidad, pérdida de cabello, insomnio, sudoración excesiva, problemas cardiacos, entre otros [3].

En el trabajo presentado por [4] se muestra el impacto que tuvo la Gestión de Calidad Interna (IQM, por sus siglas en inglés) de un grupo de empleados de Motorola, éste es un programa de entrenamiento diseñado para ayudar a las personas a incrementar su productividad, obteniendo como resultado una significativa disminución del estrés.

Asimismo, en el trabajo de [5] se presenta el impacto de un programa basado en un ambiente laboral, en éste se realizan análisis de la presión sanguínea, salud emocional y de hipertensión en 38 empleados de una compañía de software. El programa de intervención incluyó 16 horas de asesoramiento en emociones positivas para reenfocarse y técnicas de reestructuración emocional con el objetivo de reducir el estrés. Como resultado se obtuvo una disminución sustancial en los niveles de estrés, un aumento considerable en la satisfacción por el trabajo y el valor de la contribución en los empleados participantes.

Los resultados de investigaciones de los autores [6]–[8] sobre el manejo del estrés laboral sugieren que una breve intervención en el manejo del estrés laboral puede reducir la rotación de personal causado por el deterioro cognitivo, enfermedades y la mortalidad. Esto confirma la posibilidad de mejorar la calidad de vida de los trabajadores al detectar y tratar el estrés oportunamente y así aumentar la comunicación y satisfacción del trabajo.

1.2. Planteamiento del Problema

Los desafíos a los que se enfrentan los trabajadores de la industria de software en su vida laboral los llevan a sobrepasar los niveles de estrés perjudiciales para la salud, llevándolos a cometer errores ocasionados por la fatiga y disminución de la concentración [2], generando pérdidas de tiempo y dinero para sus empleadores debido a trabajos inconclusos o fuera de tiempo, traducéndose en pérdidas monetarias para las organizaciones.

El estrés y sus indicadores son medibles [9], [10], aun así, los enfoques actuales para el monitoreo del estrés son basados en su mayoría por cuestionarios o juntas grupales e individuales con psicólogos. Lo que nos lleva a cuestionarnos sobre las características primordiales de una herramienta de la capacidad de medir y monitorear los indicadores de estrés en los desarrolladores de software de manera no invasiva. Por tal motivo, el objetivo de la investigación es realizar una recopilación de ideas de diseño para crear dicha herramienta.

La importancia del presente trabajo de investigación toma como principio el artículo 132 de la Ley Federal de trabajo, donde se expone que “el patrón debe guardar consideración absteniéndose de mal trato de obra a un trabajador, así como proporcionar condiciones de trabajo seguras”.

Debido a la forma de trabajo a la que son sometidos los trabajadores de la industria de software es importante la detección del estrés oportuna, para así monitorear cualquier posible alteración de la salud de los trabajadores.

Una vez que los empleados mantengan su productividad gracias al aumento de satisfacción por sus empleos se reducirán el tiempo de entrega de sus productos, traduciéndose en ganancias monetarias para la organización.

Encontrar una herramienta capaz de medir el estrés de manera no invasiva no solo podría beneficiar a las organizaciones y sus empleados, sino a las personas con las que éstos conviven y podría ser capaz de permitir a los empleados trabajar cómodamente mientras cuidan su salud y la integridad de su empresa.

A continuación, se presenta la metodología seguida para lograr el diseño del modelo de medición, seguido por las ideas de diseño propuestas, dónde se muestra un diagrama de las mismas para terminar con una breve conclusión del trabajo dónde se menciona el trabajo futuro que se pretende realizar.

2 Método

Este trabajo es abordado mediante 4 fases, los cuales son parte de la metodología propuesta de [11]. Dichas fases se describen a continuación:

- **Fase 1. Comprensión de la literatura:** para comenzar, se realizó la búsqueda de información con trabajos relacionados a investigaciones previas del estrés, sus indicadores, consecuencias e inclusive beneficios del estrés a niveles bajos.

- **Fase 2. Estudio de usuarios clave:** como segundo paso, basado en la literatura y con la finalidad de comprender mejor los elementos contextuales del trabajo de los desarrolladores de software, se identifican los roles o funciones que realizan mediante entrevistas y observación de su área de trabajo.
- **Fase 3. Creación de escenarios de estudio:** para continuar, se realiza un escenario de trabajo en base al área de trabajo de desarrolladores de software para contextualizar la forma en la que realizan sus actividades con el fin de identificar la ubicación menos invasiva para la herramienta.
- **Fase 4. Ideas de diseño:** para finalizar, una vez analizada la información del escenario, se determinan las características para el diseño de la herramienta para la medición del estrés tomando como base los resultados de las fases anteriores.

3 Ideas de Diseño

La propuesta pretende la creación del diseño de una herramienta para los gerentes de proyecto o supervisores de los trabajadores de la industria del software, con la finalidad de contar con un mapa del estado de cada uno de los trabajadores. Un escenario deseado es el que se describe a continuación y se representa de manera gráfica en la Figura 1:

Andy es el encargado de un equipo de trabajo de software, el cual está integrado por Juan, Carlos, Ana y Tesia. Andy y su equipo cuentan con dispositivos que les permiten trabajar libremente mientras monitorean su nivel de estrés de manera individual y en tiempo real, sin representar una molestia o impedimento al realizar sus actividades cotidianas. Andy, al ser el supervisor, tiene acceso a los indicadores de los niveles de estrés de cada uno de ellos para conocer su estado.

Mientras Andy observa los niveles de sus compañeros, se da cuenta que el indicador de ritmo cardíaco de Tesia, que recibe señales desde los audífonos de diadema, los cuales cuentan con un sensor de pulsaciones, muestra niveles elevados, además, al hablar con ella la nota tensa y poco desconcentrada, por lo que le pide tomar un pequeño descanso antes de continuar con su trabajo. Al día siguiente, Andy observa la aparición del indicador de sudoración alto, el cual recibe la señal de la pulsera en el brazo de Tesia, que cuenta con sensores de humedad y temperatura, además se presenta el aumento del indicador de ritmo cardíaco, y una alerta demandando atención para Tesia. Gracias a esta alerta, Andy revisa el desempeño de Tesia, el cual ha disminuido notoriamente en los últimos días, por lo que envía a Tesia al departamento de Recursos Humanos, donde la asignan a un taller de inteligencia emocional impartido para los empleados. Al día siguiente, Tesia regresa feliz y concentrada a trabajar al igual que sus compañeros, esta vez con sus indicadores dentro de los niveles adecuados, lo que deja a Andy tranquilo para continuar con sus actividades con resto del equipo.

Diseño de un modelo de medición de métricas físicas para la detección del estrés de manera no invasiva

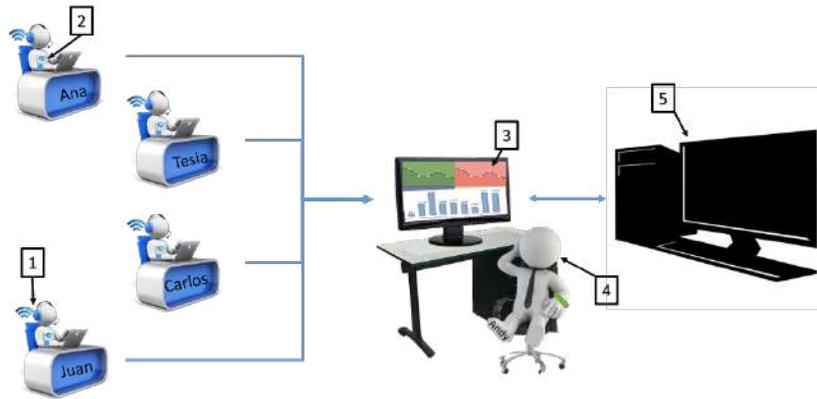


Figura 3. Diagrama de la propuesta.

Como resultado de la investigación, se describen las características clave mostradas en el escenario propuesto mostrado son las siguientes:

- **Sensores:** Sensor de ritmo cardiaco (1) incrustado en unos audífonos de diadema portados por los desarrolladores, pulsera (2) integrada con tres sensores: temperatura, humedad y ritmo cardiaco para monitorear los indicadores en cada uno de los empleados durante su jornada laboral.
- **Transmisión de información:** La información recabada por los sensores es enviada via bluetooth a la computadora de su supervisor (4).
- **Procesamiento de información:** La información de cada indicador es comparada con los niveles aceptables según el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), se y es enviada al repositorio (5).
- **Visualizador:** Interfaz gráfica (3) que permite a los encargados de proyecto visualizar la información obtenida de forma descriptiva.
- **Repositorio:** Base de datos que contiene la información de los diferentes equipos de trabajo en un servidor con capacidad de almacenar los datos. Las características mínimas del servidor son: Procesador Octacore, Memoria RAM de 32 Gigabytes y Disco Duro de cuatro Terabytes.

4 Conclusiones

En las distintas fases de la metodología empleada se obtuvieron datos relevantes para continuar con el proyecto de investigación, como el conocimiento de la literatura existente sobre el tema, se obtuvo información sobre los distintos tipos de indicadores del estrés como son ritmo cardiaco, temperatura y humedad, los recomendados en este artículo para ser monitoreados, en el caso de la primera fase; los tipos de accesorios en los cuales podrían incrustarse los sensores para considerarse no invasivos como: pulsera, audífonos,

mouse y teclado, y que se permita la recolección de los datos, por parte de la segunda y tercera fase; así como diferentes ideas de diseño, en el caso de la cuarta fase, las cuales se presentan en la tercera sección del documento.

Cabe mencionar que, al utilizar una herramienta no invasiva, los trabajadores podrían realizar sus actividades de manera regular, sin necesidad de pausar sus labores para realizar mediciones, lo que permite el monitoreo constante de los indicadores del estrés, lo que no sería posible con una herramienta invasiva que no les permita realizar sus actividades mientras se realizan las mediciones de los indicadores de estrés.

Como trabajo futuro, se pretende el diseño de la herramienta para proceder con su desarrollo e implementación. De ser utilizadas en el mercado, podrían permitir a los supervisores y gerentes de proyecto mantener un área de trabajo productiva y creativa que realice contenidos que satisfagan las necesidades del mercado y los lleve a crear una ventaja competitiva, mientras propicia un entorno favorable para sus empleados y mejorando su calidad de vida.

5 Referencias

1. M. Zubair, C. Yoon, H. Kim, J. Kim, and J. Kim, "Smart wearable band for stress detection," in *2015 5th International Conference on IT Convergence and Security, ICITCS 2015 - Proceedings*, 2015, pp. 1–4.
2. [2] K. E. Mackey, "Give Me a Break," *IEEE Softw.*, vol. 16, no. 1, pp. 26–27, Jan. 1999.
3. [3] A. O. Akmandor and N. K. Jha, "Keep the Stress Away with SoDA: Stress Detection and Alleviation System," vol. 7766, no. c, pp. 1–14, 2017.
4. [4] B. Barrios-Choplin, R. Mccraty, and B. Cryer, "An inner quality approach to reducing stress and improving physical and emotional wellbeing at work," *Stress Medicine*, vol. 13, no. 3, pp. 193–201, 1997.
5. [5] R. Mccraty, M. Atkinson, and D. Tomasino, "Impact of a Workplace Stress Reduction Program on Blood Pressure and Emotional Health in Hypertensive Employees," *J. Altern. Complement. Med.*, vol. 9, no. 3, pp. 355–369, 2003.
6. [6] J.-H. Hong, J. Ramos, and A. K. Dey, "Understanding physiological responses to stressors during physical activity," in *Proceedings of the 2012 ACM Conference on Ubiquitous Computing - UbiComp '12*, 2012, p. 270.
7. [7] D. MacLean, A. Roseway, and M. Czerwinski, "MoodWings - A Wearable Biofeedback Device for Real- Time Stress Intervention," *Proc. 6th Int. Conf. Pervasive Technol. Relat. to Assist. Environ. - PETRA '13*, pp. 1–8, 2013.
8. [8] N. Ogińska-Bulik, "EMOTIONAL INTELLIGENCE IN THE WORKPLACE: EXPLORING ITS EFFECTS ON OCCUPATIONAL STRESS AND HEALTH OUTCOMES IN HUMAN SERVICE WORKERS," *IJOMEH Int. J. Occup. Med. Environ. Heal.*, vol. 1818, no. 22, pp. 167–175, 2005.
9. [9] D. R. Bach *et al.*, "Stress detection from speech and galvanic skin response

- signals,” *J. Neurosci. Methods*, vol. 3820, no. November, pp. 209–214, 2013.
10. [10] K. Hänsel, “Wearable Sensing Approaches for Stress Recognition in Everyday Life,” pp. 1–2.
 11. [11] V. M. Gonzalez, J. Favela, and M. Rodriguez, “Towards a Methodology to Envision and Evaluate Ubiquitous Computing,” *Avances de la Ciencia de la Computación.*, pp. 79–83, 2004.

AVANCES DE INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA EN EL ESTADO DE SONORA

AVIIES 2020

Año 6, número 1

ISSN: 2448-7473

Responsable de la Edición del volumen
Dr. Alonso Pérez Soltero

Colaboradores en la edición:
Dr. Mario Barceló Valenzuela
Dr. Oscar Mario Rodríguez Elías
Dr. Ramón René Palacio Cinco
Dr. Gilberto Borrego Soto



Difusión vía red de cómputo

Octubre del 2020



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



**TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO**

AVANCES DE INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA EN EL ESTADO DE SONORA, Año 6 Núm 1, octubre de 2020, es una revista anual, publicada y editada por el Tecnológico Nacional de México dependiente de la Secretaría de Educación Pública, a través del Instituto Tecnológico de Hermosillo, por la División de Estudios de Posgrado e Investigación, con domicilio en Av. Universidad Núm. 1200, Colonia Xoco, Delegación Benito Juárez, C.P. 03330, Ciudad de México, Tel. 5536017500, Correo electrónico: d_vinculacion@tecnm.mx. Editor Responsable: Dr. Oscar Mario Rodríguez Elias. Reserva de derechos al uso exclusivo No. 04-2015-101310132700-203, con ISSN: 2448-7473, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor.

Responsables de la última actualización de este volumen: Dr. Alonso Pérez Soltero, en colaboración con, Dr. Mario Barceló Valenzuela, Dr. Oscar Mario Rodríguez Elias, Dr. Ramón René Palacio Cinco y Dr. Gilberto Borrego Soto, en las instalaciones del Instituto Tecnológico de Hermosillo, Ave. Tecnológico y Periférico Poniente SN C.P. 83170, Colonia Sahuaro, Hermosillo, Sonora, México. Fecha de término de impresión, 31 de octubre de 2020.

Su objetivo principal es difundir los avances en investigación a nivel posgrado y licenciatura en diversas áreas de la ingeniería, realizados durante el lapso de un año, en las instituciones participantes de educación superior del estado de Sonora.

Los artículos son sometidos a un proceso de arbitraje, por lo que su contenido es responsabilidad exclusiva de sus autores, y no representa necesariamente el punto de vista de la institución.

Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del Instituto Tecnológico de Hermosillo.

Enlace de acceso: www.aviies.ith.mx

Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora

Año 6, Número 1

ISSN: 2448-7473

Responsable de la edición del volumen:
Dr. Alonso Pérez Soltero

Colaboradores en la edición:
Dr. Mario Barceló Valenzuela
Dr. Oscar Mario Rodríguez Elías
Dr. Ramón René Palacio Cinco
Dr. Gilberto Borrego Soto

Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora

Año 6, Número 1

ISSN: 2448-7473

Responsable de la edición del volumen:

Dr. Alonso Pérez Soltero

Colaboradores en la edición:

Dr. Mario Barceló Valenzuela

Dr. Oscar Mario Rodríguez Elias

Dr. Ramón René Palacio Cinco

Dr. Gilberto Borrego Soto



Maestría en Ingeniería Electrónica
Maestría en Ingeniería Industrial
y Maestría en Ciencias de la
Computación



Posgrado en
Ingeniería Industrial



Maestría en Ciencias
de la Ingeniería
Maestría en Administración de las
Tecnologías de la Información
Maestría en Ingeniería en Sistemas

Octubre 2020

ISSN: 2448-7473

Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora,
Año 6, Número 1.

Responsable de la edición del volumen: Dr. Alonso Pérez Soltero

Colaboradores en la edición: Dr. Mario Barceló Valenzuela, Dr.
Oscar Mario Rodríguez Elías, Dr. Ramón René Palacio Cinco, Dr.
Gilberto Borrego Soto

Posgrado en Ingeniería Industrial

División de Ingeniería

Universidad de Sonora

Maestría en Ingeniería Electrónica

Maestría en Ingeniería Industrial y

Maestría en Ciencias de la Computación

División de Estudios de Posgrado e Investigación

Instituto Tecnológico de Hermosillo

Tecnológico Nacional de México

Maestría en Ciencias de la Ingeniería

Maestría en Administración de las Tecnologías de la Información

Instituto Tecnológico de Sonora

Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora,
Año 6, Número 1.

2020: Hermosillo, Sonora (México).

Responsable de la edición del volumen: Dr. Alonso Pérez Soltero

Colaboradores en la edición: Dr. Mario Barceló Valenzuela, Dr. Oscar Mario
Rodríguez Elías, Dr. Ramón René Palacio Cinco, Dr. Gilberto Borrego Soto

Octubre de 2020

Volumen editado en: Hermosillo, Sonora: Instituto Tecnológico de
Hermosillo

2020.

232 Páginas

ISSN: 2448-7473

Reserva de derechos **No. 04-2015-101310132700-203**, al
Tecnológico Nacional de México de la Secretaría de Educación
Pública, a través del Instituto Tecnológico de Hermosillo.

Av. Universidad Núm. 1200,

Colonia Xoco,

Delegación Benito Juárez,

C.P. 03330,

Ciudad de México

ISSN: 2448-7473

La presente revista está constituida por los reportes de los trabajos de investigación que se llevan a cabo en algunos de los posgrados del área de ingeniería de las instituciones participantes. Por un lado, están los relacionados a “resultados de investigación” y por otro, los pertenecientes a “avances de investigación”.

La información e ideas vertidas en cada uno de los artículos de esta revista, son responsabilidad exclusiva de los autores. Ni las instituciones que apoyaron en la organización de este volumen, ni los editores del mismo, se hacen responsables por las faltas en las que los autores hayan incurrido en la preparación de sus trabajos. Cualquier aclaración deberá ser remitida al autor principal de cada trabajo, o en su defecto a los coautores.

Directorio

Instituto Tecnológico de Hermosillo

M.C. Gerardo Ochoa Salcido
Director

M.C. Karla María Apodaca Ibarra
Subdirectora Académica

M.A. Eugenio Borboa Acosta
Subdirector de Planeación y Vinculación

M.C. Luis Carlos Santos
Subdirector Administrativo

M.C.O. Rosa Irene Sánchez Fermín
Jefa de la División de Estudios de Posgrado e Investigación

Universidad de Sonora

Dr. Enrique Fdo. Velázquez Contreras
Rector

Dr. Ramón Enrique Robles Zepeda
Secretario General Académico

Dra. Rosa María Montesinos Cisneros
Secretaria General Administrativa

Dra. María Rita Plancarte Martínez
Vicerectora de la Unidad Regional Centro

Dr. Martín Antonio Encinas Romero
Director de la División de Ingenierías

M.C. Guillermo Cuamea Cruz
Jefe del Departamento de Ingeniería Industrial

Instituto Tecnológico de Sonora

Dr. Jesús Héctor Hernández López
Rector

Dr. Jaime Garatuza Payán
Vicerectora Académica

Dr. Armando Ambrosio López
Director de la División de Ingeniería y Tecnología

Comités académicos

**Posgrado en Ingeniería Industrial
Departamento de Ingeniería Industrial
División de Ingeniería
Universidad de Sonora**

Dr. Alonso Pérez Soltero (Coordinador del Posgrado en Ingeniería Industrial)
Dr. Mario Barceló Valenzuela
Dr. Jaime Alfonso León Duarte
Dr. Luis Felipe Romero Dessens
M.C. Guillermo Cuamea Cruz
Dr. Víctor Hugo Benítez Baltazar
Dr. José Luis Ochoa Hernández
Dr. Federico Cirett Galán

**Consejos de Posgrado de las Maestrías en Ciencias de la Computación,
Ingeniería Electrónica e Ingeniería Industrial
División de Estudios de Posgrado e Investigación
Instituto Tecnológico de Hermosillo**

Ingeniería Electrónica

Dr. Guillermo Valencia Palomo
Dr. José Antonio Hoyo Montaña
Dra. Rosalía del Carmen Gutiérrez
Urquidez
Dra. María Eusebia Guerrero Sánchez
Dr. Carlos Alberto Pereyda Pierre
M.C. Fredy Alberto Hernandez Aguirre
M.C. José Manuel Chávez
M.C. Jesús Manuel Tarín Fontes

Ingeniería Industrial

Dr. Enrique Javier de la Vega Bustillos
Dr. Francisco Octavio López Millán
Dr. German Alonso Ruiz Domínguez
Dr. Gerardo Meza Partida
M.C. Gilberto Orrantía Daniel
M.C. Rodolfo Ulises Rivera Landaverde

Ciencias de la Computación

Dra. María Trinidad Serna Encinas
Dr. Oscar Mario Rodríguez Elías
MC. César Enrique Rose Gómez
MC. Sonia Regina Meneses Mendoza
MSI. Fernando Javier Carrasco Guigón
M.C. Rafael Armando Galaz Bustamante
M.C. Francisco Gabriel Ibarra Lemas

Instituto Tecnológico de Sonora

Maestría en Tecnologías de la Información para los Negocios

Dr. Luis Felipe Rodríguez Torres (Responsable de Programa)

Dr. Ramón René Palacio Cinco

Mtro. Jorge Guadalupe Mendoza León

Dr. Carlos Jesús Hinojosa Rodríguez

Dra. Cynthia Beatriz Pérez Castro

Dr. Luis Adrián Castro Quiroa

Dr. Armando García Berumen

Revisores de las instituciones organizadoras

UNIVERSIDAD DE SONORA

M.C. Carlos Anaya Eredias
Dr. Federico Cirett Galán
Dr. Jaime Alfonso León Duarte
Dr. Jesús Horacio Pacheco Ramírez
Dr. Victor Hugo Benitez Baltazar
Dr. Gerardo Sánchez Schmitz
Dr. José Luis Ochoa Hernández
Dr. Agustín Brau Avila
Dr. Mario Barceló Valenzuela
Dr. Victor Manuel Herrera Jiménez
Dr. Luis Felipe Romero Dessens
Dr. Alonso Pérez Soltero
Dr. Jaime Olea Miranda
Dra. Raquel Torres Peralta
Dr. René Francisco Navarro Hernández
Dra. Margarita Valenzuela Galván
Dra. Mery Helen Pesantes Espinoza

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE HERMOSILLO

Dra. María Trinidad Serna Encinas
Dr. Guillermo Valencia Palomo
Dr. Oscar Mario Rodríguez Elías
Dr. German Alonso Ruiz Domínguez
Dra. Rosalía Gutierrez Urquidez
Dr. José Antonio Hoyo Montaña
M.C.I. Rodolfo Ulises Rivera Landaverde
M.C. Sonia Regina Meneses Mendoza
M.C. César Enrique Rose Gómez
M.S.I. María de Jesús Velázquez Mendoza
M.C. Rafael Galaz Bustamante
Eduardo Antonio Honojosa Palafox
M.C. Gilberto Orrantia Daniel
Dr. Gerardo Meza Partida
Dr. Francisco Octavio López Millán
Martha Estela Díaz Muro
Dr. Enrique Javier de la Vega Bustillos
Oscar Vidal Arellano Tánori

Prefacio

Entre las funciones sustantivas de las instituciones de educación superior se encuentran la de realizar investigación y vincularse con la sociedad, su cultura y el desarrollo. El objetivo de esta revista cumple con esas funciones, al servir como un espacio para promover y dar a conocer los avances y resultados de los proyectos de investigación que se realizan en Posgrados de algunas de las principales instituciones de educación superior del estado de Sonora, México. Es importante enfatizar que la mayoría de estos artículos, han sido elaborados por investigadores y estudiantes de Posgrados que pertenecen al Padrón Nacional de Posgrados de Calidad del CONACYT, además que han pasado por un proceso de revisión de pares. Lo anterior coadyuva a que los trabajos que aquí se presentan sean de alta calidad.

Por otro lado, con la finalidad de ser un espacio de inclusión y colaboración interinstitucional, además de integrar a otros sectores, tanto públicos como privados; esta revista también busca que tanto estudiantes como profesores e investigadores, a nivel posgrado y licenciatura, tengan un medio en el cual puedan exponer y difundir los resultados de sus investigaciones, así como conocer lo que otros actores realizan en sus áreas de trabajo o interés, y de esta forma fortalecer la vinculación y colaboración.

En esta edición de la revista se presentan un total de 43 trabajos, donde 16 corresponden a reportes de resultados, mientras que los restantes 27 son reportes de avances de investigación. Dichos trabajos abarcan diversas áreas de la ingeniería y han sido clasificados en 4 áreas: I) Ciencias de la Computación, II) Eléctrica y Electrónica, III) Industrial y IV) Mecánica y mecatrónica. Estas áreas representan algunas de las principales fortalezas desarrolladas en las instituciones de educación superior del estado de Sonora y que participan con artículos en esta edición.

Esperando que estos trabajos publicados en la revista sean de interés y utilidad para todos los lectores tanto a nivel nacional como internacional.

Dr. Alonso Pérez Soltero

Índice de Contenido

A.- RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN

Ciencias de la Computación

<i>Clasificación de Derechohabientes en Institución de Salud.</i> Lyla Berenice Morales-Villalba, Raquel Torres-Peralta, Federico Miguel Cirett-Galán, Alonso Pérez-Soltero	1
<i>Diseño de un sistema de apoyo en la detección de necesidades de capacitación en seguridad de la información.</i> Jalil Gerardo Espinoza-Zepeda, Oscar Mario Rodríguez-Elías, Sonia Regina Meneses-Mendoza, Francisco Gabriel Ibarra-Lemas	10
<i>Factibilidad del desarrollo de una aplicación móvil, para un sistema de telemetría ambiental y purificación del aire.</i> José de Jesús Soto-Padilla, Ramón Rene Palacio-Cinco, Carlos Jesús Hinojosa-Rodríguez, Lizbeth Soto-Soto	18
<i>Mecanismo de etiquetado social para el acceso a la clasificación de conocimiento arquitectónico.</i> José Luis Robles Reyes, Gilberto Borrego Soto, Luis Fernando Marín Calderón	25
<i>Metodología y sistema para medir el grado de concordancia del perfil de conocimiento de egreso de alumnos del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Hermosillo.</i> Abraham Duarte-Ruiz, Óscar Mario Rodríguez-Elías, César Enrique Rose-Gómez, Sonia Regina Meneses-Mendoza	29
<i>Plataforma de soporte a la capacitación en línea para la realización de estudios clínicos.</i> María Alejandra García-Bayona, Oscar M. Rodríguez-Elías, Sonia R. Meneses-Mendoza, Hazael Gómez-Encinas	37

Eléctrica y Electrónica

<i>Desarrollo de un sistema de telemetría para monitoreo de servicios básicos en una instalación residencial con sistema fotovoltaico interconectado a la red eléctrica.</i> Jorge Alberto Yanez Preciado, M.C. Fredy Alberto Hernández Aguirre, M.C. José Manuel Chávez, M.C. Rafael Armando Galaz Bustamante, Dr. Carlos Alberto Pereyda Pierre	45
<i>Monitoreo y control en tiempo real de un vehículo aéreo no tripulado comercial tipo cuadirrotor.</i> J. Montoya-Morales, M.E. Guerrero-Sánchez, G. Valencia-Palomo, R. Galaz-Bustamante y O. Hernández-González	51
<i>Sistema de Administración de Energía para el Laboratorio de Electrónica Industrial.</i> Paul Fernando Valenzuela Portillo, Dr. José Antonio Hoyo Montaña	58

Industrial

<i>Implementación de la metodología FMEA estructurado como VSM en el departamento de Diseño de Producción de una empresa arnesera.</i> Figueroa-Campa, Jesús Eduardo, Anaya-Pérez, María Elena	64
<i>Implementación de un programa de seguridad y salud en el trabajo en una empresa agroindustrial.</i> Luis Alfonso Valenzuela Matuz, Margarita Valenzuela Galván, Jaime Alfonso Leon Duarte	72
<i>Metodología y buenas prácticas para diseño de procesos en una empresa metalmecánica.</i> Carlos Gabriel Pesqueira-Fiel, Gerardo Sánchez-Schmitz	78
<i>Propuesta Metodológica para Medir el Desempeño de Proyectos No Predeterminados en las Agencias de Publicidad.</i> Alexia López-Villarreal, Gerardo Meza-Partida, Oscar Arellano-Tánori, Gilberto Orrantia-Daniel	85
<i>Redistribución de Planta de un Taller de Fabricación de Maquinaria Agrícola utilizando la Metodología SLP.</i> Jesus Carlos Romero-Quiroz, Jaime Alfonso León-Duarte, Luis Felipe Romero-Dessens	93
<i>Reingeniería del proceso de ventas de Riegos Valley.</i> Cruz Delia Cabada Arizmendiz, Elva Lizeth Gutierrez Mendivil, Gilberto Borrego Soto	100

Mecánica y Mecatrónica

<i>Documentación de un lanzamiento y validación de un sistema de escape a través del uso de las metodologías APQP –PPAP.</i> Enrique Javier de la Vega Bustillos, Benjamín Tercero Huez Moreno	107
--	-----

B.- AVANCES DE INVESTIGACIÓN

Ciencias de la Computación

- Arquitectura Propuesta para Modelo de Clasificación y Predicción de Casos de Violencia Contra la Mujer.* Esteban Coatlallope Hernández Pérez, César Enrique Rose Gómez, María Trinidad Serna Encinas, Sonia Regina Meneses Mendoza 116
- Desarrollo de una aplicación móvil, para el diagnóstico de autorizaciones financieras en la Universidad de Navojoa.* Lizbeth Soto-Soto, José de Jesús Soto-Padilla, Carlos Jesús Hinojosa-Rodríguez, José David Beltrán-González 121
- Diseño de un modelo para evaluar el nivel de preparación en industria 4.0 de una empresa de manufactura.* Julio Cesar Cortez-Gamez, Gerardo Sanchez-Schmitz, Victor Benitez-Baltazar 126
- Implementación de estrategias para la disminución de riesgos psicosociales en una empresa desarrolladora de software.* Edna G. Baquera-Varillas, Jesus Pacheco, Jaime León-Duarte 130
- Modelo de Adiestramiento basado en la Gestión del Conocimiento a Desarrolladores CNC en una Organización Aeroespacial.* Guzmán Gerardo Alfonso Sánchez Schmitz, Mario Barceló Valenzuela, Ana Karen Ochoa Madrid 134
- Modelo predictivo del comportamiento del valor de bienes raíces por medio de técnicas de inteligencia artificial.* Rolando Isaac Valenzuela-Hurtado, Raquel Torres-Peralta, Mario Barceló-Valenzuela 138
- Una propuesta metodológica para gestionar el conocimiento implementando una arquitectura de procesos de dominio para PYME constructor.* Ruth María Zepeda Estrada, Alonso Perez-Soltero, Mery Pesantes 142
- Una propuesta para aprovechar el conocimiento de una PYME Industrial.* Mario Barceló Valenzuela, Estephany Figueroa Symonds 146

Eléctrica y Electrónica

- Modelo de circuito multiplicador para alimentación continua de nodos sensores inalámbricos mediante cosecha de energía de RF.* Hazas Izquierdo Raúl Gilberto, Hoyo Montaña José Antonio 151

Industrial

- Ampliación de la gama de color en la impresión de etiquetas auto adheribles con la aplicación de un diseño experimental.* Gloria Lucero Ramírez Zamora, Carlos Anaya Eredias, Jaime Olea Miranda 156
- Análisis de tareas repetitivas mediante Kinect en una empresa del ramo de la construcción.* Guillermo Martínez – Cadena, Jaime León – Duarte, Víctor Benítez – Baltazar 160
- Arquitectura Propuesta de un Sistema Estándar para los Flujos de Trabajo en Productos y Servicios.* Gildardo García-Salazar, Germán Alonso Ruiz-Domínguez, Rodolfo Ulises Rivera-Landaverde, Gilberto Orrantia-Daniel 165
- Contracción Máxima Muscular: Creación de Modelo Ergonómico utilizando Sue Rodgers y Art Tool.* Romina Retamoza-Rivera, Oscar Arellano-Tánori, Octavio López-Millan, Javier de la Vega-Bustillos, Gerardo Meza-Partida 169
- Desarrollo de Propuesta para el Diseño de un Sistema para la Medición de Vibraciones Generadas por Pruebas Destructivas.* Contreras Chavarin Denny Misel, Dr. Pereyda Pierre Carlos Alberto, Dr. De la Vega Bustillos Enrique Javier, Arellano Tanori Oscar vidal 173
- Desarrollo de sistema para la captura de movimiento humano a través de sensores inerciales.* Milthon Eduardo Ruiz Ramos, Carlos Alberto Pereyda Pierre, Francisco Octavio López Millán, Enrique De la Vega Bustillos, Oscar Vidal Arellano Tanori 179
- Desarrollo de una estrategia para la retención de personal valioso en organizaciones industriales.* Elsy Guadalupe Parada-Ruiz, Geovana Armenta-Borgo, Jaime Olea-Miranda 183
- Estudio de las Jornadas Laborales de 12 horas en la Industria Manufacturera.* Daniela Inzunza Robles, Gilberto OrrantiaDaniel, Enrique de la Vega Bustillos, German Alonso Ruiz Dominguez, Rodolfo Ulises Rivera Landaverde 187
- Estudio del comportamiento del precio de la uva de mesa sonorensis en el mercado de Estados Unidos a través de estrategias de minería de datos.* Vicente Solis Sandoval, Juan Martin Preciado Rodriguez, Luis Felipe Romero Dessens 191

<i>Gamificación en Procesos De Manufactura: Propuesta de un Modelo de Dispersión de Métricas Individuales para Operadores de una Planta Automotriz.</i> Guzmán Sánchez-Schmitz, Anel Encinas-Noriega	195
<i>Implementación de un manual de procedimientos para el control interno y administrativo.</i> Gabriela Valverde-Muñoz, Jaime León-Duarte, Jaime Olea-Miranda	199
<i>Propuesta de un modelo de ruteo de vehículos para el rediseño de rutas de abastecimiento para una comercializadora en Hermosillo.</i> Iván Alexis Félix Chávez, Luis Felipe Romero Dessens	204
<i>Propuesta de una metodología para la planeación de un sistema de almacenes y de inventario en una empresa comercializadora de alimentos.</i> Luis Felipe Romero-Dessens, Jaime León – Duarte, Roberto Guzman-Marquez	207
<i>Propuesta para la aplicación del método SLP para la distribución de área de producción de Cacahuates Salados.</i> Gladys Irasema Granich Armenta, Maria Elena Anaya Pérez	211
<i>Propuesta De Diseño De Una Máquina Trituradora De Plásticos.</i> Ana Ivis Estrada-Rodríguez, Germán Alonso Ruiz-Domínguez, Rodolfo Ulises Rivera-Landaverde, Gilberto Orrantia-Daniel	215
<i>Una metodología basada en la aplicación de técnicas de cadena de suministro inversa y manufactura esbelta para la reducción de rotura de envase en empresa embotelladora de bebidas.</i> Guillermo Cuamea-Cruz, Luis Felipe Romero-Dessens, Diana Laura Nuñez-Moreno	219
 <i>Mecánica y Mecatrónica</i>	
<i>Arquitectura Propuesta para Mesa Interactiva Multiusuario Inteligente para el Registro de Órdenes en Restaurantes.</i> Angel Eduardo Gaxiola Javier, Rafael Armando Galaz Bustamante, María Trinidad Serna Encinas, César Enrique Rose Gómez	223
<i>Gestión de dispositivos ciber-físicos.</i> Victor Hugo Benitez-Baltazar, Gustavo César Soto-Pérez, Luis Carlos Félix-Herrán	229

Factibilidad del desarrollo de una aplicación móvil, para un sistema de telemetría ambiental y purificación del aire

José de Jesús Soto-Padilla, Ramón René Palacio-Cinco, Carlos Jesús Hinojosa-Rodríguez, Lizbeth Soto-Soto

Unidad Navojoa

Instituto Tecnológico de Sonora

Navojoa, Sonora, México

{jose.soto107088, ramón.palacio88271, carlos.hinojosa19177, Lizbeth.soto209031}@potros.itson.edu.mx

Resumen—El presente proyecto describe el desarrollo de una tecnología móvil como iniciativa estratégica que actualmente las empresas desempeñan ante las necesidades del medio ambiente, lo cual, se exponen tareas complejas para su implementación y ejecución en el campo de acción. El objetivo del proyecto es desarrollar una aplicación móvil que permita gestionar información de un sistema de telemetría para la toma de decisiones ambientales, así como las medidas para la purificación del aire a través de la metodología del desarrollo de software y las mejores prácticas de sistemas empotrados. En el desarrollo de la investigación, la instrumentación que se siguió permitió establecer los cimientos de arquitectura, así como las capacidades de diseño y programación de software. Como resultado, se obtuvo la construcción de la aplicación móvil con sus funcionalidades para percibir la utilidad, facilidad y su actitud. A manera de conclusión, la metodología e instrumentos aplicados fueron satisfactorios.

II. Palabras clave—Tecnologías de información, aplicación móvil, contaminación, Purificación del aire.

I. INTRODUCCIÓN

Las tecnologías de información (TI) están transformando nuestra sociedad y no lo hacen con la fabricación de ordenadores, con el desarrollo de software, con la creación de teléfonos inteligentes o redes de comunicaciones. En los hogares como en las empresas, manifiestan que no solo dependen de la infraestructura disponible, si no de las habilidades para utilizarlas.

Las tecnologías de la información serán cruciales para dar agilidad a las organizaciones y ayudar a los negocios a ser más productivos y competitivos. Sin embargo, el desarrollo de la computación como de la telefonía celular ha tenido una gran evolución y un gran impacto dentro de las tecnologías junto con la incursión de la internet. “En el país existen al menos 4,000 empresas en el sector de las TI, las cuales facturan alrededor de 444,379 millones de pesos y se tuvo un crecimiento de 7% para el presente año en el sector, mientras que al aumento anual promedio desde 2014 ha sido de 10.5%, de acuerdo con la Asociación Mexicana de la Industria de Tecnologías de Información (AMITI), que agrupa a sectores de hardware, software, integradores, consultores, proveedores de servicios y canales de distribución” [1].

Por otro lado, actualmente las organizaciones desarrollan iniciativas para hacer frente a las necesidades del medio

ambiente sobre acciones para el uso de los recursos naturales y los utilizan de forma racional, así como fijan la atención en cuestiones como el cambio climático, la protección de la diversidad y población en su conjunto [2]. De esta manera el equilibrio del sistema ambiental puede tener diversos orígenes y a medida que aumenta se generan estrategias que logren impactar a su problemática y en donde las tecnologías de información juegan un papel muy importante.

Es por ello, que departamentos de medio ambiente necesitan innovar, para dar respuesta a las cambiantes necesidades del sistema ambiental, tomando como puntos clave para su crecimiento el reducir costos, garantizar la fiabilidad de información, la escalabilidad en la gestión del medio ambiente, establecer comparaciones de valores referenciados y la generación de informes de una manera oportuna [3].

El control ambiental es una de las vías que ayudan al medio ambiente y garantiza que las normas que protegen el entorno se cumplan. Actualmente hay drones que vigilan áreas de flora y fauna, dispositivos o circuitos empotrados, así como sistemas que analizan el nivel de contaminación del aire y llevar un control tecnológico muy minucioso que pone a prueba la calidad de cualquier tipo de producto que llegue al mercado.

Existen tecnologías que permiten la medición remota de datos y que están diseñados para la realizar tareas específicas, pero permiten un alto nivel de desempeño y costos muy accesibles, así como la integración de sistemas operativos con características de tiempo real. Dicho de esta manera, se le puede conocer como sistema embebido y que puede adaptar la integración de componentes electrónicos y sensores que logran la capacidad de funcionalidades personalizadas por las necesidades requeridas en su solución tecnológica.

De esta manera el proyecto de investigación busca como objetivo el desarrollar una aplicación móvil que permita gestionar información de un sistema de telemetría para la toma de decisiones ambientales, así como el registro de las medidas de purificación obtenidas por medio de la metodología del desarrollo de software y las mejores prácticas de sistemas empotrados.

II. MARCO TEÓRICO Y TRABAJO PREVIO

El contenido del marco teórico que fundamenta el documento, interviene los conceptos básicos necesarios para el entendimiento del desarrollo del mismo, con la finalidad de proporcionar una idea más clara del tema de investigación, así como el trabajo previo.

A. Desarrollo sostenible.

El desarrollo sostenible es un proceso que requiere a los distintos actores de la sociedad y responsabilidades en la aplicación del modelo económico, político, ambiental y social, así como en los patrones de consumo que determinan la calidad de vida [4].

El término de desarrollo sostenible toma en cuenta dos líneas de pensamiento con respecto a las actividades humanas. Una de ellas concentrada en las metas de desarrollo y la otra en el control de los impactos perjudiciales de las actividades humanas sobre el ambiente. De tal manera que la gestión ambiental concentra las estrategias que influyen sobre el ambiente con el fin de lograr la calidad de vida previniendo los problemas ambientales.

Por ello se deben de tomar en cuenta, principios como los de: priorizar la prevención por sobre la remediación o corrección, cuando haya peligro de daño grave o irreversible, la falta de certeza científica no es excusa para evitar políticas preventivas, así como el derecho gradual y soberano a utilizar recursos naturales propios.

Más de 15.000 científicos procedentes de 184 países han firmado (y siguen firmando) un segundo aviso, en el que exponen que los humanos están en curso de colisión con el mundo natural, y si no se toman medidas inmediatas, no podremos evitar daños sustanciales e irreversibles al planeta [5].

En septiembre del año 2015, los dirigentes mundiales aprobaron a las Naciones Unidas para transformar nuestro mundo y determinar metas que apoyen al desarrollo sostenible, siendo estrategias que enmarcan objetivos para dar solución a los retos de la sociedad y del planeta los próximos 12 años [6].

B. Contaminación

La contaminación atmosférica es el principal riesgo ambiental para la salud, lo cual los efectos no están distribuidos de manera equitativa en la población. Las personas con enfermedades previas, los niños menores de cinco años y los adultos entre 50 y 75 años de edad son los más afectados. Las personas que viven en situación de vulnerabilidad, así como las mujeres y sus hijos que utilizan estufas tradicionales para cocinar y calentarse, también corren mayor riesgo [7].

Pero lo cierto es que hay más tipos de contaminación, los cuales pueden ser: contaminación hídrica, contaminación del suelo, contaminación acústica, contaminación lumínica, contaminación visual, así como la contaminación térmica y

todos están relacionados, lo cual traen consecuencias de lo que las personas logren hacer [8].

Según un nuevo informe publicado por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y Naciones Unidas mencionan que las concentraciones de gases en la atmósfera registran niveles altos y no dejan de aumentar, lo cual evidencian emisiones globales de dióxido de carbono (CO₂).

“En los últimos años, las emisiones habían subido tanto que la caída sin precedentes vivida en abril apenas situó las emisiones en cifras similares a las de 2006. En 2019, se alcanzó un nuevo récord de 36.7 gigatoneladas (Gt) de CO₂ emitidas, lo que supone un 62% más que las registradas cuando empezaron las negociaciones sobre el cambio climático en 1990” [9].

Por otro lado, estudios anteriores han demostrado que las partículas de contaminación del aire contienen microbios y que es probable que se transporten de un lugar a otro, así como a las personas causando enfermedades fatales, como la del virus que actualmente está sometiendo al planeta y que es llamado; COVID-19. Pero podría ser que no se tenga algún efecto en la atmosfera, gracias a la interacción de las partículas que no pueden ser viables.

Por lo, tanto mantener medidas de seguridad ante las situaciones contaminantes suelen ser de gran seguridad a enfermedades inesperadas, pero la consecuencia de actividades, ha traído una nueva amenaza mundial, lo cual se debe a uso de mascarillas que ahora invaden los vertederos y océanos, provocando una vez más la alteración de los ecosistemas orientados a su destrucción [10]. Es por ello que responsabilidad de cada persona debe de considerar el depósito de basura correspondiente, la sanitización y la purificación del aire.

C. Telemetría

La telemetría o tele medición es una tecnología que permite medir y rastrear magnitudes físicas, de forma remota. Los sistemas telemétricos dan información sobre los estados de procesos, permitiendo controlarlos a distancia [11]. La información enviada hacia un sistema de telemetría se realiza normalmente mediante comunicación inalámbrica, aunque también se puede realizar por otros medios como los pueden ser: teléfono, redes de computadoras, circuitos integrados con componentes inalámbricos, enlace de fibra óptica, entre otros. Dicho sistema recibe instrucciones y los datos necesarios para operar desde un centro de control o desde una plataforma de visualización en internet.

Las aplicaciones de la telemetría, es común para la detección, medición y control de forma automática de los datos de un dispositivo remoto, brindando soluciones inteligentes o impactando en otros campos como en la logística y el transporte. Por tal motivo, un sistema de telemetría puede tener componentes como: acelerómetros que ayudan a medir el cambio de velocidades, GPS para fijar ubicaciones en tiempo real y sensores que permiten añadir información externa.

D. Aplicaciones Móviles

Una aplicación móvil es un programa que se ejecuta en un teléfono inteligente llamado *smartphone* o en otros dispositivos móviles y ayudan en la organización de archivos, otras en comunicación, así como otras en encontrar todo lo necesario para trasladarnos de la forma más cómoda, según nuestras necesidades de transporte y muchas más [12].

Las aplicaciones móviles pueden venir preinstaladas en el dispositivo móvil llamándose *apps* integradas, sin embargo, es más común descargarse del internet y aun que pueden ser desarrolladas, los avances tecnológicos son favorables cualquier ámbito. Según cifras oficiales, en el 2012 había 14.7 millones de usuarios de teléfonos inteligentes, y su crecimiento anual para el 2015 fue del 70%, así como el 80% en 2016 señala un análisis de la consultoría The Competitive Intelligence Unit (CIU) [13].

Sin embargo, la evolución del número total de usuarios de teléfonos inteligentes en todo el mundo desde 2016 hasta 2021, está previsto que la cifra de personas que utiliza *smartphones* crezca de forma paulatina hasta 2021, pero sin superar la barrera de los cuatro millones de usuarios [14].

El uso de las aplicaciones móviles se ha convertido en una modalidad tecnológica que apoya a distancia y en movilidad, siendo conceptos clave para la obtención de datos de manera eficiente y oportunos. De tal manera, que para la mayoría de los proyectos de implementación de tecnología móvil nacen con una simple idea: “sustituyamos y eliminemos el papel” [15].

Las *apps* se han convertido en las herramientas más utilizadas por las personas a lo largo de todo el día. Con ellas se pueden consultar las reuniones, las direcciones, información de interés, desde una búsqueda sencilla, hasta una compra electrónica, así como también la cuenta corriente sin necesidad de desplazarnos a una oficina de una empresa.

E. Trabajo previo

Tras la búsqueda de información y la colaboración de participantes en la ciudad de Navojoa, Sonora, el personal académico de la facultad de Ingeniero en Software (ISW), notaron la posibilidad de la mejora de un prototipo electrónico con la capacidad de medir el dióxido de carbono a oxígeno y percibir la factibilidad de una aplicación móvil a través de un modelo de aceptación. Anteriormente el trabajo previo del proyecto fue presentado en el evento NASA Space Apps Challenge, el cual se llevó a cabo del 19 al 20 de octubre del año 2019 y fue patrocinado por la organización de emprendimiento INVEST Navojoa, destacando el primer lugar a nivel regional.

El prototipo está basado en un modelo industrial de un precipitador electrostático que logra separar las moléculas de carbono encontradas en el dióxido de carbono (CO₂) con ayuda de una reacción química denominada *electrólisis*. Para esto, también, se desarrolló una propuesta software que permite visualizar los niveles de la contaminación, así como el aire que se logró purificar.

La iniciativa fue impulsada por el laboratorio de móviles e innovación del programa educativo de ISW del Instituto Tecnológico de Sonora unidad Navojoa. Por lo tanto, al no contar con una tecnología móvil que podría apoyar en demostrar los datos obtenidos del prototipo, se dio a la marcha su desarrollo, lo cual pretende indicar la medición de niveles de dióxido de carbono y oxígeno. La aplicación tiende a realizar la interacción entre un circuito electrónico como parte de la efectividad y de acuerdo a la integración de componentes y sensores que son parte del prototipado se logra la captación de información oportuna.

Por último, se pretende a futuro analizar una mejora que permita la captación sonido, para poder afrontar a la contaminación acústica y generar valores que enmarcan la salud de las personas, así como centralizar los datos en sistemas distribuidos que permitan la comunicación y obtención de datos de forma oportuna.

III. PROPUESTA DE SOLUCIÓN

El personal académico del departamento de Ingeniero en Software del Instituto Tecnológico de Sonora, unidad Navojoa en conjunto con los estudiantes inscritos y pertenecientes al laboratorio de móviles del programa educativo, presenta una tarea compleja sobre la obtención de datos relevantes de la medición de niveles de dióxido de carbono (CO₂) y oxígeno de forma oportuna, por lo que no se ha desarrollado un medio tecnológico que lo considere. De tal manera que el 100% de los empleados están de acuerdo que si se cuenta con medios que permiten el registro de información de datos. Sin embargo, el 98% indican que la tecnología móvil es adecuada, para llevar a cabo dichos registros, así como el 100% mencionan que el departamento no cuenta con un sistema móvil para el apoyo en la realización de las medidas de CO₂ del prototipo electrónico.

Dados los antecedentes se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿De qué manera se puede obtener información en la medición de purificación de aire y niveles de contaminación en zonas alejadas de la región del sur de Sonora con mayor certeza y de forma oportuna? Por lo anterior, el proyecto aborda la creación de una aplicación móvil para medir niveles de contaminación, los datos estadísticos que sean mostrados indicaran el nivel de dióxido de carbono y oxígeno en un sistema de telemetría.

IV. METODOLOGÍA DE TRABAJO

Los datos de este trabajo de investigación son de enfoque cuantitativo; esto es así debido a que se busca determinar mediante el uso de herramientas tales como encuestas y mediciones, recoger información medible bajo el concepto real del impacto. De tal manera que también tiene un enfoque descriptivo y transversal. Descriptivo por el modo sistemático de la situación a cada nivel de contaminación ambiental que pueda describir alguna zona alejada en la región del sur de Sonora y transversal porque podrá extraer en un momento determinado conclusiones de evaluación acerca de los resultados del análisis en la medición de niveles de CO₂.

Con el objetivo de averiguar sobre lo que piensan los integrantes de la academia de Ingeniero en Software y estudiantes inscritos al programa educativo del Instituto Tecnológico de Sonora, unidad Navojoa, fueron invitados 6 profesores de distintos puestos, con el rango de edades entre los 45 años como edad máxima y 20 años como mínima, el cual para la evaluación se utilizaron varios materiales entre los cuales están: instrumento de diagnóstico para analizar la necesidad de una aplicación móvil y un instrumento de aceptación de tecnologías para percibir la usabilidad, utilidad y actitud del usuario con respecto al desarrollo del software. Para la realización de la investigación, se llevó a cabo el siguiente procedimiento.

Fase 1, análisis del contexto tecnológico: consiste en analizar la situación actual de la academia de Ingeniero en Software para poder determinar la información pertinente a la medición de niveles de dióxido de carbono y oxígeno, así como la condición en la que se encuentra el personal académico de acuerdo a la infraestructura para el desarrollo del proyecto. De tal manera es necesario analizar de forma general la tecnología móvil con la que se cuenta, así como el apoyo de soporte tecnológico.

Fase 2, análisis y diseño de la aplicación móvil: la finalidad principal de esta fase es analizar el dominio del problema, establecer los cimientos de arquitectura y alcanzar la capacidad de diseño de la aplicación móvil de forma incremental a través de las sucesivas iteraciones del desarrollo del software.

Fase 3, análisis de aceptación de la tecnología: consiste en llevar a cabo la implementación de la aplicación móvil en el campo de acción para identificar la utilidad, la facilidad y actitud de la tecnología desarrollada. De esta manera se puede ejercer el desarrollo y la implementación del software para la realización de datos estadísticos que permitan identificar los niveles de contaminación ambiental y purificación de aire.

V. RESULTADOS

A continuación, se detallan los resultados obtenidos con el desarrollo de la metodología propuesta, donde en la fase uno, la información de niveles de dióxido de carbono y oxígeno a concentrar se basa en el circuito empotrado con apoyo de un sistema de telemetría.

Siguiendo en el mismo tenor, el siguiente resultado se muestra en la percepción del personal acerca del contexto tecnológico de la academia de Ingeniero en Software, en donde el 100% de los empleadores están de acuerdo que se cuenta con equipos de cómputo y sistemas informáticos adecuados para llevar a cabo las actividades en la medición de purificación de aire, de tal manera que el 95% indican contar con dispositivos móviles con sistema operativo Android, el 5% cuentan con dispositivos con sistema operativo IOS.

También se tiene contemplado el establecimiento de un departamento de sistemas de información, con equipamiento de infraestructura de redes de comunicaciones y equipos computacionales para el procesamiento y almacenamiento de

datos, lo cual el 100% de los profesores y estudiantes de la academia de ISW mencionan que han tenido apoyo en sus necesidades tecnológicas sobre sus procesos académicos y de investigación.

Por otro lado, el desarrollo de la aplicación móvil fue implementada en cuatro capas: sistema operativo, interfaz, servidor y base de datos. En la primera capa se indica el sistema operativo en el cual se desarrolla y se ejecuta la aplicación. La capa de interfaz se enfocó en el desarrollo del diseño de la interfaz de usuario, en la cual se aplican las herramientas tecnológicas necesarias, como: Android Developer Tools dentro del entorno de desarrollo Eclipse y el lenguaje de programación Java.

La capa del servidor se encarga de alojar los contenidos necesarios para protocolos de editor y subscriptor en la gestión de datos a través de un sistema de transporte de telemetría en colas de mensajes. Por último y no menos importante la capa cuatro, se encuentra el gestor de base de datos MySQL con el entorno Workbench versión 8, para el almacenamiento de información que puede ser consultada, modificada y eliminada por el usuario.

Por lo tanto, dicha tecnología desarrollada considera funcionalidades, como se muestra en la figura 1, el cual, son las pantallas generadas a través del diseño de la aplicación móvil. (1) la primera ventana, exhibe el formulario de acceso que permite al usuario comenzar la aplicación AppCA y la recuperación de contraseña. (2) En la segunda ventana de la app, muestra el menú, que cuenta con las opciones de Monitoreo, Consultas, Registro de Usuarios y Modificaciones que permite navegar entre la aplicación, así como cerrar la sesión y visualizar quien accedió. (3) En el mismo tenor, la tercera ventana, muestra el monitoreo principal para medir los niveles de dióxido de carbono y oxígeno, así como la conectividad al circuito integrado por medio de wifi. (4) La cuarta ventana, muestra el registro de usuarios, estos pueden ser docentes, alumnos, empresario que deseen utilizar la app para su valoración. (5) La quinta ventana indica la selección de fecha para la consulta de datos previos según alguna información almacenada. (6) Por último se muestra la sexta ventana, en donde se indican datos de medición de purificación de aire, así como su diferencia en porcentajes captados.

Por otro lado, sobre la fase tres se solicitaron a 6 profesores de la facultad de Ingeniero en Software solo para percibir su percepción en cuanto a la usabilidad de la propuesta tecnológica mediante el uso de cuestionarios del modelo de aceptación de tecnologías (TAM). El cuestionario consta de tres secciones (Con 6 preguntas en dos secciones y tres preguntas en una sección). Los ítems del cuestionario se midieron en escala Likert de 7 puntos, que van desde 1 (“Totalmente en desacuerdo”) a 7 (“Totalmente de acuerdo”).

VI. DISCUSIÓN

En los resultados obtenidos en el cuestionario TAM, de usabilidad, se puede observar que existe un porcentaje bastante considerable acerca de la efectividad en la propuesta

siendo 7 el valor más alto y se obtuvo un 97% de aceptación (aplicando aquí una regla de tres). Particularmente en el reactivo uno que dice; ¿usar una aplicación móvil para medir los niveles de dióxido de carbono y oxígeno me ayudaría a obtener información relevante sobre la purificación del aire?, esta respuesta fue la que obtuvo el porcentaje más alto de aceptación en usabilidad en la escala del cuestionario TAM.

Además, el 98% comenta que utilizar la aplicación móvil mejoraría el desempeño de los medios actuales, un porcentaje demasiado razonable y satisfactorio, ya que la forma actual de obtener la información es ineficaz con menor fluidez sobre los datos esperados. Por otro lado, en la parte de facilidad de uso de los resultados finales de las evaluaciones se puede observar que se obtuvo un número considerable en la pregunta de la facilidad para llegar a ser hábil al usar una aplicación móvil para la medición de niveles de contaminación y purificación de aire en un sistema de telemetría, donde se obtuvo un 95.4%.

VII. CONCLUSIONES

La aplicación móvil es una herramienta fundamental para la obtención de información pertinente a la medición de niveles de dióxido de carbono y oxígeno, por lo que garantiza determinar los recursos para impulsar el proyecto en otras áreas de oportunidad, así como reconocer la actitud de usabilidad por el usuario, el cual proyecta un 97% en beneficio positivo y el 98% de utilidad percibida por el usuario.

La evaluación de la propuesta tecnológica considero una actitud positiva hacia el usuario, reconociendo una acción estratégica para la toma de decisiones ambientales, así como la consideración del trabajo en conjunto con otras áreas académicas del Instituto Tecnológico de Sonora.

REFERENCIAS

- [1] Celis, F. (06 de Febrero de 2019). *Forbes México*. Obtenido de <https://www.forbes.com.mx/desaceleracion-economica-pegara-a-empresas-de-tecnologia-en-mexico/>
- [2] Raffino, M., E. (11 de Junio de 2020). *Concepto.de*. Obtenido de <https://concepto.de/medio-ambiente/>
- [3] Robles Gallego, M. (09 de Junio de 2020). *diariosresponsable*. Obtenido de <https://diariosresponsable.com/opinion/29467-tecnologia-al-servicio-del-medio-ambiente>

- [4] Massolo, L. (2015). *Introducción a las herramientas de gestión ambiental* (Primera ed.). (Eduelp, Ed.) Argentina
- [5] Romero, S. (2015). *Muy interesante*. Obtenido de <https://www.muyinteresante.es/naturaleza/articulo/se-nos-acaba-el-tiempo-para-salvar-la-tierra-301510650475/>
- [6] Advertorial, F. (15 de Junio de 2018). *Forbes MÉXICO*. Obtenido de <https://www.forbes.com.mx/empresa-agenda-2030-estrategia-alcanzar-objetivos-desarrollo-sostenible/>
- [7] www.paho.org. (12 de Septiembre de 2018). *www.paho.org*. Obtenido de https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=12918:ambient-air-pollution&Itemid=72243&lang=es
- [8] Pérez Olivares, M. (18 de Marzo de 2020). *ayudaenaccion.org*. Obtenido de <https://ayudaenaccion.org/ong/blog/sostenibilidad/tipos-contaminacion-ambiental/>
- [9] Staff, F. (09 de Septiembre de 2020). *Forbes MÉXICO*. Obtenido de <https://www.forbes.com.mx/mundo-pandemia-no-frena-crisis-climatica-segun-onu/>
- [10] Garduño, M. (12 de Junio de 2020). *Forbes MÉXICO*. Obtenido de <https://www.forbes.com.mx/noticias-mascarillas-nueva-forma-contaminacion-mundial/>
- [11] inroute. (14 de Mayo de 2019). *inroute*. Obtenido de <http://inroute.com.mx/2019/05/14/telemetria-guia-basica/>
- [12] Manuel. (19 de Febrero de 2017). *RECURSOS DE AUTOAYUDA*. Obtenido de <https://www.recursosdeautoayuda.com/test-de-raven/>
- [13] Rodríguez González, A. (Junio de 2013). Obtenido de *Forbes México*: <https://www.forbes.com.mx/la-tecnologia-movil-como-herramienta-de-apoyo-al-emprendimiento/>
- [14] Fernández, R. (19 de Mayo de 2020). *statista*. Obtenido de <https://es.statista.com/estadisticas/636569/usuarios-de-telefonos-inteligentes-a-nivel-mundial/>
- [15] Osores, M. (13 de Febrero de 2017). <https://searchdatacenter.techtarget.com/>. Obtenido de <https://searchdatacenter.techtarget.com/es/noticias/450412874/Mas-de-30-de-PyMEs-mexicanas-manegan-sus-inventarios-con-Excel>



FIGURA 1. PANTALLAS DE LA APLICACIÓN MÓVIL PARA LA MEDICIÓN DE NIVELES DE DIOXIDO DE CARBONO Y OXIGENO (ELABORACIÓN PROPIA).

