Volume 6, Issue 1
May 2019
ISSN: 1390-9266

LAJC

LATIN-AMERICAN JOURNAL OF COMPUTING

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

QUITO - ECUADOR

Editor in Chief:
PhD. Jenny Torres, Escuela Politécnica Nacional, Ecuador

http://lajc.epn.edu.ec/

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

A Novel Hybrid SVM-CNN Method for Extracting Characteristics and Classifying Cattle Branding

Carlos Alexandre Silva dos Santos, Daniel Welfer

***Abstract*—A tool that can perform the automatic identification of cattle brandings is essential for the government agencies responsible for the record, control and inspection of this activity. This article presents a novel hybrid method that uses Convolutional Neural Networks (CNN) to extract features from images and Support Vector Machines (SVM) to classify the brandings. The experiments were performed using a cattle branding image set provided by the City Hall of Bagé, Brazil. Metrics of Overall Accuracy, Recall, Precision, Kappa Coefficient, and Processing Time were used in order to assess the proposed tool. The results obtained here were satisfactory, reaching a Overall Accuracy of 93.11% in the first experiment with 39 brandings and 1,950 sample images, and 95.34% of accuracy in the second experiment, with the same 39 brandings, but with 2,730 sample images. The processing time attained in the experiments was 31.661s and 41.749s, respectively.**

***Index Terms*— Convolutional Neural Network, Support Vector Machines, Cattle Branding**

I. INTRODUCTION

THE use of computer tools to aid in the analysis and recognition of images is a subject of interest for the most renowned research centers in the world. Its use for image analysis and recognition is in constant development, generating many benefits to society in the most diverse areas of knowledge.

Concerning the recognition of cattle branding in particular, a very traditional activity that is highly economically and socially relevant for Latin American countries, including Brazil, there is no specific and appropriately consolidated tool for this end. As an example of the importance of this activity, according to the Food and Agriculture Organization – FAO, among the producing countries, Brazil and India have the largest herds, Brazil being the 1st, with an average of 209,215,666 cattle heads [1].

Article history:
Received 13 March 2019
Accepted 28 May 2019

The use of brands or symbols on cattle presupposes the public recognition of its property by an individual or group. Livestock has a relevant role in the shaping of society. To these days, it is still an activity of great importance for cultural expressions, as it is linked to the culture and the countryside way of life. It also plays a role in the affirmation and building of individual and group identities [2]. The use of cattle branding dates back to the beginning of the Iberian colonization in America.

The beginning of its institutionalization happened when they started being registered in official agencies, the recognized holders of public legitimacy [2]. These records followed regulations that seek to legitimize branding, as well as regulate the manner and timing of the procedure, discriminate how the records are made, assign fees to the records, regulate the craft of the irons, and government taxes. In Brazil, attempts and investments to upgrade the cattle branding recording system were always subject to controversy, due to opposition from agriculturists. A major part of their concern is associated to a fear of losing family brands and the meaning they have acquired through time. Currently, brand recording in Brazil is performed by town offices, generally without a more effective systematization and without instituted renewals. Generally, cattle brand records involve books with drawings of the brands and the identification of their owner.

In Brazil, attempts and investments to upgrade the cattle branding recording system were always subject to controversy, due to opposition from agriculturists. A major part of their concern is associated to a fear of losing family brands and the meaning they have acquired through time. Currently, brand recording in Brazil is performed by town offices, generally without a more effective systematization and without instituted renewals.

In face of the presented scenario, this work intends to present and assess a tool that performs automatic cattle brand recognition, with the goal of replacing the manual control of cattle branding performed today. Our objective is to potentially decrease the possibility of duplicate records, reducing waiting times for the recording of new brands,

improving governmental administration regarding the brand archive under its care, and aiding security officers in the prevention of cattle raiding crimes.

Our work focused on the development of algorithms for the recognition of cattle branding for the Bagé City Hall, in Rio Grande do Sul, Brazil. The text is organized as follows: in Section 2, we describe related works. In Section 3, we present the materials and methods used in our approach. Section 4 describes the results and discussions obtained through the application of the recommended methods. Lastly, in Section 5, the final considerations are presented.

II. Related Work

In general, we could not find any works in the literature review that report the use of convolutional neural networks for the recognition of cattle branding images.

Sanchez et al [3] present a tool for recognition of cattle branding that uses Hu and Legendre moments for extracting features of images in a gray scale, and also a classifier of k-nearest neighbors (k-NN). The authors used a set containing 40 brandings and a total of 100 images. The method proposed by the authors presented a significant loss of accuracy when applied to a large number of images. Another disadvantage was the need for a pre-processing of the original branding images used in the experiments, in order to correct noise and imperfection issues.

Silva et al [4] present a tool for recognition of cattle branding that uses CNN and SVM. The authors used a cattle branding image set offered by the City Hall of São Francisco de Assis, Brazil. In the experiments, the authors used 12 cattle brandings, and a set of 540 images. The accuracy obtained in the experiment reached 93.28%, but the authors highlighted the need to increase the number of sample images in order to validate the proposed method's ability to correctly classify large volumes of brandings, without compromising the accuracy or dramatically increasing the computational cost of identifying cattle brandings.

Differently from the research presented by Silva et al [4], the present study shows new experiments and results using the hybrid method combining CNN and SVM on a new set of cattle brandings. Moreover, the images were provided in a smaller format (253x253 pixels) and colored using the RGB color model. We also performed a comparative study between both experiments, using different quantities of samples for 39 brands, in order to establish a correlation between the increase in the overall accuracy of the method and the number of sample images.

Hybrid methods are being proposed and exposed in the literature for solving problems that involve feature extraction and classification of digital images, as exemplified by the study by Niu et al [5], where the authors present an algorithm using convolutional neural networks and support vector machines to solve the issue of text recognition. The authors assessed the model from two different perspectives: recognition performance and reliability. The results obtained in the experiments were better than those obtained with the application of traditional methods, thus, the authors concluded that a combination between CNN and SVM yielded more satisfactory results, with a recognition rate of 99.81% without rejection, and a recognition rate of 94.40%, with 5.60% of rejection.

The works found in the literature about recognition and classification of images using descriptors or filters for extracting features, followed by a step dedicated to quantization and grouping, and, finally, a classification stage are divided in two categories: algorithms with a single stage for feature extraction, and algorithms with two or more stages [6]. The possibility of training neural networks with multiple intermediate layers fosters the emergence of several algorithms grouped in an area of study known as deep learning. The main objective of the algorithms that use two or more stages is to learn not only to distinguish between classes according to artificial descriptors, but also to be able to learn their own descriptors based on raw data. In the case of images, the learning is based on the pixel values themselves [7].

Convolutional neural networks have been used for many years in image recognition, and they have obtained great success in recognizing characters in the research made by LeCun et al [8]. Recent studies using convolutional neural networks known as Deep Convolutional Neural Networks (CNN) have reached the new state of the art in object recognition based in CIFAR-10 and NORB [9]. Generally, CNNs are trained under supervision, but research revealed that pre-training CNNs with filters obtained in a non-supervised way yields better results [10].

In the research conducted by Sermanet et al [11], they present a framework using CNNs to perform recognition, localization, and detection of images. The contest winner was ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge 2013 (ILSVRC2013). The ILSVRC2013 database has 1.2 million images divided in 1,000 categories.

An important feature of CNNs is the possibility of reuse and fine tuning for different image bases. In the research conducted by Razavian et al [12], a pre-trained CNN named Overfeat [10] was used to perform the extraction of a descriptor from different image bases whose CNN was not previously trained. In this case, the descriptors are then sorted by an SVM linear classifier. These results indicate a performance that is compatible with the state of the art, even when compared with algorithms that use manually-segmented images, a procedure that is unnecessary when CNNs are used and trained specifically in the analyzed basis.

Usage of deep learning is also described in the research made by Constante et al [13], who used a three-layer neural network with input through backpropagation. In this paper, this method was used to sort strawberries and obtained recognition results of 92.5% in the "Extra" category; 90% in the "Consumption" category; 90% in the "Raw material" category; and 100% in the "Alien objects" category.

III. Materials and Methods

The images of cattle branding presented in this research were provided by the Bagé City Hall, in Brazil. We used 39 cattle branding images. In the first experiment, we used 50

sample images per branding, totaling 1,950 images. For the second experiment, we used 70 sample images per branding, totaling 2,730 images. To all the sample images used in the experiments, we applied geometric transformations, such as size, scale and orientation variations. We intended to identify patterns as independently as possible from these variable factors. The images were provided in high resolution in the Portable Network Graphics format at a size of 253 x 253 pixels.

For the implementation of the proposed tool, for image database storage, algorithm processing, and viewing of the results, we used a personal computer with a video card that supports the CUDA parallel computing platform with a 5.0 compute capability version. Furthermore, we used the MATLAB software with the Neural Network, Parallel Computing and Statistics and Machine Learning libraries and the pre-trained convolutional network model obtained from the open source library VLFeat.org [14].

The proposed method consists of six steps, which are: image database selection; selection of pre-trained CNN model; pre-image processing and application of CNN; extraction of features of the images; training and classification of images by Support Vector Machines; and, finally, evaluation of the classification results. Figure 1 illustrates a summarized flowchart of the proposed method.

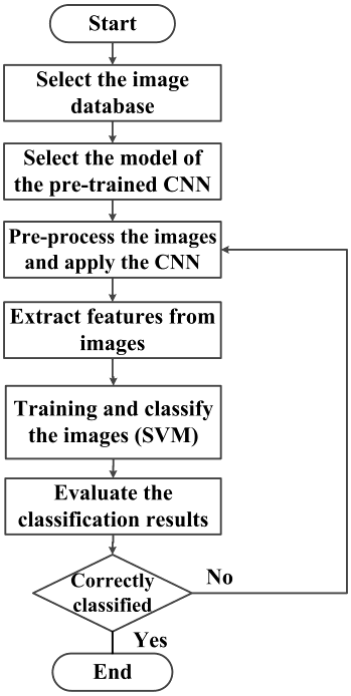

Fig. 1. Summarized flowchart of the proposed method.

A. Image Database Selection

Figure 2 illustrates some brands used in our proposed approach. The code of the brands obtained within the database provided by the Bagé City Hall.

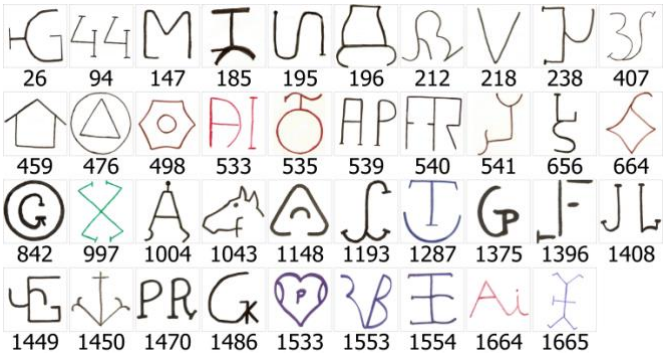

Fig. 2. Cattle branding images used in our approach.

B. Model Selection of Pre-Trained CNN

Convolutional neural networks (CNN) are biologically-inspired architectures capable of being trained and of learning representations with no variations concerning scale, translation, rotation, and similar transformations [15]. CNNs are one of the types of algorithms in an area known as deep learning. They are used with data in two dimensions, which make CNNs a good option for troubleshooting image recognition processes [16]. By definition, a deep architecture is a multiple-stage hierarchic framework, where each stage is composed by a neuronal network with at least 3 layers, and is trained through backpropagation.

Convolutional neural networks exhibit a relatively unexploited property known as knowledge transfer. This property is related to the fact that a CNN can be trained in an image base A (i.e., its weights are set for the classification of base A). Learning weights (and filters in CNNs) are considered generic enough to be used in the training of a new base B. By applying this concept, the convolutional neural network was pre-training using the VLFeat open source library. The use of the above mentioned pre-trained CNN model did not directly influence the recognition rate of cattle branding images.

C. Image Pre-processing and CNN Application

The adopted method is a neural network with five convolutional layers. Pre-processing is performed for gray-shaded images, with a triple replication of the images in order to create a RGB image.

The 1st convolutional layer has the 3 color channels as its input (RGB). Each convolution applies the non-linear activation function ReLU and a reduction through Maxpooling.

The last layers are composed of fully connected neurons. Figure 3 shows the proposed convolutional neural network architecture.

D. Feature Extraction

The set of filters learned by the CNN during training is responsible for detecting the features in the new image at the moment of a query.

In the first filter level, we can observe some lines and

orientations used for this detection. Figure 4 illustrates the learned filters in the first convolutional layer using the RGB color space. There are 96 individual sets that represent the 96 filters used in that layer. It is possible to observe how the areas that present horizontal, vertical and diagonal bulges are highlighted after the first convolution.

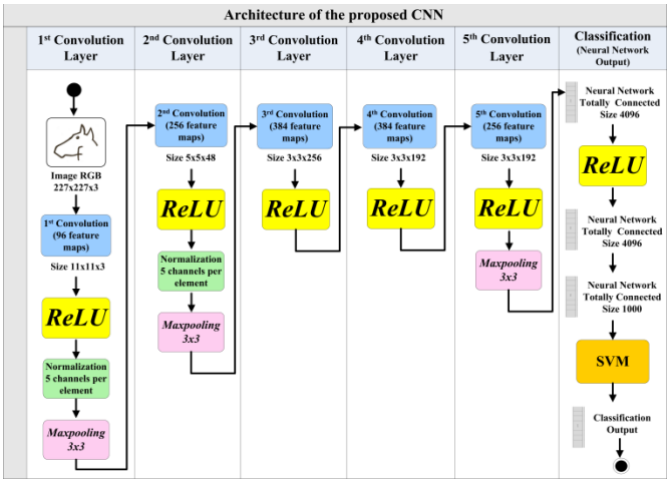

Fig. 3. General model of a CNN architecture [4].

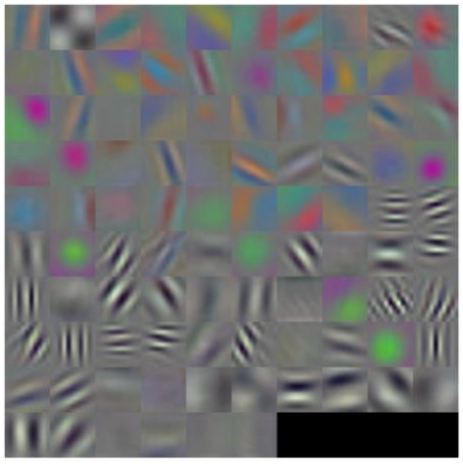

Fig. 4. Convolutional 1st layer filters of the executed experiment.

After the first convolutions, it was possible to perform the extraction of image features for training the classifier. Figure 5 presents an illustration of the algorithm for the extraction of features.

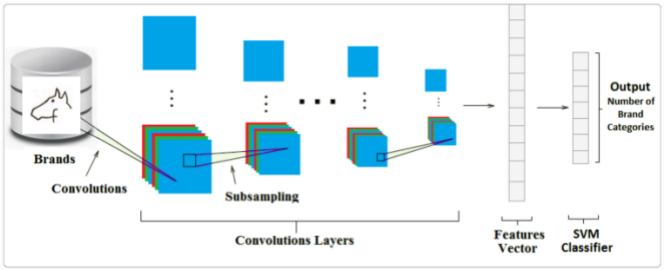

Fig. 5. Ilustration of the algorithm developed for the extraction of features.

E. Training and Classification of Images with Support Vector Machines

The model for automatic learning adopted in the presented work was the Support Vector Machine (SVM) supervised classifier. Support Vector Machine is a classification algorithm known for its success in a wide range of applications. SVMs are one of the most popular approaches for data modeling and classification. Its advantages include their outstanding capacity for generalization, which is highly related to the ability to correctly sort the samples that are not in the feature space used for training.

SVMs are used to classify and recognize patterns in several types of data; they are also employed in a wide range of applications, such as face recognition, clinical diagnosis, industrial process monitoring, and image processing and analysis [17].

In regards to the tool proposed in this research, the classifier was used after the extraction of features from the brands belonging to distinct sample sets. During supervised learning, considering a series of examples (X_1, X_2), where X_1 represents an example and X_2 its classification, a classifier capable of foreseeing the class to which the new data belong, then performing the training process, should be produced. In the proposed research, we randomly separated the set of images in two parts, where one of these parts was used for the training stage and the other for the validation stage, thus eliminating polarization in the results.

The final result is an average of the result obtained in the validation stage. The percentage division used here was 30% for training and 70% for validation.

F. Assessment of Classifcation Results

The confusion matrix contains information related to classifications performed through the application of a classifier. The performance of classifiers is often evaluated through data that are collected from this matrix. The confusion matrix of a classifier indicates the number of correct classifications versus the predictions made in each case over a group of examples. In this matrix, the lines depict the actual cases and the columns depict the predictions made by the model.

Through the confusion matrix, it is possible to find information related to the number of correctly and incorrectly

classified images for each group of samples. This is an AxA matrix, where A is the amount of categories to which we apply the classifier. In our case, the conducted experiment included 39 brands. Thus, ours is a 39x39 confusion matrix in this situation.

Based on the results obtained in confusion matrices generated by the conducted experiments, it was possible to apply metrics to the assessment of the proposed method in cattle branding recognition. The metrics used in this research are shown in Table I.

TABLE I
METRICS USED IN THE EVALUATION OF THE PROPOSED METHOD

Measure	Expression
TPR	$TP / (TP + FN)$
PPV	$TP / (TP + FP)$
Acc	$(TP + TN) / (TP + FN + TN + FP)$
Err	$1 - Acc$
Kappa	$(P_O - P_E) / (1 - P_E)$

IV. Results and Discussions

The proposed method made the assesment of the proposed method possible. The assessment of the results of the experiment was performed based on the recognition rate obtained in the confusion matrices generated from the classification attained in the validation stage of both experiments. Furthermore, the total processing time of the proposed method was also checked.

In the first experiment, we used 39 cattle brandings and a set containing 50 sub-images per branding; among those images, 30% were used for training. Figure 6 presents the confusion matrix for the best result obtained in the first experiment, with a Overall Accuracy rate of up to 93.11%.

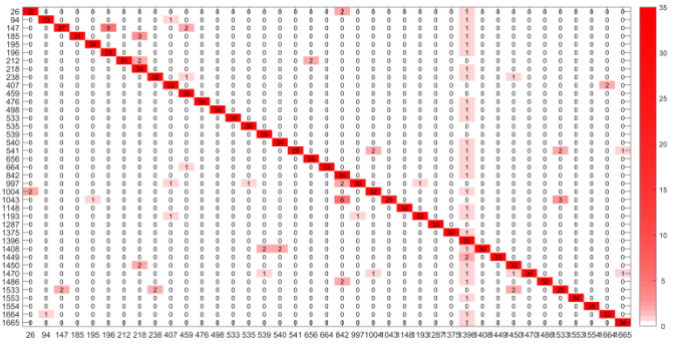

Fig. 6. Confusion Matrix of the First Experiment – 50 sample images by brand.

Through the analysis of the main diagonal, we can observe that the correct classification rate is emphasized in five brandings: “459”, “535”, “539”, “1287”, “1396”, and “1554”, in which the percentage of correctness reached 100%. We can also observe that the branding with the lowest correct classification rates was “1043”, with a percentage of 71.43%.

The hypothesis of wrong classifications of cattle branding as shown in the confusion matrix is associated to the complexity of the samples, since some of the images present similar features among themselves. In include more characteristics when compared to brandings with worse sample quality, and, consequently, less features extracted. The capacity of recognizing patterns in an image based on a set of images depends on the amount of a priori information available about the object in question.

Another important fact to be presented, resulting from the analysis of Figure 6, is the low number of false positives and false negatives, which are clearly located out of the main diagonal of the confusion matrix. This is due mainly to the capacity of the proposed method of extracting features from images, even in adverse scenarios, with images presenting different sizes, shapes, scales, orientations, noises, colors, and background contexts. In this kind of experiment, the noise in the images may impair the accuracy of the classification.

In the second experiment, we used 39 cattle brandings, but also using a set containing 70 sub-images per branding; among those images, 30% were used for training, differently from the 50 sub-images used in the previous experiment.

The goal of this experiment was to demonstrate that the increase in the number of sub-images used to extract features from a branding in the training phase contributes significantly to the accuracy performance of the Convolutional Neural Networks method. Figure 7 presents the confusion matrix for the best result obtained in the experiment, with an Accuracy rate of up to 95.34%.

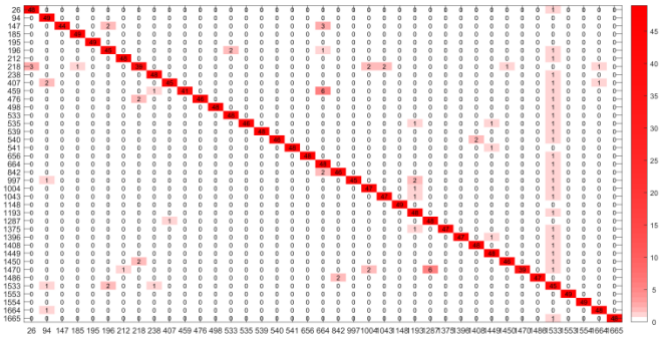

Fig. 7. Second Experiment Confusion Matrix – 70 sample images per brand.

As for the second experiment, there was an improvement in the accuracy rate of 25 brandings when compared to the first experiment, or 64.10% from the total of brandings. This increase in the accuracy rates is explained by the increase in the number of sub-images for the representation of the brandings, which contributed significantly to the number of features extracted from the images that represent the brandings, increasing the correctness of the results and the percentage of overall accuracy.

We also assessed metrics related to image processing, such as Sensitivity (Recall) and Precision in order to define the

Experiment	Overall Accuracy (%)	Error Rate (%)	Kappa Coefficient	Processing Time
I	93.11	6.89	0.929	31.661
II	95.34	4.66	0.953	41.749

reliability of the conducted experiments. Figure 8 shows the Recall comparative chart (TPR) related to Experiments I and II, in which we can observe the best rates obtained in the second experiment.

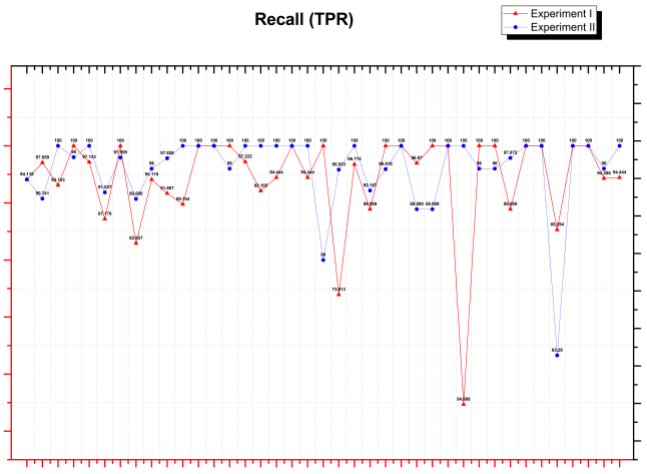

Fig. 8. Compared Recall – Experiments I and II.

Figure 9 shows the Precision comparative chart (PPV) of Experiments I and II. By analyzing the chart, we can see that the Experiment II reached the best results, as well as in the Recall shown in Figure 8.

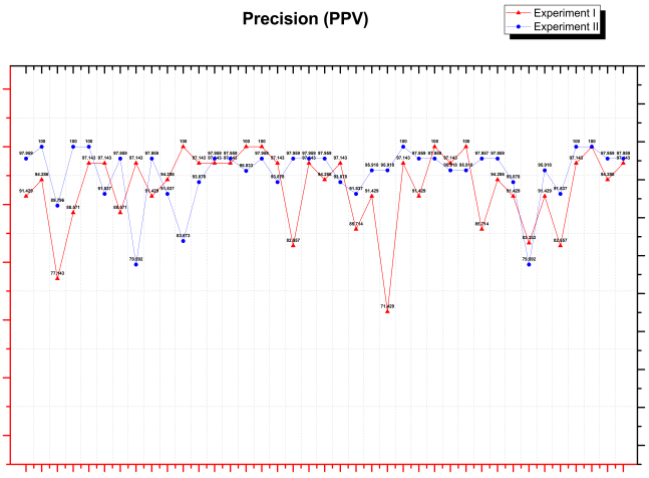

Fig. 9. Compared Precision – Experiments I and II.

Overall Accuracy, Error Rate, Kappa Coefficient, and Processing Time obtained in the experiments are shown in Table II.

TABLE II
COMPARATIVE RESULTS – EXPERIMENTS I AND II

Overall Accuracy obtained by the proposed tool was significant, since the Experiments I and II reached rates of 93.11% and 95.34%, respectively, in cattle branding recognition. Kappa Coefficient from the experiments reached 0.848 and 0.927, in this order. According to the scale proposed by Landis et al. [18], it corresponds to a near-perfect concordance, which confirms the performance and reliability of the classifications performed by the proposed method. Processing time is another essential factor, since it is associated with tool efficiency in regards to brand recognition, and the results were satisfactory, especially when taking into account the total number of brandings used in the experiments, which proves the ability of the method to process large volumes of records with a low computational cost.

V. CONCLUSION

In this research, we presented an automated method for the recognition of cattle branding. The project was developed and conducted in two institutions: Federal University of Santa Maria (UFSM) and Federal Institute Farroupilha (IFFAR). The experiments performed in this project used a Deep Learning technique of Convolutional Neural Network (CNN) to extract features, as well as an SVM supervised classifier. In the CNN, we created a complete convolutional network, using images that were converted into the RGB color format as input. The experiments were all conducted using the cattle branding base provided by the Bagé City Hall.

The proposed method achieved, for Experiment I, an accuracy of 93.11%, and an algorithm processing time of 31.661 seconds for the 39 assessed brands, in a total of 1,950 samples used for training and validation. In Experiment II, the method reached an accuracy of 95.34% and an algorithm processing time of 41.749 seconds for the same brands, in a total of 2,730 samples used for training and validation. The method proposed in this research showed better results regarding accuracy and processing time for the task of recognizing cattle brandings when compared the literature. Through the experiments, we found an increase in the percentage of correctness, as more sample images were added to the training and feature extraction phases.

For future researches, we intend to conduct experiments using CNN to classify cattle branding, in order to establish a comparison between the results attained through the application of the proposed hybrid method in this research, in which an SVM was used in the classification phase, and a neural network was used in the classification task.

REFERENCES

[1] Secretaria do Planejamento e Desenvolvimento Regional Governo do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil,http://www.scp.rs.gov.br, accessed 19 july 2015.
[2] R. Arnoni. *Os Registros e Catálogos de Marcas de Gado da Região Platina*. Pelotas: Revista Memória em Rede da UFPEL, 2013.

[3] G. Sanchez, M. Rodriguez. "Cattle Marks Recognition by Hu and Legendre Invariant Moments". *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, vol. 11, Nº 1, 2016.

[4] C. Silva, D. Welfer, F.P. Gioda, C. Dornelles. "Cattle Brand Recognition using Convolutional Neural Network and Support Vector Machines". *IEEE Latin America Transactions*, vol. 15, Nº 2, 2017. DOI: 10.1109/TLA.2017.7854627.

[5] X.X Niu, C. Y. Suen. "A Novel Hybrid CNN-SVM Classifier for Recognizing Handwritten Digits". *Pattern Recognition*, n. 45, p. 1318-1325, 2011. DOI: 10.1016/j.patcog.2011.09.021.

[6] K. Jarret, K. Kavukcuoglu, Y. LeCun. "What Is The Best Multi-Stage Architecture for Object Recognition?". *IEEE 12th International Conference on Computer Vision*, p. 2146-2153, 2009. DOI: 10.1109/ICCV.2009.5459469.

[7] G. Juraszek. Reconhecimento de Produtos por Imagem Utilizando Palavras Visuais e Redes Neurais Convolucionais, Joinville: UDESC, 2014.

[8] Y. LeCun, B. Boser, J.S. Denker, D. Henderson, R.E. Howard, W. Hubbard, L.D Jackel. "Handwritten Digit Recognition with a Back-Propagation Network". In: *Advances in Neural Information Processing Systems*. [S.l.]: Morgan Kaufmann, p. 396-404, 1990.

[9] D. Ciregan, U. Meier, J. Schmidhuber. "Multi-Columm Deep Neural Networks for Image Classification". In: *Proceedings of the 25th IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition* (CVPR 2012), [S.l.: s.n.]. p. 3642-3649, 2012. DOI: 10.1109/CVPR.2012.6248110.

[10] K. Kavukcuoglu, P. Sermanet, Y. Boreau, K. Gregor, M. Mathieu, Y. LeCun. "Learning Convolutional Feature Hierarchies for Visual Recognition". In: *Advances in Neural Information Processing Systems*, ed. by J.D Lafferty and C.K.I. Williams and J. Shawe-Taylor and R.S. Zemel and A. Culotta, vol. 23, p. 1090-1098, 2010.

[11] P. Sermanet, D. Eigen, X. Zhang, M. Mathieu, R. Fergus, Y. LeCun. "Overfeat: Integrated Recognition, Localization and Detection Using Convolutional Networks", *CoRR*, abs/1312.6229, 2013.

[12] A.S. Razavian, H. Azizpour, J. Sullivan, S. Carlsson. "CNN Features Off-the-Shelf: An Astounding Baseline for Recognition", In: *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops*, p. 806-813, 2014. DOI: 10.1109/CVPRW.2014.131.

[13] P. Constante, A. Gordón, O. Chang, E. Pruna, I. Escobar, F. Acuña. "Artificial Vision Techniques for Strawberry's Industrial Classification". *IEEE Latin America Transactions*, vol. 14, Nº 6, 2016. DOI: 10.1109/TLA.2016.7555221.

[14] Vlfeat. Biblioteca Open Source VLFeat, http://www.vlfeat.org/matconvnet/models/beta16/imagenet-caffe-alex.mat, accessed 3 june 2016.

[15] Y. LeCun, K. Kavukcuoglu, C. Farabet. "Convolutional Networks and Applications in Vision". In: *Circuits and Systems (ISCAS), Proceedings of 2010 IEEE International Symposium* on. IEEE, p. 253-256, 2010. DOI: 10.1109/ISCAS.2010.5537907.

[16] I. Arel, D. Rose, T. Karnowski. "Deep Machine Learning - A New Frontier in Artificial Intellingence Research [research frontier]". *Computational Intelligence Magazine*, IEEE, v. 5, n. 4, p. 13-18. ISSN 1556-603X, 2010. DOI: 10.1109/MCI.2010.938364.

[17] A. Tchangani. "Support Vector Machines: A Tool for Pattern Recognition and Classification". *Studies in Informatics & Control Journal*, 14: 2. 99-109, 2005.

[18] J. Landis, G. Koch. "The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data". *International Biometric Society*, v.33 n.1, p. 159, 1977. DOI: 10.2307/2529310.

[19] Y. Bengio, A. Courville, V. Vincent. "Representation learning: A review and new perspectives". *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, v. 35, n. 8, p. 1798–1828, 2013. DOI: 10.1109/TPAMI.2013.50.

[20] G. Hinton. "To Recognize Shapes First Learn to Generate Images". *Progress in Brain Research*. Elsevier, v. 165, p. 535-547, 2007. DOI: 10.1016/S0079-6123(06)65034-6.

[21] M. Zeiler, R. Fergus. "Visualizing and Understanding Convolutional Networks". *European Conference on Computer Vision*. Springer, p. 818 – 833, 2014. DOI: 10.1007/978-3-319-10590-1_53.

Carlos Silva is a professor at the Federal Institute Farroupilha (IFFAR), in Rio Grande do Sul, Brazil. He has concluded his MSc in Electrical Engineering at the Federal University of Pampa (UNIPAMPA), in 2017. Received his BSc degree in Computer Science at the Região da Campanha University (URCAMP), in 2010 and specialized in System Engineering at (ESAB), in 2012. His fields of interest are machine learning, artificial intelligence and digital image processing.

Daniel Welfer is a professor at the Federal University of Santa Maria (UFSM) in the Department of Applied Computing (DCOM). He has concluded his PhD in Computer Science at the Federal University of Rio Grande do Sul (UFRGS), in 2011. His fields of interest are processing and analysis of medical images, mathematical morphology and hospital information systems. Currently, he is a permanent member of the graduate program in Computer Science (PPGI) at UFSM.

Regulación de la Neutralidad de Red en Sudamérica: Una revisión del progreso

Net Neutrality Regulation in South America: A progress review

Roberto Triviño, Antonio Franco, Rafael Leonardo Ochoa

***Resumen*— Internet es una de las innovaciones tecnológicas más importantes en la historia humana. Actualmente, más de la de la mitad de la población global está usándola, y se ha convertido en la base para la nueva Economía Digital. Aunque la Internet fue creada como una tecnología sin un único punto de control, varios actores han aumentado sus esfuerzos para controlar la infraestructura y tráfico en base a sus intereses. En este escenario, con los cambios producidos por los avances en tecnología, servicios y la rápida penetración de Internet en las dos últimas décadas, el rol de aquellos que controlan la infraestructura de Internet es uno de los temas centrales del debate público sobre políticas de Internet. El principal punto de discusión es la Neutralidad de Red, que incluye el acceso y control sobre el contenido y aplicaciones sin discriminación, los derechos de los usuarios y proveedores de servicio. Este trabajo analiza como las autoridades gubernamentales y partes interesadas, en cuatro países de Sudamérica, han abordado el debate sobre Neutralidad de Red entre 2010 y 2017; además detalla las condiciones particulares y características de la situación alrededor de la creación y aplicación de las leyes. Las conclusiones presentan algunos problemas y retos que los países deberían afrontar con el objetivo de mantener los beneficios de las políticas.**

***Palabras Clave*— Internet, Políticas, Neutralidad de Red, Sudamérica**

***Abstract*— The Internet is one of the most important technological innovations in human history. Nowadays, more than half of the global population is using Internet, and became the basis for the new Digital Economy. Although the Internet was created as a technology without a unique point of control, many actors have increased their efforts to control the infrastructure and traffic pursuing their own interests. In this scenario, with the changes driven by advances in technologies, services and the fast-growing of the Internet over the past two decades, the role of those who control the Internet infrastructure is one of the central issues of public debate about Internet policies. The main point of discussion is the Net Neutrality, that includes the access and control over content and applications without discrimination, the users and Internet service provider's rights. This work analyzes how government authorities and stakeholders in four South American countries have approached the Net Neutrality debate between 2010 and 2017, also detail the particular conditions and characteristics of the situation that surround the creation and application of laws. The conclusions presents some problems and challenges that the countries should face in order to maintain the benefits of the policy.**

Index Terms— Internet, Laws, Net Neutrality, South America

I. Introduction

DESDE su popularización en los años 1990, Internet se ha convertido en una parte integral de las vidas de todos los individuos conectados; junto con las Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC) son cada día más ubicuas, y se han convertido en una herramienta indispensable para los usuarios del mundo entero, además de ser un facilitador fundamental de la innovación y el crecimiento económico [1]. La Internet se ha transformado en una tecnología decisiva de la era de la información del mismo modo que el motor eléctrico fue el vector de la transformación tecnológica durante la era industrial [2]. Este fenómeno como tal y su éxito han sido posibles gracias a la naturaleza ideológica abierta de Internet, un ambiente de iguales oportunidades para acceso y uso, en sus extremos. Esta idea de acceso universal parecía preservarse para que las generaciones futuras la disfruten y desarrollen una red confeccionada en común y sustentada por el intercambio abierto de conocimientos e ideas. Sin embargo, hace algunos años esta filosofía está en riesgo y, con ello la competencia, libre expresión, acceso a conocimiento, desarrollo y los propios derechos humanos [3].

Por otro lado, la forma en que Internet se gobierna es crítica; cómo se gestiona este recurso global impacta directamente sobre las oportunidades económicas y sociales a futuro [1], por

Article history:
Received 30 March 2019
Accepted 28 May 2019

R. Triviño is with the Electrical Engineering Department, Universidad de las Fuerzas Armada ESPE, Sangolquí 17110 Ecuador, and with the Facultad de Ciencias Administrativas, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador (e-mail: rdtrivino@espe.edu.ec).

A. Franco, is with the Facultad de Ciencias Administrativas, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador (e-mail: antonio.franco@epn.edu.ec).

R. L. Ochoa is with the Departamento Contaduría Pública, Universidad Central, Bogotá, Colombia (rochoau@ucentral.edu.co).

lo que necesita ser cuidado para salvaguardar su sostenibilidad y mantener su apertura. Según el párrafo 34 de la Agenda de Túnez para la Sociedad de la Información, adoptada durante la segunda fase de la Cumbre Mundial sobre la Sociedad de la Información, "la gobernanza de Internet es el desarrollo y la aplicación por los gobiernos, el sector privado y la sociedad civil, en el desempeño de sus respectivos papeles, de principios, normas, reglas, procedimientos de toma de decisiones y programas comunes que dan forma a la evolución y a la utilización de Internet." [1]. Así, las formas de gobernanza y de regulación de este fenómeno dejaron de ser un tema para especialistas técnicos y se convirtieron en asuntos debatidos cotidianamente entre el público e influenciados por un flujo continuo de propuestas legislativas así como por las decisiones de actores privados, cuyas dimensiones económicas pueden ultrapasar aquellas de la gran mayoría de los Estados existentes.

Quizás el problema más destacado en políticas de Internet, en torno a todo lo que involucra su desarrollo y regulación en la última década, es el concepto de Neutralidad de la Red (NR). Esto se debe a que los países definen el término de manera diferente en sus políticas, leyes y reglamentos [4]. La NR es una noción introducida por Tim Wu [5], y hace referencia al principio que el acceso a la red y el trato a los datos no esté restringido por ningún tipo de discriminación, ya que esta es una infraestructura que transporta datos codificados y que no distingue contenidos. En base a ello la NR puede tener varios conceptos para definirla según el punto de vista que se defienda. De manera general es un principio que establece que todos los datos que circulan por las redes de extremo a extremo deben recibir el mismo trato, sin que se produzca algún tipo de discriminación con respecto a los contenidos, usos o acceso a aplicaciones que los usuarios deseen [6]. Dicho comportamiento nace del hecho que la inteligencia de la red reside en los extremos de esta, es decir en las personas y así explica no sólo el funcionamiento de Internet y su éxito comercial, sino que justifica la innovación producida en servicios y contenidos [7].

Durante la última década la NR ha sido una temática profundamente analizada en todo el mundo, involucrando a múltiples actores, es por ello que diferentes gobiernos han analizado el rol de aquellos que controlan la infraestructura y tráfico de Internet para sus beneficios, encontrando diferentes posturas y posiciones. Y, Como la NR es un tema a tratarse a nivel de legislación nacional, ha estimulado la generación de políticas nacionales e internacionales para promover y proteger este principio.

Por lo tanto el objetivo de este trabajo es identificar los actores y avances que se ha tenido respecto a NR en Sudamérica desde el 2010 al 2017, describiendo inicialmente en la Sección II el debate y las controversias sobre el tema, en la Sección III el desarrollo y condiciones de la regulación de NR en países como Chile, Colombia, Brasil y Ecuador, en la Sección IV una breve discusión sobre ciertos temas relevantes, para finalmente en la Sección V realizar conclusiones respecto a los retos y problemas por los que han pasado sus regulaciones.

II. Debate y controversias

Aunque la Internet fue creada como una tecnología sin un único punto de control, sino más bien descentralizada; empresas privadas y gobiernos han incrementado en los últimos años esfuerzos para controlar la infraestructura y tráfico de acuerdo con sus propios intereses [8]. En este escenario, el rol que desempeñan aquellos que gestionan su infraestructura generan un gran debate sobre la implementación de NR y si debe estar o no regulada [9][10]. Si bien se han propuesto diversos matices de la NR, la mayoría de los actores concuerda en la esencia de la misma y la definen como el principio según el cual todo el tráfico de internet debe recibir el mismo trato, sin discriminación [11].

El análisis sobre la NR ha llegado a niveles nacionales e internacionales, generando controversias y presiones en relación con qué debería considerarse una gestión "razonable" del tráfico Internet. Alrededor del mundo, las autoridades gubernamentales se han visto forzadas a analizar las condiciones ofrecidas por los Proveedores de Servicio de Internet (ISP) y las responsabilidades que estos tienen con sus clientes, que incluye el derecho de los usuarios a poder acceder a servicios, aplicaciones y contenidos digitales en Internet sin que exista algún tipo de interferencia de los ISP o los Estados [12], y de haberla se observa como un acto de discriminación [9]. Sin embargo también se incluye en ello el derecho de los ISP a estar libres de responsabilidad sobre los contenidos, aplicaciones y servicios que puedan ser ilegales o molestos para terceros [13].

Dentro de este contexto los debates sobre la NR han estimulado la generación de políticas nacionales e internacionales para promover y proteger este principio. Entre 2010 y 2017 algunos países de la región han propuesto y publicado leyes al respecto, mientras otros aún continúan debatiendo. A nivel mundial, hasta 2015 tanto los marcos regulatorios de la Unión Europea como las reglas de Internet Abierto propuesto por Comisión Federal de Comunicaciones (FCC) de Estados Unidos (EE. UU.), indicaban que es un tema de gran importancia y que tienen una regulación de gran alcance que garantizará el estado abierto de Internet [14][15]; sin embargo el 14 de diciembre de 2017 la FCC aprobó por mayoría la derogación del marco normativo de la NR, que garantizaba la igualdad de acceso a contenidos en Internet, lo que otorga carta blanca para que los operadores de redes y servicio puedan alterar la calidad, disminuir la velocidad de acceso a ciertos contenidos, restringir servicios y aplicaciones según acuerdos comerciales, o priorizar sus propias aplicaciones.

Las controversias sobre la NR se concentran entonces en el grado de libertad que deben tener los operadores de redes para implementar las técnicas de Gestión de Tráfico de Internet (GTI), que puedan "discriminar" contenido, aplicaciones y servicios específicos que transiten sus redes. Aunque puede parecer un problema puramente técnico, la GTI es más compleja, conlleva enormes implicancias sociales, jurídicas y económicas. La implementación de un tratamiento diferenciado puede limitar indebidamente la libertad de expresión de los usuarios, el acceso a la información, la generación de innovación o la competencia, cuando dichas medidas no son

necesarias y proporcionadas para el cumplimiento de un objetivo legítimo [11]. Adicionalmente se corre el riesgo que medidas contra la NR se sigan adoptando con propósitos abusivos en diferentes países, por aspectos comerciales, que beneficien a una cantidad muy limitada de actores como operadores con poder de mercado y sus socios comerciales, produciendo discriminación para otros sectores y usuarios.

Sin embargo, cabe destacar que la NR no es un principio absoluto y que existen excepciones en relación con la discriminación. Esta gestión de tráfico discriminatorio tiene sus beneficios cuando resulta necesaria para el cumplimiento de propósitos legítimos, el problema es hasta qué punto pueden considerarse las prácticas como legítimas y necesarias. En este sentido, cabe mencionar que, si bien existen miradas opuestas en relación con la gestión de tráfico discriminatoria, en general, los interesados concuerdan en que puede considerarse razonable siempre y cuando sea necesaria para fines de seguridad e integridad de la red, o para priorizar los servicios de emergencia, en caso de fuerza mayor.

III. Neutralidad de Red en Sudamérica

Los Estados poseen la obligación de no interferir en el derecho de las personas de buscar, impartir y recibir información e ideas libremente, y en paralelo la obligación de proteger a las personas de los efectos adversos que pudieran producir las empresas privadas u otros individuos en sus libertades. Por consiguiente, algunos gobiernos han decidido proteger de modo explícito la NR como norma de derechos humanos, por esta razón, un amplio número de grupos interesados señalan que la NR es fundamental para preservar la apertura de Internet, impulsando los derechos humanos de los usuarios y promoviendo la competencia e igualdad de oportunidades, salvaguardando la colaboración entre pares y diseminando los beneficios de Internet a todas las personas [11].

Desde el punto de vista académico se considera a la NR como un principio para guiar las políticas de Internet, a un nivel internacional como nacional, y que si se espera considerarla como una regla universal, cualquier excepción al principio de NR debería ser incluida en una legislación nacional específica sin dejar de lado la obligación de no discriminación, que podría atentar contra el principio [13][16]. De acuerdo a lo anterior, Bárbara Van Schewick profesora de Internet de Standford Law School define la regulación de NR como las reglas de no discriminación que prohíbe a los operadores de las redes discriminar en contra de terceras partes, aplicaciones, contenidos o portales y excluirlos de la red [17].

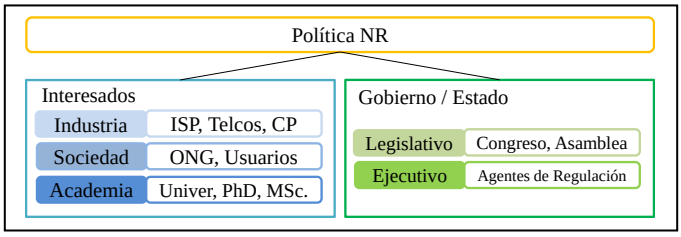

Fig. 1. Matriz Instiucional de NR, adoptada por autor

Así, teniendo en cuenta que la forma en que Internet se gobierna es crítica, en especial en la nueva Economía Digital que impacta directamente sobre las oportunidades económicas y sociales, en especial de los países en desarrollo, es importante identificar el estado y avance de la regulación sobre NR en varios países de Sudamérica. Por lo tanto, para comprender los intereses en conflicto con respecto a la implementación del instrumento legal, es de fundamental importancia analizar a los actores, describir el proceso y definir la matriz institucional de NR con los interesados y sus roles en la definición de las reglas de NR [18] como se muestra en la figura 1.

A. *Chile*

El principio de NR para este país, tiene entre sus antecedentes un conflicto judicial ante el Tribunal de Defensa de la Libre Competencia en 2006. En dicho caso, se falló a favor de una compañía de telefonía de voz a través de Internet que reclamó que un ISP chileno habría bloqueado o degradado el uso de la plataforma para sus usuarios, por ser un servicio competencia para su servicio de telefonía tradicional [19]. Si bien en este caso la primera aproximación para solucionar problemas relacionados con el deber de los ISP de no infringir la NR se dio desde el derecho a la libre competencia, no tardó en formarse una coalición de organizaciones de la sociedad civil, como Neutralidad SI, Movimiento de Liberación Digital, Mujeres en Conexión, Internauta Chile, entre otros que exigieron que dicho principio se consagrara a nivel legal [20]. Como consecuencia la calidad y transparencia de los servicios de telecomunicaciones fueron incluidas en la agenda legislativa, dando lugar a lo que es hoy la primera ley sobre NR en el mundo [21].

La Ley que establece la NR para consumidores y usuarios, conocida como Ley Nº 20.453, aprobada en 2010, específica el principio de NR y sus excepciones en el artículo 24H, donde se establece que los ISP que proveen servicios de conectividad entre usuarios o usuarios de la red e Internet: no podrán arbitrariamente bloquear, interferir, discriminar, entorpecer, ni restringir el derecho de cualquier usuario de Internet para utilizar, enviar, recibir u ofrecer cualquier contenido, aplicación o servicio legal a través de Internet. En este sentido los ISP deben ofrecer al usuario acceso sin distinguir arbitrariamente contenido por su fuente o propiedad, teniendo en cuenta las diferentes configuraciones del acceso a Internet de acuerdo al contrato con los usuarios [12][18].

Además, con el Decreto 368 de 2013 promulgado por la Subsecretaría de Telecomunicaciones (SUBTEL) [22], prohíbe el bloqueo arbitrario de aplicaciones, servicios y contenido, exigiendo a los ISP establecer condiciones claras para su servicio, así como también permite a los carriers e ISPs gestionar el tráfico y administrar la red, sin afectar a la libre competencia; pero preservando la privacidad de los usuarios, la protección contra el malware y la seguridad de la red. De esta manera, se podría bloquear el acceso a contenidos específicos, que atenten contra la ley y la moral; siempre que se informe de manera clara y precisa el alcance, y bajo ninguna circunstancia, afecte arbitrariamente a los ISP o sus aplicaciones.

Para [12] es importante mencionar que, a pesar de la Ley de

NR, y que el acceso a Internet se incrementó, desde el 2013 varias compañías de telecomunicaciones han sido acusadas por la sociedad civil de reducir de velocidad de aplicaciones y contenidos sin justificar sus prácticas. Además existe la falta de fiscalización de las obligaciones contenidas en la ley, sea por falta de capacidad técnica o voluntad política [23]. En contraparte en un informe de 2015 se presentan estadísticas sobre el nivel de observancia de la ley [20], que si bien muestra alrededor de 40 cargos en el periodo de 2011 a 2015, no indican a qué tipo de incumplimiento corresponden: si son incumplimiento de las obligaciones de información, o por infracciones a las disposiciones sustantivas de la ley (aquellas que prohíben a los ISP bloquear, interferir, discriminar, entorpecer y restringir su tráfico) que son las de interés para evaluar la observancia de la Ley [19].

Mientras, para [24] estos problemas de inobservancia se mantienen y en los últimos años se presenta con los operadores móviles que ofrecen acceso a ciertas aplicaciones y contenidos sin costo o tarifa cero, como una estrategia de marketing y ventas, que les han permitido ganar mercado. Pero para otras empresas proveedoras de contenidos estas estrategias atentan contra la libre competencia y el NR. La respuesta a este hecho por parte de SUBTEL continúa siendo una falta de acción, indicando que aspectos comerciales como las ofertas de tarifa cero no distinguen arbitrariamente contenidos, basados en fuente o propietario, y por lo tanto no aplican discriminación mientras los usuarios aún tengan acceso a Internet.

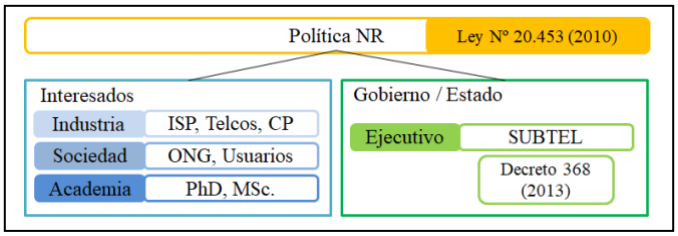

Fig. 2. Matriz Instiucional de NR de Chile adoptada por autor

Esta interpretación parece favorecer la idea de que las obligaciones de NR deben ser cumplidas por conductas de carácter técnico, y que por el contrario las conductas comerciales quedarían fuera del ámbito de aplicación de la Ley [19]. Así que cuando se trata de NR, la SUBTEL, solo requiere a las empresas e ISPs eliminar de sus planes el llamado acceso gratuito a aplicaciones y contenidos, o aplicar las obligaciones de información. Además, se indica que el propósito de la Ley es asegurar que los contenidos se ofrezcan sin discriminación arbitraria en acceso y de forma competitiva [24]. Sin embargo, en base a los acontecimientos sucedidos en diciembre de 2017 en EE. UU. el debate continua, y la SUBTEL ha conformado mesas de trabajo con la industria, sociedad civil y academia para analizar las implicancias del fin de la NR, considerando que este país es una potencia en materia de generación de contenidos, así como que aloja un 80% de la información y datos del mundo, y por lo tanto la Gobernanza de la red debe ser acordada en conjunto con otras naciones de forma colaborativa [25]. En base a lo anterior la matriz institucional para Chile se ve en la figura 2.

B. Colombia

En Colombia, como parte del Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2010-2014, la legislación que trata la NR está contenida en la Ley 1450 de junio de 2011, en el artículo 56, capítulo II, punto 2.2 Tecnologías de la Información, donde se establece que los prestadores de servicio de Internet: no podrán bloquear, interferir, discriminar, ni restringir el derecho de cualquier usuario de Internet, para utilizar, enviar, recibir u ofrecer cualquier contenido, o servicio lícito a través de Internet. En este sentido, el ISP no debe distinguir arbitrariamente contenidos basados en el origen o propiedad de estos. Además se indica que, los ISPs podrán hacer ofertas según las necesidades de los segmentos de mercado o sus usuarios de acuerdo con perfiles de uso y consumo, lo cual no se entenderá como discriminación. Los otros puntos del Art. 56 establecen el derecho de los usuarios a: 1) utilizar cualquier clase dispositivo o aparatos en la red amparados por la ley; 2) servicios de control parental para contenidos que atenten contra la ley; 3) la transparencia de los proveedores al publicar en un sitio web toda información relacionada a las características y garantías del acceso ofrecido; y 4) disponer de mecanismos para preservar la privacidad de los usuarios contra virus y seguridad de la red, donde solo se bloqueará el acceso a determinados contenidos, aplicaciones o servicios por solicitud expresa del usuario [26].

Siendo la Comisión de Regulación de las Comunicaciones (CRC) la encargada de reglamentar los términos y condiciones de aplicación de lo establecido por la ley. En 2011 se lanzaron consultas públicas buscando reunir opiniones de usuarios, organizaciones y empresas, para ser utilizados en la estructuración de una propuesta de reglamentación. Sin embargo, las colaboraciones recibidas fueron principalmente de operadores de red y servicios, y con ellas se elaboró el documento “Neutralidad en Internet” [19]. Para diciembre de 2011 se publica la Resolución 3502 generando críticas de usuarios, expertos y organizaciones civiles, que vieron en el texto de la norma imprecisiones, vacíos y ambigüedades que permiten a las operadoras una forma de evitar determinados aspectos de la NR. Para [27] la existencia de grandes controversias sobre la aplicación del concepto de NR se debe a la ausencia de la participación de la sociedad civil y de la academia en el proceso de reglamentación de la NR en Colombia y por ello la visión de los operadores es la que influyó de forma clara en la elaboración de la Resolución.

La resolución en, sí, repite la sección uno del artículo 56 de la Ley, pero posibilita a los operadores ofrecer servicios de acceso a Internet por un precio de acuerdo al mercado, es decir ofertar planes para servicios de Internet móvil o fijo, originados en aplicaciones o contenidos que los ISPs quieran ofrecer, por medio de asociaciones con terceros, tarifa cero, o por integración vertical. En el artículo 7 se permite además a los proveedores implementar medidas de gestión de tráfico que sean razonables y no discriminatorias respecto de algún proveedor, servicio, contenido o protocolo determinado, especificando que dentro de las prácticas de gestión están: reducir o mitigar los efectos de la congestión sobre la red, mantener la seguridad e integridad de las redes, asegurar la

calidad del servicio, priorizar tipos de tráfico en función de latencia y retardo, y proporcionar servicios o capacidades de acuerdo con la elección de los usuarios, que cumplan los requisitos técnicos, estándares o mejores prácticas adoptadas por iniciativas de gobernanza de Internet u organizaciones de estandarización [28]. Aspectos que han sido prohibidos o controlados en otras legislaciones sobre NR [29].

La excepción que hace a planes de Internet limitados por contenido hace que la resolución sea poco fiel a la Ley y contradice directamente el artículo 56, siendo interpretada como una burla al principio de NR, pues limitar contenidos, aplicaciones o servicios es discriminar los datos que viajan por la red y poner a disposición del usuario un "Internet reducido" [27]. Además se vuelve ambigua al establecer que los proveedores no pueden llevar a cabo conductas de priorización, degradación o bloqueo que contraríen la resolución; mientras limitan el acceso a potestad de los operadores de acuerdo a ofertas según mercado o perfiles de consumo, lo cual no se entenderá como discriminación [19]. Finalmente, la Resolución 3502 reglamenta la relación de los consumidores con los ISP, pero no con los proveedores de contenidos o aplicaciones [30]. Por lo que la matriz de institucional de NR para Colombia se plantea como en la figura 3.

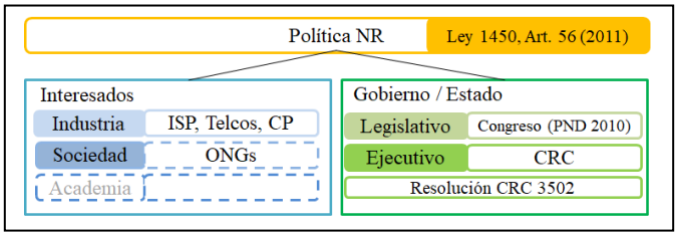

Fig. 3. Matriz Instiucional de NR de Colombia adoptada por autor

Actualmente, con la masificación de Internet y la tendencia a proveer contenidos mediante aplicaciones, portales web o móvil, se está analizando los denominados servicios "over the top" (OTT), en los que se despliega de manera general, una infraestructura tecnológica específica para almacenar y distribuir contenidos sobre la red de Internet, a la que se accede por un proveedor de telecomunicaciones, sin necesidad de red [31]. Así, Colombia dentro de las iniciativas de la Agenda Regulatoria 2018-2019 se encuentra en la revisión de tendencias regulatorias para la economía digital y ha formulado el proyecto "El rol de los servicios OTT" donde se tendrá que nuevamente analizar y complementar el marco regulatorio sobre NR, que permita ofertas y precios de servicios comerciales orientados a costos, al tiempo que se protejan los intereses de los consumidores; así como actualizar las condiciones de las licencias de operación de los proveedores y operadores de servicio existentes en relación con la NR, la protección de datos y seguridad de la redes [32].

C. Brasil

En Brasil, el tema nace a partir de un largo proceso en forma de Proyectos de Ley que inicialmente buscaban tipificar crímenes online, que fue rechazado por activistas al establecer lo que llamaban la "mordaza digital". En este contexto, para el 2009, el Comité Gestor de la Internet (CGI) aprobó una resolución con los "Principios para la Gobernanza y Uso de la Internet", que constituyó una referencia mundial para el debate sobre garantías civiles y se contrapuso a la iniciativa de criminalización del uso de la red. La resolución propuso diez principios para Internet en Brasil, donde el principio 6 establece la NR [19]. Sin embargo, aunque importante, no tenía valor legal y no creaba obligaciones para las empresas, de hecho había un vacío en la legislación que estableciera principios, derechos y deberes para los usuarios e ISP, por lo cual se pensó en crear un acuerdo de grupos de la sociedad civil. Así en 2009 fue lanzada por el Gobierno Federal la consulta pública sobre el Marco Civil de Internet, recibiendo entre 2009 y 2010, alrededor de 1827 colaboraciones que ayudaron a construir el texto del Proyecto de Ley.

Después de casi 5 años de debate, en abril de 2014, el senado brasileño aprobó el Marco Civil de Internet (MCI), llamada Ley 12965, creada para tratar dos problemas específicos: a) garantizar la neutralidad de red y b) preservar la privacidad de los usuarios de Internet [12] regulando aspectos vinculados al uso de la red. Así, en la Sección I, Artículo 9 del Marco se establece que: "El responsable por la transmisión, conmutación o enrutamiento tiene el deber de tratar de forma isonómica cualquier paquete de datos, sin distinción por contenido, origen y destino, servicio, terminal o aplicación".

Además se estableció solo dos posibilidades de rompimiento de este principio, 1) por requisitos técnicos indispensables para la prestación adecuada de los servicios y aplicaciones; y 2) por la priorización de servicios de emergencia. El MCI también previó que la discriminación o degradación del tráfico sería reglamentada absteniéndose de causar daños a los usuarios, debiendo actuar con proporcionalidad, transparencia e isonomía; proveyendo a los usuarios avisos claros y descriptivos de las prácticas de gestión o mitigación adoptadas, incluyendo lo relacionado a seguridad de red; y finalmente que los servicios se ofrezcan en condiciones comerciales no discriminatorias absteniéndose de implementar prácticas anti competitivas. De esta manera cuando se provea la conexión a Internet de manera gratuita o cobrada, así como en su transmisión, conmutación o enrutamiento, está prohibido bloquear, monitorear, filtrar o analizar el contenido de los paquetes de datos [33].

Aunque está claro, por ejemplo, que no puede haber precios especiales por contenidos especiales; en cuanto a las excepciones al principio de neutralidad de la red, la ley brasileña inicialmente no especificaba claramente, aspectos sobre la discriminación o degradación del tráfico [12]. Esto fue regulado por el Ejecutivo, poniendo las excepciones con el llamado Decreto Presidencial 8.771/2016 que define el carácter excepcional de la discriminación y la degradación prevista en el MCI, a que solamente podrá resultar de requisitos técnicos indispensables para la prestación de servicios o de la priorización de servicios de emergencia. Definiendo los "requisitos técnicos indispensables" como cuestiones de seguridad de redes, y situaciones excepcionales de congestionamiento o interrupción; mientras los "servicios de emergencia" como comunicaciones destinadas a los prestadores de los servicios de emergencia, o para informar a la población

en situaciones de riesgo de desastre, emergencia o calamidad pública [34]. Por último, el Decreto buscó reglamentar la relación entre el "responsable por la transmisión, conmutación o enrutamiento" y el "proveedor de aplicaciones" en Internet. Donde establece que las relaciones comerciales entre el operador de la infraestructura y los actores de la capa lógica no pueden "comprometer el carácter público e irrestricto del acceso a la Internet", "priorizar paquetes de datos debido a arreglos comerciales" o privilegiar aplicaciones ofrecidas por el propio operador de la infraestructura de red [19]. Así, la matriz institucional de NR para Brasil se observa en la figura 4.

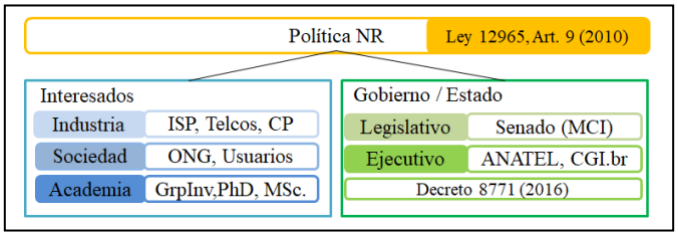

Fig. 4. Matriz Instiucional de NR de Brasil adoptada por autor

Debido a la multiplicidad de los temas contemplados y la normativa que establece, el MCI se considera como una de las legislaciones más avanzadas del mundo en el tema, y resume un gran esfuerzo legislativo para adaptar derechos básicos y libertades al mundo digital, incorporando aspectos para eliminar ambigüedades y violaciones hacia la NR que tengan el potencial de frenar la innovación y competencia. Como novedades el decreto prohibió estrategias de tarifa Cero, un sistema tripartito para fiscalizar y determinar que las empresas de contenidos tengan sede jurídica en Brasil [35]. Sin embargo, aunque la NR se encuentra garantizada por el MCI y el decreto, hasta 2017 más de cincuenta Proyectos de Ley estaban tramitándose en el parlamento brasileño con el objetivo de alterar la Ley, algunos afectan la libertad de expresión en la red, proponiendo violar la privacidad online, dando mayores poderes al aparato policial del Estado y ampliando el mecanismo de bloqueo de aplicaciones, con potencial riesgo de banalizar las excepciones y romper el principio de NR [19].

D. Ecuador

Si bien no cuenta aún con una ley que regule la NR, el Consejo Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL) en el 2012 expidió un Reglamento para Proteger los derechos de los usuarios y regular sus relaciones con los prestadores de servicios de telecomunicaciones y valor agregado. La Resolución TEL-477-16 establece en el Art. 15, punto 6 que los usuarios pueden hacer uso de cualquier aplicación o servicio legal disponible en Internet, y no deberá distinguir ni priorizar de modo arbitrario contenido, servicios, aplicaciones u otros basándose en criterios de propiedad, marca, fuente de origen o preferencia. Además, los prestadores de los servicios pueden aplicar las acciones técnicas que consideren necesarias para la administración de la red, lo cual incluye la gestión de tráfico en el exclusivo ámbito de las actividades que le fueron concesionadas para efectos de garantizar el servicio [36]. Cabe indicar que en esa Resolución no se considera o incluye a los contenidos; y se usan los términos "legal" y "arbitrario", pudiendo dejar a los operadores definirlos bajo su criterio, incluso creando criterios contradictorios entre operadores.

Según la sociedad civil [37], Ecuador solo tiene definido un reglamento general y ambiguo; lo que posibilita que los operadores, en particular de telefonía móvil, encuentren vías para evadir esta normativa ofreciendo paquetes de datos ilimitados para ciertas marcas o servicios diferenciados. Esto a pesar que en 2012, el Ministro de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información señalara como un aspecto importante del reglamento a la NR, por tener relación con el derecho a la libertad y acceso a la información sin restricciones. Además, se indica que la Superintendencia de Telecomunicaciones (SUPERTEL), informó que la NR en el país, es una cuestión declarativa en lugar de práctica, permitiendo que los operadores de servicios puedan implementar acciones técnicas que consideren necesarias para la adecuada administración de la red de servicios, lo cual incluye la gestión de tráfico. Como consecuencia esa entidad no pudo hacer válido el concepto puro de la NR, ya que no cuenta con los instrumentos legales para ello.

Esa polémica se dio en el momento exacto en que la Asamblea Nacional debatía a Ley de Telecomunicaciones, ante ello grupos de la sociedad civil se reunieron con la comisión encargada para solicitar se elimine las posibles excepciones a la NR, ya que esto conduciría a abusos por parte de las operadoras como ya sucedía; sin embargo, los asambleístas no llevaron a cabo las modificaciones pertinentes en el texto. De esta manera se culminó el debate sobre la Ley, siendo aprobada con 93 votos, además elimina a la SUPERTEL y se crea la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones (ARCOTEL) encargada de velar por el cumplimiento de la Ley, la cual consagra el derecho a la NR, pero mantiene que habría excepciones señaladas en el reglamento.

Así, dentro de la Ley Orgánica de Telecomunicaciones de 2015, en su Art. 3, literal 13, se establece como objetivo que se debe fomentar la NR; que la provisión de servicios públicos de telecomunicaciones deberá responder según el Art. 4 a los principios de NR, bajo el cual las redes operarán. Además en su Art. 22 numeral 18 se determinan los derechos que tienen los abonados, clientes y usuarios de servicios de telecomunicaciones, indicando que pueden acceder a cualquier aplicación o servicio permitido disponible en la red de Internet. Mientras los proveedores no podrán limitar, bloquear, interferir, discriminar, entorpecer ni restringir el derecho de sus usuarios o abonados a utilizar, enviar, recibir u ofrecer cualquier contenido, aplicación, desarrollo o servicio legal a través de Internet o en general de sus redes u otras TIC, ni podrán limitar el derecho de un usuario o abonado a incorporar o utilizar cualquier clase de instrumentos, dispositivos o aparatos en la red, siempre que sean legales [38]. Para completar la Ley se promulgó el Reglamento General a la Ley de Telecomunicaciones, en el Registro Oficial No. 676 en de enero de 2016, que tiene por objeto el desarrollo y aplicación de la Ley, aunque no menciona aspectos de la NR.

Se evidencia entonces que esta Ley y su Reglamento poseen omisiones como: no definir lo qué es la NR y adherirse, para las definiciones no contempladas, al concepto emitido por la Unión

Internacional de Telecomunicaciones, que es ambiguo y poco aplicable; ignora también el significado del principio y permite que en el Art. 66 de la Ley, que los prestadores de servicios establezcan "planes tarifarios constituidos por uno o varios servicios, o por uno o varios productos de un servicio"; además a diferencia del instrumento que previamente definía la NR (Resolución TEL-477-16) en el cual constaba los conceptos de no discriminación, estos no han sido recogidos en la Ley. Todo esto no sólo que viola la NR, sino que deja a los usuarios indefensos frente a los potenciales abusos que podrían darse por parte de los ISP [39].

Así, en Ecuador pese a la incidencia de la sociedad civil por una Ley de Telecomunicaciones que proteja la NR, todavía faltan definiciones más claras y sobre todo mecanismos que permitan su aplicación, pues no se logró que estrategias como el Zero Rating dejen de ser comercializadas o peor aún servicios como Whatsapp, ofrecidos comercialmente como ilimitados, no se brinden de manera íntegra excluyendo ciertas funciones de la aplicación por tipo de contenido, convirtiéndose actualmente en un estándar de prácticas comerciales para el sector [40]. En la figura 5 se puede ver la matriz institucional para este país.

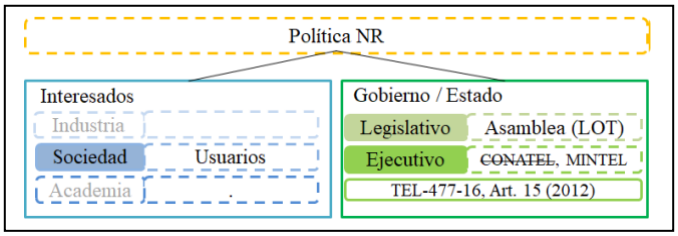

Fig. 5. Matriz Instiucional de NR de Ecuador adoptada por autor

IV. Discusión

Luego de revisada la revisión es posible afirmar que que la regulación de la NR en Sudamérica, sus leyes y normativas se concentran en tres aspectos: 1) la transparencia e información entre operadores y del operador al usuario, condiciones que la mayoría de las veces no cuentan con la suficiente claridad en los términos de los servicios ni de la definición de las consecuencias del incumplimiento de las obligaciones de información. 2) la no discriminación arbitraria del contenido o acceso; dejando a discreción de los proveedores el criterio de arbitrariedad. Esto crea posibles brechas para prácticas anticompetitivas, o acciones contradictorias entre operadores. 3) las excepciones al principio, que solamente podrán resultar de requisitos técnicos indispensables para prestar los servicios o de la priorización de servicios de emergencia. Dichos servicios solo están definidos expresamente en una de las leyes de la región.

Si bien se evidencia un avance respecto a NR en Sudamérica, es necesario indicar que en casi ninguno de los documentos citados existen datos estadísticos sobre el nivel de observancia de las leyes, a excepción de los expuestos por [20], para Chile. Además, se concuerda con [24] que los problemas de transgresión a las normativas son repetidos y últimamente se presentan más en los operadores móviles que ofrecen acceso a ciertos contenidos con tarifa cero, como estrategia comercial de mercado, entregando un Internet limitado que va en contra del principio de NR y afecta la libre competencia de otros proveedores que se sienten discriminados. En contrapartida, para los operadores, estas prácticas no incumplen la norma ya que no distinguen o discriminan arbitrariamente contenidos, ni se restringe el acceso a Internet. Por lo tanto, para un análisis más amplio se tiene como limitante la poca o nula información estadística sobre el nivel de observancia de las leyes en los países, ya que los entes de control consideran a la NR como una cuestión declarativa antes que práctica. Esta concepción tiene como consecuencia la imposibilidad de hacer válido el concepto puro de la NR, al no contar con los instrumentos legales establecidos para su control y sanción.

Dentro de este contexto, es importante considerar que en EE.UU. se aprobó la derogación de la Open Internet Order en diciembre de 2017, la cual entró en vigencia a partir de Junio de 2018. Donde la FCC aprueba la eliminación del marco normativo de la NR, que favorece a los ISP y supone una gran modificación a la problemática económica de NR en favor de un Internet de varias velocidades con discriminación en los flujos de datos. El análisis del efecto de esta derogación sobre otras regulaciones como las sudamericanas debería ser tratado más a fondo, pudiendo causar dos escenarios: el primero con una reacción en cadena que elimine o modifique las regulaciones de NR en países afines a EE. UU.; mientras en el segundo, los países podrían mantener las actuales regulaciones en espera de un cambio de gobierno norteamericano con políticas más favorables a la NR.

V. Conclusiones

El análisis muestra que la regulación de Internet y la NR es un problema controversial y muy complejo, que involucra a muchos actores públicos y privados. Por lo que el objetivo de este artículo fue proveer una visión general del desarrollo de la regulación de NR en Sudamérica, considerando los actores y sus roles en la definición, intereses y excepciones al principio, así como las ambigüedades en las leyes que son aprovechadas por los operadores para brindar sus servicios.

Si bien la Ley chilena fue la primera sobre NR en el mundo, y la Ley brasileña se considera como una de las legislaciones más avanzadas en el tema, al adaptar derechos básicos y libertades al mundo digital; entre ellas existen semejanzas, como la oposición de los ISP y empresas de telecomunicaciones, la participación del estado y la sociedad civil; y diferencias como la forma de abordar el tema, y las definiciones sobre las excepciones a la NR.

En general es importante considerar que para los casos chileno y brasileño existieron largos debates acerca de la NR con proveedores, sociedad civil, academia y estado que ayudaron a lograr leyes maduras, a diferencia de los otros países analizados donde no existió un debate público significativo sobre la neutralidad, excepto por el congreso o asambleas, e incluso algunas organizaciones de la sociedad civil, pero luego de que las leyes fueron publicadas.

Las políticas sobre NR establecidas en los cuatro países analizados han causado críticas por poseer secciones poco claras o ambiguas a interpretación [12][19][24][27][39][41], las más discutidas son: la falta de definición acerca del concepto de

NR en el texto de las normas, como es el caso ecuatoriano y colombiano, el uso de las palabras, "arbitrario" y "legal", sin que sean definidas por una autoridad legal en Chile, Colombia y Ecuador, lo que deja a ciertos actores como los ISP la posibilidad de aplicar acciones no arbitrarias y calificar si una actividad es legal o no, según su propio criterio, pudiendo llegar a bloquear sitios o contenidos por considerarlos una violación.

El fundamento principal de la NR es mantener a Internet como un sistema abierto y descentralizado, cuya evolución la puedan modelar directamente los usuarios, sin embargo los aspectos señalados presentes en las leyes permiten que a pesar de establecer prohibiciones de conductas discriminatorias, se abran brechas para la oferta de planes que, en la práctica infringen el principio de neutralidad, al permitir que algunos contenidos sean accedidos sin costo, mientras otros sean cobrados al usuario, ya que no es posible hacer esto sin la necesaria discriminación de paquetes de datos por origen, destino y/o por contenido, y que se configura como un obstáculo a la libre competencia e innovación, beneficiando a ciertos actores sobre otros.

Finalmente, las políticas de NR en América del Sur son relativamente nuevas y de tipo legislativo como en Colombia, y Brasil o de tipo ejecutivo como en Chile y algo en Ecuador; sin embargo cada nación posee particularidades específicas de mercado con que lidiar, donde el problema consiste en mejorar las legislaciones ambiguas y poco claras, siendo un reto para entes reguladores, sociedad civil y usuarios de cara a preparar a los países para la Economía Digital. Por lo tanto, es importante continuar con el proceso de análisis y revisión de las políticas sobre NR y su efecto en la región, además las leyes deberían ser constantemente mejoradas, con aportaciones de múltiples interesados para que puedan fomentar la innovación, el avance tecnológico y garantizar el derecho de acceso a la información sin discriminación.

REFERENCIAS

[1] Internet Society, Internet Governance, 2016, available in: https://www.internetsociety.org/issues/internet-governance/, July 30th, 2018.

[2] M. Castells, The impact of the Internet in Society: A global perspective, BBVA, 2013, available in: https://www.bbvaopenmind.com/wp-content/uploads/2014/03/BBVA-Comunicaci%C3%B3n-Cultura-Manuel-Castells-El-impacto-de-internet-en-la-sociedad-una-perspectiva-global.pdf, August, 15th de 2018.

[3] R. Rodríguez, De la neutralidad a la imparcialidad en la red. Un análisis crítico de la política de la UE sobre internet y algunas propuestas de mejora, Cuadernos Europeos de Deusto, 2017, available in: http://ced.revistas.deusto.es/article/view/1356.

[4] J. Barata Mir, El concepto de net neutrality y la tensión entre regulación pública y autorregulación privada de las redes, IDP Revista de Internet, Derecho y Política de la UDC, No. 13, 2012.

[5] T. Wu, Network Neutrality, Broadband Discrimination, SSRN Scholarly Paper Rochester, NY: Social Science Research Network, 2013.

[6] B. Califano, Políticas de internet: la neutralidad de la red y los desafíos de su regulación, Revista Eptic Online, 2013, Vol. 15, No. 3, pp. 19-37.

[7] L. Lessig y M. Lemley, The End of End-to-End: Preserving the Architecture of the Internet in the Broadband Era, SSRN Electronic Journal, 2000, doi:10.2139/ssrn.247737

[8] R. Hortvitz, Geo-Database Management of White Space vs. Open Spectrum, 2013 available in: http://papers.ssrn.com/abstract=2279099.

[9] R. Hahn and S. Wallsten, The economics of net neutrality, The Economists Voice, 2006, 3 (6), 1–7. Available in: http://www.bepress.com/ev/vol3/iss6/art8.

[10] J. Krämer, L. Wiewiorra, L., & C. Weinhardt, Net neutrality: A progress report. Telecommunications Policy, 2013, 37 (9), 794–813.

[11] B. Luca, Gobernanza y Regulaciones de Internet: Una presentación Crítica, Gobernanza y Regulaciones de Internet en América Latina, 2018, 1era. Ed., EDICIÓN FGV, Brasil ISBN: 978-85-9597-021-2

[12] P. Vargas-Leon, Net Neutrality Compendium, Capítulo 10, Net Neutrality: An Overview of Enacted Laws in South America, Springer, ISBN 978-3-319-26424-0, 2016

[13] M. Mueller, Net neutrality as global norm for internet governance. In 2nd Annual Giganet Symposium, 2007.

[14] EU – European Union, Official Journal of the European Union, L310, Volumen 58, 2015, available in: http://eurlex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=OJ:L:2015:310:FULL&from=EN

[15] FCC- Federal Communications Commite, Open Internet, Comisión Federal de Comunicaciones, 2015, available in: https://www.fcc.gov/general/open-internet

[16] C. Cortés, La neutralidad de la red: la tensión entre la no discriminación y la gestión. Centro de Estudios en Libertad de Expresión y Acceso a la Información. available in: http://www.palermo.edu/cele/pdf/PaperNeutralidadFinal.pdf, 2013.

[17] B. Van Schewick, Towards an Economic Framework for Network Neutrality Regulation, Journal on Telecommunication and High Technology, 2005, Vol. 5, pp 329-392.

[18] P. Ramos, Arquitetura de rede e regulação:A neutralidade da rede no Brasil, Dissertação de Mestrado, Escola de Direito da Fundação Getúlio Vargas, São Paulo.

[19] Derechos Digitales, Neutralidad de red en América Latina: Reglamentación, aplicación de la ley y prespectivas, 2017, 1era. Edición, Sao Paulo, Brasil

[20] P. Huichalaf, La Neutralidad de la Red: El Caso Chileno, 2015, available in http://www.regulatel.org/wordpress/wp-content/uploads/2015/07/4.Neutralidad_de_la_red_version%20final.pdf.

[21] A. Cerda Silva, Neutralidad de la red y libertad de expresión. Cuestión de Derechos, (4), 2013, available in http://www.cuestiondederechos.org.ar/pdf/numero4/Articulo-5.pdf

[22] MTT – Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones y SUBTEL – Subsecretaría de Telecomunicaciones. (2011). Reglamento que regula las características y condiciones de la neutralidad de la red en el servicio de acceso a Internet, Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Santiago de Chile, Chile: Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. available in: http://www.leychile. cl/Navegar?idNorma=1023845

[23] J. Huerta, La neutralidad de la red en Chile: ¿Mucha sofisticación para la SUBTEL?, Digital Rights - Latin America & The Caribbean, No. 30, 2013. available in: http://www.digitalrightslac.net/es/la-neutralidad-de-la-red-en-chile-mucha-sofisticacion-para-la-SUBTEL/

[24] R. Layton, Which Open Internet Framework is best for Mobile App Innovation an emperical inquiry of net neutrality rules around the world. Aalborg Universitetsforlag. 2017. Ph.d.-serien for Det Tekniske Fakultet for IT og Design, Aalborg Universitet, DOI: 10.5278/vbn.phd.engsci.00181

[25] SUBTEL - Secretaria de Telecomunicaciones de Chile, Subtel establece mesa de trabajo para analizar implicancias del fin de la Neutralidad de Red en EE.UU, 2017, available in: https://www.subtel.gob.cl/subtel-establece-mesa-de-trabajo-para-analizar-implicancias-del-fin-de-la-neutralidad-de-red-en-ee-uu/, 2017

[26] Congreso de la República de Colombia, Plan Nacional de Desarrollo: 2010-2014 "Todos por un nuevo país", 2011, available in: http://www.mincit.gov.co/loader.php?lServicio=Documentos&lFuncion=verPdf&id=78676&name=LEY_1753_DE_2015.pdf&prefijo=file

[27] Fundación Karisma. Como se contrata en América Latina el acceso a Internet? que tiene que ver con la neutralidad de la red? Bogotá: Karisma, 2016.

[28] CRC – Comisión de Regulación de Comunicaciones, Neutralidad de Red, 2011 available in: https://www.crcom.gov.co/es/pagina/neutralidad-en-internet

[29] J. Casasbuenas, Neutralidad en Internet: Factor que potencia el cierre de la brecha social digital, COLNODO, 2013. available in: https://colnodo.apc.org/es/novedades/neutralidad-en-internet-factor-que-potencia-el-cierre-de-la-brecha-social-digital

[30] A. Aldana y A. Concha A., Un enfoque de política sobre neutralidad de red en países en desarrollo. Revista Con-texto, 2016, No. 45, pp. 37-63

[31] DNP – Departamento Nacional de Planeación, El futuro del sector audiovisual en Colombia: Necesidad de política pública y reformas normativas en el marco de la convergencia tecnológica y las tendencias del mercado, 2016, available in:

https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Publicaciones/Informe%20convergencia%20dyd%20rev_STEL%2018-01-2017CEVC.pdf

[32] CRC – Comisión de Regulación de Comunicaciones El rol de los servicios OTT en el sector de las comunicaciones en Colombia, impactos y perspectivas regulatorias, 2018, available in: https://www.crcom.gov.co/uploads/images/files/Documento%20de%20consulta%20publica%20definicion%20de%20metodologia%20OTT%20rev%20PUB.pdf

[33] CGI – Comité Gestor de Internet de Brasil, Lei do Marco Civil da Internet no Brasil, 2014, available in: https://www.cgi.br/lei-do-marco-civil-da-internet-no-brasil/

[34] Cámara de Diputados de Brasil, Decreto No. 8.771 Reglamentación del Marco Civil de Internet, 2016, available in: http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/2016/decreto-8771-11-maio-2016-783094-publicacaooriginal-150360-pe.html

[35] O. Carboni, C. Labate, América latina por uma rede neutrale: o princípio da neutralidade em Chile e Brasil, Revista Famecos, 2018, V25, No. 2, p. 1-22.

[36] CONATEL – Consejo Nacional de Telecomunicaciones de Ecuador, Resolución TEL-477-16, Reglamento para los Abonados/Usuario de los Servicios de Telecomunicaciones y Valor Agregado, 2012, available in: http://telecomunicacionesdelsur.com.ec/wp-content/uploads/2018/09/Reglamento-de-Abonados.pdf

[37] A. Delgado, Ecuador: La neutralidad de la red está en juego, FayerWayer, 2014, available in: https://www.fayerwayer.com/2014/12/la-neutralidad-de-la-red-en-ecuador-esta-en-juego/

[38] MINTEL – Ministerio de Telecomunicaciones del Ecuador. Ley Orgánica de Telecomunicaciones, Registro Oficial 439, 2015, available in: https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/05/Ley-Org%C3%A1nica-de-Telecomunicaciones.pdf

[39] A. Delgado, Ecuador: la ley de telecomunicaciones afecta la neutralidad de la red, FayerWayer, 2015, available in: https://www.fayerwayer.com/2015/02/ecuador-la-ley-de-telecomunicaciones-afecta-a-la-neutralidad-de-la-red/

[40] Usuarios Digitales, Derechos en Internet en Ecuador: más allá del acceso, 2016, available in: http://www.usuariosdigitales.org/2016/07/14/derechos-en-internet-en-ecuador-mas-alla-del-acceso-ecuador-con-mas-de-165-millones-de-habitantes-a-abril-del-2016-es-uno-de-los-paises-que-mas-ha-implementado-infraestructura-de-telecomunicacione/

[41] S. Henríquez, ¿Te importa la Ley de Neutralidad de la Red en Chile? 2015, available in https://gobiernoti.wordpress.com/2015/04/17/te-importa-la-ley-de-neutralidad-dela-red-en-chile/

La política de ciencia, tecnología e innovación y el retorno del Estado: 2007-2010, años de inestabilidad

The policy of science, technology and innovation and the return of the state: 2007-2010, years of instability

F. Herrera-García, A. Franco-Crespo, V. Ramos

***Resumen*— En este artículo se analiza el proceso de implementación de la política de ciencia, tecnología e innovación (PCTI) ecuatoriana en el marco del inicio del periodo postneoliberal, que implicó el fortalecimiento del Estado y la inserción del paradigma del buen vivir. Para ello, se describen, como nota introductoria, los elementos novedosos en la definición de esta política bajo el referencial del buen vivir. Luego, se reseña el complejo proceso de construcción de la PCTI explícita durante estos años. Finalmente, se analizan los instrumentos implementados y su relación con la definición de PCTI. Para ello se usan los conceptos de política científica explícita y política científica implícita de Herrera [1] y la noción de paradigma científico-tecnológico de Velho [2]. El enfoque elegido se enmarca en el nuevo institucionalismo, bajo el que la PCTI se entiende como el resultado del juego estratégico de los actores involucrados en estos procesos. Este estudio de caso usa investigación de archivos históricos, análisis documental y entrevistas en profundidad a actores relevantes. Se encuentra que la PCTI durante estos años fue inestable, pues existieron varios documentos de política de corta duración, y que su implementación estuvo lejos de la ambiciosa retórica y de los grandes objetivos planteados, limitándose a dos instrumentos: becas de posgrado en el extranjero y financiamiento de proyectos de investigación y desarrollo (I&D)**

***Index Terms*— política científica tecnológica; política de ciencia, tecnología e innovación; postneoliberalismo**.

***Abstract*— This article analyzes the implementation process of the Ecuadorian science, technology and innovation policy (PCTI) within the framework of the beginning of the post-neoliberal period, which implied the strengthening of the State and the insertion of the paradigm of *buen vivir*. For this purpose, the novel elements in the definition of this policy under the framework of buen vivir are described as an introductory note. Then, the complex construction process of the explicit PCTI during these years is reviewed. Finally, the instruments implemented and their relationship with the definition of PCTI are analyzed. To this end, the concepts of explicit scientific policy and implicit scientific policy of Herrera [1] and the notion of scientific-technological paradigm of Velho [2] are used. The chosen approach is framed in the new institutionalism that understands the definition and implementation of the PCTI as the result of the strategic game of the actors involved in these processes. This case study uses investigation of historical archives, documentary analysis and in-depth interviews with relevant actors. It is found that the PCTI during these years was unstable, as there were several short-term policy documents, and that its implementation was far from the ambitious rhetoric and the major objectives, limited to two instruments: international postgraduate scholarships and financing of research and development projects.**

***Index Terms*— scientific technology policy; science, technology and innovation policy; postneoliberalism**

Article history:
Received 23 April 2019
Accepted 28 May 2019

I. INTRODUCCIÓN

Con la llegada del autodenominado gobierno de la Revolución Ciudadana, encabezado por el presidente Rafael Correa, en el 2007, inicia un nuevo momento para la PCTI, que debe ser analizado en el marco del ciclo postneoliberal vivido en América Latina desde inicios de este milenio. Paulatinamente, la ciencia, la tecnología y la innovación (CTI) van tomando importancia en el discurso oficial y se convierten en una prioridad en la agenda del gobierno. Analíticamente, el análisis de la PCTI durante el gobierno de Correa puede dividirse en tres partes: del 2007 al 2010, del 2010 y 2013, y del 2013 al 2017. Esta división temporal obedece a varios criterios. Por un lado, se basa en distintos momentos políticos, más o menos coincidentes con

los tres períodos de gobierno del presidente Correa, y con la vigencia de tres planes de desarrollo distintos que de alguna forma modifican la propuesta de modelo de desarrollo y la forma de concebir el cambio del modelo de acumulación. Por otro lado, y más importante aún, estos tres momentos se caracterizan por presentar diferencias en la propuesta de PCTI, en cuanto a la concepción de la ciencia y la tecnología (C&T), sus objetivos e instrumentos y la estructura institucional; y también por presentarse características distintas en la relación entre la administración pública y la comunidad académica.

El primer periodo (2007-2010) fue una etapa de transición y reforma constitucional e institucional que buscaba sentar las bases para la aplicación del proyecto de gobierno de la "Revolución Ciudadana", por lo cual la PCTI, básicamente, reiteró las acciones ejecutadas desde décadas anteriores. Por su parte, la segunda etapa (2010-2013) se basa en el segundo plan nacional de desarrollo denominado "Plan Nacional para el Buen Vivir 2009-2013". El objetivo central fue un cambio en el modelo de acumulación de la riqueza en base a una estrategia hasta el 2025, que permitiría pasar de la exportación de productos primarios a un modelo endógeno basado en la producción de bienes y servicios derivados del conocimiento presente en la biodiversidad. A diferencia del período anterior la PCTI fue muy estable y vigorosa porque contó con una nueva institucionalidad con rango de ministerio, la Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT); porque dispuso de permanentes y grandes recursos, provenientes del presupuesto estatal; y porque, pese a que no existía un documento que defina una PCTI integral, hubo un conjunto de instrumentos claramente definidos. Por último, el tercer período (2013-2016) se fundamenta en el "Plan Nacional para el Buen Vivir 2013-2017" (PNBV 2013-2017). En este período, dado que se evidencian los escasos avances en el cambio del modelo de acumulación, se plantea priorizar el cambio de la matriz productiva, dando un mayor énfasis a la generación de conocimiento como factor determinante para alcanzar dicho objetivo. Se habla de la "revolución del conocimiento" y se traza el objetivo de pasar de una economía basada en recursos finitos, a través de la extracción de recursos naturales, hacia una economía basada en recursos infinitos, fundamentada en el conocimiento, la C&T y las ideas. La PCTI, sin descuidar la formación de talento humano, da mayor importancia a varios instrumentos relacionados con el desarrollo tecnológico y la innovación, entre ellos Yachay (la ciudad del conocimiento) y el banco de ideas (un programa desarrollado con el propósito de contribuir a la generación de nuevos inventos o tecnologías). Además, se modifica la estructura institucional responsable de la PCTI, porque se coloca a la Vicepresidencia al frente del cambio de la matriz productiva y se le asigna la competencia de coordinar y controlar a SENESCYT y a las instituciones responsables de los sectores estratégicos, productivo y de talento humano.

Bajo esta perspectiva, en este artículo se analiza el proceso de ejecución de la PCTI en los primeros años de este gobierno. Incluso, es posible decir que en Ecuador recién en el 2007 se cuenta realmente con una PCTI, pues pese a han existido algunos instrumentos, recursos e instituciones para este fin, la CTI no han sido parte integrante, permanente y relevante de la agenda pública de los distintos gobiernos. He ahí la importancia del objeto de estudio de esta investigación: el proceso de ejecución de la PCTI en el inicio del periodo postneoliberal, que implica el retorno del Estado y la revitalización del "debate sobre la relación entre tres actores disociados durante el auge de las políticas neoliberales: el sistema científico, el Estado y el aparato productivo" [3].

Para ello, en primer lugar, es necesario anotar que la noción de buen vivir se convierte en un nuevo referencial global de las políticas públicas en el Ecuador. Es decir, "el conjunto de normas prescriptivas que dan sentido a un programa político, al definir criterios de selección y modos de designación de los objetivos", lo cual implica un doble mecanismo: "la decodificación de lo real, con el fin de disminuir el carácter opaco del mundo y una operación de recodificación de lo real para definir un programa de acción política" [4]. Sin embargo, como advierte Manosalvas [5], este nuevo referencial, "incorpora un conjunto heteróclito de elementos" y se configura sobre "la doxa de la modernización y el progreso que sirve de sustrato al pensamiento sobre el desarrollo", que sigue vigente. Es decir, al parecer, la idea buen vivir guarda un sincretismo entre un concepto ancestral andino y las nociones ortodoxas del desarrollo. Por una parte, el concepto de buen vivir o *sumak kawsay* implica una crítica de la realidad socioeconómica y una reconstrucción cultural, social y política, del sentido de la vida y de la ética [6]. Para las poblaciones originarias significa "la vida en plenitud, la vida en excelencia material y espiritual" [7,8], que "hace referencia a toda la comunidad, [y] no se trata del tradicional bien común reducido o limitado sólo a los humanos, [sino que] abarca todo cuanto existe, preserva el equilibrio y la armonía entre todo lo que existe" [9]. En cambio, desde las perspectivas hegemónicas, el desarrollo privilegia el objetivo del crecimiento económico y apenas incorpora, en sus versionas más amplias, ciertas preocupaciones por el desarrollo humano y el desarrollo sostenible.

Ahora bien, la redefinición de la PCTI se expresa, primeramente, en el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2010 y en la Constitución promulgada en el 2008. Estos documentos normativos incluyen algunos aspectos novedosos sobre esta política. Estos son: 1) la concepción sobre la relación de la CTI con el desarrollo, cuyo énfasis está en la inclusión social, el desarrollo de las capacidades locales y la soberanía nacional, a más del tradicional objetivo del crecimiento económico; 2) la recuperación del rol del Estado en la promoción y coordinación del desarrollo de la CTI, que implica una importante asignación presupuestaria y la definición de preasignaciones para este sector; 3) la nueva política internacional sobre CTI, que plantea que la transferencia tecnología tenga impacto social directo, y que se priorice la cooperación internacional, el intercambio académico y la inversión extranjera directa orientada a la transferencia de tecnología y al fortalecimiento de las capacidades nacionales; 4) los marcos conceptuales internacionales en los que se inscribe la propuesta de PCTI, que son una combinación del paradigma de "la ciencia para el bien de la sociedad" [2], de las nociones de la sociedad de la

información y sociedad del conocimiento [10], y del sistema nacional de innovación [11,12,13]; 5) la preocupación por los saberes ancestrales, lo que implicó denominar al sistema de ciencia, tecnología e innovación (SNCTI) como sistema nacional de ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales; y 6) la importancia del ambiente y la biodiversidad en la PCTI, que determinó crear una línea de investigación para el uso no extractivo de la biodiversidad y su conservación y definir una normativa para la protección de los conocimientos tradicionales [14][1] .

A partir de ello, interesa analizar el proceso de ejecución de la PCTI durante los primeros años del gobierno de la Revolución Ciudadana. Dentro de ello, conocer las características de las propuestas normativas de PCTI, cuáles fueron los instrumentos implementados, quiénes son los actores beneficiarios y saber si existió coherencia entre las definiciones de política y lo realmente implementado.

II. Revisión de la literatura

A continuación, se exponen las nociones teóricas que guían esta investigación. En primer lugar, se comenzará por decir que existen diversas formas de definir esta política. En este artículo se entiende a la PCTI como las decisiones y acciones de los actores gubernamentales y sociales para promover el desarrollo del conocimiento científico y tecnológico, y su aplicación a objetivos más generales. Sin embargo, como lo advierte Sanz [15], un análisis histórico de este término presenta cierta ambigüedad porque la ciencia, la tecnología y la innovación abarcan actividades distintas pero interdependientes, y porque las acciones que influyen sobre ellas pueden ser parte de una estrategia común o articulada, es decir de una sola política[2]. Además, este mismo autor, desde una perspectiva más pragmática y retomando a Averch [16], plantea que en el fondo la PCTI trata de dos asuntos: 1) de dinero y de quién lo obtiene, y 2) de prioridades de política y de quién las ejecuta. De forma similar, Cruz et al. [17] consideran que la PCTI es "esencialmente una política de asignación de recursos presupuestarios desde el gobierno, [...y…] un juego político de naturaleza distributiva [que reparte] recursos públicos, entre los actores del sistema".

En segundo lugar, se presentan las nociones de política científica explícita y política científica implícita de Herrera [1], que surgieron para explicar el limitado desarrollo de la C&T en América Latina. Pese a que estos conceptos tienen ya varias décadas son útiles como elementos organizadores o como "puerta de entrada" al estudio actual de las PCTI. Estas nociones son de gran utilidad para analizar las disputas en torno al modelo de país y al modelo de desarrollo que se han producido históricamente en la región latinoamericana y, como consecuencia de ello, las contradicciones entre las propuestas normativas de PCTI, planteadas por los organismos responsables de su definición, y las políticas realmente implementadas por los actores que tienen incidencia en el Estado. Para Herrera [1], la política científica explícita es aquella expresada en los planes de desarrollo, las leyes u otros instrumentos legales o estatutarios propuestos por las instituciones responsables de la planificación del desarrollo de la C&T. Es decir, lo que oficialmente se reconoce como la PCTI. En cambio, considera que la política científica implícita es la que expresa la demanda real de los actores que ostentan el poder político y económico o lo controlan indirectamente, lo cual en palabras de este autor se denomina el "proyecto nacional" vigente en cada país. En este sentido, la política científica implícita carece de estructura formal, lo cual dificulta identificarla. Entonces, el proyecto nacional sería el "modelo de país al que aspiran los sectores sociales" dominantes, pero sobre el que existe una disputa, la cual, en el ámbito de la C&T, se expresa en las contradicciones entre política científica implícita y política científica explícita.

Por último, se plantea la noción de paradigma científico-tecnológico de Velho [2], usada para analizar la evolución histórica de las PCTI. Esta autora entiende al paradigma científico-tecnológico como la relación entre la evolución de la PCTI con la evolución del concepto dominante de ciencia. Además, caracteriza cada paradigma por los actores que producen el conocimiento; la relación ciencia, tecnología e innovación; la racionalidad y foco de la política; y los instrumentos de análisis y evaluación.

Considera la existencia de cuatro paradigmas: 1) "La ciencia como motor de progreso" que arranca en la segunda postguerra y llega hasta los inicios de la década de 1960; que concibe que la ciencia es neutral, universal y tiene una lógica interna propia; que considera que el conocimiento se produce por los científicos (república de la ciencia); que concibe la relación CTI como lineal y empujada por la ciencia; que cree que la racionalidad de la PCTI está en el fortalecimiento de la capacidad de investigación y en el ofertismo; que asume que el foco está en la política científica; y que usa indicadores de entrada y evaluación de pares; 2) "La ciencia como solución y causa de los problemas" presente en las décadas de 1960 y 1970; que considera a la ciencia requiere control; que cree que el conocimiento se produce por los científicos, pero en contacto con la demanda; que considera que la relación CTI es lineal y está jalada desde la demanda; que asume que la racionalidad de la política está en la identificación de prioridades y en el vinculacionismo; que concibe que el foco está en la política tecnológica; y que usa indicadores de resultado y revisión de pares; 3) "La ciencia como fuente de oportunidad estratégica", la cual abarca las décadas de 1980 y 1990; parte de la idea de que la ciencia se construye socialmente; cree que el conocimiento es producido por los científicos e ingenieros influidos por una compleja red de actores; considera que la relación CTI se basa en modelos

[1] Para mayor detalle ver: Fernando Herrera, Jessica Lin y Antonio Franco-Crespo (2019). *The Ecuadorian scientific technological policy within the framework of "Buen Vivir", a dispute with the orthodoxy of development*. En *Analysis of Science, Technology and Innovation in emerging economies*. Cotte, Alexander; Pardo, Clara & Fletscher, Sylvia (Edit.) Palgrave Macmillan

[2] Es decir, en este artículo nos referiremos a la política de ciencia, tecnología e innovación de forma general. Ello, teniendo claro que la desde una perspectiva histórica y enfatizando en los instrumentos de política se pueden diferenciar la política científica, la política tecnológica y la política de innovación.

interactivos que integran oferta y demanda; asume que la racionalidad de la PCTI se basa en programas estratégicos, investigación colaborativa y coparticipación; cree que el foco está en la política de innovación; y usa revisión ampliada de pares, análisis de impactos y previsión; y 4) "la ciencia para el bien de la sociedad", que abarcaría el siglo XXI y es aún una propuesta especulativa; se basa en un constructivismo moderado cuestionando la imitación de las políticas, priorizando los estilos nacionales, y asumiendo la influencia de la historia (*path dependent*) y el conocimiento local; asume que la producción de conocimiento se genera por una red de actores en diversidad de configuraciones variables según las circunstancias; considera que la relación CTI se basa en modelos interactivos y en elección social; asume que la racionalidad de la PCTI se basa en la coordinación y gestión y sobre una base científica independiente, y que el foco está en la política de bienestar, y cuyo análisis y evaluación se basan en la participación pública, en la construcción de escenarios y en la evaluación ex ante.

Con ello, el enfoque usado en este artículo se adscribe al nuevo institucionalismo, o nueva economía política, que considera que "las políticas públicas no son simplemente objetos de elección para un planificador social que intenta maximizar el bienestar de la población", sino que "emergen de un proceso de toma de decisiones que involucra una multiplicidad de actores políticos que interactúan en una variedad de escenarios" [18]. Tal como lo usa Sanz [15], este enfoque, junto con el análisis de políticas públicas, permite explicar el desarrollo de la PCTI centrando la atención en el rol de las ideas, los intereses y las instituciones. Esta perspectiva permite considerar, por un lado, los procesos macrosociales en los que se enmarca el desarrollo de PCTI, y, por otro lado, los procesos microsociales de puesta en marcha de estas políticas. Cabe anotar que se parte de algunas nociones generales del análisis de las políticas púbicas. Se retoma la noción clásica del ciclo de la política pública [19], que la entiende como un conjunto de fases que pueden estudiarse separadamente; la perspectiva de actores relevantes en el proceso de toma de decisiones de la política [20]; la perspectiva del rol de las ideas en el proceso de las políticas, específicamente la noción del referencial [4]; y la noción de brecha de implementación [19].

III. Metodología

Esta investigación es de carácter cualitativo. Es un estudio de caso que analiza el proceso de ejecución de la PCTI, luego del cambio que se diera en su definición a partir del año 2007. Las técnicas de investigación utilizadas fueron el análisis documental, para lo cual fue necesaria la investigación de archivos históricos y la revisión de documentos en línea, y entrevistas en profundidad.

Se analizó el marco legal sobre la PCTI, así como las normativas implementadas por los organismos de formulación, planificación y promoción de la C&T. Es decir, se examinaron la Constitución del 2008, el Plan de Desarrollo 2007-2010, los distintos documentos de PCTI, los informes de resultados de la ejecución de estas políticas, entre otros documentos oficiales. Adicionalmente, se realizaron 15 entrevistas a actores relevantes, protagonistas de los procesos de definición y ejecución de las PCTI a lo largo de estos años: autoridades gubernamentales y funcionarios públicos de los organismos rectores de la PCTI, exautoridades de los organismos rectores de la educación superior, rectores, exrectores y otras autoridades de las universidades protagonistas de estos procesos, e investigadores beneficiarios de las PCTI.

Todo ello busca responder a las siguientes preguntas de investigación: ¿qué caracterizó a la política científica tecnológica ecuatoriana durante estos años?, ¿cuáles fueron los principios, objetivos, instrumentos y áreas prioritarias planteados en la propuesta explícita de PCTI?, ¿cuáles fueron los instrumentos realmente ejecutados?, ¿quiénes fueron los beneficiarios? y ¿si existió una brecha entre la definición y la ejecución de la PCTI en este período?.

IV. Resultados y discusión

La PCTI de los primeros años de la Revolución Ciudadana fue muy inestable. La estabilidad es una de las características externas de las políticas públicas, misma que se relaciona "con la capacidad de los actores políticos de acordar y hacer cumplir acuerdos intertemporales que permitan que algunas políticas fundamentales ("políticas de Estado") sean preservadas más allá de la duración en el cargo de ciertos políticos o coaliciones en particular" [21]. En tal sentido, se evidencia que existieron varias propuestas de PCTI, cuya volatilidad es consecuencia de un período de inestabilidad en el sector de la CTI, dentro del cual existieron cambios recurrentes de la autoridad responsable del tema y de la estructura y jerarquía institucional responsable de la PCTI.

De forma particular, se analizan cada una de las propuestas de PCTI explícita. Dentro de ello presento: las diversas concepciones sobre el conocimiento, la C&T y su relación con el desarrollo; los objetivos de PCTI; la definición de áreas prioritarias; los instrumentos de política planteados; y demás aspectos definidos en cada uno de estos documentos de política.

Posteriormente, se examina el proceso de ejecución de la PCTI. Se atienden aspectos como la disponibilidad de recursos financieros, los instrumentos implementados, los beneficiarios y la relación entre lo ejecutado y las definiciones planteadas en los documentos de política.

A. La PCTI explícita en los primeros años de la Revolución Ciudadana: una política inestable

Durante los primeros años del gobierno de la Revolución Ciudadana la PCTI fue muy inestable, pues ni los documentos de política explícita, ni las instituciones responsables de este sector, ni las autoridades de estas instituciones perduraron en el tiempo. En primer lugar, se debe señalar que durante los primeros años de gobierno (2007-2011) existieron cinco secretarios nacionales de ciencia y tecnología: Bernardo Creamer, entre septiembre de 2006 y mayo de 2007; Jaime Tola, entre junio y noviembre de 2007; Edward Jiménez, entre

diciembre de 2007 y junio de 2008; Pedro Montalvo, entre julio de 2008 y abril de 2010; y Manuel Baldeón, entre abril de 2010 y junio de 2011.

Se puede afirmar que esta fue la etapa de los académicos al frente de las instituciones responsables de la PCTI porque, más allá de sus puntuales experiencias como autoridades de este sector, estos secretarios eran profesores-investigadores con titulaciones de PhD que no tenían antecedentes en la función pública, y que luego de esta experiencia tampoco ocuparon otras funciones públicas (con la excepción del Msc. Pedro Montalvo, quien tuvo vínculos permanentes con el gobierno y ocupó otros cargos públicos antes y después de ser secretario de ciencia y tecnología). Este dato puede ser de importancia porque la trayectoria profesional de estos funcionarios podría contribuir a dar cuenta de las características de la PCTI en estos años. Pues, en términos generales, en este período, los secretarios nacionales de ciencia y tecnología mantuvieron una relación cordial y de diálogo con el conjunto de la universidad ecuatoriana y demás actores relacionados a la CTI, lo cual cambió drásticamente en años posteriores.

Junto con ello, existieron varios cambios en la institucionalidad responsable de la PCTI. Primero, cabe recordar que el gobierno anterior, el del presidente Palacio, en septiembre del 2006, reformó la estructura del SNCTI: retiró competencias a FUNDACYT, restableció al CONACYT como organismo rector del sistema y asignó la facultad de promoción de la PCTI a SENACYT[3]. Luego, al inicio del gobierno, en enero de 2007, el presidente Correa encargó a la Vicepresidencia la formulación de la PCTI y la supervisión de CONACYT y SENACYT (Decreto Ejecutivo N°43 2007). Sin embargo, pocos meses después, en abril de 2007, decidió que todos los proyectos de investigación y desarrollo (I&D) serían aprobados por el mismo presidente, previo consentimiento de la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES) (Decreto Ejecutivo N°293 2007)[4]. Más tarde, en noviembre del 2007, se realizó un nuevo cambio en la estructura institucional. Se suprimió nuevamente al CONACYT y se ubicó a SENACYT como un organismo adscrito a la SENPLADES (Decreto Ejecutivo N°723 2007). Finalmente, a través de la Ley Orgánica de Educación Superior (LOES), en el 2010, se ejecutó una profunda reforma que modificó drásticamente la institucional responsable de la PCTI, la cual quedó en manos de una nueva cartera de Estado con rango ministerial: la SENESCYT.

Adicionalmente, existieron múltiples documentos de PCTI, los cuales, entre algunas versiones oficiales y otras con carácter de documentos de debate, llegan al menos a cinco distintos: la "Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2007-2010", propuesta por Jaime Tola en septiembre de 2007; el documento borrador "Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación del Ecuador 2008-2020", propuesto por Edward Jiménez en enero de 2008; las "Políticas Nacionales de Ciencia, Tecnología e Innovación", aprobadas por el presidente Correa en mazo de 2008; el "Plan Nacional Ciencia, Tecnología, Innovación y Saberes Ancestrales", de julio de 2010; y la "Política Pública en Investigación Científica" del 2011, que no llegó a ser un documento público. Todas estas propuestas eran documentos cortos que enumeraban principios, objetivos, instrumentos, áreas prioritarias, entre otros aspectos, pero que no pasaban de ser planteamientos generales de carácter declarativo. A continuación, se presenta una síntesis de cada uno de ellos.

Primero, la "Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2007-2010", que fue parte integrante del Plan Nacional de Desarrollo 2007- 2010. Esta retomó las concepciones descritas en líneas anteriores. Es decir, invertir en C&T para ingresar en la sociedad del conocimiento; para promover desarrollo productivo, social y humano; para la búsqueda de la equidad social; y para transitar de un modelo de acumulación basado en la exportación de materias primas a "otro sustentado en el uso, acceso y difusión del conocimiento" [22]. La concepción central es próxima al paradigma de la "ciencia como solución y causa de problemas" [2], porque se plantea "una política basada en la demanda de conocimientos, centrada en el estímulo a la conducta innovadora de las personas y empresas, sobre la base de las demandas sociales" [22]. Se planteó promover: proyectos tecnológicos que apoyen la producción sostenible, una red de instituciones que promuevan las nuevas tecnologías, una estrategia de comunicación para mejorar la imagen social de la C&T, la articulación del SNCTI y la vinculación con las políticas públicas sectoriales, y un financiamiento estable y previsible de recursos suficientes.

Además, se definieron seis áreas prioritarias: 1) agricultura sostenible (20%), como estrategia de seguridad alimentaria; 2) ambiente (25%), para proteger la biodiversidad y los conocimientos y prácticas tradicionales; 3) fomento industrial y productivo (15%), para la exportación y competir en mercados internacionales; 4) energías renovables (15%), que permitan sustituir la generación térmica; 5) TICs (5%), para la vinculación a las redes mundiales de información; y 6) la recuperación de la investigación pública (20%). Esto último implicaba mejorar la infraestructura de C&T y fortalecer la masa crítica. Adicionalmente, se definieron áreas transversales: la elaboración de estudios y caracterización de cada área prioritaria; la innovación y transferencia tecnológica para incrementar la productividad y competitividad; y el fortalecimiento del sistema para articular actores y generar redes. Por último, se planteó que la biotecnología, la cooperación y la capacitación sean ejes transversales de esta política [23].

Segundo, la "Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación del Ecuador 2008-2020", una actualización y

[3] FUNDACYT son las siglas de la Fundación para la Ciencia y la Tecnología; CONACYT es el acrónimo de Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología; y SENACYT se refiere a Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología.

[4] Decía: "los proyectos a financiarse con recursos CEREPS a cargo de INIAP, SENACYT, Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica y universidades estatales y escuelas politécnicas estatales, serán aprobados, en cada ocasión y para cada institución por el presidente de la República, mediante el decreto ejecutivo correspondiente y previa aprobación de la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo" (Decreto Ejecutivo N°293 2007).

ampliación de la Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2007-2010, que añade dos elementos. En primer lugar, a más de las cinco áreas prioritarias del Plan 2007-2010, se añade el área de petróleo, por su alto impacto en la economía y por ser uno de los sectores con mayor demanda de investigación e innovación [24]. En segundo lugar, detalla el rol y la interrelación que se espera de los actores relevantes del SNCTI. Plantea que el gobierno debe organizar el sistema y generar mecanismos de vinculación intersectorial, fortalecer a las universidades e institutos de investigación y generar incentivos (fiscales, tributarios, compras públicas, infraestructura, protección de la propiedad intelectual) para que los sectores productivos participen en la I&D. Propone que las universidades e institutos de investigación revisen el concepto de autonomía, rindan cuentas de los proyectos financiados por el gobierno, elaboren un plan estratégico de I&D, generen procesos cooperativos de I&D con el sector productivo y transfieran C&T a las empresas. Finalmente, plantea que las empresas generen demanda de I&D, inviertan recursos propios en I&D, opten por insumos nacionales, generen procesos cooperativos de I&D y apoyen la realización de prácticas preprofesionales [24].

Tercero, las "Políticas Nacionales de Ciencia, Tecnología e Innovación 2008", que fueron aprobadas por el presidente en marzo del 2008 y cuya base fue el Plan Nacional de Desarrollo 2007- 2010. Definió como objetivos: impulsar la creación y uso del conocimiento para potenciar las capacidades humanas, institucionalizar el SNCT para asegurar su funcionamiento conforme a las necesidades de desarrollo, articular la inversión en C&T con la planificación nacional, intervenir en áreas estratégicas de desarrollo y ejes prioritarios, fortalecer las instituciones públicas de investigación y potenciar la base tecnológica de las empresas públicas, y construir un proceso de gestión y uso de los recursos con orientación a resultados y rendición de cuentas. Para ello, se definieron cuatro ejes estratégicos: 1) fortalecimiento de los institutos públicos de investigación (inversión en talento humano, infraestructura y nuevas tecnologías), 2) fortalecimiento de talento humano, 3) proyectos de investigación y 4) apoyo al sector productivo. Esta propuesta delineó lo que realmente se ejecutó en los primeros años del gobierno. Además, se propusieron seis áreas estratégicas: fomento agropecuario, recursos naturales, energía, medio ambiente, ciencias de la vida y TIC [25].

Cuarto, el "Plan Nacional Ciencia, Tecnología, Innovación y Saberes Ancestrales (2010)", que se enmarca en el desafío de acceder a la sociedad del conocimiento, dado que se considera que esta "establece los derroteros por los cuales ha comenzado a transitar el mundo del futuro", y se basa en la Constitución y en el Plan Nacional del Buen vivir (PNBV) 2009-2013. Definió seis políticas: 1) fortalecer el recurso humano en C&T para alcanzar el desarrollo endógeno; 2) promover la investigación científica, el desarrollo tecnológico, la innovación, y la (re)valorización de los saberes ancestrales; 3) estructurar el SNCT; 4) "impulsar la creación de academias de ciencias, comités de ética", y otras organizaciones relacionadas a la C&T, promoviendo la coordinación entre ellos; 5) incorporar los resultados de la investigación al aparato productivo y educativo; y 6) incorporar las TIC a la generación y difusión del conocimiento [26].

Esta propuesta presentó tres novedades: a) se propuso que la SENACYT asuma funciones de formulación y ejecución de proyectos de I&D, y que trascienda la función exclusiva de promoción a través de fondos concursables, como históricamente había hecho el Estado; b) se basó en el modelo lineal ofertista, porque se planteó que el camino a seguir para construir el sistema era proveer las herramientas

> en primer lugar, del recurso humano en número suficiente y con la mayor y mejor formación académica posible; luego, de la infraestructura, equipamiento y materiales necesarios para llevar adelante los procesos correspondientes; de implantar los mecanismos de evaluación para garantizar el funcionamiento óptimo del Sistema y, finalmente, de montar las estructuras de recepción de los productos y resultados obtenidos y que permitan incorporar nuevas tecnologías al aparato productivo [27]

y c) curiosamente se planteó que la revalorización de los saberes ancestrales consiste en identificarlos y probarlos a través de métodos científicos, para luego incorporarlos a la producción y el desarrollo, lo cual contradice los principios constitucionales de interculturalidad y de diálogo de saberes.

Al mismo tiempo, este plan enumeró un conjunto de objetivos estratégicos: apoyar a las organizaciones dedicadas a la producción de conocimiento, tecnología e innovación; crear el Instituto de Biología Genómica; organizar la información sobre saberes ancestrales y revalorizarla con base en métodos científicos; fomentar la cooperación, asistencia técnica y transferencia tecnológica; impulsar la innovación para el mejoramiento de los productos y procesos productivos; propiciar el diseño y producción de nuevos bienes y servicios; incorporar programas de estudio científicos en todos los niveles de educación; elaborar programas de innovación tecnológica en armonía con el plan de desarrollo; coordinar con el Consejo Nacional de Educación Superior la ejecución de maestrías y doctorados nacionales; ejecutar y financiar proyectos de I&D; fortalecer los institutos de investigación; incentivar la participación del sector privado en I+D+i; crear el Sistema Nacional de Información en C&T; crear el Observatorio Nacional de C&T; crear la Academia Nacional de Ciencias y la Academia de Ingeniería; crear los Comités de Ética y los Comités Asesores por áreas del conocimiento; y apoyar los proyectos de comunicación de la C&T. Finalmente, se plantearon algunas acciones inmediatas: elaborar la normatividad del sector, crear un Observatorio Científico y Tecnológico, rediseñar el área financiera sectorial, rediseñar el plan de becas, diseñar un sistema de recepción de becarios y recuperación de migrantes y rediseñar el plan de movilidad de investigadores nacionales.

Quinto, la "Política Pública en Investigación Científica (2011)", construida bajo la dirección de Manuel Baldeón, se sustentó en la Constitución, en el PNBV 2009-2013 y en la LOES, aprobada en octubre de 2010. Cabe puntualizar que este fue un documento de discusión que nunca llegó a ser oficial y menos a ejecutarse, pero muestra algunas ideas que

circulaban al final de este período de estudio. La finalidad de esta PCTI era "ejercer la rectoría y proponer líneas macro para delimitar la investigación a áreas prioritarias para el desarrollo", para lo cual se formularon tres objetivos: 1) reorganizar el sistema nacional de investigación para que el Estado recupere las capacidades de rectoría y planificación, 2) recuperar las capacidades de rectoría y planificación del sistema y 3) promover la investigación científica enfocada al cambio de matriz productiva y la satisfacción de necesidades básicas [28].

El primer objetivo incluía tres estrategias: a) reestructurar los modelos de gestión de los Institutos Públicos de Investigación (IPIs): competencias, estructura y talento humano; b) recuperar la capacidad de producción científica de los IPIs, reubicarlos en la ciudad del conocimiento "Yachay", dotarlos de infraestructura e incrementar el número de investigadores; y c) crear un sistema nacional de investigadores: certificación de investigadores e instituciones de investigación y creación de la carrera del investigador. Por su parte, el segundo objetivo planteaba dos estrategias: a) buscar el reconocimiento internacional de la investigación, a través de la creación de la Academia Nacional de Ciencias y el aval de la Red Interamericana de Academias de Ciencias (IANAS), y del acompañamiento para publicaciones internacionales indexadas y para competir por fondos internacionales; y b) estimular y reconocer las Redes Intersectoriales de C&T, creando espacios de interacción y organizando actividades científicas de alto nivel.

Por último, el tercer objetivo se basó en cinco estrategias: a) el financiamiento de proyectos, priorizando el desarrollo de un "paquete tecnológico agrícola", los fármacos, los productos primarios del sector de la construcción, las carrocerías y autopartes, y la industria petroquímica; b) el financiamiento de la investigación enfocada en la diversificación de exportaciones, enfatizando los productos pecuarios, semillas, frutos y plantas medicinales; los medicamentos; y los recursos no renovables; c) la investigación para optimizar el acceso, cobertura y calidad de los servicios públicos: eficiencia energética, transporte eficiente, nuevos materiales de construcción, monitoreo y alerta para desastres naturales, detección de amenazas, educación, evaluación de impacto de las políticas públicas y salud pública; d) investigación básica en áreas estratégicas, principalmente la caracterización y preservación de la biodiversidad); y e) investigación en ciencias sociales con énfasis en historia e historia de la cultura y artes, como herramientas para el diálogo de saberes. Esta propuesta, planteada por el grupo de investigadores al frente de SENESCYT durante sus primeros meses de vida institucional, nace precisamente en el marco de la reforma normativa e institucional planteada por la LOES, pero nunca llega a ser presentada oficialmente ni es considerada en la etapa posterior donde existieron nuevas autoridades y una nueva visión de la PCTI.

B. Los instrumentos de la PCTI en los primeros años de la Revolución Ciudadana

Existen algunos elementos persistentes en todos, o la mayoría, de los documentos de política explícita presentados en líneas anteriores y que guardan estrecha similitud con los documentos de política de la década de 1990 e inicios de los 2000. Por un lado, la idea de insertarse en la sociedad del conocimiento y de entender a la C&T al servicio del desarrollo social y económico, lo cual, en los últimos años, va tomando forma en la idea de la C&T como requisito para el cambio de la matriz productiva. Por otro lado, también son recurrentes los diagnósticos que resaltan la necesidad de consolidar una masa crítica, la escasa coordinación entre los actores relevantes, la debilidad del SNCT y la escasez de resultados de I&D; y, por ello, se repiten los objetivos de institucionalizar el SNCT, de articular a los actores relevantes, de articular la C&T con el plan de desarrollo y las políticas sectoriales, y de garantizar un financiamiento estable.

Es decir, en estos primeros años de la Revolución Ciudadana las reflexiones y propósitos de la PCTI no distaban mucho de lo que venía discutiéndose décadas atrás, con la salvedad de que ahora sí se contaba con voluntad política para promoverla y consecuentemente con recursos públicos estables, aunque estos aún eran modestos en comparación con la inversión que existiría en años posteriores. En palabras de Montalvo [29], la SENACYT durante los primeros años del gobierno de Correa "era básicamente la anterior FUNDACYT con un nuevo título […], tenía pocos recursos, tenía un cuerpo profesional también reducido y tenía un conjunto de actividades, más que un programa".

Además, al inicio de este período de gobierno también existieron algunos inconvenientes relacionados con el financiamiento de las actividades científico-tecnológicas. Durante el primer año de gobierno, el 2007, prácticamente se detuvo la ejecución de las actividades relacionadas a C&T. Incluso, en los primeros meses del año, debido a la falta de entrega de los fondos CEREPS (Cuenta de Reactivación Productiva y Social, del Desarrollo Científico Tecnológico y de la Estabilización Fiscal) del año anterior (2006), el secretario nacional de ciencia y tecnología, Bernardo Creamer, propuso declarar en estado de emergencia al Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, a través de un proyecto de Decreto enviado al presidente (a través del Oficio No. SEN-Q-CO-0219 del 29 de enero del 2007) y, para encender la alerta, el 14 de marzo organizó un foro que buscaba el apoyo de los actores relacionados a la C&T a esta iniciativa.

La ejecución de proyectos de I&D fue suspendida bajo el fundamento de que se carecía de políticas de investigación y porque el gobierno "dejaría que los proyectos sean analizados por organismos e instituciones oficiales del estado" [30], dado que las actividades ejecutadas "no enfocaban intereses y necesidades nacionales" y que en su lugar "atendían intereses de los organismos proponentes y/o de los investigadores" [31]. Ante esta situación, Jaime Tola Cevallos, el siguiente secretario de C&T, planteó, como uno de los objetivos de su mandato, recuperar los fondos CEREPS: alrededor de USD 28 millones correspondientes a 257 proyectos aprobados entre

2005 y 2006. En su argumentación pública él manifestó que estos desembolsos se habían suspendido por las trabas puestas por el Ministerio de Economía, "porque hay un desconocimiento burocrático sobre lo que representa la inversión en ciencia y tecnología para el país" [5] .

Entonces, la asignación de recursos y la ejecución de actividades científico-tecnológicas durante estos primeros años van retomándose incrementalmente conforme avanza el tiempo, evidenciándose un punto de quiebre en el 2009, desde cuando la PC&T adquiere gran importancia en la agenda pública. Sin embargo, como ya se dijo, esto ocurrió bajo una política de centralización de las decisiones en el gobierno nacional, pues se decidió que la aprobación de proyectos I&D sea competencia del presidente, luego del visto bueno de la SENPLADES. Esta es una clara muestra de la concentración del poder del gobierno central y una señal de la desconfianza que este tenía de la comunidad universitaria, lo que será evidente en años posteriores.

Entre 2007 y 2009 se invirtieron USD 39.461.600,63, de los cuales 31 millones corresponden al año 2009 [25]. Con estos recursos se entregaron 407 becas distribuidas de la siguiente forma: 14 en 2007, 187 en 2008 y 206 en 2009, bajo el criterio de incrementar el número de profesionales en áreas tecnológicas (biotecnología, nanotecnología, energías, TIC, entre otras) y disminuir aquellas relacionadas con otras áreas como las ciencias sociales o humanas. Es así como el porcentaje de becas en áreas tecnológicas, respecto del total, fue incrementándose: 65% en 2007, 84% en 2008 y 100% en 2009 [25].

También se realizó una convocatoria para proyectos I&D[6], en la que se seleccionaron 69 proyectos (23%) de más de 300 presentados, con una inversión de más de $65 millones de dólares para los tres años [31]. Estos proyectos, ejecutados entre 2008 y 2010, se distribuyeron de la siguiente forma: 28 en fomento agropecuario y agricultura sostenible, 13 en ciencias de la vida, 11 en medio ambiente, 6 en energía, 5 en recursos naturales, 4 en TIC y 1 enfocado en el sector productivo. Los beneficiarios fueron, en su mayoría, universidades y escuelas politécnicas. A estas se suman tres institutos públicos de investigación, seis instituciones públicas y una institución privada, de acuerdo con la distribución mostrada en el Tabla 1.

TABLA 1.
INSTITUCIONES BENEFICIARIAS DE LOS PROYECTOS DE I&D DE SENACYT ENTRE 2007 Y 2009 [22]

Institución beneficiaria	**número de proyectos**
Escuela Politécnica Nacional	7
Escuela Politécnica del Litoral	7
Pontificia Universidad Católica del Ecuador	4
Universidad Católica Santiago de Guayaquil	3
Escuela Politécnica del Ejercito	3
Universidad Nacional de Loja	3
Universidad Central del Ecuador	2
Escuela Politécnica de Chimborazo	2
Universidad de Cuenca	2
Universidad Técnica Particular de Loja	2
Universidad Técnica Estatal de Quevedo	2
Universidad Técnica de Ambato	1
Universidad San Francisco de Quito	1
Universidad Católica de Cuenca	1
Universidad Técnica de Manabí	1
Universidad Estatal de Bolívar	1
Universidad de las Américas	1
Universidad Técnica del Norte	1
INIAP	9
Instituto "Leopoldo lzquieta Pérez"	4
Instituto Oceanográfico de la Armada	3
SENPLADES	2
Ministerio de Agricultura y Ganadería	1
Ministerio de Relaciones Laborales	1
Fuerza Aérea Ecuatoriana	1
Petroecuador	1
Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales	1
Fundación desde el Surco	1

En definitiva, la PCTI ejecutada en los primeros de la Revolución Ciudadana fue bastante similar a lo realizado en la década de 1990 y en los primeros años del 2000, más allá de lo que expresaban los distintos documentos de PCTI explícita. Se priorizaron los mismos instrumentos de política que venían usándose en el pasado: las becas para estudios de posgrado y el financiamiento de proyectos I&D a través de fondos concursables. Es decir, la PCTI de estos años se centró en estos dos instrumentos, dejando por fuera otros instrumentos o actividades de política planteadas en las definiciones, tales como: el fortalecimiento de los institutos públicos de investigación, los incentivos para promover la I&D del sector productivo, la creación de programas doctorales nacionales, el observatorio de C&T, el apoyo a redes de investigación intersectoriales, entre otras promesas.

Por otro lado, los beneficiarios de estos recursos seguían siendo mayoritariamente las universidades y escuelas politécnicas, especialmente aquellas más prestigiosas y que tenían tradición en la ejecución de actividades de investigación, como la Escuela Politécnica Nacional y la Escuela Politécnica del Litoral. A esto se debe agregar tres institutos púbicos de investigación, entre los que destaca el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), seis instituciones públicas y una fundación privada. Es decir, al parecer, la PCTI de estos años se caracterizó por lo que Merton denominó como el "efecto Mateo" [32] [7] en la ciencia. El efecto Mateo es una situación en la cual los grupos de investigación más fuertes, o con mayores capacidades, son los mayores beneficiarios de los recursos, auspicios y reconocimientos públicos para la ciencia, mientras que los

[5] Redacción La Hora. "Recuperar los fondos será lo principal". La Hora, 5 de junio de 2007

[6] En base al "Reglamento de convocatoria, recepción, calificación, evaluación, selección y aprobación de proyectos de investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación propuestos para financiamiento a través de SENACYT" con Resolución Ministerial 156-2008 de SENPLADES del 10 de junio de 2008, publicada en el Registro Oficial N°404 del 15 de agosto del mismo año.

[7] El nombre viene de una cita bíblica. El versículo 13 del capítulo 19 del Evangelio de San Mateo dice "porque a cualquiera que tiene, le será dado, y tendrá más; pero al que no tiene, aun lo que tiene le será quitado"

grupos más pequeños, o con menores capacidades, pese a ser los que más necesitan apoyo, son los que menos reciben. Entonces, el efecto Mateo es un mecanismo de estratificación social de las comunidades científicas, en donde los estratos más altos están ocupados por quienes tienen mayores capacidades o reconocimientos.

La única diferencia notoria con las décadas anteriores es la intención del gobierno de tener un mayor control sobre la definición de las áreas prioritarias en las que se enfocarían los proyectos I&D y las becas. Sin embargo, el alineamiento de estos instrumentos con los planes de desarrollo difícilmente es real y verificable, especialmente en el caso de los proyectos de I&D. Ello por dos razones. En primer lugar, porque en las definiciones de política se priorizan áreas de intervención muy generales. Es decir, dado que la priorización incluye todo, o casi todo, en la realidad no se prioriza nada, de tal forma que quedaba espacio para que quepan todo tipo de intereses, objetivos y áreas de intervención. En segundo lugar, porque aquellos investigadores quienes desde décadas atrás tenían capacidades y experticia de investigación planteaban proyectos de I&D en función de sus capacidades e intereses particulares. Esto es lo que históricamente venía ocurriendo en años anteriores y perduró ante la ausencia de mecanismos o incentivos que modifiquen esta realidad. Entonces, la aspiración de mayor pertinencia de las actividades de I&D con los objetivos de desarrollo, junto con los mecanismos de control implementados para ello, trajeron más bien mayor centralización y burocratización de las políticas y las actividades de fomento a la CTI.

Además, dada la inestabilidad de la PCTI, expresada en autoridades, instituciones y planes cambiantes y de poca duración, es complicado evaluar su pertinencia con los planes de desarrollo. Más bien, este período debe entenderse como una etapa de transición hacia un modelo de desarrollo postneoliberal, en el cual, pese a la importancia retórica que se dio a la PCTI, en la práctica solo significó hacer lo mismo que se hizo desde la década de 1980 cuando la PCTI era muy débil o inexistente: financiamiento de becas y de proyectos de I&D. En tal sentido, se evidencia una brecha de implementación [19] entra la definición de la política y lo que realmente se hizo.

V. Conclusión

El gobierno de la Revolución Ciudadana colocó a la CTI en la agenda pública desde el inicio de su mandato, lo cual se evidenció en el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2010 y en la Constitución promulgada en el 2008. Estas propuestas normativas enfatizaron la idea de que la PCTI debía enmarcarse en el paradigma del buen vivir, lo que implicaba privilegiar el objetivo de la inclusión social y no solo el crecimiento económico, reconocer y revalorizar los saberes ancestrales, devolver su rol al Estado como promotor del desarrollo de la CTI, entre otras novedades.

Estas aspiraciones fueron retomadas y ampliadas en los distintos documentos de PCTI propuestos en estos años. Sin embargo, la PCTI fue muy inestable, pues existieron cinco secretarios nacionales de ciencia y tecnología, cinco reformas o restructuraciones institucionales de los organismos responsables de la PCTI y cinco documentos de PCTI, entre propuestas oficiales y documentos de discusión. Todo ello, en menos de cinco años. Esta volatilidad da cuenta de la transición que vivía el Ecuador hacia la promesa de un modelo de desarrollo postneoliberal y endógeno, fundamentado en la transición de un modelo de acumulación basado en la exportación de bienes primarios hacia otro basado en el conocimiento.

Ahora, esta promesa de revalorizar la CTI, bajo el entendimiento de que era un factor fundamental en el nuevo modelo de desarrollo, se concretó en una asignación permanente de recursos que fue incrementándose paulatinamente. Ello por si solo es digno de resaltar, pues desde que en el país se inauguró la preocupación por el fomento al desarrollo de la CTI, a inicios de la década de 1970, no existió una fuente de recursos ni estable ni importante para este fin. No obstante, en estos primeros años, la implementación de esta política estuvo muy lejos de las grandilocuentes promesas y definiciones incluidas en las políticas explícitas. En otras palabras, la promesa postneoliberal en el ámbito de la PCTI se tradujo únicamente en mayores recursos y mayor centralización. En la práctica, se redujo a financiar becas de posgrado internacionales y proyectos de I&D, que no difiere de lo que se hizo en las décadas anteriores en menor escala, por la escasez de recursos asignados en el pasado. La característica fundamental de la asignación de becas fue la de privilegiar el sector tecnológico, en especial el de las tecnologías convergentes, bajo el imaginario de alcanzar la frontera tecnológica, donde se concibe está el futuro del desarrollo. Por su parte, en la asignación de proyectos prima la presencia de las universidades e institutos de investigación con mayores capacidades, prestigio y expertica en la I&D, quienes son las mayores beneficiarias en cuanto a número de proyectos y recursos, lo que confirma la presencia del conocido "efecto Mateo" de la ciencia.

En definitiva, queda claro que existe una brecha grande entre, por un lado, las definiciones y objetivos de política planteados en la Constitución, el plan de desarrollo y los distintos documentos de política que surgieron en estos años y, por otro lado, los instrumentos implementados y los resultados alcanzados. Queda ahora por estudiar lo que significó esta política en los años subsiguientes de la Revolución Ciudadana. En qué medida las definiciones y promesas de estos años iluminaron y moldearon los instrumentos de política de los años posteriores como el enorme programa de becas, el programa Prometeo, Yachay, el banco de ideas, entre otros.

Referencias

[1] Herrera, A., "Los determinantes sociales de la política científica en América Latina: Política Científica Explicita y Política Científica Implícita". En *Desarrollo Económico*, 1971, Vol. 13, No. 49 (apr. - jun.). Instituto de Desarrollo Económico y Social, pp. 113-134

[2] Velho, L., "La ciencia y los paradigmas de la política científica, tecnológica y de innovación". En *Estudio social de la ciencia y la tecnología desde América Latina*, Arellano, A. y Kreimer, P. (edit), 2011, Bogotá: Siglo del Hombre Editores, pp. 99-125

[3] Postolski, G. y Funes, P., *Prefacio.* En *Universidad pública y desarrollo: innovación, inclusión y democratización del conocimiento*, Ferrer A. et al., 2015, Buenos Aires: IEC – CONADU/CLACSO, pp.10-12.
[4] Muller, P., *Las políticas públicas*, 2009, Colombia: Universidad de Externado, 117 p.
[5] Manosalvas, M. 2014. "Buen vivir o sumak kawsay. En busca de nuevos referenciales para la acción pública en Ecuador". En *Íconos. Revista de Ciencias Sociales*, Num. 49 (mayo), FLACSO-Ecuador, pp. 101-121, 115 p.
[6] Houtart, F., "El concepto de Sumak kawsay (buen vivir) y su correspondencia con el bien común de la humanidad". En *Revista de Filosofía*, 2011, Nº 69, V 3, pp. 7-33.
[7] Macas, L., "Sumak Kawsay. La vida en plenitud". En *Sumak Kawsay Yuyay. Antología del Pensamiento Indigenista Ecuatoriano sobre Sumak Kawsay*, Hidalgo-Capitán, A.; Guillén, A. y Deleg, N. (edit.), 2010, Huelva – España: Centro de Investigación en Migraciones (CIM)/Universidad de Huelva y Programa Interdisciplinario de Población y Desarrollo Local Sustentable (PYDLOS) /Universidad de Cuenca, pp. 169-176.
[8] Macas, L., 2011. "Sumak Kawsay". En *Debates sobre cooperación y modelos de desarrollo. Perspectivas desde la Sociedad Civil en el Ecuador*, Weber, G, Quito: Centro de Investigaciones CIUDAD. Observatorio de la Cooperación al Desarrollo en Ecuador, pp. 14-16.
[9] Huanacuni, F., *Buen Vivir / Vivir Bien. Filosofía, políticas, estrategias y experiencias regionales andinas*, 2010, Lima: Coordinadora Andina de Organizaciones Indígenas – CAOI, 30 p.
[10] Godin, B., *The making of science, technology and innovation policy: conceptual frameworks as narratives, 1945-2005*, 2009, Montréal (Québec): Centre Urbanisation Culture Société Institut national de la recherche scientifique.
[11] Lundvall, B., *National Systems of Innovation, Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, 1992, London: Frances Pinter.
[12] Nelson, R., *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*, 1993, New York: Oxford University Press.
[13] Freeman, C., "*The 'National System of Innovation' in historical perspective*". En *Cambridge Journal of Economics, 1995*, Vol 19. N° 1, pp. 5-24.
[14] Herrera, F; Lin, J y Franco-Crespo, A, "The Ecuadorian scientific technological policy within the framework of "Buen Vivir", a dispute with the orthodoxy of development". En *Analysis of Science, Technology and Innovation in emerging economies*, 2019, Cotte, A.; Pardo, C. & Fletscher, S (edit.), Palgrave Macmillan
[15] Sanz, L., *Estado, ciencia y tecnología en España: 1939-1997*, 1997, Madrid: Alianza Editorial.
[16] Averch, H., *A Strategic Analysis of Science and Technology Policy*, 1985, Baltimore: The John Hopkins University Press.
[17] Cruz, L.; Sanz, L. y Romero, M. "Convergencia y divergencia en las políticas de ciencia y tecnología de los gobiernos regionales". En *Revista Española de Ciencia Política*, 2004, Núm. 11 (octubre), pp. 33-72, 36 p.
[18] Scartascini, C.; Spiller, P.; Stein, E. y Tommasi, M., *El juego político en América Latina: ¿Cómo se deciden las políticas públicas?*, 2011, Banco Interamericano de Desarrollo, 2 p.
[19] Roth, A., *Políticas públicas: formulación, implementación y evaluación*, 2014, Bogotá: Ediciones Aurora
[20] Howlett, M.; Ramesh, M. y Perl, A., *Studying Public Policy. Policy Cycles and Policy Subsystems*, 2009, Ontario: Oxford University Press
[21] Scartascini, C.; Spiller, P.; Stein, E. y Tommasi, M., *El juego político en América Latina: ¿Cómo se deciden las políticas públicas?*, 2011, Banco Interamericano de Desarrollo, 10 p.
[22] SENACYT, Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2007-2010, 2007, Quito: SENACYT, 5 p.
[23] SENACYT, Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2007-2010, 2007, Quito: SENACYT.
[24] SENACYT, Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación del Ecuador 2008-2020, 2008, Quito: SENACYT.
[25] SENACYT, Memoria 2008/2009 Gestión nacional en ciencia y tecnología al servicio de los ecuatorianos, 2010a, Quito: SENACYT.
[26] SENACYT, Plan Nacional Ciencia, Tecnología, Innovación y Saberes Ancestrales, 2010b, Quito: SENACYT.
[27] SENACYT, Plan Nacional Ciencia, Tecnología, Innovación y Saberes Ancestrales, 2010b, Quito: SENACYT, 7 p.
[28] SENESCYT, Política pública de investigación científica, 2011, Quito: SENESCYT.
[29] Montalvo, P., Secretario Nacional de Ciencia y Tecnología 2008-2010, en entrevista con los autores, 2005, Quito.
[30] Escuela Politécnica Nacional, "El CONESUP y los proyectos de ciencia y tecnología". En *Informativo Politécnico*, 2007, Año XVII. Nº 30 (noviembre), 21 p.
[31] Díaz, C. "Senacyt Ecuador. Desaliento u oportunidad?", 2009, acceso el 20 septiembre de 2016, http://pensamientocdiaz.blogspot.com/2009/09/senacyt-ecuador-desaliento-u.html
[32] Merton, R., "The Matthew Effect in Science". En *Science*, 1968, 159 (3810), pp. 56-63.

Fernando Herrera García es Doctor en Ciencias Sociales con mención en Estudios Políticos, Máster en Economía del Desarrollo, tiene un Diplomado Superior en Diseño, Gestión y Evaluación de Proyectos de Desarrollo y es Ingeniero en Electrónica y Redes de Información. Actualmente, es profesor de la Facultad de Ciencias Administrativas de la Escuela Politécnica Nacional en pregrado, maestría y doctorado; miembro del Grupo de Investigación en Sistemas de la Información, Gestión de la Tecnología y la Innovación (SIGTI); director ejecutivo de la Sociedad de Estudios Sociales de Ciencia y Tecnología (CTS - Ecuador) y miembro de la Sociedad Latinoamericana de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología (ESOCITE). Sus líneas de investigación son: política de ciencia, tecnología e innovación; análisis de sistemas de ciencia y tecnología; economía política de las políticas públicas; sociología y política de la ciencia y la tecnología, economía del desarrollo, entre otras.

Antonio Franco Crespo es Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones (EPN), Especialista Superior en Gerencia Educativa (UASB), Magister en Gerencia Empresarial con Mención en Recursos Humanos (EPN) y Doctor en Administración de la Universidad Andina Simón Bolívar en convenio con la Fundación Getulio Vargas. Es profesor de Gestión Tecnológica en el Doctorado en Gestión Tecnológica y la Maestría de Investigación en Gestión de la Ciencia y la Tecnología; gestor de proyectos de gestión tecnológica, innovación y emprendimientos de base tecnológica; representante de la EPN a la red de universidades ecuatorianas-colombianas y miembro de la Sociedad de Estudios Sociales de Ciencia y Tecnología (CTS -Ecuador). Actualmente tiene como líneas de investigación: la relación ciencia, tecnología y sociedad; la gestión tecnológica en las empresas tecnología; y el consumo sustentable.

Valentina Ramos es Doctora en Psicología Organizacional, Máster en Comunicación Organizacional y Licenciada en Psicología. Es profesora- investigadora titular de la Escuela Politécnica Nacional; miembro del Comité Doctoral del Doctorado en Gestión Tecnológica de la EPN; coordinadora de la

Maestría en Investigación en Gestión de la Ciencia y la Tecnología; directora de proyectos de investigación junior y multidisciplinares; coordinadora del Grupo de Investigación en Sistemas de la Información, Gestión de la Tecnología y la Innovación (SIGTI). Realiza investigaciones en las áreas de la cultura y el comportamiento organizacional con un enfoque hacia procesos de gestión de la ciencia, la tecnología y la innovación; así como análisis de competencias y gestión de personas.

Trends on Computer Security: Cryptography, User Authentication, Denial of Service and Intrusion Detection

Pablo Marcillo*, Daniel Maldonado-Ruiz†, Santiago Arrais‡, Lorena Isabel Barona López§ and Ángel Leonardo Valdivieso Caraguay¶

***Abstract*—The new generation of security threats has been promoted by digital currencies and real-time applications, where all users develop new ways to communicate on the Internet. Security has evolved in the need of privacy and anonymity for all users and his portable devices. New technologies in every field prove that users need security features integrated into their communication applications, parallel systems for mobile devices, internet, and identity management. This review presents the key concepts of the main areas in computer security and how it has evolved in the last years. This work focuses on cryptography, user authentication, denial of service attacks, intrusion detection and firewalls.**

***Index Terms*—Cryptography, Denial-of-service attack, Firewall, Intrusion Detection System, Security.**

I. Introduction

THE increasing number of heterogeneous devices connected to the Internet, running different OS/Apps and transporting private users information has notably promoted attackers to develop new varieties of security threats. Some of the security solutions proposed and adopted in the past are no longer viable in the last generation of devices. The computing capacity has been increased not only by the individual devices but also the possibility to access to distributed resources that provide higher capabilities to users. In this context, it is important to have a clear view of the latest tendencies in computer security.

The main idea of this survey is to explain new trends in security, beginning with the primary concepts of security; cryptography and user authentication. Both explain briefly the main concepts of technology and how it works to maintain its features. The second part in every section explains what are the current trends in each investigation field, focusing on new technologies (quantum cryptography, visual cryptography, dynamic biometrical authentication) or the evolution of current research (Public key enhancements, elliptic curve cryptography, two-way authentication approaches) in order to find new ways to implement solutions and improve inherit vulnerabilities of every one of these technologies and their interactions with the users. The security property known as availability is generally compromised after a Denial of Service (DoS) attack is launched. In the past, one or few devices were used to perform DoS attacks, but now, sets of infected computers or devices called botnets are used in a type of improved attack called Distributed Denial of Service (DDoS). Consequently, the attacks have evolved in a way that the attacker is practically undetectable. At the time, it is possible to find many techniques in which DoS attacks can be performed. They also use intermediary nodes to reflect or amplify attacks. In the same way, attacks have evolved, defenses and responses against attacks have also emerged. Technologies and concepts such as Software Defined Networking (SDN), granular computing, neural networks, machine learning, and feature selection have been used in related works.

Another essential aspect of security is intrusion detection. As soon as an intruder can be detected, the attack range can be limited or entirely avoided. This work presents a summary of some concepts of IDS, IDMEF, and honeypots, as well as recent studies to improve the performance in intrusion detection. Markov chains, multi-pattern string matching, signature matching algorithms, diffuse genetic algorithm are examples of methods based on intrusion detection. Additionally, firewalls, as the first line of defense in a network, are analyzed. The present work introduces firewalls concepts and a brief description of the main techniques to perform its action. In addition, it presents research advances focused on improve the effectiveness of traditional firewalls and challenges for cloud environments.

The rest of the study is outlined as follows: Section 2 describes cryptography basis and new approaches. Then, Section 3 explains identity management and new manners of user authentication. Section 4 focuses on denial of service attacks, including DDoS, application-based, reflection and amplification. Section 5 introduces intrusion detection systems. Section 6 describes the firewall concept. Finally, Section 7 presents conclusions and future work.

Article history:
Received 23 April 2019
Accepted 29 May 2019

Departamento de Informática y Ciencias de la Computación (DICC) Escuela Politécnica Nacional, Ladrón de Guevara E11-25 y Andalucía, Edificio de Sistemas, 170525 Quito, Ecuador. Email: angel.valdivieso@epn.edu.ec

II. Cryptography

A. Background

Cryptography is the most important principle to keep privacy and information confidentiality, both analog and digital. The main idea behind this technology is, using some sort of information, keep illegible all messages sent and/or stored except for people who have access to this information, also known as a passcode. This simple idea has become the base of data security in the world. Last implementations are based on complex mathematical problems and our computational incapacity to solve them. The main uses for cryptography can be divided as follows [1]:

- **Symmetric Encryption:** It is the classic cipher system, known since the Roman empire. It consists of the use of a word or a combination of features to keep information secure. It is called symmetric because the cipher and decipher process depends only on a unique passcode that is mandatory to keep secret. All these systems, which are being based on human communication, are sensitive to statistic attacks (percentage of appearance of letters in a certain language). Since the Second World War (WWII) and Enigma cipher machine, symmetric encryption evolved in systems that convert messages in uniform strings of bits that keep secrecy beyond language, format, source or destination. This evolution led to secure algorithms like Data Encryption Standard (DES), Triple DES (3DES), the new Advanced Encryption Standard (AES) and their variants.
- **Public-Key Encryption:** This is the one true revolution in encryption systems, created in the late seventies. Instead of using a unique passcode to cipher and decipher, the new system uses two different although related keys. One of those is known (the public key) and the other one needed to keep in secret by the user (the private key). In this way a ciphered message with one of these keys is only deciphered by the other one. The first approach of public-key encryption was a simple but powerful mathematical calculation called the Diffie-Hellman algorithm, which depended on the communication of numbers which are easy to create but very hard to decompound in its original factors. Nowadays, the most common public key system in the world is RSA, but other techniques, like elliptic curve cryptography (ECC), are proven to be better and powerful systems than the classic ones.
  The public-private key systems allow not only cipher on-transit data (confidentiality), but also to check that on-transit message is in fact sent by the claiming author (the one who owns and keeps the private key). This feature is called digital signature, because of the ciphered text with the private key can be read for all the users who have the public component, which means that is easy to read. However, this deciphered secret text allows verifying the origin of the information. In these cases, secrecy is not as important as the author verification. With all these features, it becomes mandatory to find a way to verify that person who owns a certain key pair is who claims to be. That need is the origin of Certificate Authorities (CA): big trusted entities who can provide and manage the authentication of all users. CAs' success lies in its capacity to verify the identity of all key pairs' owners and manage searches of keys and also revocation of all keys which could be compromised, lost or corrupted.
- **Hash Functions:** Cryptography provides the capacity to check that an on-transit message has not been modified since its creation. Among Digital Signature, Hash functions allow creating the same size digest of every message, in a way that the slightest modification in the message will produce two different digests. Together with the public-private key pair, the hash function provides confidentiality, authenticity, integrity, and non-repudiation, also known as the four pillars of security.

B. Trends

Evolution of cryptography has focused on four big study groups which are current research fields.

- **Improvements on Public Key Systems:** there are two big problems with the improvement of Public Key Infrastructure (PKI): (1) eliminate unused or expired keys and (2) improve the use of all the system in order to prevent impersonation attacks or weak cipher algorithms. The first problem can be solved by improving the access of CA's to systems where secure communications are mandatory, like SSL and HTTPS communications [2] and periodically cleans the CAs' caches and certificates. The second problem is a little more difficult to solve. A way to improve impersonation is to use a technique called Identity Based Cryptography [3]. This cryptography makes possible to implement a system that could be anonymous and improve the use of PKI strengthening algorithms like ElGamal.
  Other implementations of PKI systems can generate a set of functional private keys from a master key, which is also used for encryption in fields of randomized functions. The set of keys allows all the security features of multi-key systems based on identity [4]. The same idea could be extrapolated to generate two ciphered text from the same private key: a false ciphertext (used as a decoy and tag to open any message with consistent randomness, all part of a unique security system) and a real ciphertext which contain protected information. If a user does not have the proper key, he can not distinguish the fake ciphertext from the real one [5]. Also, it is possible to study a new way to use PKI instead of the random creation of keys. A system called deterministic PKI [6] protect large amounts of information stored in cloud systems. These deterministic systems require a deterministic algorithm to create random public keys.
  Another implementation studies the keys in order to find out an encryption weakness as well as its relationship with certain plaintexts [7]. All these studies seek to reduce the vulnerabilities of PKI implementations for both, commercial and experimental fields.
- **Visual Cryptography:** It is a way to use cryptography without a computational system but the user's eyes. Users

can solve a specific image from a set of incomplete images, where the overlapping can solve the system in the base of a coding table [8]. Figure 1 shows how a pixel can be used as a bit for the XOR operations which results in the final image, pixel-a-pixel. The uses of these operations are shown in Figure 2.

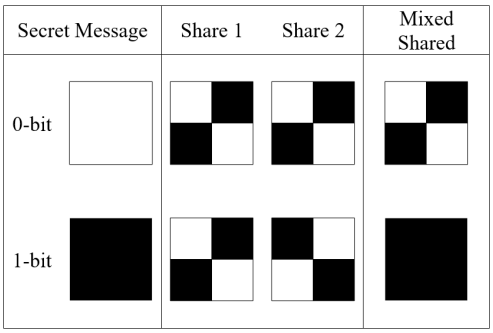

Figure 1. VC Scheme to obtain a specified outcome for an image

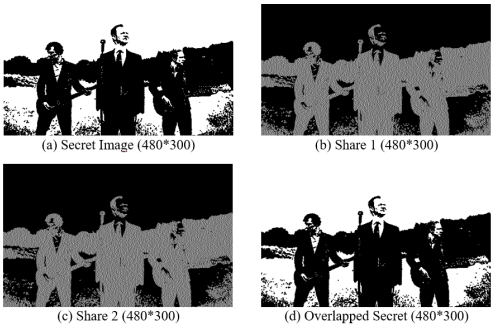

Figure 2. Monochromatic VC as a result of using the scheme in Figure 1

This cryptographic system can be used to replace CAPTCHA or similar systems, to avoid the impersonation of humans by machines or artificial intelligence. However, both colored and black and white images have low-quality issues because the cipher is based on pixels. An improvement of this technique implies to use an XOR system where is not necessary a code table and works like steganography providing additional security in the transmission of secret shared information [9].

- **Elliptic Curve Cryptography:** One of the strongest mathematical systems to implement a PKI is ECC, because its key generation calculations are faster than traditional PKI's. For this reason, it is used mostly in mobile systems, like bitcoin wallets, but also can be used also in SSH servers, HTTPS certificates and validation and identification systems like LDAP [10]. Additionally, ECC is used in the improvement of the Internet of Things (IoT) [11], where using XOR protocols and a session key (generated from the curve), the communications improve the security between devices without all the resources consumption of RSA.
- **Quantum Cryptography:** Classic computation is still based on Shannon principles, the bit (a mathematical theory of communication and theory of secrecy systems, Bell Systems Technical Journal 27 and 28 respectively) and in the Moore Law. Stephen Weisner, in 1970, proposed the first ideas of using photons to transmit and storage information, based on the Heisenberg principle of uncertainty. It was the beginning of the quantum computation and, in consequence of Quantum Cryptography (QC). The keys for these systems are created by the polarization and the orientation of this polarization in photons, where orientation can represent classic bits and is part of a complex system known as quantum key distribution (QKD). In order to implement all the possibilities of QC, several protocols have been developed, like BB84, BB92, EPR, AK15, S13, among others [4]. All these algorithms could, theoretically, improve performance on cyphering and in avalanche effect than classic algorithms [12] [13].

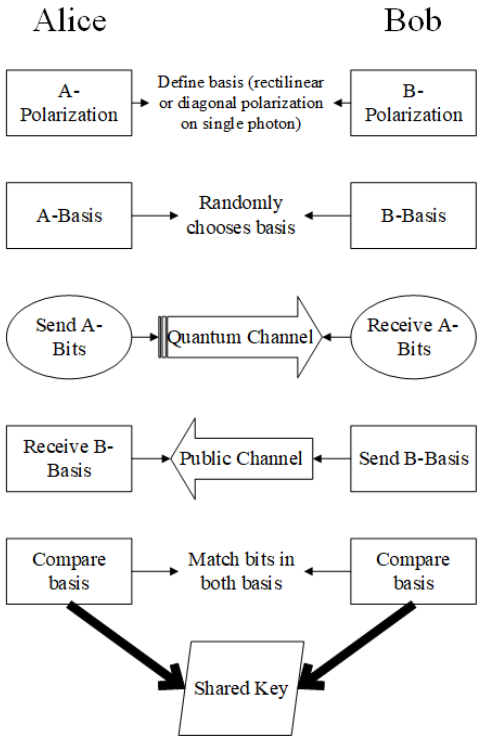

Figure 3. Steps of BB84 protocol's QKD.

These protocols could use to improve, the generation of public-private key pairs, improve one of the techniques known as coin tossing [14], without impersonation and forgery risks. Also could be used to improve Diffie-Hellman's like key generation for two users with BB84, as in Figure 3, where users do not choose prime numbers but photon polarizations and quantum channels. Another example of security improvement is the use of QC to improve IoT, where the security and performance of all devices will not be compromised by the algorithm [15]. Another technique is using a mathematical system of matrixes to generate keys in the function of a set of points where the matrix mix rows and columns, better known as Lattice-Based cryptography [16]. In this case, QC improves calculations in the Euclidian field for all points, with performance and energy efficiency.

III. User Authentication

A. Background

One of the main uses of cryptography is the verification of the identity of users both in login schemes and communication via the Internet. Identity management is based on four main features, where users always must comply with at least one of them [1]:

- Something that user knows (passcode, as password-based authentication): uses a passcode to validate the existence of a user and if it is who claims to be. Besides all the flaws of this system, mostly for the users, are the main ways to determinate identity and authentication on the Internet.
- Something that the user possesses (physical keys or cards, as token based authentication): based on some sort of hardware that the user possesses, which allow users to access physical places or validate their identity with specialized hardware.
- Something that user is (biometrical features, as biometric authentication): static biometrics allow a system to recognize a user in an unequivocal way, using biometric values that are unique. These features are more accurate than passcodes but are also expensive.
- Something that user does (patrons of biometric data, as dynamic biometric data): an evolution of static biometric authentication is based on how the human body interacts with its environment, where certain patrons are as unique as static biometric data, like typing speed, handwriting, voice pattern or brainwaves.

The interaction of one or more of these features improves the authentication of users in all systems, especially because biometric data cannot be forged.

B. Trends

All evolution of user authentication is based on improving at least one of the previous features in a way that cannot be forged or manipulated in transit or authenticated systems. There are two big research fields in authentication, which are:

- **Two-way password related schemes:** Passwords have been evolved to apply in all systems that need user authentication [17], especially in mobile devices. Using this idea, several systems have been designed to improve mobile security, which have a problem of weak and short passwords. In [18], a virtual dynamic keyboard was generated. It varies the positions of every character and/or number in every interaction. Another system uses graphic patrons that user must recognize in a preset code database like a dynamic pin [19]. The solution in [20] uses a One-Time Pad scheme for authentication through a mobile device, which is connected with a user management server. This scheme uses all the cryptographic communication features to establish a secure channel avoiding the need to enter usernames or passwords by the user. Another use of these technologies is to generate a pseudo password which is a blend between a formal user password and a bitmap image features (an image chooses by the user) in order to create a specific derivation password to access to certain systems [21]. This scheme implements a two-way authentication system where passwords and their relationships are the access key and the authentication scheme at the same time. However, password-only systems are still the simplest schemes to authenticate users, and in this scheme, the application of the correct system and the correct password complexity are the strength of all of it, besides its simplicity [22].
- **Dynamic biometrical related schemes:** All schemes use new ways to read dynamic biometric features, or new dynamic biometric features, because all the signals that belong to the human body are unique and could be used to authenticate the user. The importance of all these features lies in, besides other systems, users cannot forget or lost his own biometrics. One of the most ambitious systems uses brain waves to improve authentication, using Bluetooth sensors to find a patron in brain waves that identifies a unique user [23]. This system is still in development but could be an important way to determinate identity. Other systems, designed for mobile devices, intent to determinate patrons of use of the mobile's owner (unlocking, typing, browsing habits, passcodes or PINs among others) [24]. The systems can use a combination of patrons or just one of them, while implements a dynamic biometric system with password patrons [25] or access phone patrons [26]. Both experimental systems are proof of biometrical patrons while mobile devices are used. Another scheme implements multimodal dynamic biometrics, in order to blend two or more biometric patrons [27]. Other systems intend to use big data to determinate all the user's biometric patrons. This system can create a patron that identifies a user, with databases and connections that also works with biometric schemes. The idea is to implement a new framework to distribute and standardize dynamic biometric schemes [28], [29].

IV. Denial of Service

A. Background

A DoS tries to flood a resource by sending useless information until it can't respond to legitimate users requests. It can attack network bandwidth, systems, and application resources. A DoS can be performed using techniques such as flooding ping and SYN spoofing. Flooding ping is the most basic DoS attack, it is done by sending a huge number of ping commands. The ping of death sends ping command with the largest packet size. A SYN spoofing is a common DoS attack, which is based on the handshaking process. In general, a SYN spoofing attack is the combination of IP spoofing and SYN flooding [30]. There is an improved DoS called Distributed Denial of Service (DDoS). It commonly uses a botnet to perform the attack instead of a simple host or few ones. A botnet is a big set of infected computers or devices (zombies) that can be controlled remotely by an attacker. According to the reports of Verisign [31], [32], the number of DDoS attacks has suffered a considerable increase compared to the same previous quarterly

report. Meanwhile, SecureList [33] established that more than half of the total number of attacks are SYN flood type. A brief summary of this information is shown in Figure 4. The most important types of DoS attacks are described briefly below.

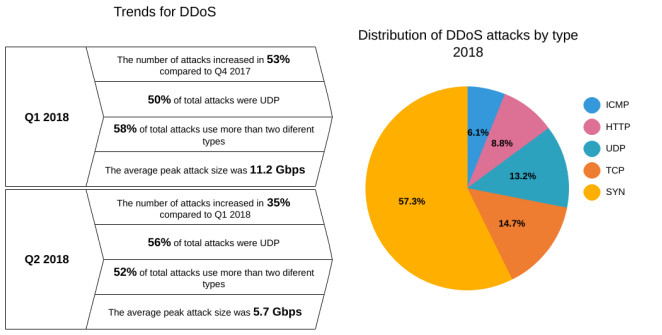

Figure 4. Trends and distribution of DDoS attacks in 2018 [31]–[33]

- **Flooding Attack:** A flooding attack is also called a direct attack because there is no intermediary node between the attacker and the victim [34]. The most common types are ICMP, UDP and SYN flood. In the ICMP flood, a great quantity of ICMP packets of different size is sent to the victim in order to receive response packets. In the UDP flood, the operation is similar to ICMP flood but, UDP packets are used instead of. Finally, in the SYN flood, TCP packets with SYN flag enabled and spoofed source address are sent.
- **DDoS:** A DDoS is composed of 4 components: (i) the target or 'the victim'; (ii) agent programs installed without authorization on the victim and hosts called 'attack daemon agents'; (iii) the program that will conduct the attack or 'the control master program'; and (iv) 'the attacker'. The attacker communicates with the control master program to coordinate and launch the attack through the following techniques: Trinoo, TFN, Stacheldraht, Shaft, and TFN2K [35]. At the time, DDoS attacks have suffered improvements in performance, operation, and motivation. For instance, the Internet currently offers services to perform DDoS attacks for money as a business, they are commonly called 'Booters' or 'Network Stressers' [36]. Mirai is a botnet, which has been used to launch the most powerful DDoS attacks. The components and operation key steps of a Mirai botnet are shown in Figure 5.
- **Application-Based Bandwidth Attack:** It tries to force a target to expend a huge amount of resources using the nature of the protocols. It is made by exploiting the vulnerabilities of them. Two of the most popular applications on the Internet are the World Wide Web (WWW) and Voice over IP (VoIP). In this way, the HTTP flood and SIP flood attacks are designed and used to perform attacks. In general, an HTTP flood attack is performed against a web server using HTTP requests. In VoIP, a protocol known as Session Initial Protocol (SIP) is used to establish a call. The idea of a SIP attack is to flood SIP proxies with many invitations. Like HTTP flood, a botnet can be used to send invitations and avoid anti-spoofing mechanisms.

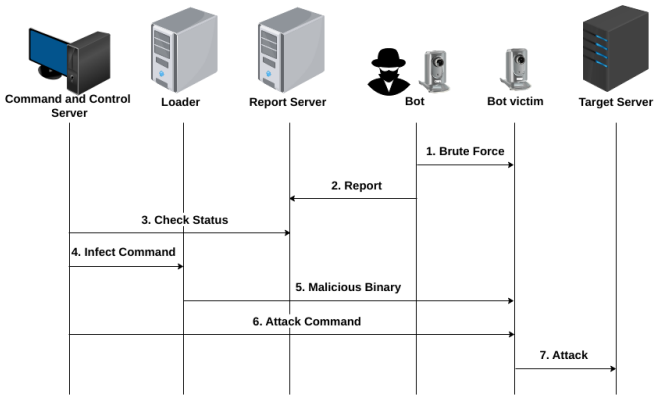

Figure 5. Mirai operation and communication

- **Reflector and Amplifier Attacks:** They are also called indirect attacks because there are intermediary nodes between the attacker and the victim. The intermediary nodes (reflectors), can be routers or servers. Depending on the number of reflectors, this attack could flood the reflector-victim link. Smurf is the name given to a classic reflector attack [34]. Reflector attacks can use any protocol that allows generating automatically responses to the messages. Unlike reflector attacks, amplifier attacks use a botnet instead of a single host. The architecture of a reflector and amplification attacks is shown in Figure 6.

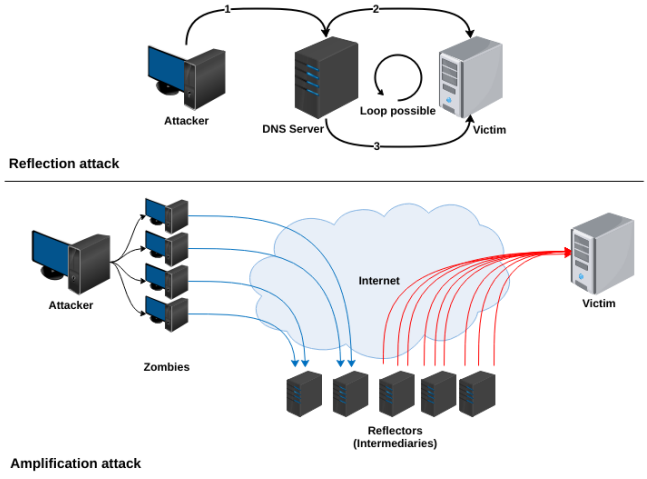

Figure 6. Reflection and Amplification Attacks Architectures

B. Trends

Due to the popularity and spreading of the Internet of Things (IoT) and cloud computing, DDoS attacks are already present on them. Kolias et al. [37] advertised the emerge of IoT DDoS attacks few years ago and they proposed a review of the botnet called Mirai and its variants. In spite of this fact, IoT vendors have shown little interest in improving the security of their devices. For this reason, IoT devices are been still infecting

even using the original version of Mirai. As it is expected, many variants of Mirai bot appeared, each one providing new features and improvements. BrickerBot [38] attempts to generate a Permanent Denial of Service (PDoS) attack using different techniques such as modifying IoT device firmware. The idea is to make certain behavior as permanent (low level of security, low in maintenance, the capability to launch an attack, and limited user interfaces).

The vertiginous growth of cloud computing has promoted that enterprises migrate their technology infrastructure to the cloud. In view of this trend, Ficco et al. [39] proposed a new generation of DoS attacks focused on IT cloud computing. This type of attack is named energy-oriented Distributed Denial of Service (eDDoS), and its main purpose is to increase the normal operation of the IT and Heating, Ventilation, and Air Conditioning (HVAC) equipment instead of blocking them. Modern IT infrastructures have energy efficient hardware components, so, they can operate using different power levels. It means, they can switch dynamically between lower and higher power levels depending on their workload. eDDoS takes advantage of this feature to make certain equipment always operates at higher power levels.

The HTTP/1.1 traffic patterns are used by current DoS detection techniques against web servers. However, the use of HTTP/2 traffic patterns can be practically null. In this context, [40] two stealthy DoS attack models were proposed (SA-1 and SA-2). The stealthy models attempt to hide traffic attack within legitimate traffic. Both use an HTTP/2 feature called flow control that advertises congestion issues. According to [40], there are two studies related to DoS attack modeling against HTTP/2 services, both use the window_update frame. Similar to previous works, the present models also use the window_update frame. On the one hand, SA-1 includes two groups of bots, the mime group and the offending group. The mime and offending group use some parameters in order to generate legitimate and attack traffic. One list of five parameters used by both is shown in Table I. The simulation results of SA-1 showed a total consumption of CPU resources with two bots. On the other hand, SA-2 uses four bots. Bots 1 and 2 are the mime group and bots 3 and 4 are the offending group. In this model, Bots 3 and 4 do not send windows_update traffic to the victim. The parameters of the SA-2 model are shown in Table II.

Table I
SA-1 MODEL PARAMETERS

Parameter	Bot 1	Bot 2
Number of threads	1	1
Number of window_update	131 K	131 K
Stealthy factor	50	500
Delay between connections	11 ms	11 ms

With the arrival of network stressers or booters, such as attackers as defenders have been forced each other to implement security infrastructure, attack detection and mitigation schemas, and attack models. Krupp et al. [41] proposed a strategy to outlaw the use of booters by attributing amplification attacks to booters services. The term used by some

Table II
SA-2 MODEL PARAMETERS

Parameter	Bot 1	Bot 2	Bot 3	Bot 4
Number of threads	1	1	2	40
Number of window_update	131 K	131 K	0	0
Stealthy factor	50	500	N/A	N/A
Delay between connections	1 s	1 s	0.001 ms	5 s

booters to proclaim their services as legitimate is stress-testing services. This approach proposes a classifier based on k-Nearest Neighbor (k-NN) classification algorithm. Using attack datasets provided by honeypot operators or victims, three key features were identified: honeypot sets, victim ports entropy, and time to live (TTL) values. These features are used for training and validating the classifier. Considering that datasets could miss data for some booters, every attack can not be attributed to one booter. In view of this inconvenience, the strategy included a threshold. In the case of a certain item is not eligible, it would be classified as unknown. Finally, with a precision of over 99%, DNS and NTP attacks can be attributed to booters using the classifier.

Despite flooding ping and SYN spoofing are the most basic attacks, there is a current approach for detection and mitigation of these types of attacks. Kavinsankar et al. [42] proposed an Efficient SYN Spoofing Detection and Mitigation (ESDMS) Schema. The ESDMS is the combination of the Efficient SYN Spoofing Detection Schema (ESDS) and the Efficient SYN Spoofing Mitigation Schema (ESMS). The architecture of ESDMS is shown in Figure 7. Basically, ESDMS provides a confidence table which includes IP addresses and trust values. Based on the comparison between trust values and threshold values, spoofed addresses are determined. Kavinsankar et al. also determined that ESDMS shows better performance than other solutions such as SYN cookies, HOP count and IP puzzle.

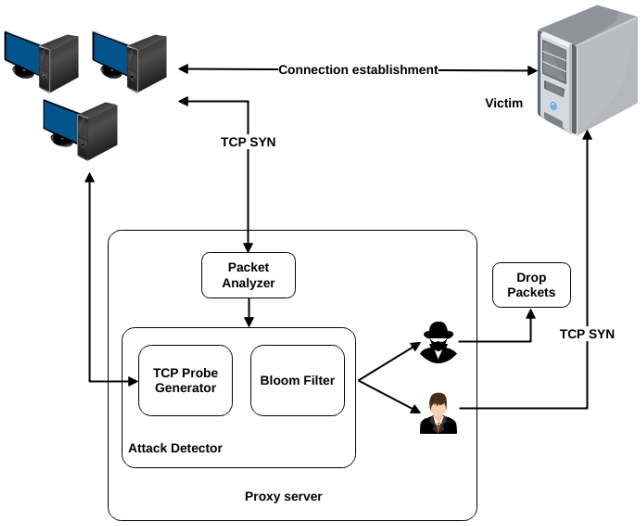

Figure 7. ESDMS architecture

In view of the pervasiveness of technologies such as SDN, some approaches to mitigate the effects of DDoS attacks have been proposed. Mohammadi et al. [43] proposed a countermeasure based on SDN to mitigate SYN flooding attacks called SLICOTS. Meanwhile, Prakash et al. [44] proposed an intelligent SDN based on machine learning algorithms for preventing DDoS attacks. SLICOTS detects and mitigates SYN flood attacks in an SDN architecture. It was conceived like a module for security and implemented in the control plane. The SDN controller platform used by it is OpenDaylight [45]. Its architecture is shown in Figure 8 and only works in reactive mode by creating forwarding rules by the time the attack happens. The key success of SLICOTS lies on two parameters the number of hosts in the network and the number of illegitimate requests for a specific client.

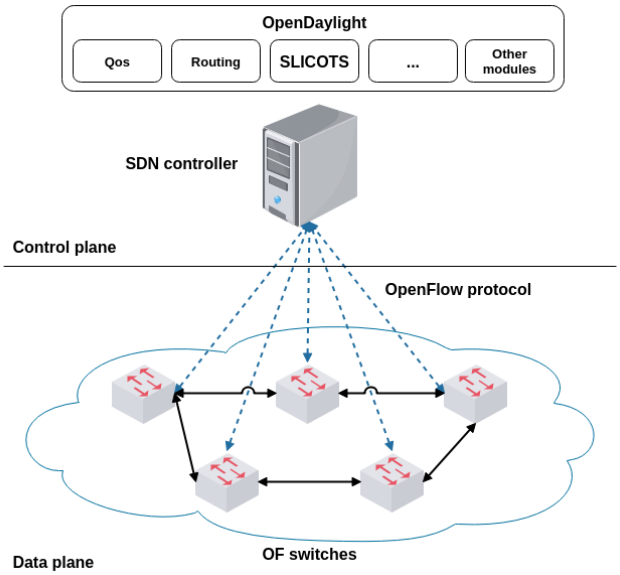

Figure 8. SLICOTS architecture

An Intrusion Detection System (IDS) is one of the most common components to detect different types of attacks. IDS design is based on neural networks, support vector machines (SVM), and fuzzy logic. Feature selection is a key concept in IDS because it finds an efficient subset of features to make sure the accurate prediction. The dataset NSL KDD used on this approach consists of 41 features of network traffic. It is applied for anomaly detection; thus, it covers DoS attacks. In [46], the authors propose a way to select DoS attacks features using entropy and granular computing. It is based on Shannon entropy to calculate the weight for features, and, granular computing to select potential features/attributes. Table 3 shows a summary of each selected features with values of probability, entropy, and weight. Meanwhile, a brief summary of potential features is shown in Table 4. In comparison to some proposed methods to detect intrusion using NSL KDD dataset, the current method identifies DoS attacks potential features instead of only features. It will help IDS to focus on these potential features to detect the attack, being an option to implement this approach on SDN [46].

V. Intrusion Detection

A. Background

In computer security intrusion is a set of actions that can compromise the integrity, confidentiality or availability of a resource. Nowadays, there are several types of intruders: hackers, crackers, sniffers, spammers, illegal suppliers, script kiddies and phreakers. They may cause an individual or organized attacks with different skill levels, tools and resources [47]. If the objectives and attack fields are identified, the vulnerabilities can be determined.

Internal intruders may change the information intentionally or involuntarily in a host, network, or service, which may cause theft, modify or removing information as well as computer sabotage in an organization. External intruders send files (programs, computer applications) to a network or host with the purpose of adding or modifying data in legitimate user, access controls or server without authorization. IDS allows detecting unwanted or anomalous actions inside or outside the computer system, acting on hosts (HIDS), networks (NIDS, DIDS). Also, these analyze behavior users, knowledge acquired, and generate reports.

Currently, IDS provides greater security, autonomy, compatibility, failover, without overloading the host or network. They are compatible, upgradeable, as well as fulfill prevention function with virtual sensors (sniffers) and defense before the attack [48]. However, IDS can generate false positives when the system mistakenly indicates an intrusion and can block a part of it. Otherwise, the system can generate a false negative and the system does not detect an intrusion.

HIDS analyzes behavior in files, resources, audit trails, system logs and application logs within the network [48]. HIDS resides on the same host without affecting network performance and includes a knowledge base of attack types and variations that allow them to be updated.NIDS detects anomalies in the network, through real-time analysis of incoming and outgoing traffic, comparing suspicious patterns and generating alerts, it does not affect the network performance, but it requires own hardware for processing (ex. SNORT). DIDS analyzes the traffic in a network and hosts and it also allows to manage the system alerts. It simplifies intrusion detection, analyzing the network traffic before it happens, however, its disadvantage is the high computational cost. The central administrator associate system events and matches the signatures of intrusion.

Intrusion detection analysis [49] can be classified in two types principally, anomaly detection and signatures, as indicated in the following Table III:

Intrusion Detection Exchange Format (IDMEF) is a protocol based on format definitions and procedures for information exchange of alerts between devices or systems. Messages exchange uses data models in XML, JSON and SMI method for their equivalent representations [50]. The Internet Engineering Task Force (IETF) continues setting the process of intrusion detection messages [51].

A honeypot is a security tool in a network used to trick intruders (trap), detecting their attacks and then recording data results from system vulnerabilities, analyzing activities and

Table III
INTRUSION DETECTION AND ANALYSIS APPROACHES

	Behavior	**New Attacks Detection**	**Methods**	**Ex.**
Anomaly detection	Search differences	Yes	Static tools Knowing (set of rules) Algorithms (Machine learning and training data)	–
Signatures	Search likeness	No	Signature comparison Heuristic rules (match methods)	SNORT

attack effects. A honeypot can give alerts when an attack occurs (Low interaction) and explores files (High interaction) searched by the attacker (system logs, identifies the IP address of the attacker). In addition, it can delay the reaction time of the attacker.

B. Trends

Recent studies show that improvements are being made in the performance of IDS [52], through signature matching algorithms to identify internal attacks, and a diffuse genetic algorithm method for external attacks detection. These are some methods to mitigate attacks on a system and reduce potential threats.

Other research [48] authors analyzed and mentioned NIDS for improving their performance (accuracy, detection rate) and decrease the false alarm rate. The IDS should be combined with a recurring feature selection method (RFA) to find interdependent functions that reflect several possible scenarios. In addition, the bigram technique should be used to codify these features and prepare them for using in machine learning and codify the ”payload features” to avoid over adjustments due to data scarcity, in case of ”zero-day exploits”. For tests, the ”ISCX 2012 data set” was used, which includes real traces analyzed to create profiles for agents that generate real traffic for HTTP, SMTP, SSH, IMAP, POP3, and FTP.

Currently, several investigations have proposed improvements for the honeypot implementation and their performance [53] in order to create defense scenarios with Firewalls, IDS and honeypots. In this context, performance evaluation is done through probabilistic analysis with the Markov chains. In another study, the model Hidden Markov Mode HMM [54] was used to determine advanced attack state sequences and their adaptation in an IDS. The performance of this doubly stochastic process in a testing environment and in a local network has been better than the decision-based approach and the neural network. False-positive alerts are substantially reduced.

”Middlebox applications” (IDS, firewalls, traffic classification, network censorship) use pattern matching to analyze the traffic flow in the network. When a deep packet analysis is performed, the performance of the system is affected by the computational cost required by these processes. A study on ”Multi-pattern string matching” [55] has proposed an algorithm called DFC, with better performance than the ”classic Aho-Corasick AC algorithm” used by tools such as Snort, Suricata and web firewalls (ModSecurity, WAF). The authors verified through laboratory tests and real applications that the DFC algorithm has reduced the use of memory resources and cache failures. It classifies and handles multiple strings of patterns by size and applies multiple progressive filters. It has been applied in IDS, ISP and firewall environments improving the performance of traffic classification and effectiveness of the antivirus, verifying that pattern matching modules can be replaced by DFC.

Other authors [53] proposed a method to evaluate the effectiveness of honeypots, using different defense scenarios through Stochastic Petri Net SPN, which is analyzed with Markov Chain (MC) processes, due to their similarity. The method was structured by system states, system transitions and the connection between them. With this proposal has been possible to extend the consumption time of the ”Honeypot” during the defense and protection of computer systems; therefore, the performance was improved and evaluated.

VI. FIREWALL

A. Background

Firewalls are used to examine and decide if each packet must be allowed or rejected, its function is traffic regulation by trust level: higher (internal network), lower (internet) or intermediate (DMZ). A firewall represents the first line of defense in a network, stops attacks, optimizes network availability and prevents the reprocessing of illegitimate requests. The implementation of a Firewall can affect the internal network performance when applying different security policies in an organization [56]. The firewall must be configured through an ordered set of rules (destination IP, source and destination ports, protocols), each one is associated with an action (accept, register, reject). The goal of these rules and actions is to allow legitimate traffic and block unwanted traffic. The firewall itself has to be immune to penetration. Only authorized traffic is allowed, based on the local security policy.

Access policies must contain types of content and authorized traffic. Previously, an information security risk assessment must be carried out considering the policies of the organization. Filtering process includes: IP address, application protocol, user identity, and network activity. Firewall types are classified by its functions in a system; these are packet filtering, stateful inspection, application proxy and circuit-level. Firewall topologies can be: host-resident firewall, screening router, single bastion inline, single bastion T, double bastion inline, double bastion T, and distributed firewall configuration.

Intrusion prevention system (IPS) is an IDS that acts as a firewall. There are two types: HIPS and NIPS. Host-based IPS (HIPS) has a HIDS, detects and analyzes it with isolation (sandbox) and can take actions. Network-based IPS (NIPS) has a NIDS, if it finds a threat it can block traffic [57]. SNORT INLINE: allows blocking traffic, the evolution is called IDS + IPS + NSM (Suricata). Another security solution is Unified Threat Management (UTM) contains multiple security features integrated into one box that act at the same time to protect the system [58]. However, they require updates, the sizing of

the equipment is proportional to the network and the services provided by the company.

B. Trends

Nowadays, improving firewalls is an option adapting to cloud and SDN networks with new architectures. Recent studies analyze vulnerabilities within traditional firewalls and cloud environments. A study of SDN based Firewalls [59] proposes an extension of Science DMZ design, with NFShunt based on Linux Netfilter combined with OpenFlow switching. NFShunt is included as part of the Firewall's rule set (IP-Tables) with an additional control plane. A high-end Cisco firewall, free / open source software, and OpenFlow software were used for the study. The results were evidenced in the improvement of the Firewall performance in a test with users that demand a lot of data (near 10 Gbps). With this hybrid firewall, the inverse relationship between firewall security and network performance is reduced.

Cloud Firewalls (Virtual Firewall) demand additional characteristics to traditional networks. A recent study [60] proposed the requirements for a hybrid and distributed IDS as well as security levels for virtualization layer. The challenge is to minimize the communication and computational overload used between several cloud hosts. VF allows applying security policies when they migrate from one host to another one.

IPS controls network traffic and blocks intrusions in real time. In [61], the authors proposed an IPS based on the cumulative sum (CUSUM) algorithm called as CSIPS used to prevent DoS and DDoS attacks. Packets are duplicated and sent to the IDS that detects malicious packets through CUSUM, which identifies the source IP address in the HASH table. The study summarizes the firewalls and their limitations, as is shown in Table IV.

Intrusion detection and prevention systems (IDPS) represent the second defense against intrusions. IDPS blocks malicious traffic reports at the administrator and removes corrupt packages. In [61] the relation between traditional IDS / IDPS and cloud is presented (Table V).

Table IV
TYPES OF FIREWALLS AND THEIR LIMITATIONS [60]

Firewall type	Summary	Limitations
Packet-filtering	Predefined set of rules	Not complex rules
Stateful	Keep track	Complex than first type
Proxy	Based on rules	Slower than first type
Web Application	SQL injection attacks	Outgoing network
Virtual	Virtualized environment	VM configuration

Table V
COMPARISON BETWEEN TRADITIONAL AND CLOUD IDS-IDPS [60]

Parameter	Traditional IDS/IDPS	Cloud IDS/IDPS
Physical network vs virtual network	Monitors physical network	Monitors both
Static nature vs dynamic nature	Security requirements are static	Updated periodically
High network traffic	Handless comparatively	Interconnected systems
Resistance to compromise	Not attack surface	Attack surface increase
Scalability	Changing the scalability	VM varies according hardware

VII. CONCLUSIONS

Evolution of cryptography and identity management shows that technology has evolved in a manner that cipher/decipher calculations need to be very small and very powerful. All applications, for secure information and identities, need to be functional for small devices especially in IoT terminals or personal mobile devices. Most of all current technology intends to improve systems and techniques where security does not depend on user-defined passwords, but keys and passcodes generated by a third party, like a CA or defined biometric patrons. This survey shows how mobile systems and biometrical patrons are the new ways to implement security and privacy for all users, in all stages of current technology.

The countermeasures to defend and respond to DoS attacks have evolved in function of the appearance of new attacks and their consequences. The idea is that the countermeasures go a step forward to them. Despite, the response to attacks is fundamental in information security, this field has not received the attention that it deserves. At the time, research efforts have been focused on design and implement mechanisms for prevention and detection but not for responding attacks. The present work presented some approaches about improvements of attacks and countermeasures, such as SDN, granular computing, neural networks, machine learning, feature selection, fuzzy logic among others. Similarly, it is also important to highlight the growing IoT market and the discovery of serious vulnerabilities on IoT devices.

Finally, it is worth mentioning that current researches on intrusion detection and firewalls show a greater tendency for correlating and integrating common methods and solutions. It has been demonstrated that machine learning oriented to rules can help to reduce false positive rates and develop advanced systems based on the behavior of new attacks, with the goal of achieving more accurate results. Another trend is the use of stochastic processes (Markov chain) to analyze new attacks.

REFERENCES

[1] W. Stallings, *Cryptography and Network Security: Principles and Practice*, 7th ed. Hoboken, NJ, USA: Pearson Education, 2017.

[2] H. Perl, S. Fahl, and M. Smith, "You Won't Be Needing These Any More: On Removing Unused Certificates from Trust Stores," in *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, N. Christin and R. Safavi-Naini, Eds. Berlin, Heidelberg, Germany: Springer Berlin Heidelberg, 2014, vol. 8437, pp. 307–315. [Online]. Available: http://link.springer.com/10.1007/978-3-662-45472-5_20

[3] M. Abdalla, M. Bellare, and G. Neven, "Robust Encryption," *Journal of Cryptology*, vol. 31, no. 2, pp. 307–350, apr 2018. [Online]. Available: http://link.springer.com/10.1007/s00145-017-9258-8

[4] I. Komargodski, G. Segev, and E. Yogev, "Functional Encryption for Randomized Functionalities in the Private-Key Setting from Minimal Assumptions," *Journal of Cryptology*, vol. 31, no. 1, pp. 60–100, jan 2018. [Online]. Available: http://link.springer.com/10.1007/s00145-016-9250-8

[5] E. Fujisaki, "All-But-Many Encryption," *Journal of Cryptology*, vol. 31, no. 1, pp. 226–275, jan 2018. [Online]. Available: http://link.springer.com/10.1007/s00145-017-9256-x

[6] I. Mironov, O. Pandey, O. Reingold, and G. Segev, "Incremental Deterministic Public-Key Encryption," *Journal of Cryptology*, vol. 31, no. 1, pp. 134–161, jan 2018. [Online]. Available: http://link.springer.com/10.1007/s00145-017-9252-1

[7] A. Raghunathan, G. Segev, and S. Vadhan, "Deterministic Public-Key Encryption for Adaptively-Chosen Plaintext Distributions," *Journal of Cryptology*, vol. 31, no. 4, pp. 1012–1063, oct 2018. [Online]. Available: https://doi.org/10.1007/s00145-018-9287-y http://link.springer.com/10.1007/s00145-018-9287-y

[8] R. Bhatnagar and M. Kumar, "Visual Cryptography: A Literature Survey," in *Proceedings of 2018 Second International Conference on Electronics, Communication and Aerospace Technology (ICECA)*, vol. 1. Coimbatore, India: IEEE, March 2018, pp. 78–83. [Online]. Available: https://ieeexplore.ieee.org/document/8474649/

[9] V. Purushothaman and S. Sreedhar, "An Improved Secret Sharing using XOR-based Visual Cryptography," in *2016 Online International Conference on Green Engineering and Technologies (IC-GET)*. Coimbatore, India: IEEE, nov 2016, pp. 1–4. [Online]. Available: http://ieeexplore.ieee.org/document/7916633/

[10] J. W. Bos, J. A. Halderman, N. Heninger, J. Moore, M. Naehrig, and E. Wustrow, "Elliptic curve cryptography in practice," in *Proceedings of the International Conference on Financial Cryptography and Data Security*. Christ Church, Barbados: Springer, March 2014, pp. 157–175.

[11] D. P. Shah and P. G. Shah, "Revisting of Elliptical Curve Cryptography for Securing Internet of Things (IOT)," in *2018 Advances in Science and Engineering Technology International Conferences (ASET)*. Abu Dhabi, United Arab Emirates: IEEE, feb 2018, pp. 1–3. [Online]. Available: https://ieeexplore.ieee.org/document/8376830/

[12] P. S. Lakshmi and G. Murali, "Comparison of Classical and Quantum Cryptography using QKD Simulator," in *2017 International Conference on Energy, Communication, Data Analytics and Soft Computing (ICECDS)*. Chennai, India: IEEE, aug 2017, pp. 3543–3547. [Online]. Available: https://ieeexplore.ieee.org/document/8390120/

[13] M. Mirhosseini, O. S. Magaña-Loaiza, M. N. O'Sullivan, B. Rodenburg, M. Malik, M. P. J. Lavery, M. J. Padgett, D. J. Gauthier, and R. W. Boyd, "High-dimensional Quantum Cryptography with Twisted Light," *New Journal of Physics*, vol. 17, no. 3, p. 033033, mar 2015. [Online]. Available: http://stacks.iop.org/1367-2630/17/i=3/a=033033?key=crossref.59213bf25f4fcc27b182769c6459ed5e

[14] C. H. Bennett and G. Brassard, "Quantum Cryptography: Public Key Distribution and Coin Tossing," *Theoretical Computer Science*, vol. 560, no. P1, pp. 7–11, dec 2014. [Online]. Available: http://dx.doi.org/10.1016/j.tcs.2014.05.025 https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0304397514004241

[15] S. K. Routray, M. K. Jha, L. Sharma, R. Nyamangoudar, A. Javali, and S. Sarkar, "Quantum Cryptography for IoT: A Perspective," in *2017 International Conference on IoT and Application (ICIOT)*, vol. 2. Nagapattinam, India: IEEE, may 2017, pp. 1–4. [Online]. Available: http://ieeexplore.ieee.org/document/8073638/

[16] H. Nejatollahi, N. Dutt, and R. Cammarota, "Trends, Challenges and Needs for Lattice-based Cryptography Implementations," in *Proceedings of the Twelfth IEEE/ACM/IFIP International Conference on Hardware/Software Codesign and System Synthesis Companion - CODES '17*. New York, New York, USA: ACM Press, 2017, pp. 1–3. [Online]. Available: http://dl.acm.org/citation.cfm?doid=3125502.3125559

[17] B. Archana, A. Chandrashekar, A. G. Bangi, B. Sanjana, and S. Akram, "Survey on Usable and Secure Two-factor Authentication," in *2017 2nd IEEE International Conference on Recent Trends in Electronics, Information & Communication Technology (RTEICT)*, vol. 2018-Janua. Bangalore, India: IEEE, may 2017, pp. 842–846. [Online]. Available: http://ieeexplore.ieee.org/document/8256716/

[18] S.-S. Shen, T.-H. Kang, S.-H. Lin, and W. Chien, "Random Graphic User Password Authentication Scheme in Mobile Devices," in *2017 International Conference on Applied System Innovation (ICASI)*. Sapporo, Japan: IEEE, may 2017, pp. 1251–1254. [Online]. Available: http://ieeexplore.ieee.org/document/7988123/

[19] M. Jiang, A. He, K. Wang, and Z. Le, "Two-Way Graphic Password for Mobile User Authentication," in *2015 IEEE 2nd International Conference on Cyber Security and Cloud Computing*. Ney York, New York, USA: IEEE, nov 2015, pp. 476–481. [Online]. Available: http://ieeexplore.ieee.org/document/7371525/

[20] S. Hossain, A. Goh, C. H. Sin, and L. K. Win, "Generation of One-time Keys for Single Line Authentication," in *2016 14th Annual Conference on Privacy, Security and Trust (PST)*. Auckland, New Zealand: IEEE, dec 2016, pp. 686–689. [Online]. Available: http://ieeexplore.ieee.org/document/7906957/

[21] S. Biswas and S. Biswas, "Password Security System with 2-way Authentication," in *2017 Third International Conference on Research in Computational Intelligence and Communication Networks (ICRCICN)*, vol. 2017-Decem. Kolkata, India: IEEE, nov 2017, pp. 349–353. [Online]. Available: http://ieeexplore.ieee.org/document/8234533/

[22] M. Uchnar and J. Hurtuk, "Safe User Authentication in a Network Environment," in *2017 IEEE 15th International Symposium on Applied Machine Intelligence and Informatics (SAMI)*. Herl'any, Slovakia: IEEE, jan 2017, pp. 000 451–000 454. [Online]. Available: http://ieeexplore.ieee.org/document/7880352/

[23] Y. S. Soni, S. B. Somani, and V. V. Shete, "Biometric User Authentication using Brain Waves," in *2016 International Conference on Inventive Computation Technologies (ICICT)*, vol. 2. Coimbatore, India: IEEE, aug 2016, pp. 1–6. [Online]. Available: http://ieeexplore.ieee.org/document/7824888/

[24] S. F. Shahandashti, R. Safavi-Naini, and N. A. Safa, "Reconciling User Privacy and Implicit Authentication for Mobile Devices," *Computers & Security*, vol. 53, pp. 215–233, sep 2015. [Online]. Available: http://dx.doi.org/10.1016/j.cose.2015.05.009 https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0167404815000838

[25] P. Kumar and M. S. Rauthan, "Remote User Authentication Scheme: A Comparative Analysis and Improved Behavioral Biometrics Based Authentication Scheme," in *2016 International Conference on Micro-Electronics and Telecommunication Engineering (ICMETE)*. Ghaziabad, India: IEEE, sep 2016, pp. 311–313. [Online]. Available: http://ieeexplore.ieee.org/document/7938932/

[26] N.-F. Li, P. Tian, and J. Wang, "An Authentication Method Based on User Specific Behavior," in *2016 5th International Conference on Computer Science and Network Technology (ICCSNT)*. Changchun, China: IEEE, dec 2016, pp. 132–135. [Online]. Available: http://ieeexplore.ieee.org/document/8070134/

[27] H. Saevanee, N. Clarke, S. Furnell, and V. Biscione, "Continuous User Authentication using Multi-modal Biometrics," *Computers & Security*, vol. 53, pp. 234–246, sep 2015. [Online]. Available: http://dx.doi.org/10.1016/j.cose.2015.06.001 https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0167404815000875

[28] A. Ouda, "A Framework for Next Generation User Authentication," in *2016 3rd MEC International Conference on Big Data and Smart City (ICBDSC)*. Muscat, Oman: IEEE, mar 2016, pp. 1–4. [Online]. Available: http://ieeexplore.ieee.org/document/7460349/

[29] A. Ibrahim and A. Ouda, "A Hybrid-based Filtering Approach for User Authentication," in *2017 IEEE 30th Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering (CCECE)*. Windsor, Ontario, Canada: IEEE, apr 2017, pp. 1–5. [Online]. Available: http://ieeexplore.ieee.org/document/7946830/

[30] W. Eddy, "RFC 4987: TCP SYN flooding Attacks and Common Mitigations," RFC, Tech. Rep., 2007.

[31] Verisign Inc., "Verisign distributed denial of service trends report q1 2018," https://blog.verisign.com/security/q1-2018-ddos-trends-report-58-percent-of-attacks-employed-multiple-attack-types/.

[32] ——, "Verisign distributed denial of service trends report q2 2018," https://blog.verisign.com/security/ddos-protection/q2-2018-ddos-trends-report-52-percent-of-attacks-employed-multiple-attack-types/.

[33] SecureList, "Ddos attacks in q1 2018," https://securelist.com/ddos-report-in-q1-2018/85373/.

[34] R. K. Chang, "Defending against flooding-based distributed Denial-of-Service Attacks: A tutorial," *IEEE communications magazine*, vol. 40, no. 10, pp. 42–51, 2002.

[35] F. Lau, S. H. Rubin, M. H. Smith, and L. Trajkovic, "Distributed denial of service attacks," in *Systems, Man, and Cybernetics, 2000 IEEE International Conference on*, vol. 3. IEEE, 2000, pp. 2275–2280.

[36] D. Douglas, J. J. Santanna, R. de Oliveira Schmidt, L. Z. Granville, and A. Pras, "Booters: can anything justify distributed denial-of-service (ddos) attacks for hire?" *Journal of Information, Communication and Ethics in Society*, vol. 15, no. 01, pp. 90–104, 2017.

[37] C. Kolias, G. Kambourakis, A. Stavrou, and J. Voas, "Ddos in the iot: Mirai and other botnets," *Computer*, vol. 50, no. 7, pp. 80–84, 2017.

[38] S. Mansfield-Devine, "Weaponising the internet of things," *Network Security*, vol. 2017, no. 10, pp. 13–19, 2017.

[39] M. Ficco and F. Palmieri, "Introducing fraudulent energy consumption in cloud infrastructures: a new generation of denial-of-service attacks," *IEEE Systems Journal*, vol. 11, no. 2, pp. 460–470, 2017.

[40] E. Adi, Z. Baig, and P. Hingston, "Stealthy denial of service (dos) attack modelling and detection for http/2 services," *Journal of Network and Computer Applications*, vol. 91, pp. 1–13, 2017.

[41] J. Krupp, M. Karami, C. Rossow, D. McCoy, and M. Backes, "Linking amplification ddos attacks to booter services," in *International Sympo-*

sium on Research in Attacks, Intrusions, and Defenses. Springer, 2017, pp. 427–449.

[42] L. Kavisankar, C. Chellappan, S. Venkatesan, and P. Sivasankar, "Efficient syn spoofing detection and mitigation scheme for ddos attack," in *2017 Second International Conference on Recent Trends and Challenges in Computational Models (ICRTCCM)*. IEEE, 2017, pp. 269–274.

[43] R. Mohammadi, R. Javidan, and M. Conti, "Slicots: An sdn-based lightweight countermeasure for tcp syn flooding attacks," *IEEE Transactions on Network and Service Management*, vol. 14, no. 2, pp. 487–497, 2017.

[44] A. Prakash and R. Priyadarshini, "An intelligent software defined network controller for preventing distributed denial of service attack," in *2018 Second International Conference on Inventive Communication and Computational Technologies (ICICCT)*. IEEE, 2018, pp. 585–589.

[45] J. Medved, R. Varga, A. Tkacik, and K. Gray, "Opendaylight: Towards a model-driven sdn controller architecture," in *2014 IEEE 15th International Symposium on*. IEEE, 2014, pp. 1–6.

[46] S. Khan, A. Gani, A. W. A. Wahab, and P. K. Singh, "Feature selection of denial-of-service attacks using entropy and granular computing," *Arabian Journal for Science and Engineering*, vol. 43, no. 2, pp. 499–508, 2018.

[47] M. Abomhara and G. M. Køien, "Cyber security and the internet of things: Vulnerabilities, threats, intruders and attacks," *Journal of Cyber Security*, vol. 4, no. 1, pp. 65–88, 2015.

[48] T. Hamed, R. Dara, and S. C. Kremer, "Network intrusion detection system based on recursive feature addition and bigram technique," *Computers & Security*, vol. 73, pp. 137–155, 2018.

[49] U. Modi and A. Jain, "An improved Method to detect Intrusion using Machine Learning Algorithms," *Informatics Engineering, an International Journal (IEIJ)*, vol. 4, no. 2, pp. 17–29, 2016.

[50] N. Carey, A. Clark, and G. Mohay, "IDS Interoperability and Correlation using IDMEF and commodity Systems," in *International Conference on Information and Communications Security*. Springer, 2002, pp. 252–264.

[51] D. Waidyarathna, W. Nayantha, W. Wijesinghe, and K. Y. Abeywardena, "Intrusion detection system with correlation engine and vulnerability assessment," *INTERNATIONAL JOURNAL OF ADVANCED COMPUTER SCIENCE AND APPLICATIONS*, vol. 9, no. 9, pp. 365–370, 2018.

[52] A. S. Desai and D. Gaikwad, "Real time hybrid Intrusion Detection System using Signature Matching Algorithm and fuzzy-GA," in *Advances in Electronics, Communication and Computer Technology (ICAECCT), 2016 IEEE International Conference on*. IEEE, 2016, pp. 291–294.

[53] L. Shi, Y. Li, and H. Feng, "Performance analysis of honeypot with petri nets," *Information*, vol. 9, no. 10, p. 245, 2018.

[54] C.-M. Chen, D.-J. Guan, Y.-Z. Huang, and Y.-H. Ou, "Anomaly Network Intrusion Detection using Hidden Markov Model," *Int. J. Innov. Comput. Inform. Control*, vol. 12, pp. 569–580, 2016.

[55] B. Choi, J. Chae, M. Jamshed, K. Park, and D. Han, "DFC: Accelerating String Pattern Matching for Network Applications." in *NSDI*. USENIX, 2016, pp. 551–565.

[56] C. Sheth and R. Thakker, "Performance Evaluation and comparative Analysis of Network Firewalls," in *Devices and communications (icdecom), 2011 international conference on*. IEEE, 2011, pp. 1–5.

[57] H. Chen, J.-H. Cho, and S. Xu, "Quantifying the security effectiveness of firewalls and dmzs," in *Proceedings of the 5th Annual Symposium and Bootcamp on Hot Topics in the Science of Security*. ACM, 2018, p. 9.

[58] Z. Chen, W. Dong, H. Li, P. Zhang, X. Chen, and J. Cao, "Collaborative Network Security in multi-tenant Data Center for Cloud Computing," *Tsinghua Science and Technology*, vol. 19, no. 1, pp. 82–94, 2014.

[59] S. Miteff and S. Hazelhurst, "NFShunt: A Linux Firewall with OpenFlow-enabled Hardware bypass," in *Network Function Virtualization and Software Defined Network (NFV-SDN), 2015 IEEE Conference on*. IEEE, 2015, pp. 100–106.

[60] C. N. Modi and K. Acha, "Virtualization Layer Security challenges and Intrusion Detection/Prevention Systems in cloud Computing: A comprehensive review," *the Journal of Supercomputing*, vol. 73, no. 3, pp. 1192–1234, 2017.

[61] F.-Y. Leu and Z.-Y. Li, "Detecting DoS and DDoS Attacks by using an Intrusion Detection and remote Prevention System," in *Information Assurance and Security, 2009. IAS'09. Fifth International Conference on*, vol. 2. IEEE, 2009, pp. 251–254.

.

Instrumentación e instrumentalización de TICs para la organización del trabajo colectivo en contextos globales, un estudio de caso

Instrumentation and instrumentalization of ICTs for the organization of collective work in global contexts, a case study

Chávez Denis *CHArt,* , François Jouen *CHArt,*

***Resumen*—El presente articulo tiene el objetivo estudiar los procesos de instrumentación e instrumentalización de información a través del uso de TICs para la organización del trabajo colectivo en el seno de una PYME con tan solo 20 trabajadores como respuesta adaptativa a un contexto de mercado mundial. Presentamos un estudio de caso realizado en 2018 en una pequeña organización, con sede social en París-Francia, especializada en la construcción de soportes para obras de arte (soclage). Nos centraremos en el uso de nuevas tecnologías de comunicación e información como infraestructura tecnologica para la organización colectiva del trabajo con el fin de hacer frente a una demanda que puede ser local, regional o mundial. Los métodos utilizados en este estudio fueron propios a la ergonomía de las organizaciones, la ergonomía cognitiva y las humanidades digitales. A partir de las pistas de un análisis organizacional, y con el uso de técnicas de entrevistas, observación y análisis de datos, se estudió la actividad de 20 trabajadores a lo largo del proceso productivo de soclage, haciendo hincapié en la organización de la actividad colectiva y los procesos de arbitraje que utilizan herramientas digitales como correo electrónico, calendarios google y conversaciones WhatsApp. Los resultados del estudio ponen de manifiesto el papel preponderante de las TICs como infraestructuras para la dinámica de artefactos de tipo información que permiten la organización del trabajo colectivo cuando este se encuentra disperso en el tiempo y el espacio, aspecto recurrente en la prestación de un servicio a nivel mundial. También muestran como el uso de estas tecnologías genera espacios de cooperación y negociación virtuales que facilitan los arbitrajes para hacer frente a las demandas de la actividad y facilitan el desarrollo de un colectivo de trabajo. A manera de conclusión, mostramos cómo las tecnologías cognitivas utilizadas para el estudio del uso de herramientas digitales, sobre los métodos de tratamiento de lenguaje natural, análisis semántico y clasificación de información, son un recurso para la creación de herramientas adaptables y ergonómicas propias a la organización y sus trabajadores. Esta perspectiva puede facilitar el mejoramiento continuo y el desarrollo humano al interior de las organizaciones.**

***Index Terms*—Ergonomía, TICs, colectivo de trabajo, trabajo colectivo, tecnologías cognitivas. perspectiva instrumental, cognición distribuida.**

***Abstract*—This article aims to study the processes of instrumentation and instrumentalization information through the use of ICT for the organization of collective work within an SME with only 20 workers as an adaptive response to a global market context. We present a case study carried out in 2018 in a small organization, with headquarters in Paris-France, specialized in mountmaking (soclage). We will focus on the use of new communication and information technologies as a technological infrastructure for the collective organization of work in order to meet a demand that may be local, regional or global. The methods used in this study were specific to the ergonomics of organizations, cognitive ergonomics and the digital humanities. From the clues of an organizational analysis, and with the use of techniques of interviews, observation and data analysis, the activity of 20 workers was studied throughout the productive mountmaking process, emphasizing the organization of collective activity and arbitration processes that use digital tools such as email, Google calendars and WhatsApp conversations. The results of the study show the preponderant role of ICTs as infrastructures for the dynamics of information type artifacts that allow the organization of collective work when it is dispersed in time and space, a recurrent aspect in the provision of a service Worldwide. They also show how the use of these technologies generates virtual cooperation and negotiation spaces that facilitate arbitrations to face the demands of the activity and facilitate the development of a collective of work. By way of conclusion, we show how the cognitive technologies used to study the use of digital tools, methods of natural language processing, semantic analysis and classification of information, are a resource for the creation of adaptable and ergonomic tools appropriate to the organization and its workers. This perspective can facilitate continuous improvement and human development within organizations.**

***Index Terms*—Ergonomics, ICTs, collective of work, tworkers, tcognitive technologies. instrumental approche, distributed cognition, STS**

Article history:
Received 23 April 2019
Accepted 29 May 2019

D. Chavez es investigador asociado al Laboratorio Cognición Natural y Artificial (CHArt), EPHE, Paris, Francia, e-mail: denis-ismael@etu.ephe.fr)

F. Jouen es Director de estudios en la Sección de ciencias de la vida y de la tierra en el EPHE. Co-DIrector del Laboratorio EA 4004 CHArt, especializacion: Modelización, epigenética y desarrollo, Decano de la sección SVT - EPHE

I. Introducción

EL material presentado en este artículo es el resultado de una intervención ergonómica en el seno de una sociedad de servicios en bellas artes especializada en el dominio del « soclage », actividad centrada en la creación de soportes y puesta en escena de piezas de valor museal, sea artístico o histórico. El objetivo de esta investigación fue estudiar los procesos colectivos de instrumentación e instrumentalización de información a través del uso de TICs. La importantica de estudiar los fenómenos de génesis instrumental en situación radica en la necesidad de descripción y comprensión de los fenómenos humanos colectivos dentro de las esferas productivas en situación natural. Este estudio en particular responde a la necesidad de obtener información de cómo estas estructuras humanas generan nuevas formas de adaptación colectiva para hacer frente a la actividad y como en esa nueva adaptación existe un uso indispensable de las tecnologías. El estudio muestra cómo este fenómeno de génesis instrumental se manifiesta al interior del proceso laboral, permitiendo la organización del trabajo colectivo de una organización de 20 trabajadores, como respuesta adaptativa frente a una demanda que coexiste entre un mercado local y global simultáneamente. La relación con las teorías de la ergonomía organizacional y cognitiva, la sociología de los usos y las perspectivas de los trabajos en ciencia, tecnología y sociedad pueden nutrirse de este estudio de caso como una nueva aproximación interdisciplinaria que estudia trabajo colectivo desde la cognición en situación y el uso de las TICs. Para esto presentamos a continuación una serie de elementos teóricos y contextuales que guiaron nuestra investigación.

I-A. Antecedentes organizacionales

AÏNU es una sociedad de responsabilidad limitada que data del 2004, con un historial de servicios en el mercado local francés y mundial. Cuenta con un alto valor agregado por las competencias especializadas y experiencia de sus trabajadores. Nace de la asociación de una serie de profesionales expertos en el medio de la restauración y los oficios asociados al arte y los museos. Luego de un periodo de crecimiento sostenido relativamente estable hasta el 2010, la empresa logró concentrar el 70 % de contratos para soclage en museos y exposiciones de toda la ciudad de París (Entrevista Gerente General). Posteriormente, la empresa tuvo un periodo de recesión de 2 años que casi termina por disolverla. En el 2012, el primer gerente de la empresa retomó la dirección y dio un giro al negocio centrando su estrategia en la proyección al mercado global. Esta acción permitió una gran expansión de trabajos y clientes en el extranjero y provocó un gran crecimiento económico para la empresa que se ha mantenido constante durante los 6 últimos años. Esta expansión ha requerido de una adaptación de sus métodos y formas de trabajo individual y colectivo para hacer frente a las demandas del mercado en un contexto que cambió de una relación local-global 80 % - 20 % a una 40 % - 60 %. Esta transformación ha generado limitaciones y problemáticas de orden organizacional y humano que serán tratadas a detalle en este estudio.

I-B. Elementos teóricos contextualizados

I-B1. ***Globalización y organización****:* En el contexto actual, la organización se inscribe en un proceso de globalización como resultado de las transformaciones tecno-económicas de los últimos años (Berger, 2009; Castells, 2010). De ahí, que la actividad productiva de la organización se mantiene en una constante intersección entre lo local y lo global (Acs, Morck, Shaver, & Yeung, 1997; Knight, 2010). Este hecho obliga al colectivo de trabajo a encontrar y adaptar estrategias de trabajo individuales y colectivas constantemente para hacer frente a las demandas. Si bien esta dinámica global ha creado excelentes condiciones para el desarrollo económico de organización pequeña como esta, también ha traído una serie de problemas y desventajas dado los recursos limitados con que cuentan. De este hecho se derivan dos preguntas que orientan nuestro estudio: ¿Cuáles son los efectos organizacionales y humanos de las transformaciones en el contexto local y global sobre la actividad de concepción y producción de socles? Y ¿cómo la organización y el colectivo de trabajadores resuelven la gestión de equipos de trabajo en dicho contexto? Para ejemplificar los elementos que condicionan este contexto, imaginemos la siguiente situación: un cliente llama a la empresa y solicita los servicios de AÏNU para realizar el soclage de una colección en una exposición la próxima semana. Este servicio puede requerir una intervención muy básica o muy compleja. En un nivel básico, tendremos un soclage para una sola pieza de un cliente en París. Esto requerirá los servicios de dos socleurs, un experto y uno de soporte, que van a preparar e instalar el socle con los materiales habituales durante una semana. En el nivel más complejo, podemos tener un soclage para varias piezas en simultáneo en varios lugares de exposición. Esto requerirá equipos de trabajo compuestos por expertos que vienen de diferentes partes del mundo. Estos expertos deberán instalar varios socles que son concebidos primero en el taller central inicialmente y luego instalados y terminados en los sitios donde se lleva a cabo la exposición. Además, esta exposición puede ser de carácter temporal y durar una sola semana, ya que las piezas de exposición tienen un altísimo valor económico, cultural e histórico y solo pueden ser expuestas durante ese corto periodo de tiempo. Por otro lado, este tipo de piezas pueden pertenecer a coleccionistas privados localizados en un tercer país, que solicitan que los materiales utilizados para el montaje tengan unas características especiales. Esto puede requerir el trasladado del equipo a un 4to país ubicado en otro continente. Es en esta gama de posibilidades donde se ubica nuestra investigación.

I-B2. ***Trabajo colectivo y colectivo de trabajo****:* Para el estudio del trabajo como actividad y sus posibles efectos tanto en lo organizacional como en lo humano hemos recurrido a dos conceptos clave. El primero es la noción de colectivo de trabajo (Caroly & Clot, 2004). AÏNU es un grupo de personas que trabajan sobre un eje común llamado “soclage”. Este requiere una serie de reglas propias al oficio de “socleur”, que generalmente van acompañadas de modos operatorios compartidos por todos los miembros del equipo conocidas como “técnicas de soclage”. Estas reglas y técnicas facilitan el reconocimiento de las competencias mutuas e individuales

y componen lo que denominaremos "actividad de soclage". Según Caroly, la realización de esta actividad promueve un clima de confianza que permite el "desarrollo" de la organización en dos dimensiones una humana y otra organizacional, generando un colectivo de trabajo. La segunda noción clave es la de "actividad colectiva" (Leplat, (2006). Como podremos ver si analizamos lo que pasa en la organización detalladamente, el soclage es una actividad eminentemente colectiva: En efecto, esta se desarrolla a través de un proceso sincronizado de trabajo, desde el momento en que se realiza una licitación, hasta la facturación del trabajo, pasando por la concepción, la relación cliente-socleur, la fabricación, la instalación, etc. Los flujos de información y conocimientos son esenciales en todo este proceso ya que permiten la regulación de la actividad de soclage, resultado de todo este camino de acciones coordinadas colectivamente. En ese sentido, podemos decir que existe una lógica implícita de cooperación y de sincronización cognitiva y operatoria que facilita el intercambio de competencias y de un "saber hacer" que permite, la adaptación del colectivo de trabajo a los diferentes contextos sean estos locales o globales.

I-B3. ***Instrumentación e Instrumentalización colectiva*** *:* Para Rabardel (1995), el artefacto deviene instrumento a través de un proceso de génesis instrumental. Si tomamos el concepto de artefacto y lo llevamos más allá de este "objeto técnico" (visión propiamente tecno-céntrica) hacia una "entidad de carácter neutro" un tipo de objeto en la esencia misma del término, facilitamos un discurso que permite asociar relaciones sujeto-objeto y viceversa. Esta visión de tipo antropocéntrica es la que permite a Rabardel también retomar elementos de Piaget (1964) y Vygotsky (1979) sobre la psicología del desarrollo y los procesos cognitivos. Un artefacto como entidad neutro, hace alusión a todo objeto técnico o simbólico que es fruto de una transformación de origen humano. Pero esta entidad no existe por sí sola, el artefacto "es", en la medida en que existe un utilizador que lo pone en "acción", dando origen a lo que el autor llama la génesis instrumental. Un instrumento puede entenderse en un primer nivel como un artefacto en situación de uso, situación que da cuenta de la acción misma del utilizador. Es decir, un instrumento requiere de su utilizador para existir en tanto que instrumento.

En un segundo nivel, un instrumento es una entidad mixta entre sujeto y artefacto (Nijimbere, 2013). No es solo el artefacto material o simbólico producido por el creador o conceptor, sino también los esquemas de uso asociados a él por los diferentes utilizadores a lo largo del tiempo. Un artefacto es dotado de esquemas de uso desde su creación, estos esquemas son el resultado de la experiencia propia del conceptor y los diferentes utilizadores que a la ves crearan una serie de esquemas sociales preexistentes y que sobrepasan una perspectiva biunívoca "artefacto-esquema". Si lo analizamos desde el enfoque de la psicología cognitiva, veremos que esta relación es de carácter polivalente entre esquemas y artefactos. Es decir, un mismo esquema puede utilizarse sobre varios artefactos, sean o no de una misma clase. De igual manera, un mismo artefacto puede ser utilizado en una infinidad de esquemas, independientemente de la clase a la cual pertenecen. Este proceso de relaciones entre esquemas y artefactos puede explicarse como una relación polar entre el artefacto y los esquemas de utilización que puede analizarse en dos dimensiones. Una dimensión de "instrumentación" que es la información que el artefacto emite (sailiencia y affordance) hacia el sujeto para que este pueda utilizarlo y una dimensión de "instrumentalización", que es cómo el sujeto va a aplicar sus propios esquemas de uso (conocimiento y memoria) sobre el artefacto, dando origen al instrumento.

En AÏNU, nuestro conglomerado de trabajadores crea artefactos constantemente tanto materiales como simbólicos, que van a ser instrumentados e instrumentalizados por los propios miembros del equipo, individual o colectivamente, así como también por el cliente y los prestadores de servicios con los que colaboran en las distintas instalaciones en situaciones de cotrabajo. Es importante agregar que este proceso se compone de una serie de acciones de concepción coordinadas, sincrónicas, asincrónicas o quasisincronicas (Barcellini, 2007; Cuvelier, Falzon, Granry, & Orliaguet, 2017) que permiten que la actividad exista y se lleve a cabo con el performance adecuado, incluso cuando éste se lleva a cabo dentro de un proceso altamente iterativo y muchas veces diseminado temporal y geográficamente. Esta investigación intenta analizar los fenómenos de instrumentación e instrumentalización que se dan en los diferentes momentos del proceso de soclage utilizando TICs, tecnologías que se han convertido en un medio pertinente utilizado por la empresa para la organización del trabajo individual y colectivo.

I-B4. ***TICs y tecnologías cognitivas****:* Cuando hablamos de Tecnologías de la Información y de la Comunicación hacemos referencia a un gran abanico de términos y formas de estudiar un fenómeno de comunicación y transmisión de información que se sostiene sobre una base tecnológica. De ahí, esta referencia constante cuando hablamos de TICs a la cantidad de información y la capacidad de computo, la relación con el Internet y las formas cotidianas de comunicación actuales, fruto de dicha transformación techno-económica, como las redes sociales, el correo electrónico, los teléfonos celulares, etc. Para nuestro caso de estudio utilizaremos el enfoque de la sociología de los usos, que moviliza conceptos como la genealogía del uso, los procesos de apropiación, la elaboración de vínculos sociales, y la integración de usos en las relaciones (Chambat, 1994; Jouët, 2000). Conjugaremos estos conceptos con un enfoque cognitivista, donde los conceptos de cognición situada (Hutchins & Klausen, 1996) y de cognición distribuida (Rogers & Ellis, 1994) nos serán de utilidad para crear el vínculo con las tecnologías cognitivas. Haremos hincapié en el uso de tecnologías como complementos de los procesos cognitivos individuales y colectivos para hacer frente a la actividad laboral, así nuestro estudio de la actividad de soclage en AÏNU, tomará como punto de partida un sistema funcional que involucra: Coordinadores, Trabajadores, Clientes, Proveedores y Artefactos (TICs) como un todo funcional para hacer posible la actividad de soclage.

I-B5. ***Memoria de la empresa, conciencia de la situación, regulación y arbitrajes alrededor de la actividad****:* Una de las necesidades puntuales señaladas por la organización e identificada en el análisis organizacional previo al estudio fue el problema de la memoria organizacional. En efecto, AÏNU tenía problemas tanto para mantener la trazabilidad y

Figura 1: Diseño investigativo: Fases y Resultados

registro de la actividad empresarial como para la transmisión y salvaguarda de conocimiento que se genera con cada proyecto.. Esta memoria organizacional está organizada inicialmente a manera de proyectos, pero de una manera caótica y poco útil. Como parte del estudio nos ocupamos de encontrar y definir un cuadro para el análisis y estructuración de información basado en los procesos de instrumentación e instrumentalización del colectivo de trabajo que permita crear bloques de información que pueden ser reutilizados como artefactos cognitivos que faciliten la regulación de la actividad en situaciones similares. Para definir este cuadro utilizaremos como recursos los conceptos de conciencia de la situación y conciencia común de la situación (Endsley, 1995; Stout, Cannon-Bowers, Salas, & Milanovich, 1999), el enfoque de la ergonomía constructiva (Teiger & Falzon, 1995) y los esquemas de organización en términos de arbitrajes y regulación (Falzon, Dicioccio, Mollo, & Nascimento, 2013; Leplat, 2006).

II. Métodos:

El estudio llevado acabo se realizó en varias fases (*figura 1*). Cada una de ellas utilizó una serie de métodos adaptados al tipo de datos requeridos y se seleccionó los participantes y actores portadores de información pertinente. La primera fase fue el análisis organizacional. En ella se comenzó por identificar los grandes macroprocesos que engloban la actividad de soclage. En un segundo momento, se realizó un análisis más detallado donde se definieron las unidades internas de transformación para cada macro proceso. La segunda fase se encargó de la identificación y trazado de flujos de información, a partir de las diferentes unidades de transformación y sus lógicas de funcionamiento sobre tres grandes estructuras: una física, una de procesos y una humana. Finalmente, en una tercera fase nos encargamos de los aspectos de instrumentación e instrumentalización de bloques de información a lo largo del proceso de soclage. En un inicio, el análisis tomó en cuenta varios proyectos identificados como referentes de la actividad general de la empresa, y luego se centró en el análisis de datos y resultados de uno de estos proyectos como caso de estudio referente al aspecto de uso de TICs.

II-A. Características de la estructura organizacional de AÏNU:

AÏNU es una PYME, que cuenta con un pool de 20 trabajadores fijos, 12 con contrato indefinido, 6 con contrato determinado y 2 con contrato de formación. El trabajo se organiza con 4 personas a cargo de los aspectos administrativos y de gestión. Una estructura variable de 4 a 10 jefes de proyecto y 10 técnicos de soclage. La organización del trabajo es de tipo proyecto, es decir que en función de las competencias requeridas por la demanda del mercado se organiza un equipo de trabajo y un responsable. Factores como tamaño, tiempo, lugar y tipo juegan un rol importante en la organización de equipos y designación de responsables de proyecto. Cuando la estructura organizacional llega a su límite sea por competencias, tiempo o localidad, se busca aumentar la capacidad productiva de la organización contratando más personal especializado con contratos de tipo freelance o servicios profesionales.

II-B. Etapa 1 – Análisis Organizacional:

En esta etapa se realizó una identificación de la estructura macro y micro de la organización, estableciendo con claridad las unidades de transformación al interior del proceso global de la organización.

II-B1. Participantes: Para este estudio se trabajó con todos los miembros de la organización, en dos bloques de 10 personas cada uno debido a calendarios y proyectos en marcha.

II-B2. Material y Equipos: Los equipos utilizados en esta parte del proceso fueron una grabadora de voz, una libreta de anotaciones y una cámara fotográfica y de video para registrar ciertas partes de los procesos en las unidades de transformación.

II-B3. Procedimiento: Se utilizaron técnicas de entrevista y observación exploratorias. Las entrevistas fueron realizadas individualmente con cada uno de los 20 trabajadores según el cronograma organizado y tuvieron una estructura semi-dirigida, los temas tratados estuvieron guiados por la siguiente lista de temáticas: Actividad en el trabajo, representaciones individuales sobre el trabajo, la organización, la frecuencia y cadencia de las actividades, la organización del trabajo colectivo, cohesión del colectivo de trabajo, existencia de prescritos o normas, necesidades y perspectivas sobre la actividad, identificación de frenos o potenciadores para la realización del trabajo.

Las entrevistas fueron realizadas en una modalidad cara a cara en francés, español e ingles según la lengua nativa o de expresión habitual de los trabajadores. Las entrevistas con el personal técnico en talleres, fueron realizadas en el taller central en la sede de la empresa y en 2 canteras de trabajo en curso, para una exposición y un museo, las entrevistas estuvieron seguidas de un registro fotográfico y de video en algunos casos para documentar las actividades. Para el tratamiento de la información se utilizaron procesadores de texto y de voz y las transcripciones se realizaron con la ayuda de un algoritmo de transcripción automático desarrollado por el autor. La primera parte del tratamiento se lo realizó de manera automática mediante reconocimiento vocal y clasificación y

luego se realizó una revisión del material con intervención humana.

II-B4. Resultados:

II-B4a. ***Tratamiento de datos****:* A través de las entrevistas y las observaciones reunimos una serie de informaciones pertinentes para nuestros objetivos. El tratamiento de la información acumula un total de 650 minutos audio, en la transcripción de texto se contabilizó un total de 35.994 palabras. Esta información fue organizada y categorizada por tipo de pregunta y temática. Las entrevistas con el staff administrativo duraron en promedio 45 minutos, en los talleres las entrevistas duraron un promedio solo de 18 minutos, pero el registro documental en este lugar a través de la observación fue más rico en material, permitiendo crear un banco de 463 fotografías y 123 minutos de video sobre la actividad, los diferentes oficios y procedimientos, así como las herramientas utilizadas.

II-B4b. ***Características de la población trabajadora****:* Hemos categorizado los trabajadores por edad, género y origen (*figura 2*). Para la edad hemos organizado los datos en menos de 31 años (7 personas), entre 31 y 41 (9 personas), y más de 45 años (5 personas) , en relación a genero tenemos una distribución de 11 mujeres / 9 hombres y en relación a país de origen tenemos 12 Francia / 8 extranjero. Cada uno de los trabajadores viene de un dominio totalmente específico del oficio, con competencias altamente diversas y particularmente especializadas en la experiencia de trabajo, sin embargo de forma general comparten al menos dos competencias que son el trabajo con metales y el aspecto creativo.

II-B4c. ***Tipos de socle y el soclage como actividad****:* "El socle (soporte) es un objeto de conexión entre el objeto museográfico y el visitante. Cada socle es diferente y es concebido a medida para el objeto y el contexto en el cual va a presentarse dicho objeto, (Pennec, 2018) ". Las características claves del socle identificadas a través del análisis de discursos fueron varias:

1. El socle está al servicio del discurso museal.
2. Cada socle es diferente, aunque puede compartir características similares a otros socles si la pieza que sostiene se parece a otra.
3. Están categorizados entre socles pequeños, medianos y grandes. Sin embargo, esta categorización responde a un conjunto de tres características físicas que son tamaño, volumen y peso del objeto a soportar.
4. Están hechos de diferentes materiales (75 % de casos en acero inoxidable) de acuerdo a las características físicas del objeto, tomando en cuenta que parte de la creación de un soporte es asegurar y cuidar la pieza de posibles daños.
5. Pueden ser de tipo fijo (95 % de casos) o móvil / mecánico (5 %).

II-B4d. ***Los proyectos de soclage pueden organizarse en tres tipos****:*

A) Los museos, proyectos grandes de 1 a 3 años entre la aplicación al proyecto y la apertura al público.
B) Las colecciones, proyectos de carácter mediano, los tipos de socles son más estándar y su duración es de 4 a 6 meses.
C) Las exposiciones, proyectos pequeños con una duración de 1 a 3 o 4 semanas.

Según el tipo de soclage los equipos pueden organizarse diferentemente, así, para museos los equipos tienen entre 8 y 45 personas, para las colecciones serán entre 6 y 7 y para las exposiciones serán entre 3 y 4 personas.

II-B4e. ***Los tipos de espacios para el soclage****:* La empresa cuenta con una estructura física de tres tipos:

1. Un taller central, donde se realiza el trabajo de concepción, fabricación y preparación de socles.
2. Un taller móvil o cantera donde se instala y finaliza los socles generalmente instalado donde el cliente.
3. Un espacio administrativo de trabajo que organiza coordina las acciones de licitación, y gestión, este espacio funciona tanto física como virtualmente.

II-B4f. ***Roles en la actividad de soclage****:* Dentro del análisis se encontró 16 diferentes tipos de roles, que no necesariamente están asociados a los puestos de trabajo o las nominaciones oficiales de cargos. Los roles tienen un carácter dinámico. Diferentes trabajadores pueden asumirlos en función de las necesidades del proyecto y van a ir cambiando de proyecto en proyecto. Esto también permite una dinámica vertical. Es decir, un trabajador socleur puede ser jefe de proyecto según las necesidades y experticia requerida para el trabajo de soclage. Es interesante que en los roles de la actividad se encuentran proveedores y cliente que son parte esencial del proceso de soclage.

II-B4g. ***La actividad macro en AÏNU****:* Después de realizados los primeros tratamientos de información se produjo un mapa de procesos para organizar la actividad en función de los diferentes objetivos (*figura 3*). Las acciones fueron agrupadas en unidades de sentido común que van a transformar entradas y van a compartir salidas con otras unidades, provocando una dinámica de macrosistema que da cuenta del carácter vivo de la organización. La actividad de forma general se organiza en 3 grandes ejes uno estratégico, uno productivo/organizacional y uno de soporte. En un segundo análisis más detallado, a partir de las descripciones recuperadas durante nuestra fase de entrevista y observación, se definieron unidades más pequeñas guardando coherencia lógica entre lo descrito y los ejes ya citados. En el eje estratégico se encuentran la toma de decisiones y la planificación estratégica. En lo productivo/organizacional, están las actividades de gestión y propuesta de proyectos, planificación y organización de equipos, concepción/fabricación, montaje y desmontajes de socles. Y finalmente, en los procesos de soporte tenemos logística y gestión administrativa.

II-C. Etapa 2 – Análisis de flujos de información interna:

En esta etapa, se realizó una identificación de la dinámica de flujos de información entre las diferentes estructuras tanto macro como micro de la organización, estableciendo con claridad las unidades que intervienen y las lógicas de flujo que se manifiestan durante todo el proceso de soclage. El material y los equipos son los mismos de etapa 1.

II-C1. Participantes: En esta parte del estudio se trabajó con 6 trabajadores en los distintos niveles de la organización. Los participantes fueron seleccionados en función de la agenda

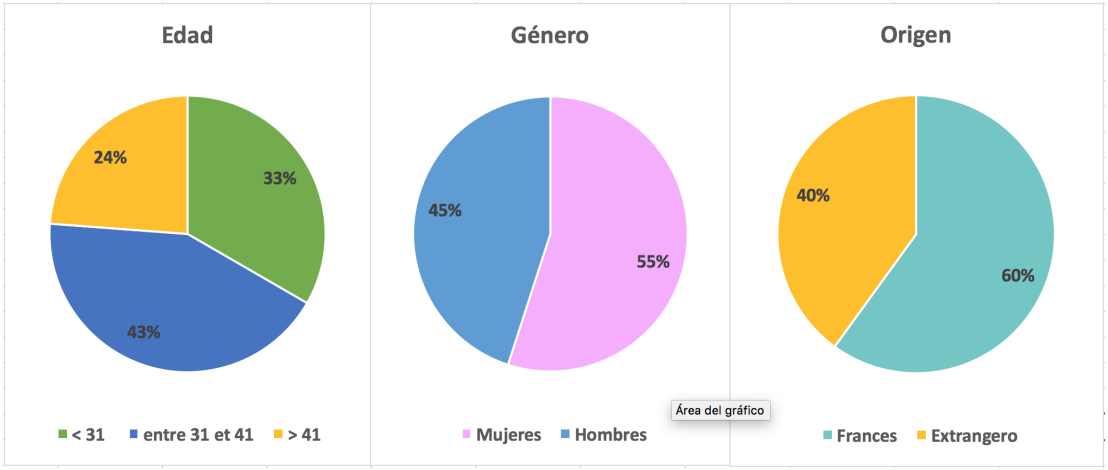

Figura 2: Distribución de la población trabajadora por Edad, Género y Origen

Figura 3: Mapa de procesos AÏNU - elaboración Denis CHAVEZ

de trabajos en la organización y la disponibilidad de tiempo para poder dar acceso al investigador a un seguimiento de la actividad durante la jornada laboral.

II-C2. Procedimiento: A partir de la información analizada y recogida en la etapa 1, se realizó un análisis de flujos de información procurando definir qué tipo de información recorre el proceso de soclage desde el inicio hasta el final de un proyecto. Para esto se utilizó una serie de observaciones y entrevistas de confrontación con varios trabajadores clave. Una vez identificados los actores se coordinó una serie de observaciones de seguimiento de la actividad con entrevistas de confrontación tanto en taller como en cantera con varios socleurs y jefes de proyecto. 3 sesiones más fueron realizadas en el open space con los responsables de proyectos, los gestores de información de mercados y el responsable de recursos humanos, logística y financiero. Una entrevista final con el director fue necesaria para terminar de validar todo el flujo. A partir de las observaciones se identificaron diferentes bloques de información producidos a lo largo de todo el proceso de soclage. En las entrevistas de auto-confrontación se procuró trabajar sobre el contenido y la lógica de destino y recepción de cada uno de estos bloques. Se utilizó un modelo de 3 dimensiones para organizar los datos. La primera fue la dimensión procesal de macro y micro procesos y las unidades de transformación, la segunda los espacios físicos (cantera, taller, openspace) y la tercera la humana, basada en los roles que los diferentes trabajadores asumen al momento de tratar estos bloques en cada unidad de transformación.

II-C3. Resultados:

*II-C3a. **Tratamiento de datos**:* Una vez organizada la información de las entrevistas y corroborada mediante información de las observaciones y las entrevistas de auto-confrontación, se realizó un seguimiento de los flujos de información, procurando ubicarlos de manera lógica entre las diferentes capaz organizacionales: física, procesal y humana. Para esto, se utilizó una serie de diagramas de flujo y representaciones gráficas que modelan los flujos de información y los actores.

*II-C4. **Análisis de información**:* Dentro de la modelización de los flujos de información se encontró como punto de partida del proceso de soclage a la unidad responsable de "mercado y ofertas". A partir de la información del cliente, esta genera una especie de primera representación del proyecto, trata y organiza la información para que sea

compartida y procesada por las diferentes unidades del macro proceso productivo operacional : "planificación y organización de equipos" y "montaje/desmontaje" , pero también con otros macro procesos como el de soporte en cuestiones de "logística". La información es tratada por cada una de estas unidades y transformada en nuevos bloques de información con representaciones parciales del proyecto pero más precisas. Estas se diseminan hacia otros subprocesos o unidades para ser tratados, procesados y tomados en cuenta como retroalimentación para que el proceso de soclage se lleve a cabo adecuadamente. Desde la unidad de planificación se genera información importante sobre las personas que pueden participar en la construcción e instalación de soportes. Esto permite la organización del colectivo alrededor del proyecto, la repartición de actividades y los criterios de cooperación para hacer uso de las competencias de cada miembro. Esta misma información sobre el equipo va a ser tratada de manera diferente por el proceso de logística quien va a determinar las necesidades y criterios de movilidad y gestión de despensas tanto a nivel local, regional o global. La unidad de montaje/desmontaje organiza la información inicial del proyecto para crear una representación compartida entre los miembros del colectivo que se encargaran del proyecto. La división de tareas, los espacios de cooperación y sincronización tanto cognitiva como física permiten pasar del abstracto "información cliente" a lo real con la construcción de los socles que son instalados según las características y condiciones específicas que previamente han sido arbitradas entre el cliente, el jefe de proyecto y los técnicos. Una vez definidos los tiempos de producción, cantidades y tamaños, esta unidad va a generar una suerte de planificación interna que es información relevante para que el proceso de logística pueda articular la movilidad de equipos, materiales y producción. Esta misma información permite a la unidad de gestión administrativa organizar la contratación de recursos humanos o coordinar recursos de tipo físicos para sincronizar y armonizar la producción en el taller, los elementos a instalarse en cantera, las coordinaciones con el cliente, planificaciones y proveedores que forman parte del proyecto. La unidad de gestión administrativa y la de planificación de equipos generara información importante para la toma de decisiones que realimenta el ciclo para proyectos futuros.

Una vez encontrados los flujos y tipos de información entre unidades de transformación como muestra la *Figura 4* se consideró importante organizar la misma información sobre la estructura física de la organización. Así, se creó una modelización que incluía las unidades de transformación sobre una capa de información de espacios físicos: Open Space, Taller y Cantera. La *Figura 5* muestra esta modelización donde se observa como el macro proceso estratégico y sus subprocesos trabaja en los 3 espacios físicos, como el subproceso de logística productivo está fragmentado en relación a los espacios. Existen combinaciones Open space/ taller, taller/cantera pero existen también actividades que se realizan solo en un espacio físico como la gestión administrativa. Sin embargo, dentro de la información analizada se encontró que esta estructura física se amalgama con un espacio de trabajo virtual que conecta los diferentes espacios mediante el uso de diferentes tecnologías como una base de datos, correo electrónico, agendas compartidas, mensajería instantánea y llamadas telefónicas.

Finalmente, se realizó modelizaciones para cada macroproceso donde se adjuntó información sobre los roles de trabajo identificados previamente. Esta capa de información humana determina un nivel de interacción micro entre los diferentes trabajadores, que nos permite esbozar los criterios mínimos de instrumentación e instrumentalización de los bloques de información. Uno de los hallazgos más importantes en esta modelización fue la posibilidad de mostrar los diferentes roles que puede jugar un mismo trabajador en diferentes unidades de transformación o incluso en la misma.

La *Figura 6* muestra como ejemplo la modelización del macroproceso estratégico. En la toma de decisiones se observan intercambios entre 6 roles que son asegurados por un grupo de trabajadores que va de 4 – 7 dependiendo del caso y el proyecto. Así, tenemos casos en que un trabajador puede tener varios roles y otros en que varios trabajadores pueden tener el mismo rol. Estas interacciones humanes se convierten en una suerte de regulaciones que sostienen la actividad en las diferentes unidades de transformación donde de estos bloques de información se instrumentan e instrumentalizan para dar vida al proceso de soclage.

II-D. Etapa 3 – Análisis de la actividad:

Esta tercera etapa se focalizó en el análisis de corpus de información producidos a lo largo de varios proyectos identificados previamente como referentes del proceso de soclage. Nos centramos particularmente en un proyecto de montaje en Moscú como caso de estudio. Analizamos los procesos de instrumentación e instrumentalización de TICs como forma de intercambiar información para la sincronización cognitiva y la organización del trabajo colectivo a lo largo del proceso. Finalmente, generamos una modelización de la actividad de los trabajadores según sus diferentes roles e interacciones en el proceso.

II-D1. Participantes: Esta parte del estudio se focalizó en la actividad de 2 jefes de proyecto y el rol de gestión de información sobre el mercado, desempeñado por 2 trabajadores a la vez. La información generada fue validada con todo el colectivo de trabajadores y clientes involucrados en el proyecto.

II-D2. Aparatos y Equipo: En esta parte del estudio se utilizó herramientas de procesamiento de texto, algoritmos de clasificación y tratamiento del lenguaje natural, bibliotecas para el tratamiento de bases de datos.

II-D3. Material: El material utilizado, fueron corpus producidos naturalmente por los trabajadores durante la realización de su actividad. Todos ellos fueron extraídos, con permiso de los participantes y la aprobación del Director, con los debidos protocolos de control de anonimidad y manejo ético de datos. Algunas de las informaciones tratadas no pueden ser divulgadas en este estudio por razones de secreto industrial, pero trabajaremos de manera general sobre el objeto de nuestro estudio que es la actividad de soclage. Las diferentes plataformas tecnológicas utilizadas para la extracción fueron

Figura 4: Intercambios de bloques de información entre unidades de transformación

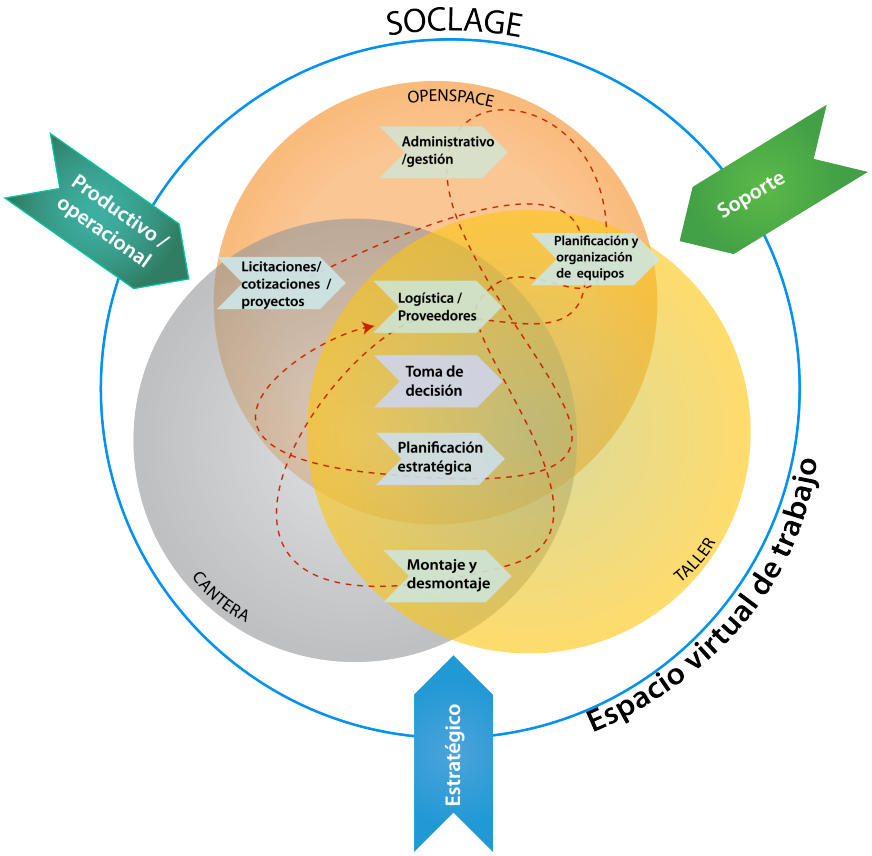

Figura 5: Estructura funcional anclada sobre los espacios físicos

el correo electrónico que utiliza la plataforma de G-Suite de Gmail, la agenda compartida, la plataforma WhatsApp en lo referente a la organización de grupos y la base de datos de trabajo donde cargan la información de proyectos y piezas.

II-D4. Procedimiento:

II-D4a. ***Minado de documentos de planificación****:* El proceso comenzó por un minado de documentos de planificación disponibles con diferentes versiones entre septiembre del 2017 y mayo del 2018 para identificar nuestros trabajadores clave. Una vez identificados el número de proyectos, la cantidad de equipos, el número de canteras locales y en el exterior, las lógicas de organización y las tendencias a lo largo del tiempo, se procedió con un tamizaje de proyectos para definir al menos 3 que representan de manera global la actividad de soclage realizada por la organización y sus respectivos responsables. Los criterios utilizados en el tamizaje fueron jefe de proyecto y cantidad de proyectos manejados, cantidad y características de los equipos humanos manejados,

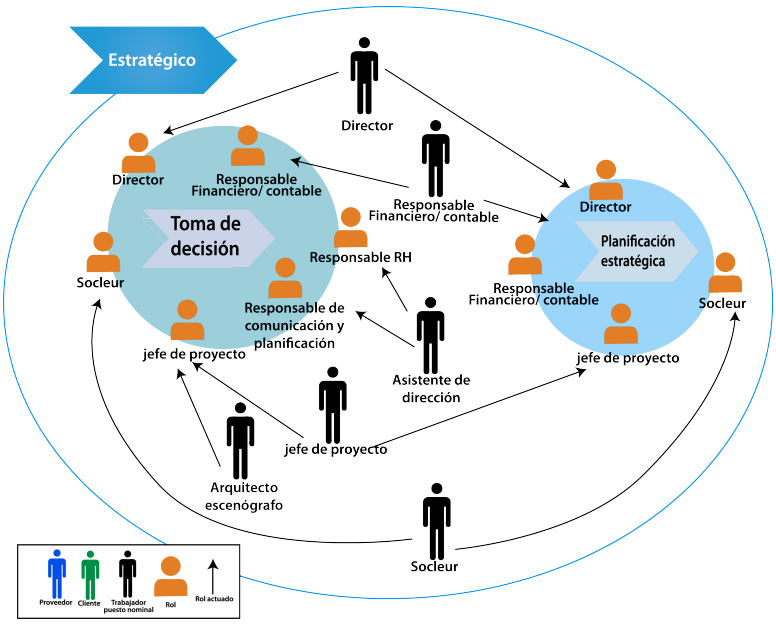

Figura 6: Estructura Humana, funcional Proceso estratégico

tamaño y duración de los proyectos, disponibilidad de tiempo y acceso a la información.

II-D4b. ***Selección de situaciones características y colecta de datos****:* Una vez definidos los jefes de proyectos con los cuales íbamos a trabajar se fijó una reunión, donde a partir de una entrevista de explicitación se identificaron todos los corpus claves que podían ser de utilidad para nuestro estudio y se procedió a extraerlos.

II-D5. Resultados:

II-D5a. ***Tratamiento de datos****:* Comenzamos por organizar la información recolectada y los intercambios de información de forma cronológica. Se determinó los tipos de información y los momentos de intercambio dentro de la lógica de un proyecto de soclage llevado a cabo por el grupo de trabajadores en un espacio de tiempo fijo entre abril y mayo del 2018. Se organizó un plan de análisis por categorías de observables basado en el corpus de entrevistas, este corpus se analizó mediante un proceso de tratamiento de lenguaje natural, con la ayuda de algoritmos desarrollados por el autor(*Figura 7*). Este proceso comienza por un análisis semántico sobre el corpus general, identificando las palabras más relevantes según su frecuencia de aparición. Un modelo TF-IDF (Salton & Buckley, 1988) permite la estructuración del corpus para poder analizarlo con métodos de clasificación y organización LSA(Landauer, Foltz, & Laham, 1998), LDA (Pritchard, Stephens, & Donnelly, 2000) o NMF (Paatero & Tapper, 1994). Una vez identificadas las categorías de observación se construyó un plan y una hipótesis de observación. Con él, se dio paso a un análisis de los corpus de intercambios comunicacionales entre los diferentes actores en los proyectos analizados. Con ayuda de la herramienta Actographe (herramienta para cuantificar y analizar la actividad) se analizó los datos bajo la lupa de nuestras hipótesis de observación.

II-D5b. ***Análisis de información****:* Si bien en nuestro estudio se analizó el fenómeno en varios proyectos simultáneamente, en esta investigación haremos referencia a uno solo de los proyectos analizados, como ejemplo representativo del uso de TICs como estructura para la instrumentacion e intrumentalizacion de bloques de información que permiten la organizacion del trabajo colectivo.

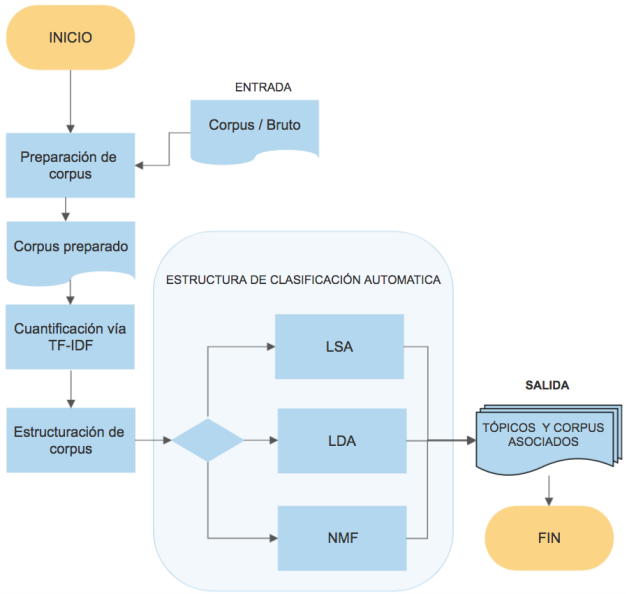

Figura 7: Algortimo para el tratamiento automático de datos

Situación característica analizada « Un soclage de joyería en Moscú »

Contexto :

A mediados de mayo un antiguo cliente (Artista en China con equipos de trabajo en NY y Moscú) mediante una llama telefónica convocó a la empresa para un nuevo proyecto. El cliente necesitaba montar una colección de joyas en una exposición en Moscú, sobre una base escenográfica similar

a la montada en París en una exposición meses atrás. Sin embargo, en esta nueva exposición todas las piezas de joyería eran nuevas.

Organización de la información:

Reconstituimos los intercambios de la situación analizada a partir de notas de voz registradas en el Open space, corpus digitales tanto de correo electrónico, como de mensajería instantánea y calendarios compartidos entre los miembros del proyecto (de la empresa y del cliente). Organizamos todos estos intercambios entre los diferentes actores del proceso de soclage en función del tipo de rol desempañado a lo largo del proyecto.

Bloques de información identificados en el proceso de soclage:

Una vez terminado el tratamiento y organización de los datos trabajamos en la identificación de los diferentes bloques de información instrumentada en las diversas etapas del proceso.

- Licitación: Representación inicial del proyecto, criterios escenográficos, número y características de los soportes, fechas y planing provisional, definición de necesidades específicas y contactos del equipo de trabajo del lado cliente.
- Planificación y organización de equipos : Plannig general AÏNU en curso, estado des sistema organizacional en términos de recursos humanos y en términos de logística y recursos materiales, representación del proyecto detallada (1er nivel) , criterios escenográficos, fechas y planificación del proyecto, lista de necesidades especificas
- Logística : Estado del sistema organización en términos de recursos humanos, Plannig general AÏNU en curso, criterios escenográficos, representación del proyecto detallada (2do nivel), fechas y planificación del proyecto, información logística de transporte tanto humana como material.
- Montaje : representación del proyecto detallada (3er nivel), criterios escenográficos, fechas y planificación del proyecto, lista de necesidades específicas, información logística de transporte tanto humana como material.

Organización del colectivo de trabajo al partir de los bloques de información instrumentada

La *Figura 8* muestra la organización del equipo de trabajo en función del tipo de información necesaria para cada una de las partes del proceso de soclage. Se lograron categorizar cinco bloques diferentes de información instrumental para el colectivo. La representación inicial del proyecto (amarillo), instrumentada por cliente y el director, la representación detallada del proyecto (violeta) que contiene bloques informativos sobre criterios escenográficos, necesidades específicas, contactos equipo del cliente, características de los socles, etc. instrumentados por el jefe de proyecto, le cliente y el consultor técnico. La información sobre el estado del sistema (azul), que se instrumenta entre el director, el jefe de proyecto, el responsable de planificación y comunicación y el gestor de logística. La organización y planning de trabajo (rojo) instrumentadas por el jefe de proyecto y el equipo de soclage. Y finalmente, la información logística y de transporte (verde) instrumentada por todo el equipo a lo largo del proceso en función de las diferentes necesidades que van surgiendo. Cabe recalcar que todos estos bloques de información existen y se organizan sobre plataformas TICs (correos, mensajes, agendas compartidas).

El rol de los bloques de información instrumentada en la regulación de la actividad

Analizando las entrevistas de explicitación y las observaciones se pueden describir los contenidos y las funciones de estos bloques de información.

- Una representación del proyecto a diferentes niveles, facilita la regulación y los arbitrajes de las diferentes configuraciones del colectivo para determinar las acciones individuales y colectivas, anticipar las necesidades y tomar decisiones a lo largo de todo el proceso productivo.
- El planning AÏNU y el estado actual del sistema permiten una visión global de los recursos necesarios para realizar la actividad. Esta es información esencial para la negociación y arbitrajes durante la conformación de equipos de trabajo, facilitan los acuerdos entre diferentes configuraciones posibles y permiten la anticipación de necesidades en tiempo y ubicación.
- Le planning de trabajo, permite la organización del colectivo para la preparación de la cantera, la fabricación y preparación de socles, el uso de competencias colectivas e individuales y la coordinación de actividades para la instalación y montaje con el cliente.
- La información logística permite la anticipación en la toma de decisiones y la organización del colectivo en función de los recursos, el tiempo y la ubicación.

La *Figura 9* muestra una crónica de actividad construida a partir de los intercambios de información realizados entre los miembros del colectivo de trabajo incluido el equipo – cliente utilizando una infraestructura de TICs (herramienta de mensajería instantánea WhatsApp). Nos preguntamos como la instrumentación e instrumentalización de información a través de la utilización de tecnologías de la información permite la organización del trabajo colectivo y tambien cómo este proceso puede interpretarse a manera de respuesta adaptativa del colectivo de trabajo a contextos globales. La *Figura 9* muestra que los intercambios de información se organizan en relación a las diferentes configuraciones del colectivo de trabajo a lo largo del proceso. El análisis detallado del corpus muestra como los intercambios hacen parte de un proceso de instrumentación e instrumentalización colectiva de información que permite una sincronización cognitiva del proyecto de soclage en curso. También muestra que la herramienta de mensajería, constituye una tecnología cognitiva que permite la distribución de actividades de manera efectiva y eficiente facilitando la organización del trabajo colectivo y del colectivo de trabajo aun cuando este colectivo, los materiales y las piezas se encuentra en 4 ciudades con husos horarios diferentes (Shanghái UTC +8, New York UTC -5, Moscú UTC +3 y París UTC+1). La granularidad de la representación del proyecto global da cuenta de las diferentes escalas de representación que co-existen del proyecto según las diferentes configuraciones de equipos. Es importante señalar el rol de Jefe de proyecto como nexo entre los diferentes niveles de representación que necesitan los equipos tanto propios como del lado cliente.

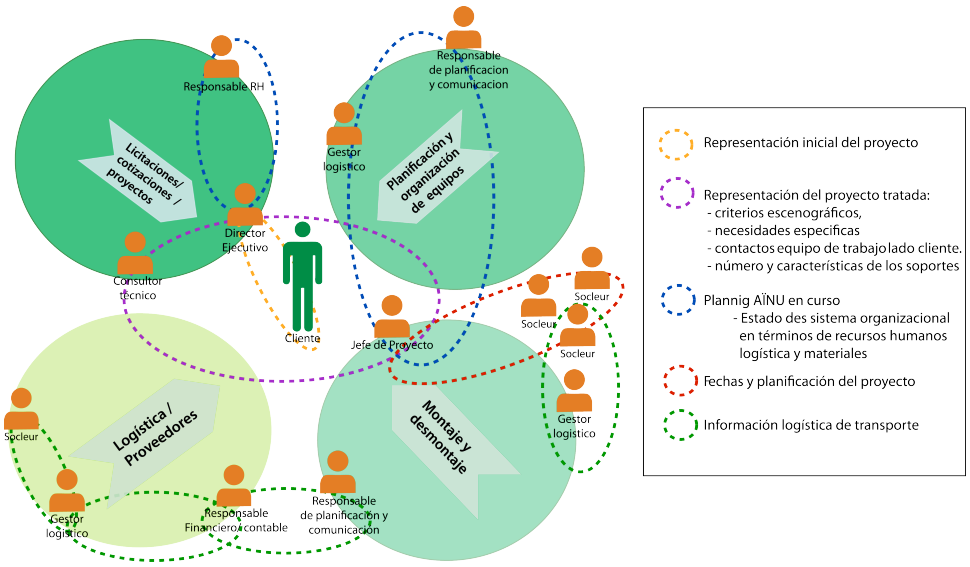

Figura 8: Bloques de información instrumentada

Finalmente, señalamos que esta serie de intercambios humanos se sostienen sobre una infraestructura tecnologica de comunicación que facilita la génesis instrumental colectiva sobre el artefacto "información proyecto" que consecuentemente permite una serie de usos, interacciones y regulaciones a lo largo del proceso de soclage.

III. Discusión y conclusiones

III-A. Discusión

Los resultados de nuestro estudio de caso son coherentes con esta función de descripción que permite una mejor comprensión de los fenómenos humanos colectivos al interior de la esfera productiva en una situación natural, estos resultados aportan al corpus investigativo en ergonomía organizacional, sistemas socio-técnicos del trabajo y ciencia tecnología y sociedad desde un enfoque interdisciplinario centrado en el ser humano.

Los resultados de nuestro análisis organizacional dan una visión global de la actividad de soclage y ponen de manifiesto la estructura macro y micro de la organización y el colectivo humano que se organiza alrededor de dicha estructura amalgamando un sistema organizacional complejo y rico en intercambios. Estos resultados se alinean a las perspectivas metodológicas de la ergonomía organizacional y presentan una coherencia con los postulados constructivistas de Teiger, Falzon y Leplat sobre la organización, la actividad y el colectivo humano.

Los resultados de nuestro análisis de flujos de información facilitan la visualización de intercambios al interior de este sistema organizacional y lo describe en términos explicativos sobre la base de tres dimensiones: física, humana y organizacional. Si bien las metodologías de análisis de datos utilizadas son propias a la teoría de las organizaciones y la comunicación organizacional, nuestra modelización en tres dimensiones recurre a una visión ergonómica y cognitiva, contrabalanceando los aspectos metodológicos de la comunicación organizacional clásica que vemos en las perspectivas de Redding, Putnam, Villafañe, Collado con un enfoque antropológico y psicológico para alcanzar una descripción de la organización y sus lógicas en términos de intercambios y estructuras complejas. Este resultado es una especie de radiografía organizacional que facilita un tercer momento de análisis donde nos centramos en fenómenos más complejos como las estrategias de adaptación colectivas para hacer frente a la actividad que reflejan mucha coherencia con los postulados de Caroly y Clot sobre el colectivo de trabajo y el trabajo colectivo.

Nuestro análisis de la actividad describe el fenómeno de génesis instrumental mostrando los procesos de instrumentación e instrumentalización colectiva de información para la organización del trabajo colectivo esta descripción se alinea fuertemente y corrobora los postulados de Rabardel sobre la génesis instrumental pero también aporta en las líneas de investigación del trabajo colectivo asincrónico, y la concepción colectiva postulados en los estudios de Barcelini. Este último análisis también pone de manifiesto como estos procesos se sostienen sobre una infraestructura de TICs que resulta indispensable en esta situación ya que permite la organización del trabajo y la actividad en un contexto en que coexisten lo local y lo global. Este resultado sigue la línea de las transformaciones tecno-económicas explicadas en las propuestas de Berger y Castells y las lógicas de intersección entre lo local y lo global que han sido ya trabajadas por los equipos de Acs y Knight.

Los métodos de análisis de datos utilizados en nuestro estudio muestran como TICs pueden ser una fuente de datos importante para el análisis de la actividad en situación real ya que permiten la reconstitución de la actividad y las dinámicas de intercambio del proceso productivo. Este es un aporte interdisciplinario desde la humanidades digitales y las propuestas de análisis y minado de datos trabajadas por Sayadi y el equipo de modelización del laboratorio de Cognición Humana y Artificial en el EPHE.

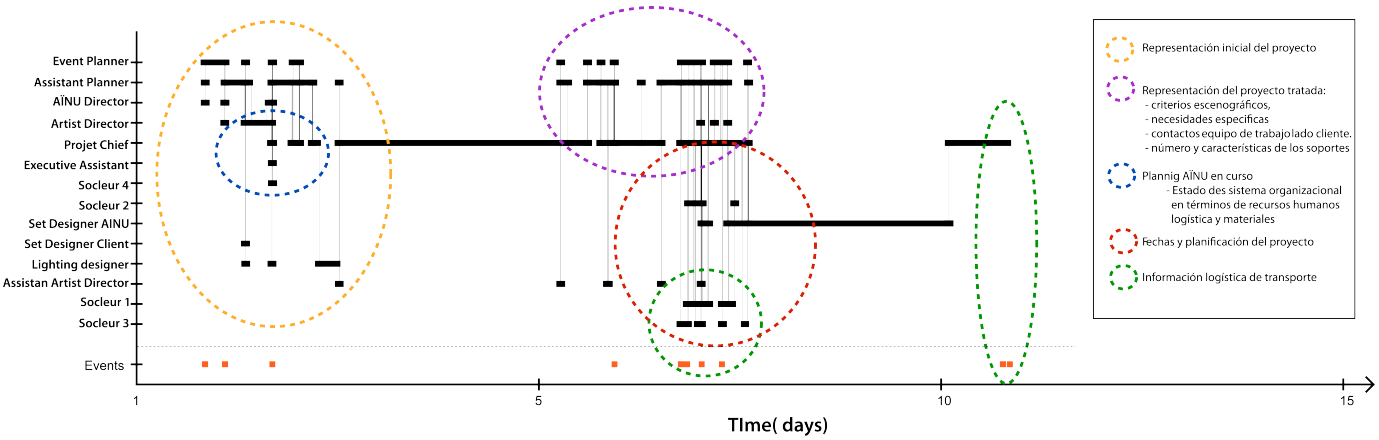

Figura 9: Crónica de intercambios y tipo de información tratada

III-B. Conclusiones

Como conclusiones directas de nuestro estudio podemos en primer lugar explicar el soclage como una actividad de concepción/producción colectiva en la que una serie de actores intervienen de manera sincrónica, cuasi-sincrónica y asincrónica jugando una serie de roles en diferentes momentos del proceso productivo. Este hecho es afín con las investigaciones en materia de concepción colectiva llevadas a cabo por el equipo de estudios del trabajo y ergonomía en el CNAM. En segundo lugar podemos concluir que durante el proceso productivo se hace uso de un artefacto "Proyecto de soclage" que se instrumenta e instrumentaliza continuamente durante el transcurso de la concepción del socle. Una tercera conclusión es que los fenómenos de génesis instrumental se manifiestan desde la primera interacción con el cliente y su idea y van atravesando todo el proceso productivo hasta la puesta en escena para el público en una exposición finalizada. La organización del trabajo colectivo, y a la vez la organización del colectivo de trabajo, dependen intrínsecamente de estos procesos de instrumentación de información. Una cuarta conclusión es que los procesos de instrumentación, son propios a cada unidad de transformación. Las unidades de transformación están organizadas de manera coherente con una estructura macro organizacional y esta estructura en nuestro caso de estudio tiene características poco rígidas lo que facilita que la dinámica y elasticidad de la estructura que permite a todos los miembros del colectivo aportar sus competencias y "saber hacer" para la consecución del trabajo. En este proceso de contribución se juegan continuamente una serie de arbitrajes entre los recursos físicos, materiales, cognitivos y organizacionales que permiten al colectivo hacer frente a la actividad de soclage demandada por el cliente.

Nuestros resultados también permiten la creación de un marco referencial de análisis de la actividad adaptado a la organización y los diferentes usos de este artefacto" Proyecto de soclage". Lo que genera un segundo bloque de conclusiones importantes. Nuestros resultados revelan cinco diferentes bloques de información que son usados a lo largo del proceso y que pueden observarse tanto en la manera en que el colectivo se organiza frente a la actividad, como en los trazos que la actividad puede dejar en las plataformas tecnológicas utilizadas para el intercambio de información. Este último resultado sostiene la hipótesis de que las tecnologías de información y comunicación son un recurso disponible que ha sido debidamente instrumentado por los miembros del colectivo mediante procesos de apropiación. Estos procesos han facilitado: los vínculos entre trabajadores, la cohesión organizacional y la integración de usos comunes de estas tecnologías. El uso de estas tecnologías (instrumentalización) a su vez se traduce en formas colectivas de trabajo que generan una actividad coordinada inclusive cuando dicha actividad esta esparcida en tiempo y espacio geográfico, permitiendo la coexistencias de proyectos en ámbitos locales, regionales y globales al mismo tiempo. También sostiene una segunda hipótesis que trabaja el tema de la consciencia común de la situación y como esta conciencia es accesible en todo momento, gracias a las plataformas tecnológicas usadas pertinentemente por el colectivo. Los trabajadores logran sincronizar sus recursos materiales y organizacionales, pero sobre todo los cognitivo, esenciales para la realización de la actividad de soclage. Estos recursos cognitivos son distribuidos a lo largo del proceso de manera que la actividad resulta menos costosa, mejorando el performance y salvaguardando la salud de los trabajadores. En conclusión las plataformas tecnológicas y su instrumentación e instrumentalización facilitan estos procesos y reduciendo la carga cognitiva sobre los trabajadores y dando mayor performance al sistema.

De este último análisis se deriva una tercera hipótesis sobre la existencia de una tecnología cognitiva que conjuga el uso de TICs y la información proyecto. Dicha tecnología cognitiva instrumenta constantemente información para el colectivo y facilita la instrumentalización individual de la información. En conclusión el uso de esta tecnología cognitiva por parte de la organización permite una configuración de la actividad individual que resulta sinérgica para el colectivo, mejorando el performance y lo resultados en la actividad tanto individual como colectiva. Nuestro análisis final nos muestra que a pesar de que la organización es pequeña y parece poca estructurada, los resultados nos permite concluir que la organización optimiza el uso plataformas tecnológicas y aprovecha la elasticidad de su débil estructura organizacional para lograr una configuración

del trabajo colectivo eficiente, que hace frente a los desafíos del mercado local, regional y global simultáneamente.

Una última conclusión de nuestro estudio se centra en la reconstrucción de la actividad a partir del uso de correo electrónico, calendarios compartidos y conversaciones WhatsApp. Nuestros resultados muestran como estas TICs en situación de uso se convierten en tecnologías cognitivas que dan cuenta de esta génesis instrumental, convirtiendo los artefactos información proyecto y la misma infraestructura TICs en un instrumento al servicio de la actividad. El enfoque metodológico trabajado por el estudio innova en el campo del análisis organizacional y la actividad en el trabajo obteniendo información relevante a partir de corpus textuales, y mostrando como estos procesos de génesis instrumental aportan para una mejor regulación que propicia el desarrollo humano, colectivo y organizacional incidiendo así la construcción y evolución de una organización en un contexto de transformación tecno-económica.

III-C. Limitaciones y perspectivas

Si bien los resultados son interesantes a nivel de análisis organizacional, y descripción del fenómenos de génesis instrumental a lo largo del proceso de soclage, nuestro estudio resta limitado a la situación organizacional estudiada y no puede generalizarse. La hipótesis entre la relación de la instrumentalización e instrumentación de información a través de TICs como respuesta adaptativa en contextos locales y globales simultáneos es una línea de investigación interdisciplinaria a desarrollar con perspectivas a explicar fenómenos y aportar en la teorización de las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad. La utilización de metodologías nuevas para el análisis de datos es muy interesante pero continua teniendo un carácter experimental, que debe validarse con más estudios en diferentes situaciones. Sugerimos seguir desarrollando y perfeccionando las diferentes metodologías utilizadas. Este trabajo muestra y abre una puerta a una perspectiva de estudio de las organizaciones con un enfoque cognitivo basada en las humanidades digitales, se sirve del análisis de corpus producidos naturalmente durante la actividad y evidencia la riqueza de este material para posibles investigaciones futuras. Cabe recalcar que como estudio de caso también contribuye a la línea de investigación sobre la sociología de los usos de TICs, la ergonomía organizacional y la concepción colectiva. Los resultados de nuestro estudio dan una visión global de la actividad de soclage y ponen de manifiesto la estructura macro y micro de la organización. Además, facilitan la visualización de los flujos de información en su interior, tomando en cuenta las dimensiones física, humana y organizacional. Este primer resultado es una especie de radiografía organizacional que facilita el análisis de fenómenos más complejos. Uno de ellos es el de instrumentación e instrumentalización de información. La actividad de soclage según nuestros resultados, se expresa como una actividad de concepción/producción colectiva en la que una serie de actores intervienen de manera sincrónica, cuasi-sincrónica y asincrónica jugando una serie de roles en diferentes momentos del proceso productivo, este hecho es afín con las investigaciones en materia de concepción colectiva. Durante el proceso productivo se hace uso de un artefacto "Proyecto de soclage" que se instrumenta e instrumentaliza continuamente durante el transcurso de la concepción del socle. Este proceso va desde la idea original del cliente hasta la puesta en escena para el público en una exposición finalizada. La organización del trabajo colectivo, y a la vez la organización del colectivo de trabajo, dependen intrínsecamente de estos procesos de instrumentación de información. Los procesos de instrumentación, son propios a cada unidad de transformación. Las unidades de transformación están organizadas de manera coherente con una estructura macro organizacional. Esta estructura en nuestro caso de estudio tiene características poco rígidas, la dinámica y elasticidad de la estructura permite que todos los miembros del colectivo aporten sus competencias y "saber hacer" para la consecución del trabajo. En este proceso de contribución se juegan continuamente una serie de arbitrajes entre los recursos físicos, materiales, cognitivos y organizacionales que permiten al colectivo hacer frente a la actividad de soclage demandada por el cliente. Un segundo resultado es la creación de un marco de análisis de la actividad adaptado a la organización y los diferentes usos de este artefacto" Proyecto de soclage". Nuestros resultados revelan cinco diferentes bloques de información que son usados a lo largo del proceso y que pueden observarse tanto en la manera en que el colectivo se organiza frente a la actividad, como en los trazos que la actividad puede dejar en las plataformas tecnológicas utilizadas para el intercambio de información. Las tecnologías de información y comunicación son un recurso disponible que ha sido debidamente aprehendido por los miembros del colectivo mediante procesos de apropiación que han facilitado: los vínculos entre trabajadores, la cohesión organizacional y la integración de usos comunes de estas tecnologías. El uso de estas tecnologías se convierte en formas colectivas de trabajo que generan una actividad coordinada inclusive cuando dicha actividad esta esparcida en tiempo y espacio geográfico, permitiendo la coexistencias de proyectos en ámbitos locales, regionales y globales al mismo tiempo. Este consciencia común de la situación accesible en todo momento, gracias a las plataformas tecnológicas usadas permite al colectivo de trabajadores sincronizar sus recursos materiales y organizacionales, pero sobre todo cognitivos para la realización de la actividad de soclage. Estos recursos cognitivos son distribuidos s de manera que la actividad resulta menos costosa a lo largo del proceso gracias a la ayuda de estas dichas plataformas tecnológicas. Este hecho pone de manifiesto la existencia de una tecnología cognitiva que conjuga el uso de TICs y la información proyecto. Dicha tecnología cognitiva instrumenta constantemente información para el colectivo y facilita la instrumentalización individual de información. Esto permite una configuración de la actividad individual que resulta sinérgica para el colectivo, mejorando el performance y lo resultados en la actividad tanto individual como colectiva. A pesar que la organización es pequeña y parece poca estructurada, nuestro estudio demuestra que la organización optimiza el uso plataformas tecnológicas y aprovecha la elasticidad que le da la falta de estructuración para organizar un trabajo colectivo que hace frente a los desafíos del mercado local, regional y global simultáneamente.

El uso de correo electrónico, calendarios compartidos y conversaciones WhatsApp como tecnologías cognitivas da cuenta de esta génesis instrumental, que convierte al artefacto en un instrumento al servicio de la actividad. Esto permite así una mejor regulación y propicia un desarrollo humano, colectivo y organizacional que facilita la construcción y evolución de una organización en un contexto de transformación tecnoeconómica. Si bien los resultados son interesantes a nivel de análisis organizacional, nuestro estudio no alcanza a responder de manera global a las problemáticas de memoria de la empresa y trazabilidad. Sin embargo, da pautas para análisis y desarrollos posteriores, basados en el marco propuesto. Así mismo se presenta una serie de elementos a incluir en las especificaciones técnicas en materia mejoramiento organizacional y para el desarrollo de herramientas adaptadas a la organización. Este trabajo abre una perspectiva de estudio de las organizaciones con un enfoque cognitivo basada en las humanidades digitales y en el análisis de corpus producidos naturalmente durante la actividad. También contribuye a la línea de investigación sobre los usos de TICs. y la ergonomía organizacional clásica en la teorización de la concepción colectiva.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo incondicional de La Secretaría Nacional de Educación Superior Ciencia, Tecnología e Innovación del Ecuador y el Laboratorio de Cognition Natural y Artificial (CHArt) - EPHE, tambièn un sincero agradecimieno al M. Stephane Pennec gerente general de AÏNU , por abrirnos las puertas de su empresa para el estudio de caso.

Denis Ismael Chávez Denis Ismael Chavez is a PhD researcher at the Ecole Pratique des Hautes Etudes (EPHE) in Paris. He has a background in Industrial Psychology (Pontificia Universidad Catolica del Ecuador - PUCE), Cognitive Psychology (EPHE) and Ergonomics (Consvervatoire Nationale des Arts et Metiers). He has been a visiting professor at the University Paris 8 in France and at the School of Psychology of the University of the Americas (UDLA) in Ecuador. He is a member of the Human and Artificial Cognition Laboratory and he has worked as a research engineer for the LUTIN-Livinglab at the City of Science and Industry in Paris. He is also an associate researcher at PUCE. His research focuses on the study of cognition and the cognitive processes behind natural situations, usability, cognitive and organisational ergonomics, cognitive engineering and artificial intelligence.

François Jouen François Jouen is director of CHArt-EPHE (Human Artificial Cognition Lab EA 4004/FED 4246). His PhD was on the development of visual-vestibular interactions in human infant. Now Director of Studies at EPHE (Ecole Pratique des Hautes Etudes PSL). For more than 20 years, he worked at the CNRS and studied the epigenetic approaches of the human development. Recent topics of research concern the development of motor imagery and brain computing in human children and the development of infrared technology for measuring pain in preterm infants and neonates. François Jouen is also working on the development of simulation software of the main functions of the organism, based on a systemic approach of biology. François Jouen began to program computers during a post-doc in the MIT at the Department of Aeronautics and Astronautics (Pr. Laurence R. Young) for the implementation of multitasking operating systems. He is now mainly involved in image processing (binding OpenCV to Xojo, Red and REBOL languages) and in the development of low-cost eye-tracking system and movement analysis