REAXION

Ciencia y tecnología universitaria

ISSN: 2007-7750

XXV

- Detección de tornillos en ensamble de ECU mediante Python y OpenCV en Raspberry Pi
- Sistema de monitoreo de decibeles para aulas escolares
- Resultados de encuesta del Pbr-SED en el Estado de Guanajuato: Caso Comisión Estatal del Agua
- Evaluando la presencia de las Bases Curriculares en Chile: diseño de una escala de Likert

UTL

Año 9, Número 1, 2021

UTL

LEÓN

ISSN: 2007-7750

Directorio

Jorge Enrique Hernández Meza
Secretario de Educación de Guanajuato
Yoloxóchitl Bustamante Díez
Encargada de Rectoría de la Universidad Tecnológica de León
Ramón Rangel Hernández
Secretario Académico

José de Jesús Mendoza Rivas
Director de Económico Administrativo y Sustentabilidad para el Desarrollo
José Fernando Torres Vallejo
Director de Electromecánica Industrial, Tecnologías de la Información y Comunicaciones
Olga Rebeca Ledesma García
Directora de Desarrollo Académico y Docente
José Jaime Ávila Morales
Subdirector de la Unidad Académica del Sureste

Comité Editorial

Liliana González Arredondo
Directora Editorial
Pedro Andrés Meza Torres
Aseguramiento de calidad
Daniel Israel Rodríguez Gante
Diseño web
María Fernanda Flores Muzquiz
Diseño gráfico y editorial
María de la Luz García Cárdenas
Corrección Editorial
Jessica Sandoval Palomares
Representante de Investigación
Adriana López Barberena
Representante de Área Económico-Administrativo
Ma. Guadalupe Serrano Torres
Representante de Área Económico-Administrativo
Roberto Gutiérrez Guerra
Representante de Área Sustentabilidad para el Desarrollo
Anahí Torres Tinoco
Representante de Área Tecnologías de la Información y Comunicación
J. Guadalupe Santos Gómez
Representante de Área Ingenierías

Carta editorial

En la revista Reaxión comenzamos el noveno año de publicaciones: nos complace reafirmar así nuestra misión de divulgar el conocimiento reflexivo y crítico de la investigación.

Esta vigésima quinta edición está integrada por dos artículos del área de Ingeniería, uno del campo de las Ciencias Sociales y la Economía y uno correspondiente al eje del conocimiento de las Humanidades y Ciencias de la Conducta.

En el ámbito de la inspección óptica necesaria en procesos industriales, los autores de **Detección de tornillos en ensamble de ECU mediante Python y OpenCV en Raspberry Pi** muestran el desarrollo de una alternativa que, además de tener un bajo costo, exhibe un alto nivel de efectividad: un sistema de visión artificial aplicable al proceso de identificar tornillos en la remanufactura de unidades de control electrónico, específicamente en tarjetas que se utilizan en máquinas que apoyan las operaciones en las industrias de la construcción y la minería.

En el mismo eje de conocimiento de la Ingeniería, partiendo del hecho de que un nivel elevado de ruido puede tener consecuencias en la concentración y aprendizaje de las y los estudiantes, los autores y autora del artículo **Sistema de monitoreo de decibeles para aulas escolares**, han desarrollado un procedimiento automatizado que, basado en el internet de las cosas, puede informar a docentes, grupo y dirección, cuando se han sobrepasado los límites; si bien ya existen algunos dispositivos con esta función, el desarrollo muestra varias ventajas.

En cuanto al área de las Ciencias Sociales y la Economía, a partir de que la sociedad exige mayor eficiencia de las instancias gubernamentales, los presupuestos de desempeño por resultados son una de las herramientas que pueden definir la gestión de gobierno. La aplicación de esta metodología implica superar obstáculos y detonar elementos facilitadores, de manera que se consolide

un cambio en la cultura organizacional de las dependencias públicas; así lo muestra el autor de **Resultados de encuesta del PbR-SED en el Estado de Guanajuato: Caso Comisión Estatal del Agua**.

En el eje de las Humanidades y las Ciencias de la Conducta, en el artículo titulado **Evaluando la presencia de las Bases Curriculares en Chile: diseño de una escala de Likert**, la autora realiza primero una argumentación para sostener que la prescripción curricular es necesaria en el sistema educativo, y luego, a manera de prueba piloto, consciente de las implicaciones metodológicas de la técnica elegida, plantea el diseño de una encuesta para identificar qué tanto estos elementos normativos de la educación estarían presentes en el accionar del personal docente y directivo de las escuelas chilenas de educación básica.

En la revista Reaxión expresamos nuestro reconocimiento a los autores y autoras que participaron en la construcción de este número de la revista; así mismo, hacemos patente nuestro agradecimiento a los expertos y expertas que dictaminaron las propuestas que les fueron presentadas durante este cuatrimestre. Ustedes (personas autoras y personas especialistas que realizan los arbitrajes), contribuyen así al desarrollo e innovación científica y tecnológica.

Atentamente

Comité Editorial

Índice

4. Detección de tornillos en ensamble de ECU mediante Python y OpenCV en Raspberry Pi

18. Sistema de monitoreo de decibeles para aulas escolares

33. Resultados de encuesta del Pbr-SED en el Estado de Guanajuato: Caso Comisión Estatal del Agua

55. Evaluando la presencia de las Bases Curriculares en Chile: diseño de una escala de Likert

ISSN: 2007-7750

Detección de tornillos en ensamble de ECU mediante Python y OpenCV en Raspberry Pi

Screw detection on ECU assembly using Python and OpenCV on Raspberry Pi

Alejandro Martínez-Lara, Juan Antonio Rojas-Estrada (*in memoriam*), Rene Sanjuan-Galindo, Miguel Ángel Ochoa-Villegas /
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Nuevo León

Resumen

El ensamble manual de las tarjetas electrónicas (PCB) para unidades de control electrónico (ECU) re-manufacturadas carece de algún control para el conteo de los tornillos instalados, lo cual ha ocasionado que los defectos no sean detectados antes de que el producto final sea enviado al cliente. Este proyecto propone un sistema de inspección óptica para el conteo automatizado del total de tornillos en las tarjetas después de su ensamble, mediante la implementación de un sistema de visión artificial desarrollado en Python, utilizando la librería OpenCV. La ejecución del código se realiza en un dispositivo Raspberry Pi. El sistema implementado logró un porcentaje de reconocimiento de 81 % de tornillos instalados en las tarjetas.

Palabras clave: Ensamble manual, Inspección automatizada, Python, Sistema de visión.

Abstract

The manual assembly of the printed circuit boards (PCB) for the re-manufactured Electronic Control Units (ECU) lacks a control to count the number of screws installed per unit. This has caused defects which are not detected before the final product is shipped to the customer. This project proposes an optical inspection system to automate the count of the total number of installed screws after the board assembly, by implementing a computer vision system developed on Python, using the OpenCV library. The code for this application will be executed by a Raspberry Pi device. This system achieved an 81 % recognition rate of installed screws.

Keywords: Manual assembly, Automated inspection, Python, Vision system.

Introducción

La visión artificial se ha utilizado en muchas aplicaciones. Un caso particular es la inspección y clasificación de características de objetos, especialmente para reemplazar la visión humana, ya que una máquina puede ser más confiable y consistente a lo largo de un día (en un ambiente de manufactura).

Actualmente, la mayoría de los sistemas de inspección óptica se basan en redes neuronales que no sólo requieren de una gran cantidad de imágenes para ser entrenadas, sino que además son de alto costo[1]. Estos sistemas requieren gran poder de procesamiento para alcanzar tiempos de ciclo aceptables, e incluso en aplicaciones que cuentan con computadoras sobrecargadas, los resultados se obtienen de manera lenta y el tiempo de desarrollo es largo.

Con mayor rapidez la tecnología se vuelve más accesible y en el caso del módulo Raspberry Pi, las comunidades de desarrolladores y desarrolladoras del mundo se apoyan para acelerar los tiempos de creación de nuevas aplicaciones, así como para explotar el máximo poder que tiene esta plataforma. Raspberry Pi es una plataforma que presenta muchas ventajas, entre ellas la seguridad (al estar construida sobre un sistema operativo basado en Unix), el bajo costo y el poder moderado que presenta.

La remanufactura de tarjetas electrónicas para Módulos de Control Electrónicos (ECM) es un proceso manual. Inicialmente son desensambladas y reparadas a lo largo de una serie de operaciones. Sin embargo, uno de los procesos más críticos para la operación es el ensamble de las tarjetas electrónicas reparadas, ya que es la última oportunidad para poder detectar defectos en las tarjetas. Las fallas de ensamble y los defectos tienen un impacto en la calidad del producto, así como en la reputación de la marca al generarse reclamos de garantía. Se ha encontrado que existen módulos que el cliente recibe pero que fueron ensamblados incorrectamente, específicamente con tornillos faltantes. Estas unidades, al ser expuestas al calor de motores y vibraciones, presentan fallas funcionales debido a que la integridad y estabilidad de la tarjeta electrónica se encuentra comprometida.

El negocio de remanufactura de Unidades de Control Electrónico (ECU) tiene un volumen de producción considerablemente bajo en comparación con la manufactura de producto nuevo. Estos ECU son remanufacturados por una compañía estadounidense de sector privado operando en México, cuyo giro principal es el reúso de materia prima para proporcionar partes de servicio a maquinaria enfocada en construcción y minería. Es por esto que el tiempo de ejecución del código en una Raspberry Pi es suficiente para la aplicación.

El ensamble de estos módulos es manual y no se cuenta con un sistema de control de ensamble para monitorear diversos pasos críticos como la instalación del número correcto de tornillos o la validación de que los tornillos instalados sean del número de parte correcto. Por esto es necesaria la implementación de un sistema de inspección con visión artificial para el conteo automatizado de tornillos instalados en una unidad una vez realizado el ensamble

de la misma. Las ventajas esperadas son que el sistema autónomo sea de bajo costo, con mantenimiento mínimo y que también sea escalable y adaptable. Al revisar la literatura se encontraron algunas opciones tecnológicas.

Galan *et al*[2] propone un sistema de visión para identificar y clasificar defectos en superficies de carcasas metálicas. Sin embargo, el hardware utilizado para esta aplicación es caro y elaborado. Esto se debe a que la aplicación busca identificar características de tamaños reducidos en tiempos bajos de procesamiento, los cuales no son requerimientos críticos para el propósito del presente trabajo. En dicho trabajo, los autores reportaron el uso de OpenCV, la cual es una librería muy popular y completa para el desarrollo de aplicaciones de visión artificial, pero finalmente fue desarrollada en Ubuntu Linux. El sistema binariza las imágenes, es decir, las convierte a escala de grises y aplica filtros y algoritmos para convertir las imágenes a solo dos tonos: blanco o negro. Los resultados fueron aceptables, con tiempos de procesamiento bajos al utilizar un GPU (Unidad de Procesamiento Gráfico) dedicado en lugar de un CPU (Unidad Central de Procesamiento) y así mantener un error menor al 12 %.

Por otra parte, Jaffery *et al*[3] desarrollaron un sistema para reemplazar las inspecciones realizadas por un operador en vías de ferrocarril para detectar tuercas y tornillos ausentes. En este caso, se utilizó una técnica de reconocimiento de patrones y la DWT (Discrete Wavelet Transform). El sistema de procesamiento no fue significativamente poderoso, sin embargo, sí fue mucho más que un sistema de Raspberry Pi.

Un enfoque más robusto es propuesto por Johan y Prabuwono[4], el cual utiliza una red neuronal artificial para reconocer tornillos y tuercas. Este sistema utilizó MATLAB para procesar las imágenes. Sin embargo, la inspección en línea requiere que los tiempos de cómputo sean rápidos, ya que los objetos a inspeccionar son transportados mediante una banda. Este sistema no sólo inspeccionaba tornillos y tuercas, sino que además los clasificaba. Los autores lograron una tasa de clasificación correcta del 92 %.

Por lo que hace al trabajo de De Ruvo *et. al*[5], ellos desarrollaron una inspección en tiempo real para detección de tornillos con cabeza hexagonal, utilizando un sistema FPGA (Field Programmable Gate Array), el cual se refiere a un circuito integrado que es programado de acuerdo a la aplicación que tendrá en campo, para realizar el procesamiento de las imágenes, además de un algoritmo predictivo.

Así mismo, en la revisión de la literatura técnica sobre este tema, cabe considerar el filtro Canny: un algoritmo desarrollado por John F. Canny en 1986, el cual tiene como objetivo obtener la mejor aproximación de la detección de bordes en una imagen. Este algoritmo es constantemente retomado para mejorar y optimizar. OpenCV, incluso tiene una función predeterminada para la detección de bordes con el método de Canny[6]. La erosión es una operación morfológica que se aplica a imágenes para engrosar los bordes detectados y utiliza un elemento estructural como máscara[7]. Sin embargo, este primer prototipo que se hizo no era capaz de detectar automáticamente las ubicaciones de los tornillos en la imagen, ya que no estaba basado en la detección de patrones, ni se contaba con un set de

entrenamiento. Viendo esta oportunidad, se tomó la decisión de realizar la migración del código al dispositivo Raspberry Pi en el lenguaje Python debido a la mejora en el tiempo de procesamiento en comparación con MATLAB[8] y hacer uso de las capacidades de la librería OpenCV y de la técnica de *template matching*.

Existen ya implementaciones[9] de *template matching* con múltiples patrones de referencia, sin embargo, en general se corren en equipos con grandes capacidades computacionales. En este caso, siendo una aplicación sencilla, se pueden aprovechar las especificaciones de la Raspberry Pi para la implementación de sistemas de bajo costo y que cambian la perspectiva que se tiene actualmente de este tipo de dispositivos, generalmente asociados a proyectos estudiantiles o de aficionados a la electrónica o informática. También se aprovecha el poder del lenguaje de programación Python. El número de usuarios de este lenguaje de programación ha incrementado en los últimos años debido a su flexibilidad y poder en el desarrollo de librerías específicas que son ***open source***[10]. De igual manera, OpenCV ha sido aceptado globalmente como un componente esencial en aplicaciones de desarrollo con visión artificial, no sólo para Python, sino también para otros lenguajes de programación.

La técnica de *template matching* puede hacer operaciones más complejas, adicionales a la detección de objetos en imágenes; también se pueden implementar sistemas de clasificación e incluso generar conjuntos de entrenamiento dinámicos.

Objetivo

Desarrollar un sistema de visión artificial que sea capaz de diferenciar el estado de las tarjetas electrónicas de un ECU de acuerdo al ensamble, sea bueno o malo, con una precisión del 80 % o mayor. Este sistema será basado en Raspberry Pi con un módulo de cámara con resolución de 8 megapixeles.

Materiales y métodos

Sistema para detección de tornillos y software

El sistema propuesto para la detección de tornillos está basado en una Raspberry Pi 3 Modelo B con 1 GB de RAM y un procesador Quad Core 1.2 GHz Broadcom BCM2837 64 bits. El primer prototipo del software se desarrolló en MATLAB. La implementación del código en la Raspberry Pi se hará usando el software *open-source* Python con la librería OpenCV que permitirá contar con un prototipo de bajo costo, respecto a las opciones disponibles en el mercado.

Captura de imágenes

La captura de las imágenes de las PCB se realizó con una Raspberry Pi Camera v2.1, la cual tiene un sensor de 8 megapixeles

con resolución verdadera de 3280 x 2464 y distancia focal de 3.04 mm. En la Figura 1 se observa el hardware utilizado para el desarrollo del proyecto.

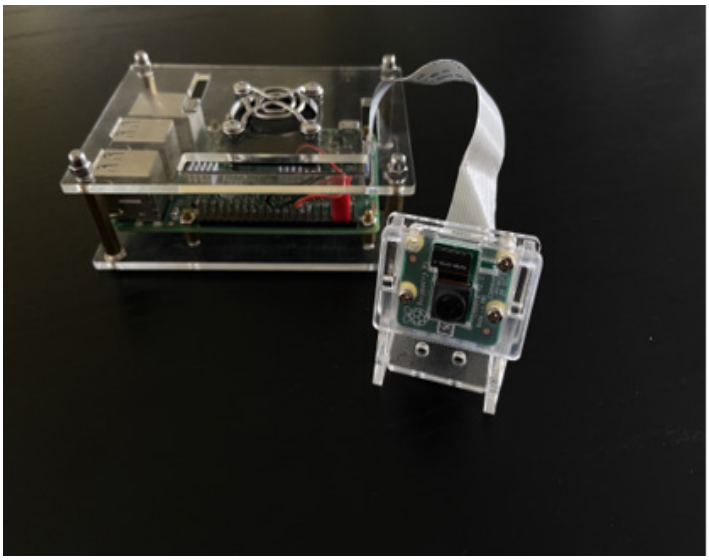


Figura 1. Sistema Raspberry Pi 3 Modelo B y Raspberry Pi Camera v2.1. Fuente: elaboración propia.

Cantidad de muestras

Se tomó una muestra de 10 unidades del proceso con los tornillos instalados. Se capturaron las fotografías con la cámara para ser procesadas por el sistema de Python y las funciones de la librería OpenCV.

Implementación de template matching

La técnica de *template matching* se utiliza para buscar y encontrar incidencias de una imagen patrón o de entrenamiento dentro de otra imagen. En el caso de la implementación de *template matching* en OpenCV, se utiliza un algoritmo de convolución en imágenes representadas como matrices y compara la imagen de referencia proporcionada como argumento de entrada de la función contra la imagen en la que se desea buscar y encontrar la incidencia de la misma. Estos algoritmos de convolución, en esencia, realizan la multiplicación de los elementos de dos matrices y la suma de los resultados, por lo general para modificar el valor de un pixel en la imagen sobre la que se esté operando[11]. La función *matchTemplate()* en OpenCV tiene implementados varios métodos de comparación de imágenes. El método utilizado en esta aplicación es el llamado Método de Coincidencia de Coeficientes de Correlación Normalizados (TM.CCOEFF. NORMED, como se llama en OpenCV).

La representación matemática del método CCOEFF.NORMED está definida por las ecuaciones 1, 2 y 3[11].

$$R_{ccoeff_normed} = \frac{\sum_{x',y'} T'(x',y') \cdot I'(x+x',y+y')}{\sqrt{\sum_{x',y'} T'(x',y')^2 \cdot \sum_{x',y'} I'(x+x',y+y')^2}} \quad (1)$$

$$T'(x',y') = T(x',y') - \frac{\sum_{x'',y''} T(x'',y'')}{w-h} \quad (2)$$

$$I'(x+x',y+y') = I(x+x',y+y') - \frac{\sum_{x'',y''} I(x'',y'')}{w-h} \quad (3)$$

En las ecuaciones anteriores, *I* representa la imagen de entrada en la que se desea encontrar la imagen patrón. La imagen patrón es T, *w* y *h* son el ancho y el alto del tamaño de la imagen respectivamente. R_{ccoeff_normed} representa la imagen que resulta de la operación. El método de correlación normalizado busca hacer coincidir una imagen patrón relativa a su media con una imagen relativa a su media. Esto da como resultado un valor positivo si se encuentra una coincidencia o un valor negativo si no se encuentra una coincidencia y un valor de cero si no existe correlación. Por lo tanto, al ser un método normalizado, los resultados posibles son 1, -1 y 0 respectivamente[11].

A la función *matchTemplate()* se le proporciona además un valor de umbral para diferenciar la coincidencia. Este umbral se utiliza para clasificar si una sección de la imagen es coincidencia o no; tornillo o no. El valor probado fue 0.70, con el que se obtuvieron muchas detecciones de objetos que no son tornillos. Con el valor de 0.80 no se detectan objetos incorrectos, sin embargo, en comparación con el resultado del umbral de 0.75, se detectan menos tornillos en la imagen. Es por esto que se decide utilizar el umbral de 0.75.

Resultados

Generación de set de entrenamiento

El paso inicial fue la generación de un set de entrenamiento para el programa en Python, el lenguaje de programación al que posteriormente se migró el código. Esto consistió en la captura de fotografías tomadas a 4 unidades de ECU de referencia ensambladas correctamente, extrayendo un conjunto de imágenes de cada uno de los 11 tornillos utilizados para el ensamble, formando 44 imágenes de referencia. En la Figura 2 se observa una muestra de los tornillos del set de entrenamiento. Este conjunto de imágenes es el argumento de entrada para la función de código que se encarga de buscar en la imagen de la unidad de prueba la ubicación de los tornillos y que además los identifica visualmente sobre la misma. Se decidió utilizar este conjunto de entrenamiento para mitigar variaciones que ocurran ya sea en la iluminación o en el ángulo en el que se toma la fotografía.

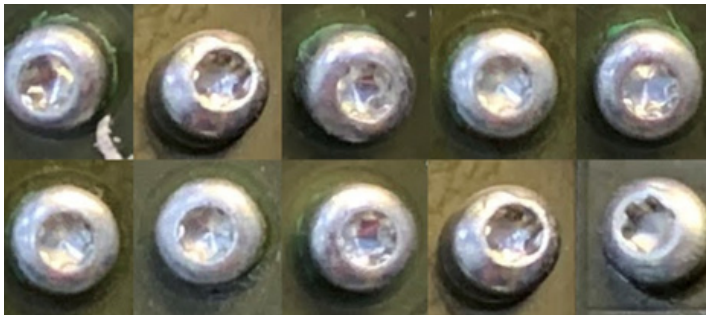


Figura 2. Muestra de 10 tornillos utilizados como imágenes patrón. Fuente: elaboración propia.

A partir del conjunto de entrenamiento de tornillos generado para la aplicación, se realiza una iteración por cada elemento del arreglo que contiene dicho conjunto. Esto es debido a que la función matchTemplate() de OpenCV solo acepta una imagen patrón por ejecución[12]. Esta es la manera en la que

la función se encuentra implementada en OpenCV. Para utilizar múltiples imágenes de entrenamiento se tiene que recurrir a técnicas de programación como la implementación de bucles iterativos. Como segunda parte del código del programa, se itera en otro arreglo que contiene el conjunto de referencia de las perforaciones sin tornillo. De esta manera, se optimiza la detección de los tornillos en la imagen a inspeccionar.

Cada vez que el programa detecta la coincidencia de un tornillo en la fotografía se dibuja un recuadro amarillo alrededor de la coordenada en la que se encontró. Adicionalmente, se presenta un contador y un mensaje para el usuario, en el que se indica si el resultado es de Pasa o Falla.

Se logró inspeccionar visualmente el ensamble de tarjetas electrónicas para detectar tornillos presentes y proporcionar un control para el proceso de ensamble de las mismas. Inicialmente, se buscaba lograr detectar los tornillos ausentes; sin embargo, tras experimentación y variaciones en el proceso (iluminación y posición) se llegó a la conclusión de que es más efectivo inspeccionar los tornillos presentes. En las pruebas realizadas, fue posible controlar la posición, fijando la cámara a un mismo lugar de manera que las fotografías fueran idénticas en posición, sin embargo, la iluminación no fue controlada. En la Figura 3 se observa una de las imágenes de prueba de la tarjeta electrónica ensamblada.

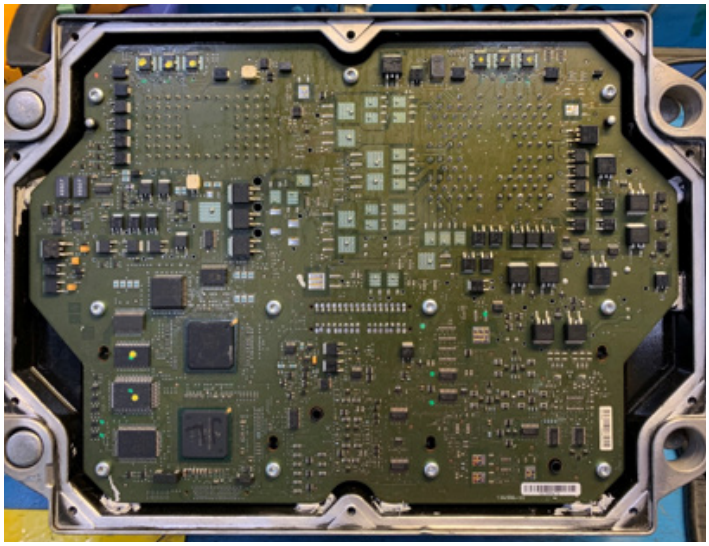


Figura 3. Imagen usada para prueba de algoritmo. Fuente: elaboración propia.

Para comprobar el porcentaje de reconocimiento de la aplicación se utilizó la técnica de validación cruzada conocida como *leave one out*. Las pruebas se realizaron con un conjunto de 10 imágenes de prueba de tarjetas electrónicas (Unidades 1 a 10). En este tipo de validación, se elimina un dato de entrenamiento por iteración (10 iteraciones por prueba). En la Figura 4 se muestra un diagrama de flujo del algoritmo. Este diagrama se generó para proporcionar una idea a alto nivel del funcionamiento del software. Esto se realizó con dos subconjuntos de entrenamiento: uno de 10 tornillos y uno de 20 tornillos. El propósito de estas pruebas fue identificar si existe una diferencia significativa en el porcentaje de reconocimiento del sistema cuando se incrementa la cantidad de imágenes de entrenamiento. También se midieron los tiempos de ejecución, ya que esta técnica requiere un elevado número de iteraciones del código.

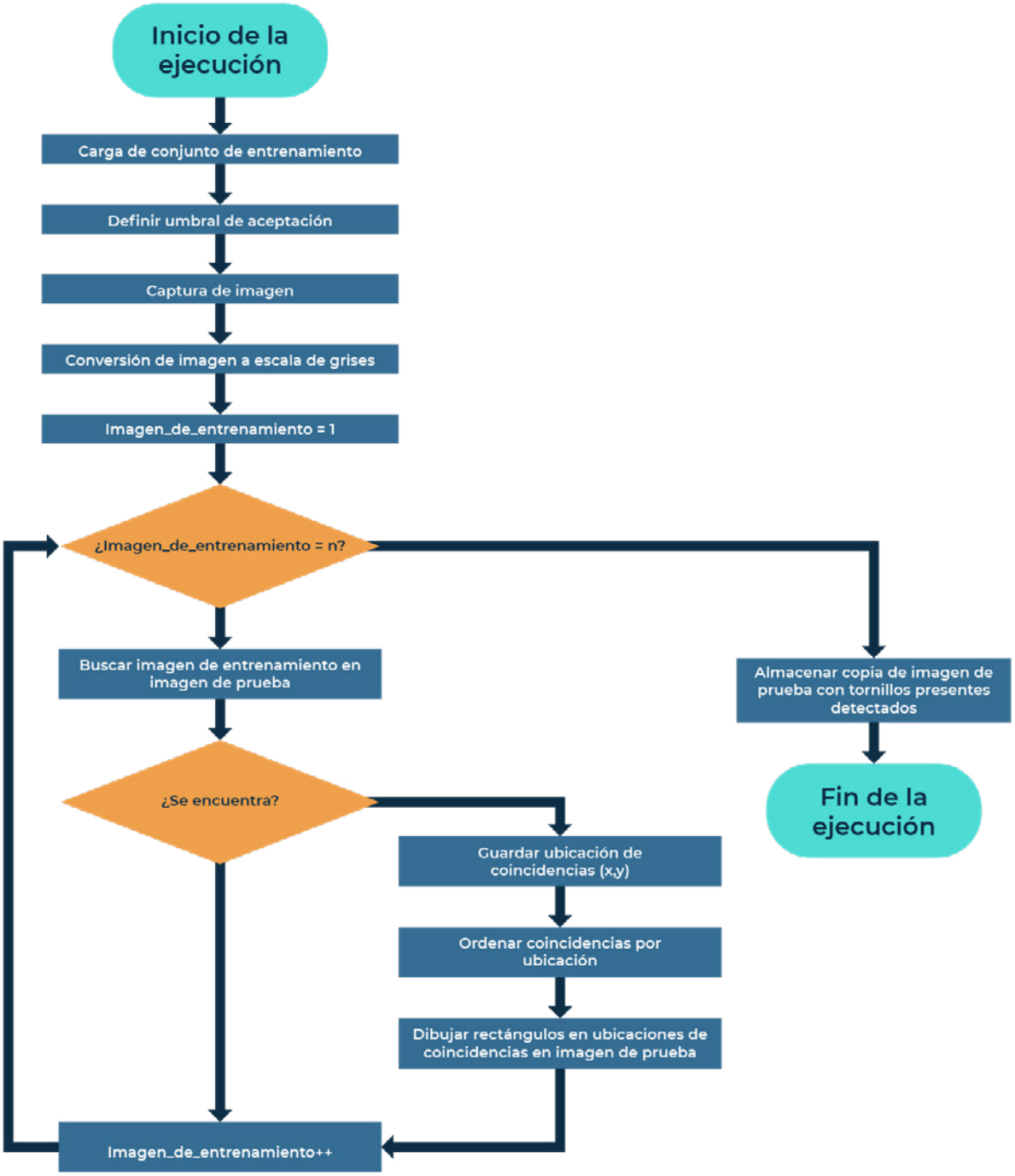


Figura 4. Diagrama de flujo de algoritmo programado en Python. Fuente: elaboración propia

Los resultados obtenidos de la primera prueba se muestran en la Tabla 1. En ella se utilizó el conjunto de entrenamiento de 10 tornillos con las 10 imágenes de prueba de tarjetas electrónicas. Se demuestra que en el mejor de los casos se tiene un porcentaje de detección de tornillos presentes en el ensamble de 100 %, mientras que en la unidad 10, que fue el peor caso, se logró un porcentaje de detección de 63.64 % después de haber eliminado el tornillo 4 del conjunto de entrenamiento. El promedio de detección del sistema con este set de entrenamiento es de 87.18 %.

Tabla 1. Resultados de detección con un conjunto de entrenamiento de 10 tornillos

	Porcentaje de detección										
Tornillo eliminado	**Unidad 1**	**Unidad 2**	**Unidad 3**	**Unidad 4**	**Unidad 5**	**Unidad 6**	**Unidad 7**	**Unidad 8**	**Unidad 9**	**Unidad 10**	**% de detección por tornillo eliminado**
1	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	90.91%	72.73%	90.91%	72.73%	72.73%	72.73%	87.27%
2	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	90.91%	72.73%	90.91%	72.73%	72.73%	72.73%	87.27%
3	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	90.91%	72.73%	90.91%	72.73%	72.73%	72.73%	87.27%
4	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	90.91%	72.73%	90.91%	72.73%	72.73%	63.64%	86.36%
5	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	90.91%	72.73%	90.91%	72.73%	72.73%	72.73%	87.27%
6	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	90.91%	72.73%	90.91%	72.73%	72.73%	72.73%	87.27%
7	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	90.91%	72.73%	90.91%	72.73%	72.73%	72.73%	87.27%
8	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	90.91%	72.73%	90.91%	72.73%	72.73%	72.73%	87.27%
9	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	90.91%	72.73%	90.91%	72.73%	72.73%	72.73%	87.27%
10	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	90.91%	72.73%	90.91%	72.73%	72.73%	72.73%	87.27%
% de detección por unidad	**100.00%**	**100.00%**	**100.00%**	**100.00%**	**90.91%**	**72.73%**	**90.91%**	**72.73%**	**72.73%**	**71.82%**	**87.18%**

En la segunda demostración se tomó el conjunto de entrenamiento de 20 tornillos para las mismas 10 imágenes de prueba. En la Tabla 2 se muestran los resultados de estas iteraciones; mostrando de nuevo un mejor caso de 100 % con las primeras 4 unidades, mientras que el peor caso se vuelve a presentar en la imagen 10 con el tornillo 4, mostrando porcentaje de detección de tornillos presentes de 63.64 %. El porcentaje de detección del sistema con este set de entrenamiento es de 87.23 %.

	Porcentaje de detección										
Tornillo eliminado	Unidad 1	Unidad 2	Unidad 3	Unidad 4	Unidad 5	Unidad 6	Unidad 7	Unidad 8	Unidad 9	Unidad 10	% de detección por tornillo eliminado
1	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	90.91%	72.73%	90.91%	72.73%	72.73%	72.73%	87.27%
2	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	90.91%	72.73%	90.91%	72.73%	72.73%	72.73%	87.27%
3	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	90.91%	72.73%	90.91%	72.73%	72.73%	72.73%	87.27%
4	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	90.91%	72.73%	90.91%	72.73%	72.73%	63.64%	86.36%
5	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	90.91%	72.73%	90.91%	72.73%	72.73%	72.73%	87.27%
6	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	90.91%	72.73%	90.91%	72.73%	72.73%	72.73%	87.27%
7	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	90.91%	72.73%	90.91%	72.73%	72.73%	72.73%	87.27%
8	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	90.91%	72.73%	90.91%	72.73%	72.73%	72.73%	87.27%
9	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	90.91%	72.73%	90.91%	72.73%	72.73%	72.73%	87.27%
10	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	90.91%	72.73%	90.91%	72.73%	72.73%	72.73%	87.27%
11	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	90.91%	72.73%	90.91%	72.73%	72.73%	72.73%	87.27%
12	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	90.91%	72.73%	90.91%	72.73%	72.73%	72.73%	87.27%
13	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	90.91%	72.73%	90.91%	72.73%	72.73%	72.73%	87.27%
14	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	90.91%	72.73%	90.91%	72.73%	72.73%	72.73%	87.27%
15	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	90.91%	72.73%	90.91%	72.73%	72.73%	72.73%	87.27%
16	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	90.91%	72.73%	90.91%	72.73%	72.73%	72.73%	87.27%
17	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	90.91%	72.73%	90.91%	72.73%	72.73%	72.73%	87.27%
18	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	90.91%	72.73%	90.91%	72.73%	72.73%	72.73%	87.27%
19	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	90.91%	72.73%	90.91%	72.73%	72.73%	72.73%	87.27%
20	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	90.91%	72.73%	90.91%	72.73%	72.73%	72.73%	87.27%
% de detección por unidad	**100.00%**	**100.00%**	**100.00%**	**100.00%**	**90.91%**	**72.73%**	**90.91%**	**72.73%**	**72.73%**	**72.27%**	**87.23%**

Tabla 2. Resultados de detección con un conjunto de entrenamiento de 20 tornillos

En las Figuras 5 y 6 se observan el mejor y peor caso, respectivamente, de detección con ambas pruebas.

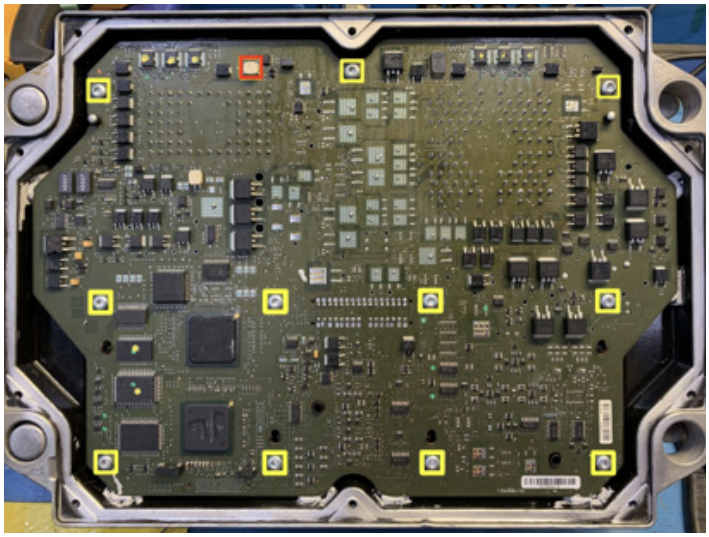


Figura 5. Imagen de la detección lograda con mayor éxito. Se muestran 11 casos positivos verdaderos (en amarillo) y 1 falso positivo (en rojo). Fuente: elaboración propia

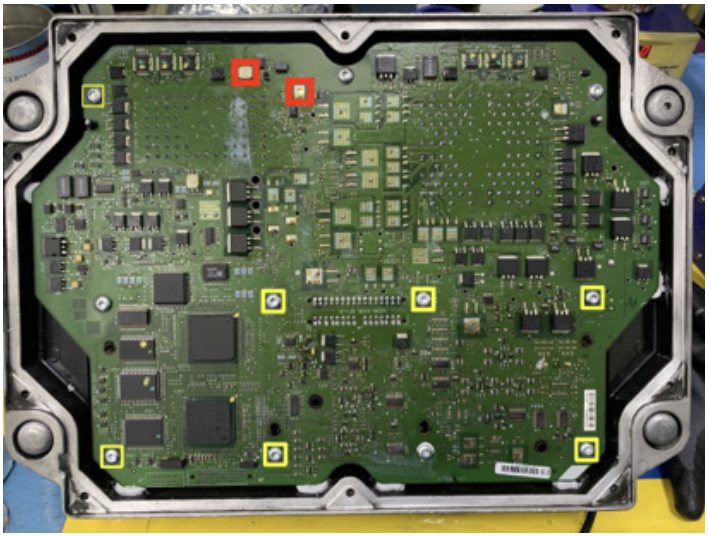


Figura 6. Imagen de la detección lograda con mayor éxito. Se muestran 7 casos positivos verdaderos (en amarillo) y 2 casos de falsos positivos (en rojo). Fuente: elaboración propia.

En cuanto a los tiempos de ejecución, a pesar de no ser un sistema especializado, se logra un tiempo promedio de 8.41 segundos cuando se utiliza el conjunto de referencia de 10 tornillos, mientras que al utilizar el conjunto de 20 tornillos se incrementa a 9.63 segundos. Este tiempo se logra, además, al reducir el tamaño de las imágenes de prueba a 480 x 360 pixeles.

La técnica de *template matching* para detectar varios objetos en un sólo procedimiento incrementa las capacidades de la aplicación, así como los tiempos de procesamiento al realizar el acondicionamiento de la imagen original solamente una vez. La creación de conjuntos de entrenamiento para la aplicación la hace que esta sea más robusta y que la detección de los tornillos presentes sea más confiable y precisa.

Un sistema convencional de redes neuronales para la detección y clasificación de características de objetos[13] tiene un porcentaje de reconocimiento del 98.4 % utilizando un procesador de cuatro núcleos a 2.80 GHz y 16 GB de RAM. Otra aplicación[14] demuestra un porcentaje de reconocimiento de 80 % utilizando un CPU de doble núcleo a una velocidad de 2.27 GHz y 4 GB de RAM, logrando, además, tiempos de ejecución de 18 milisegundos con imágenes de prueba de resolución de 2048 x 2048. Sin embargo, nuestro sistema, a pesar de no contar con condiciones controladas de iluminación, logra un porcentaje de detección de 87.23 % en tiempos de ciclo aceptables para el ambiente en el que se aplicará su funcionamiento. El porcentaje de reconocimiento de la aplicación con Raspberry Pi es bueno en comparación con sistemas implementados en hardware más robusto, considerando que las características de este dispositivo son de bajo costo.

Conclusiones

Se propone un sistema para la inspección automatizada de tornillos presentes en el ensamble de tarjetas electrónicas. La implementación de este sistema en Raspberry Pi le da un giro innovador al dispositivo de bajo costo al utilizarlo en un ambiente industrial. Se aprovecha la flexibilidad de Python en conjunto con la librería OpenCV para el desarrollo del software de inspección.

Comparando la implementación de este sistema con otras aplicaciones similares, se

encuentra que el porcentaje de detección logrado de 87 % se encuentra aceptable, ya que en aplicaciones que hacen uso de hardware especializado y robusto se logran porcentajes menores y mayores.

El ciclo de inspección se logró en un tiempo de ejecución de 60 segundos. Este tiempo de ejecución es suficiente para la aplicación mostrada; sin embargo, este puede reducirse al migrar el sistema a un procesador con mayor velocidad y mayor capacidad de memoria RAM, como podría ser una Raspberry Pi 4 o un ordenador.

Algunas propuestas de mejora para esta implementación son el pre-procesamiento de la imagen con la finalidad de mitigar la iluminación en el área en la que se colocan las unidades, así como la variación de la posición de la cámara. Esto ayudaría a controlar de manera más robusta la detección, no sólo de los tornillos ausentes, sino también de los presentes. De igual manera, el posicionamiento fijo de la cámara ayudaría a que las imágenes sean siempre tomadas en el mismo ángulo y distancia, incrementando aún más la precisión con la que el sistema puede detectar las características buscadas.

Con la implementación de este tipo de aplicaciones en dispositivos Raspberry Pi, se busca promover su desarrollo en sistemas industriales relacionados con remanufactura de tarjetas electrónicas.

Referencias

1. RODRÍGUEZ, Vicente; PINZÓN, Cristian y RANGEL, José Carlos. 3D Mapping System Estimated from 2D for Low-Cost Devices. 2019 *7th International Engineering, Sciences and Technology Conference (IESTEC)*. [En línea]. IEEE, octubre 2019. [Fecha de consulta: 20 de julio de 2020]. Disponible en http://dx.doi.org/10.1109/iestec46403.2019.00124
2. GALAN, Ulises; ORTA, Pedro; KURFESS, Thomas y AHUETT-GARZA, Horacio. Surface defect identification and measurement for metal castings by vision system. [En línea]. *Manufacturing Letters*, enero 2018. Vol. 15, p. 5–8. [Fecha de consulta: 6 de mayo de 2020]. Disponible en http://dx.doi.org/10.1016/j.mfglet.2017.12.001
3. JAFFERY, Zainul Abdin; SHARMA, Deependra y AHMAD, Nadeem. Detection of missing nuts & bolts on rail fishplate. [En línea]. 2017. *International Conference on Multimedia, Signal Processing and Communication Technologies (IMPACT)*. IEEE, noviembre 2017. [Fecha de consulta: 15 de junio de 2020]. Disponible en http://dx.doi.org/10.1109/MSPCT.2017.8363969
4. JOHAN, Teuku Muhammad y PRABUWONO, Anton Satria. Recognition of bolt and nut using artificial neural network. [En línea]. 2011 *International Conference on Pattern Analysis and Intelligence Robotics*. IEEE, junio 2011. [Fecha de consulta: 15 de marzo de 2020]. Disponible en http://dx.doi.org/10.1109/ICPAIR.2011.5976889
5. DE RUVO, G., DE RUVO, P., MARINO, F., MASTRONARDI, G., MAZZEO, P.L. y STELLA, E. A FPGA-Based Architecture for Automatic Hexagonal Bolts Detection in Railway Maintenance. [En línea]. *Seventh International Workshop on Computer Architecture for Machine Perception (CAMP'05)*. IEEE, septiembre 2005. [Fecha de consulta: 14 de febrero de 2020] Disponible en http://dx.doi.org/10.1109/CAMP.2005.4
6. XU, Zhao, BAOJIE, Xu y GUOXIN, Wu. Canny edge detection based on Open CV. [En línea]. 2017. 13th IEEE *International Conference on Electronic Measurement & Instruments (ICEMI)* IEEE, octubre 2017. [Fecha de consulta: 6 de mayo de 2020] Disponible en http://dx.doi.org/10.1109/ICEMI.2017.8265710
7. COOKSEY, Erica y WITHERS, Wm. Douglas. Rapid image binarization with morphological operators. [En línea]. 2008. *15th IEEE International Conference on Image Processing* IEEE, 2008. [Fecha de consulta: 20 agosto 2020]. Disponible en http://dx.doi.org/10.1109/ICIP.2008.4711930
8. MATUSKA, Slavomir; HUDEC, Robert y BENCO, Miroslav. The comparison of CPU time consumption for image processing algorithm in Matlab and OpenCV. [En línea]. 2012. *ELEKTRO* IEEE, mayo 2012 [Fecha de consulta: 15 de julio de 2020]. Disponible en http://dx.doi.org/10.1109/ELEKTRO.2012.6225575
9. THOMAS, Laurent S. V. y GEHRIG, Jochen. Multi-template matching: a versatile tool for object-localization in microscopy images. [En línea]. *BMC Bioinformatics*. Febrero 2020. Vol. 21, no. 1. [Fecha de consulta: 6 de mayo de 2020]. Disponible en https://doi.org/10.1186/s12859-020-3363-7
10. Python. Python Developers Survey 2018 Results. JetBrains. [En línea]. [Fecha de

consulta: 1 de agosto de 2020]. Disponible en https://www.jetbrains.com/research/python-developers-survey-2018/

11. KAEHLER, Adrian y BRADSKI, Gary R. *Learning OpenCV 3: computer vision in C with the OpenCV library*. 3ª ed. EE. UU. O'Reilly Media, 2017. 990 p. ISBN-13: 978-1491937990.
12. OpenCV Open Source Computer Vision. Template Matching. [En línea]. Sin año. [Fecha de consulta: 2 de marzo de 2020]. Disponible en https://docs.opencv.org/master/d4/dc6/tutorial_py_template_matching.html
13. SONG, Limei; LI, Xinyao; YANG, Yangang: ZHU, Xinjun: GUO, Qinghua y YANG, Huaidong. Detection of micro-defects on metal screw surfaces based on deep convolutional neural networks. [En línea]. *Sensors*, vol. 18, no. 11, p. 3709. 31 de octubre de 2018. [Fecha de consulta: 2 de marzo de 2020]. DOI 10.3390/s18113709. Disponible en http://dx.doi.org/10.3390/s18113709
14. ZHONG, Qiusheng, CHEN, Zhong, ZHANG, Xianmin y HU, Guanghua. Feature-based object location of IC pins by using fast run length encoding BLOB analysis. [En línea]. *IEEE Transactions on Components, Packaging and Manufacturing Technology*. Vol. 4, No. 11. Nov. 2014. [Fecha de consulta: 2 de marzo de 2020]. Disponible en https://ieeexplore.ieee.org/document/6894154

Fecha de recepción	Fecha de aceptación	Fecha de publicación
12/11/2020	17/08/2021	30/09/2021

Sistema de monitoreo de decibeles para aulas escolares

Decibel monitoring system for school classrooms

Jesús Arturo Hernández Soberón, Miriam Zulema González Medrano, Raúl Zambrano Rangel y Edgar Ovidio Barrón Ramos /
Universidad Tecnológica del Norte de Coahuila

Resumen

El proyecto consiste en la medición de los niveles de ruido, la información es enviada a través de Internet. Se utiliza el sensor de sonido KY-038 y la tarjeta ESP8266 NodeMCU para comunicación de datos a través de wifi. El objetivo es instalarlo en un aula del plantel educativo, se pretende reducir los efectos psicosociales del ruido, ya que en forma ambiental perturba en la extracción de información y comunicación de mensajes, así como distracción para concentrarse. El sensor toma las mediciones calculando los niveles de intensidad y de esta forma alertar, además de visualizar en la página web o dispositivo móvil la intensidad del ruido ambiental. El sensor cuenta con calibrador que permite ajustar la sensibilidad. La aplicación móvil, así como la página web permite almacenar datos. Los resultados son los esperados: se logró visualizar cuantas veces y cuando el ruido es excesivo o sobrepasa los límites ajustados.

Palabras clave: comunicación, educación, ruido ambiental, tecnología.

Abstract

The project consists of measuring noise levels, the information is sent through the Internet. The KY-038 sound sensor and the ESP8266 NodeMCU card are used for data communication via wifi. The objective is to install it in a classroom of the educational establishment, it is intended to reduce the psychosocial effects of noise, since in an environmental way it disturbs the extraction of information and communication of messages, as well as distraction to concentrate. The sensor takes measurements by calculating the intensity levels and in this way alerts, in addition to displaying on the web page or mobile device, the intensity of the ambient noise. The sensor has a calibrator that allows you to adjust the sensitivity. The mobile application, as well as the website, allows data to be stored. The results are as expected, it was possible to visualize how many times and when the noise is excessive or exceeds the adjusted limits.

Keywords: communication, education, environmental noise, technology.

Introducción

El proyecto se desarrollorá de forma económica; se colocará en un aula del plantel, aunque a futuro (observando su comportamiento y utilidad) se piensa colocar en todas las aulas para llevar también el control de ruido en estas áreas. Al pasar los niveles de ruido programados, se enviará una señal de alerta al sistema de monitoreo; los datos se visualizarán en la página de internet ThingSpeak.

Antecedentes

Según la Organización Mundial de la Salud, el aumento de decibeles permitidos en un aula (35 dB), puede afectar la capacidad de concentración y el aprendizaje de los estudiantes[1].

Por ello surge la idea de crear este sistema, el cual permite medir los niveles de ruido en el aula, estableciendo un límite, al momento de sobrepasarlo se envía una notificación vía wifi. Existen varios sistemas que realizan esta misma función, tales como el "*Benzol*" que es un semáforo con control de ruido, este incorpora indicadores con ledes, permite seleccionar hasta cuatro niveles de ruido y controla según el límite que se establezca. Otro dispositivo es el "*Too noisy pro-app*", que es una aplicación móvil de pago para iOS y Android: tiene una interfaz visualmente atractiva que muestra de manera gráfica el nivel de ruido y contiene una alarma que se activa cuando el sonido sobrepasa los tres segundos. El proyecto que se reseña en el presente artículo está abierto para agregar, de forma diferente y más económica, las cualidades de estos sistemas, además de notificar mediante wifi a un dispositivo móvil o computadora, registrar los resultados en una base de datos en la nube, utilizar el sensor KY-038, que es económico, y una carcasa pequeña para montar los circuitos.

Justificación

Este proyecto se realiza con el fin de monitorear el ruido presente en el aula, haciendo el uso del Internet de las cosas, ya que el dispositivo se mantiene conectado vía Internet para enviar los resultados obtenidos.

El ruido no solo puede producir daños en el sistema auditivo, sino que también algunos problemas como bajo rendimiento en el trabajo o escuela, molestias, cambios en el comportamiento social. En el día a día se pueden encontrar originadores de ruido, como puede ocurrir en las actividades laborales, escolares y sociales.

El exceso de ruido en las aulas escolares tiene grandes consecuencias tanto para alumnos y alumnas como para docentes, entre ellas el agotamiento y el estrés. Se espera que este proyecto sea relevante en el plantel educativo.

Objetivo

Desarrollar un sistema que permita medir y controlar los niveles de ruido en el aula para mejorar la concentración y aprendizaje, estableciendo una mejor comprensión de la comunicación oral en las y los estudiantes,

mediante el sensor KY-038 y la placa ESP8266, enviando los datos para ser registrados en la nube.

Diseño y metodología

Se utilizó el sensor KY-038 para medir el ruido, este dispone de dos salidas diferentes: una digital que indica que el sonido supera cierto umbral, y otra analógica proporcional a la intensidad de la señal registrada en el micrófono. Las características del sensor KY-038 son: alimentación de 5 VDC, salida analógica, salida digital de nivel de umbral, micrófono de alta sensibilidad, indicador luminoso de encendido.

Para la parte de comunicación se utilizó la placa ESP8266 NodeMCU, que es una placa de sistema embebido, ideal para realizar proyectos enfocados al internet de las cosas (control y monitoreo a través de la nube).

Ejecución y control

Se realizaron las pruebas con el sensor y la programación de la placa ESP8266; para comprobar el funcionamiento se utilizó código libre que se encuentra en internet. Se tomó la señal analógica del sensor. El código aplicado es el siguiente:

```
int sensorPin = A0; // select the input pin for the potentiometer
int ledPin = 13; // select the pin for the LED
int sensorValue = 0; // variable to store the value coming from the sensor void setup ()
{
pinMode (ledPin, OUTPUT);
Serial.begin (9600);
}
void loop ()
{
sensorValue = analogRead (sensorPin);
digitalWrite (ledPin, HIGH);
delay (sensorValue);
digitalWrite (ledPin, LOW); delay (sensorValue);
Serial.println (sensorValue, DEC);
}
```

Para la comunicación a internet se realizó lo siguiente:

1. Se creó una cuenta en ThingSpeak

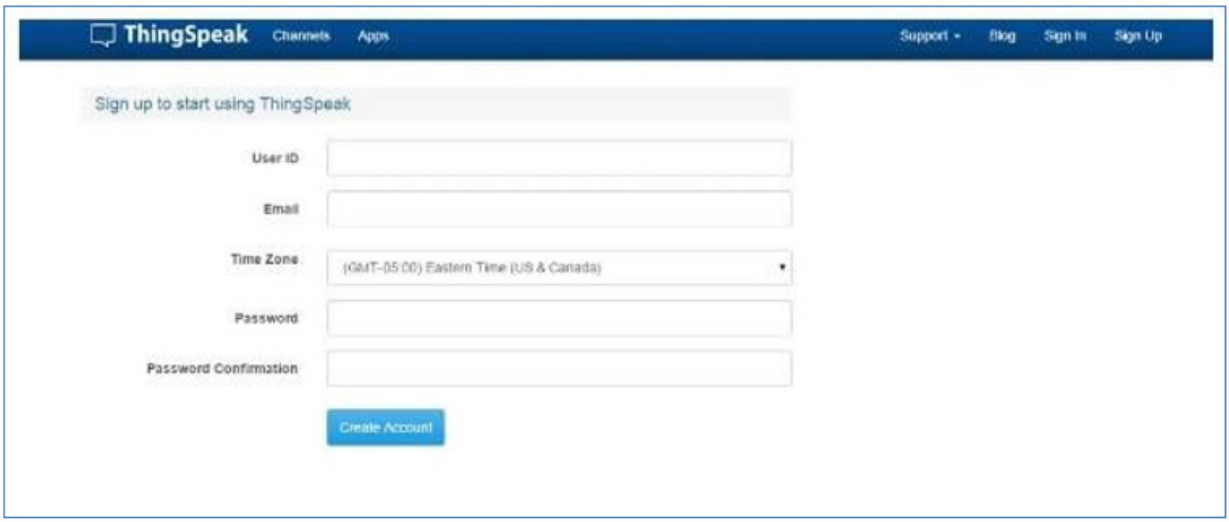


Figura 1. Pantalla para crear usuario. Tomado del tutorial de www.thingSpeak.com[2]

2. Se creó un canal llamado monitor de ruido

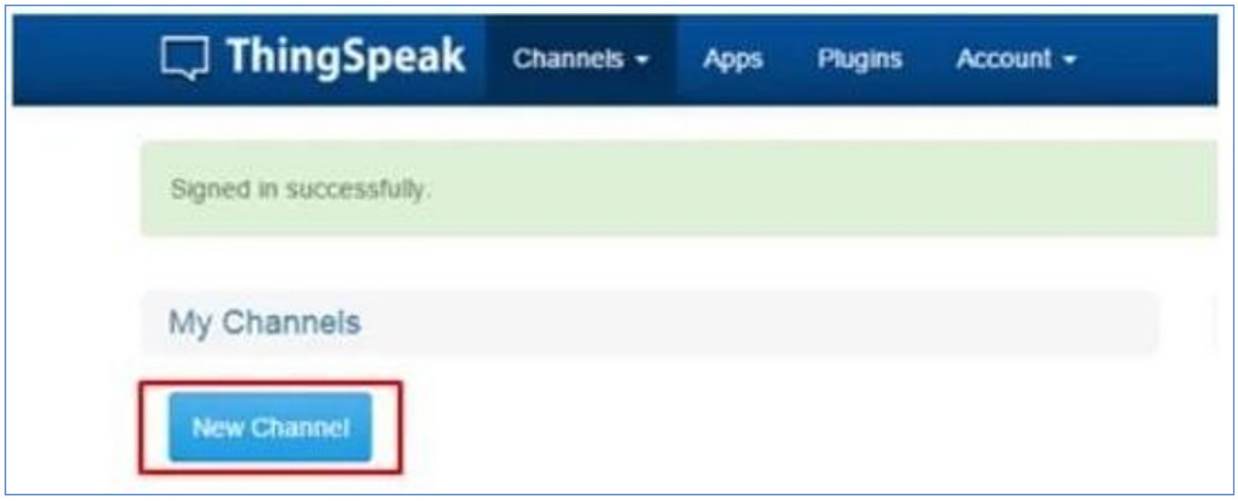


Figura 2. Pantalla para crear canal. Tomado del tutorial de www.thingSpeak.com[2]

3. Se crearon dos campos: Nivel base, Ruido del sensor.

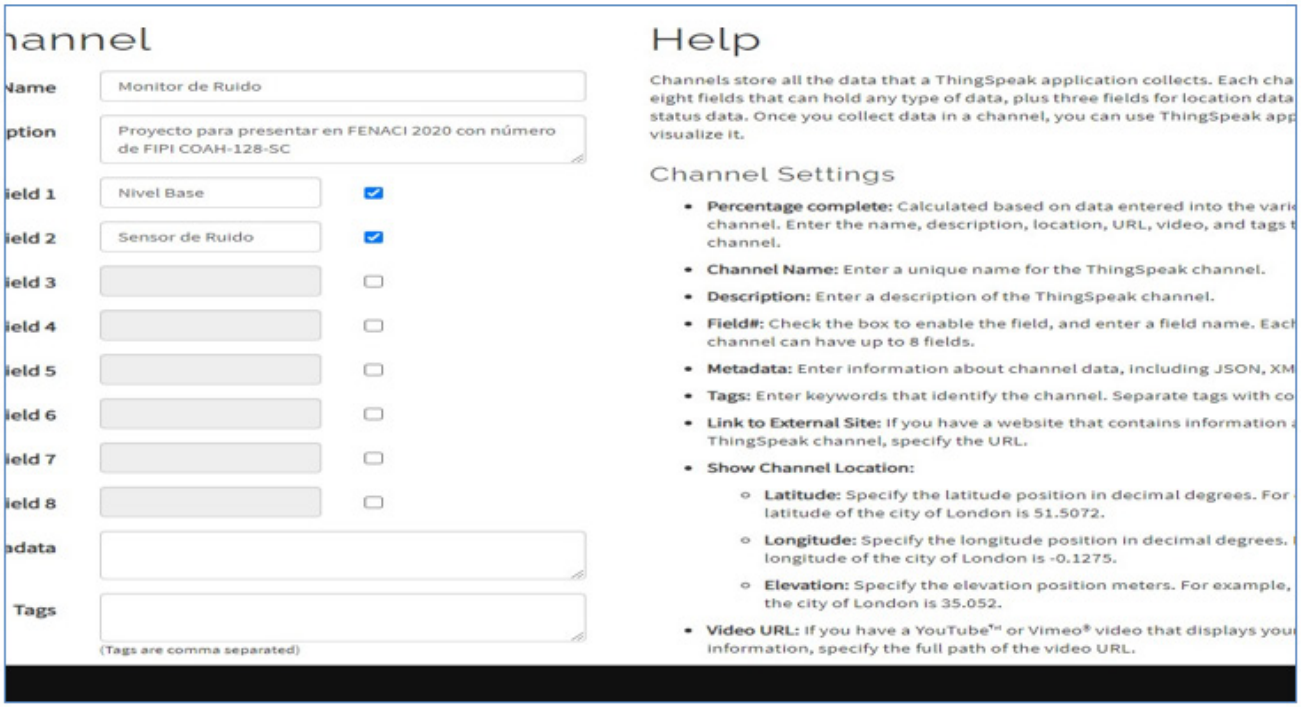


Figura 3. Pantalla para crear campos. Tomado del tutorial de www. thingSpeak.com[2]

4. Se crearon otras dos visuales: una para ver la sensibilidad de ajuste del sensor y otra en forma de led, que es utilizada para cuando esté por encima de la sensibilidad, esto es, se activa ante el exceso de ruido.

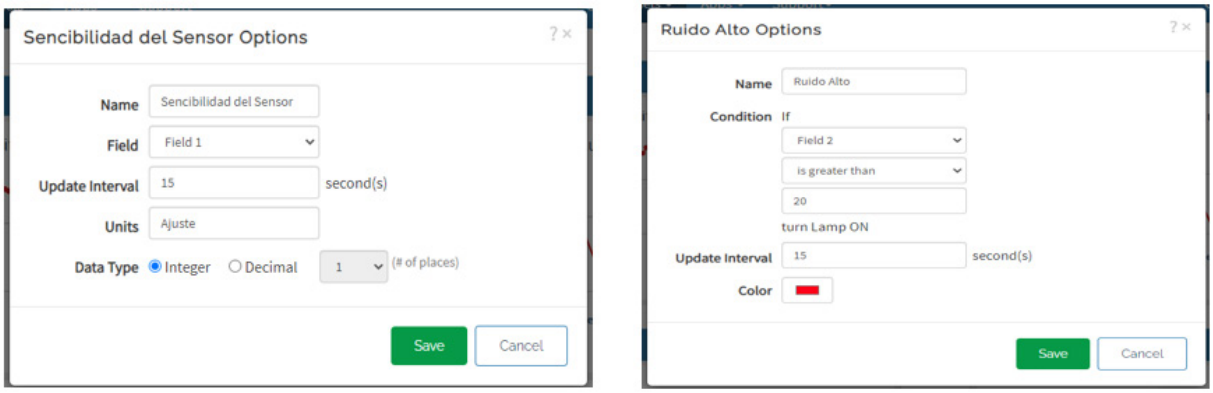


Figura 4. Pantallas para crear visuales. Tomado del tutorial de www. thinSpeak.com[2]

Los datos se pueden monitorear en la página www.thingSpeak.com o desde la aplicación de ThingSpeak[2] para celular. Se coloca el ID del canal y se despliega la información del sensor en tiempo real.

5. Se instaló la librería en el IDE de Arduino para poder programar la placa ESP8266 NodeMCU, así como las librerías necesarias para la comunicación a la página ThingSpeak2 y la conexión por medio de wifi.

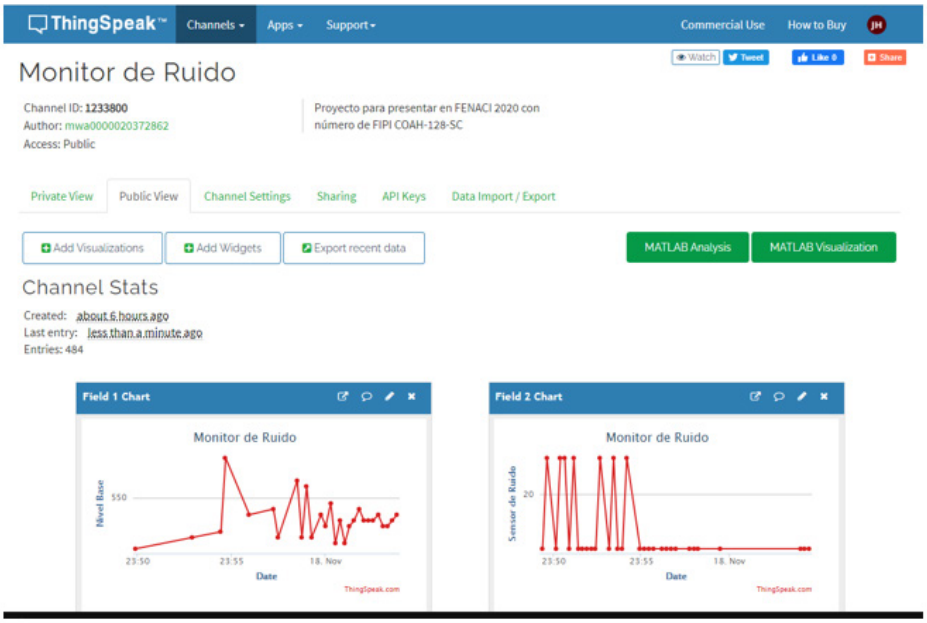


Figura 5. Visualización en tiempo real del sensor. Fuente: elaboración propia

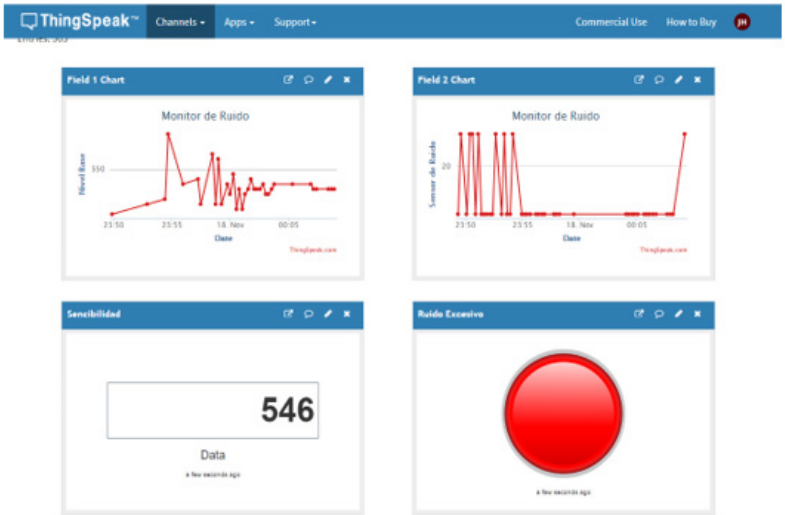


Figura 6. Visualización en tiempo real del sensor. Fuente: elaboración propia

Estrategia de ejecución

Para ejecutar el programa se utilizó un diagrama de conexión del sensor y placa ESP8266 NodeMCU, como se muestra en la figura 7.

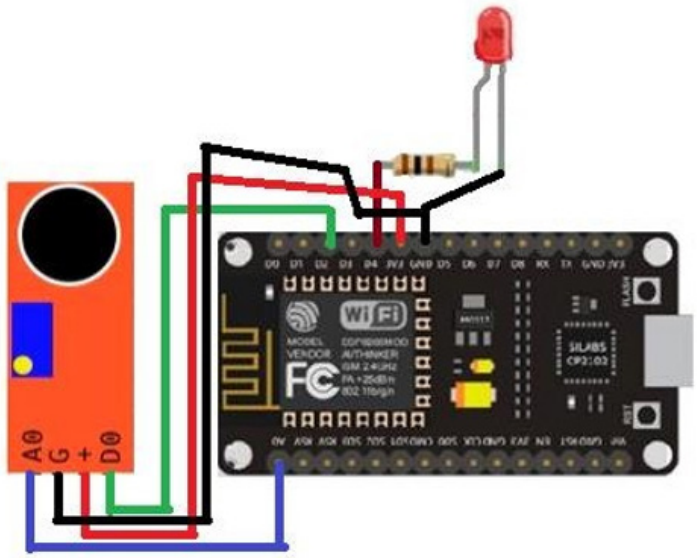


Figura 7. Diagrama de conexión del sensor con la placa ESP8266 NodeMCU. Fuente: elaboración propia

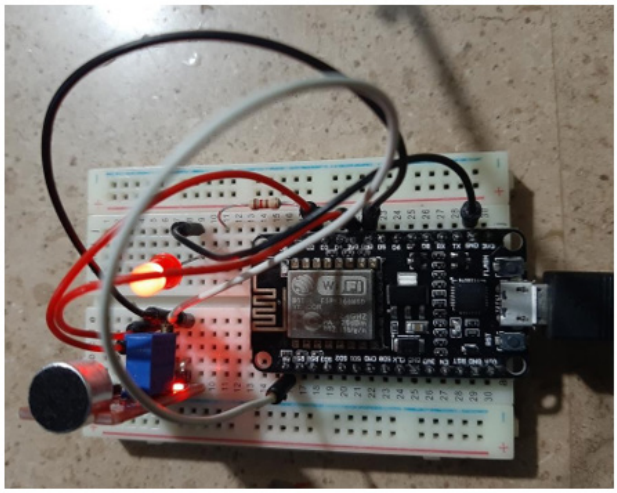


Figura 8. Prototipo en funcionamiento . Fuente: elaboración propia

Se llevaron a cabo las mediciones, los datos fueron mostrados en la aplicación de programación mediante el monitor serial. Después de estos resultados, se procedió a realizar las pruebas de conexión con la página web para el internet de las cosas. Los resultados fueron favorables, cabe mencionar que la página que se utilizó para visualizar los datos en tiempo real, ThingSpeak[2], en la forma gratuita ofrece la lectura de datos cada 15 segundos, por eso en las capturas se ve este margen de tiempo entre los datos capturados por la página. Aun así se puede observar la información y se pueden seguir adaptando otras utilerías.

A continuación se presentan datos tomados de un aula de una clase ordinaria de 30 alumnos de la Universidad Tecnologica del Norte de Coahuila.

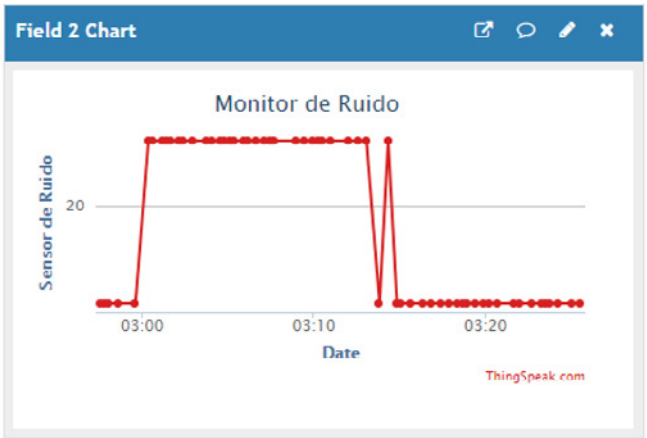
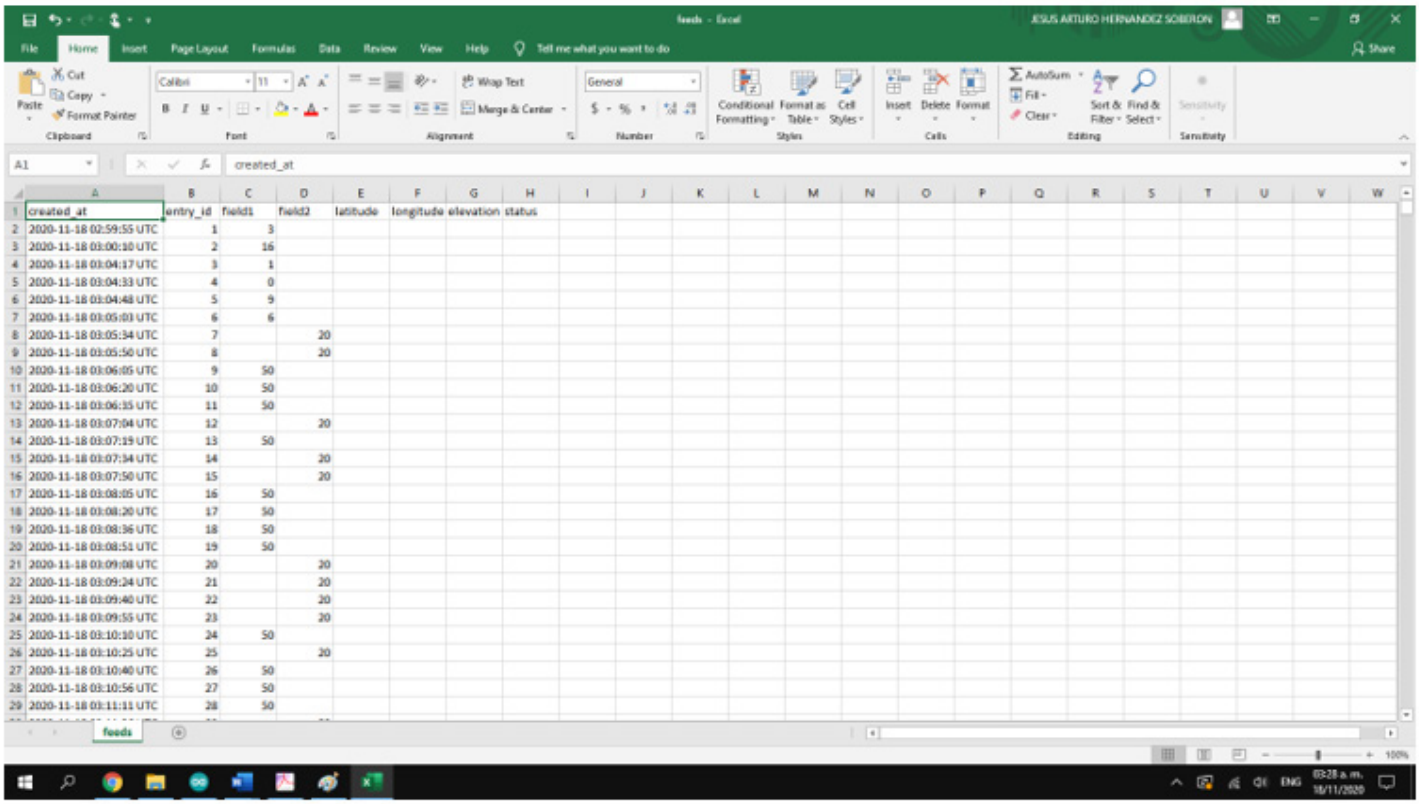


Figura 9. Monitoreo de ruido. Fuente: elaboración propia



created_at	entry_id	field1	field2	latitude	longitude	elevation	status
2020-11-18 02:59:55 UTC	1	3					
2020-11-18 03:00:10 UTC	2	16					
2020-11-18 03:04:17 UTC	3	1					
2020-11-18 03:04:33 UTC	4	0					
2020-11-18 03:04:48 UTC	5	9					
2020-11-18 03:05:03 UTC	6	6					
2020-11-18 03:05:34 UTC	7		20				
2020-11-18 03:05:50 UTC	8		20				
2020-11-18 03:06:05 UTC	9	50					
2020-11-18 03:06:20 UTC	10	50					
2020-11-18 03:06:35 UTC	11	50					
2020-11-18 03:07:04 UTC	12		20				
2020-11-18 03:07:19 UTC	13	50					
2020-11-18 03:07:34 UTC	14		20				
2020-11-18 03:07:50 UTC	15		20				
2020-11-18 03:08:05 UTC	16	50					
2020-11-18 03:08:20 UTC	17	50					
2020-11-18 03:08:36 UTC	18	50					
2020-11-18 03:08:51 UTC	19	50					
2020-11-18 03:09:08 UTC	20		20				
2020-11-18 03:09:24 UTC	21		20				
2020-11-18 03:09:40 UTC	22		20				
2020-11-18 03:09:55 UTC	23		20				
2020-11-18 03:10:10 UTC	24	50					
2020-11-18 03:10:25 UTC	25		20				
2020-11-18 03:10:40 UTC	26	50					
2020-11-18 03:10:56 UTC	27	50					
2020-11-18 03:11:11 UTC	28	50					

Figura 10. Datos de los niveles de ruido capturados, exportados a Excel. Fuente: elaboración propia

El código utilizado para lectura del sensor, conexión al wifi y envió de datos a página ThingSpeak[2] es:

```
int i;
int r;
#include <ESP8266WiFi.h>;
#include <WiFiClient.h>;
 #include <ThingSpeak.h>;
const char* ssid = “INFINITUM400D_2.4”;
const char* password = “xxxxxxxxx”;

WiFiClient client;
unsigned long myChannelNumber = xxxxxxxxx;          //se obtiene de thingspeak const
char* myWriteAPIKey = “xxxxxxxxxxxxxx”; //se obtiene de thingspeak
void setup ()
{
```

```
pinMode(A0, INPUT);
 pinMode(4, INPUT);
pinMode(2, OUTPUT);
Serial.begin(9600);
delay (10);

//conectar a wifi
WiFi.begin(ssid, password);
 ThingSpeak.begin(client);
}
//inicio del programa
void loop ()
{
i = analogRead(A0);
r = digitalRead(4);
if(r==HIGH)
{
digitalWrite(2, HIGH);
ThingSpeak.writeField(myChannelNumber, 2, 30, myWriteAPIKey);
}
else
{
digitalWrite(2, LOW);
ThingSpeak.writeField(myChannelNumber, 2, 5, myWriteAPIKey);
}
delay (10);
ThingSpeak.writeField(myChannelNumber, 1, i, myWriteAPIKey); //sencibilidad delay(100);
}
```

Contribución del proyecto

El agotamiento, el estrés y las patologías de la voz son los problemas que padecen con mayor frecuencia los y las docentes como consecuencia del ruido. De la misma forma, en el alumnado el ruido perjudica su rendimiento escolar, ya que dificulta los procesos de atención y aprendizaje.

Las variables del índice organización del aula son: “El profesor tiene que esperar largo rato a que los alumnos se tranquilicen”[3], y si “hay ruido y desorden en clase”[3]; estas variables son prácticas docentes y conducta estudiantil que contribuyen a la dimensión o constructo de organización del aula y afectan en gran medida el ambiente de enseñanza-aprendizaje[4].

Se ha demostrado que el instrumento de observación y codificación de ruido permite

tener una organización ambiental, y esta influye de manera positiva en el proceso de enseñanza-aprendizaje ya que posibilita el manejo de conducta y productividad, así los estudiantes obtienen mejores resultados en las aulas[5].

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS): "La audición es una facultad muy valiosa. Daños auditivos provocados por el ruido excesivo son irreversibles. La pérdida de audición merma la calidad de vida general de las personas afectadas y aumenta el costo de la atención sanitaria para la sociedad. La pérdida de audición provocada por el ruido es prevenible así que, cuida tu audición."[6] Partiendo de lo anterior, es necesario resaltar que, además de propiciar una organización y comunicación efectiva, el proyecto previene los daños auditivos, los cuales son irreparables, por lo cual aporta de manera importante y significativa a la salud de los actores educativos.[7]

Creatividad e innovación

Aunque existen sistemas parecidos, en el presente proyecto se presenta una forma de construir con componentes que es fácil conseguir. Es creativo e innovador, ya que implementa uno de los avances tecnológicos actuales al integrar el intercambio de datos mediante el internet de las cosas y el almacenamiento de datos en la nube. Muestra datos que son capturados mediante el sensor de ruido en tiempo real.

Resultados

Los resultados son los esperados, ya que se logró visualizar cuántas veces y cuándo el ruido es excesivo o sobrepasa los límites ajustados. Se realizó una revisión en diferentes sitios de internet, en los cuales se encontraron diferentes tipos de medidores de ruido para el aula escolar, para controlar la contaminación acústica.

En las siguientes imágenes se muestran las gráficas obtenidas de las pruebas en las aulas en clase normal.

Considerando un nivel de ruido normal en el aula, se estableció como número máximo 50, esto es, si el sensor sobrepasa este número, significa que sobrepasó el nivel de ruido permitido. Las gráficas se elaboraron en Excel con los datos de prueba obtenidos desde la plataforma ThingSpeak.

En la Figura 11 se muestra la prueba de ruido tomando como nivel 20.

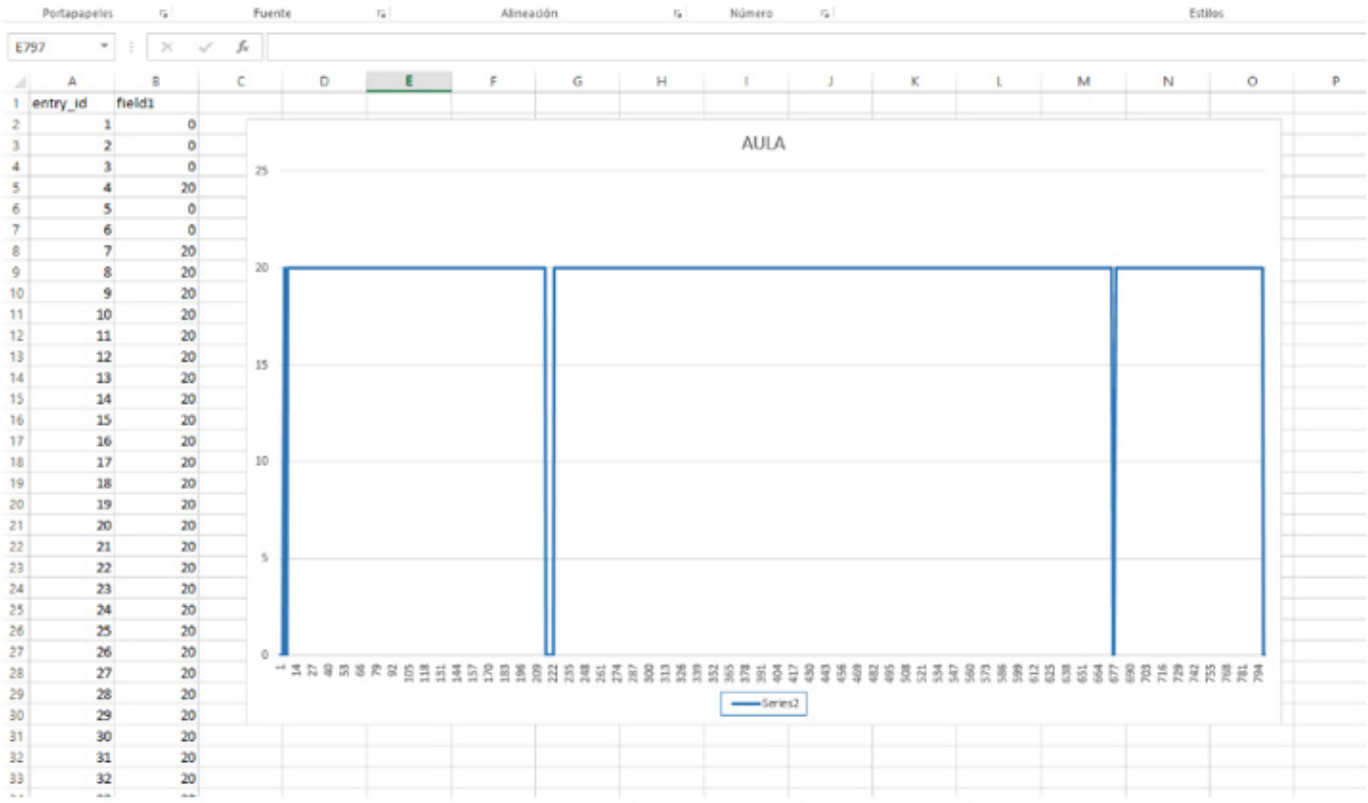


Figura 11. Ruido considerado como normal en el aula, datos exportados desde ThingSpeak a Excel. Fuente: elaboración propia.

El ruido normal sobrepasa este nivel como se muestra en la Figura 12. Por lo que se opta por configurar a un nivel más alto, considerado ruido excesivo.

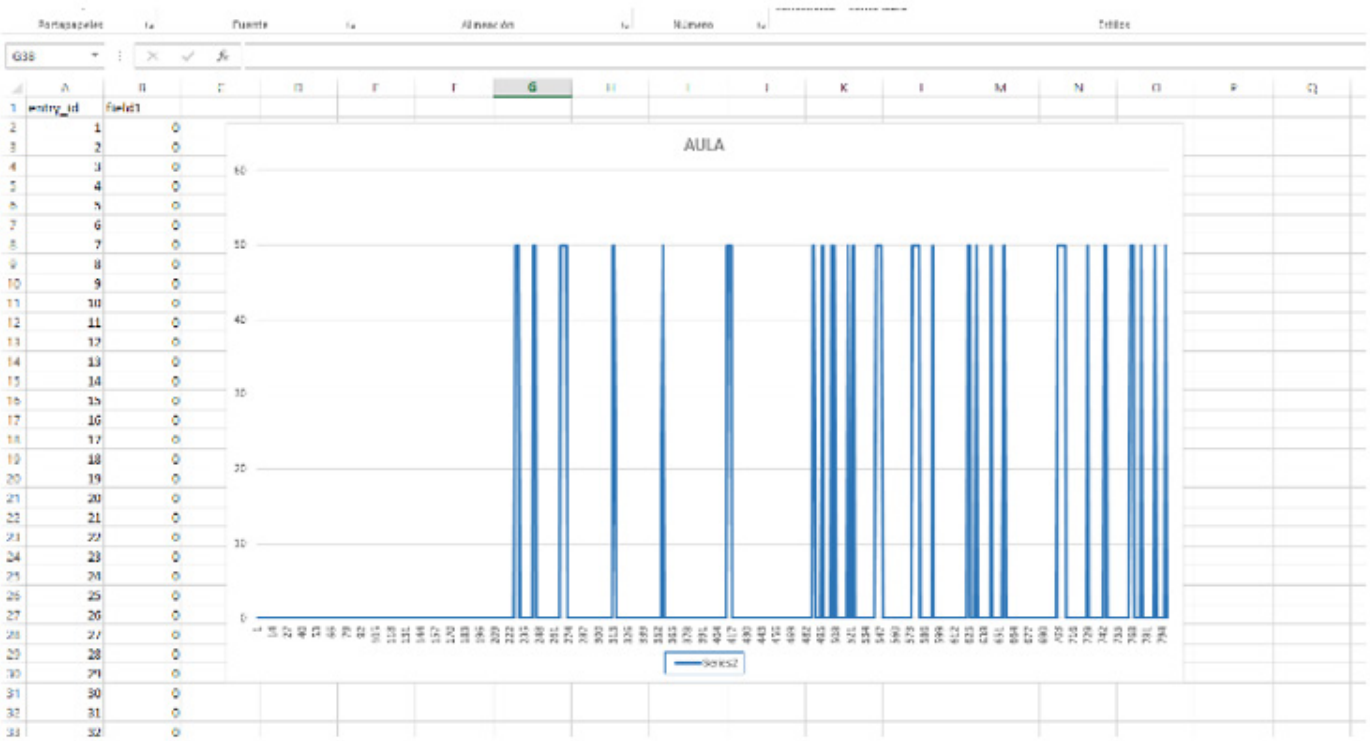


Figura 12. Ruido considerado como excesivo en el aula, datos exportados desde ThingSpeak a Excel. Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 1 se muestra una comparativa de los dispositivos encontrados, especificando las características de cada uno en relación con el que se desarrolló.

Tabla 1. Comparación de sistemas para monitorear el ruido. Fuente: elaboración propia

Tabla comparativa			
Dispositivo	Benzol: Semáforo con control de ruido	Too noisy pro-app	Sistema monitoreador de decibeles para aulas escolares
Características	• Incorpora indicadores led. • Permite seleccionar hasta 4 niveles de ruido. • Controla según el límite que se establezcan.	• Aplicación móvil de pago para Android y iOS. • Interfaz visualmente atractiva Muestra de manera gráfica el nivel de ruido. • Una alarma suena cuando el sonido sobrepasa los 3 segundos.	• Notifica mediante wifi a un dispositivo móvil o computadora. • Se registran los resultados en una base de datos en la nube. • Utiliza un medidor de sonido (sensor) • Diseño compacto utilizando un pequeño microcontrolador.

Conclusiones

Los resultados obtenidos durante la investigación tienen un impacto en el área de la salud, ya que permiten resolver los diferentes efectos adversos reconocidos por la Organización Mundial de la Salud y otros organismos como la Agencia de Protección Ambiental de EEUU[8], los cuales mencionan que provoca efectos como la discapacidad auditiva, dolor y fatiga.

En el ámbito educativo, contribuye en la resolución del problema de bajo rendimiento al momento de trabajar, manteniendo una mejor comunicación oral. En cuanto al área social, permite mantener un mejor orden y comportamiento en los y las estudiantes, mejorando el aprendizaje.

Durante el desarrollo del proyecto se obtuvo conocimiento acerca de los sistemas embebidos, el uso de almacenamiento de datos en la nube, así como el monitoreo de variables mediante sensores.

Referencias

1. LONDOÑO, Camila. Cinco herramientas para monitorear la contaminación acústica en el aula. [En línea]. 2018. [Fecha de consulta: 12 de marzo de 2020]. https://eligeeducar.cl/ideas-para-el-aula/5-herramientas-para-monitorear-la-contaminacion-acustica-en-el-aula/
2. ThingSpeak for IoT Projects. [En línea]. www.thingSpeak.com.
3. TREVIÑO, Ernesto. *Factores asociados al logro cognitivo de los estudiantes de America Latina y el Caribe*. Santiago : UNESCO, 2010. ISBN: 978-956-322-015-5
4. EMMER, Edmund T,y SABORNIE, Edward J. *Handbook of Classroom Management*. New York : Routledge, 2015. ISBN 9780415660334
5. LABORATORIO LATINOAMERICANO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA EDUCACIÓN. *Análisis del clima escolar: ¿Poderoso factor que explica el aprendizaje en América Latina y el Caribe?* [En línea]. 2013. [Fecha de consulta: 27 de abril de 2020]. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000243050
6. OMS. *Escuchar sin riesgos*. [En línea] 2018. [Fecha de consulta: 29 de abril e 2020.] https://www.who.int/pbd/deafness/activities/MLS_Brochure_Spanish_lowres_for_web.pdf.
7. OMS. *Conjunto de herramientas para dispositivos y sistemas de escucha segura*. [En línea]. 2020. [Fecha de consulta: 20 de abril de 2020]. https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/331001/9789240001640-spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y ISBN 978-92-4-000164-0
8. EPA Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos. [En línea]. https://espanol.epa.gov/.

Fecha de recepción	Fecha de aceptación	Fecha de publicación
30/03/2021	30/08/2021	30/09/2021

Resultados de encuesta del PbR-SED en el Estado de Guanajuato: Caso Comisión Estatal del Agua

Performance-based budgeting´s survey results in the State of Guanajuato: Water Public Department´s case study.

Eduardo Pantoja Díaz
Universidad de Guanajuato

Resumen

Los presupuestos por desempeño son parte de la motivación para reformar al gobierno, los cuales utilizan información de desempeño en los programas presupuestarios. En este estudio se parte de la idea de que dichos presupuestos implican cambios culturales y organizacionales en la estructura burocrática. Sin embargo, se sabe poco de los cambios que se han generado a partir de la implementación de estas iniciativas. Este estudio propone una revisión de corte documental y exploratorio para recabar información a fin de conocer los cambios organizacionales que se han generado a partir de la implementación del Presupuesto en base a Resultados [PbR]. Se realizó, por un lado, una revisión exhaustiva de la literatura, y por otro, se aplicó una encuesta en la escala de Likert dirigida a funcionarios públicos que están directa o indirectamente relacionados con el proceso administrativo del presupuesto con el objetivo de localizar los cambios a partir del PbR.

Palabras clave: Presupuesto basado en Resultados, gestión presupuestal, cambios organizacionales, Nueva Gestión Pública.

Abstract

Performance budgeting uses performance information in funding decisions and beyond with the aim of obtaining results as a part of the government reformation. They have a broader background, which among others, implies cultural and organizational changes. However, little is known about the organizational changes that have been generated from the implementation of this model. This study proposes a review of documentary and exploratory type to gather information that allows us to know the ex post status of the organization in order to determine what kind of organizational changes have been generated from the implementation of the Performance-based Budgeting. Following this, We used a review of contemporary and classical literature, on the other hand, an exploratory study through a Likert´s survey targeting public officials who are directly or indirectly related to the administrative process of the budget inside of the organization.

Keywords: Performance budgeting, budgeting management, organizational changes, managerial public administration

Introducción

En México han existido varios intentos por vincular información del desempeño en el ciclo presupuestario, aplicando diferentes herramientas, innovaciones y resultados en la práctica (Arellano y De Haro, 2010[1], Sour y Rosillo, 2007[2]; Arellano, Cabrero y Castillo, 2003[3], Purón, 2010[4]). Considerando que lo anterior tiene lugar en el contexto de la Nueva Gestión Pública [NGP], donde los gobiernos se han involucrado en reformas administrativas a fin de adaptar nuevas técnicas presupuestarias que contribuyan en la elaboración y ejercicio de las políticas públicas (Arellano y De Haro, 2010)[1]. En la teoría se encuentra que dichos esfuerzos han evolucionado de esquemas orientados al gasto a modelos orientados a la búsqueda sistemática de resultados específicos, promoviendo así eficiencia en el uso de los recursos. En México, el modelo Presupuesto basado en Resultados-Sistema de Evaluación del Desempeño (PbR-SED) forma parte de una de las reformas administrativas y presupuestarias más recientes. Representa la búsqueda de reformar al gobierno, que se trata de un cambio organizacional, contable y político (Sour y Rosillo, 2007)[2] que permita dar respuesta ante la crisis de impactos y resultados a la sociedad. El presente estudio propone identificar los resultados de la iniciativa PbR-SED. Identificando aquellos factores que dieron lugar a cambios organizacionales en el gobierno del Estado de Guanajuato en general y en la Comisión Estatal del Agua de Guanajuato [CEAG] en particular.

Para llevar a cabo esta investigación, se partió de hacer una revisión exhaustiva de la teoría organizacional, y los postulados de la Gestión por Resultados para el Desarrollo [GPRD], en cuyo contexto se encuentra el modelo de presupuesto orientado a resultados como un componente de la GPRD, cuyo marco teórico permite identificar las variables del PbR-SED y sus correlaciones con las variables organizacionales. Es decir, las reformas necesarias para la adopción del PbR-SED trajeron consigo cambios organizacionales en la administración pública, tales como: mejora de procesos, rendición de cuentas, transparencia, comunicación, acceso a la información, colaboración interdisciplinaria, colaboración interorganizacional, conocimiento interno y externo de la organización (Purón, 2010)[4], así como inercias institucionales (resistencia al cambio). Se propone una estrategia de recopilación de información a través de una encuesta de preguntas cerradas de cinco puntos en la escala de Likert dirigidas a los funcionarios públicos del Gobierno del Estado de Guanajuato, cuyas áreas esten directa o indirectamente relacionadas con el proceso administrativo del presupuesto. Por otro lado, una encuesta de preguntas abiertas dirigida a las y los funcionarios públicos de la Comisión Estatal del Agua de Guanajuato.

La principal motivación de este estudio es que sirva para comprender los posibles obstáculos y facilitadores por los que atraviesan día a día las y los funcionarios públicos durante la adopción del PbR-SED en sus respectivos contextos organizacionales, en la búsqueda de dar respuestas a las demandas sociales y utilización de los recursos públicos.

Objetivo de la investigación

Este estudio se centra en los resultados, o cambios generados a partir de la implementación de la reforma del PbR-SED. Dado que para la implementación de la iniciativa PbR-SED han sido necesarias una serie de reformas legales y administrativas, cuyos efectos se pretende estudiar para conocer el impacto organizacional del PbR-SED en los entes públicos. Esto con la finalidad de determinar si lo que promete la iniciativa ha obtenido los resultados esperados o, por lo contrario, está quedando en inercias institucionales. El objetivo central es la investigación sirva para lograr un eventual diagnóstico y propuestas alternativas de mejora a nivel organizacional de la iniciativa PbR-SED.

Planteamiento del problema

Una pregunta fundamental de los presupuestos basados en resultados es: ¿por qué queremos reformar a nuestros aparatos gubernamentales y qué objetivos se pretenden alcanzar dadas las condiciones organizacionales, sociales y políticas? En la literatura revisada, la NGP y la GPRD "PbR" nacen como respuesta a la crisis de legitimidad y la búsqueda de eficiencia. Arellano, Cabrero y Castillo (2003)[3] afirman: "Una variable recurrente de este tipo de reformas presupuestarias, centran su principal preocupación en la rendición de cuentas" (p. 267). Sin embargo, se encuentra que existe poca o escasa literatura que hable de los cambios organizacionales generados a partir de la implementación del PbR-SED. El presente estudio tiene como objetivo general identificar las variables de los cambios organizacionales que explican el proceso de adopción del PbR-SED en el Estado de Guanajuato en lo general, y en la CEAG en particular, y con ello contribuir al enriquecimiento de la discusión académica y generación de conocimiento a fin de obtener un diagnóstico que permita identificar los retos que enfrentan las y los funcionarios públicos del Estado de Guanajuato en la implementación del PbR-SED en sus contextos organizacionales, y dar solución a ellos, mediante una propuesta alternativa de mejora.

Propuesta metodológica

La investigación se desarrolla en el sector público, tomando como población al gobierno del Estado de Guanajuato y como muestra a la CEAG. El instrumento de recolección de información es una encuesta de 31 variables, cuyo modelo fue probado mediante regresion líneal para conocer la correlación de las variables, y posteriormente mostrar el resultado de la encuesta. Como se aprecia en la Tabla 1, la variable dependiente es el modelo PbR, con tres subvariables: eficiencia, rendición de cuentas y acceso a la información. Por su parte, la variable independiente serían los cambios organizacionales: mejora de servicios, comunicación, colaboración interorganizacional, colaboración interdisciplinaria, reducción de costos y conocimiento.

Es un diseño de tipo mixto; cualitativo y cuantitativo. En el primero se emplea

los datos de la encuesta, a través de estadística descriptiva para medir cada variable y en el segundo se emplean los datos de la entrevista para asegurar que se describen las características del fenómeno. El alcance es descriptivo, ya que se toma una serie de variables que se miden de forma independiente para describir el objeto de estudio. Se trata de una investigación no experimental, ya que no se alteraron las variables independientes, sino que se observó el fenómeno tal y como se da en su estado natural. Es un tipo de muestra probabilística, cuyo instrumento está orientado a disminuir el sesgo estadístico. La ventaja de la muestra probabilística, es que puede medirse el tamaño del error en las predicciones. El principal objetivo es llevar al mínimo el error estándar. Los sujetos de la investigación son las y los directores (mandos medios) y técnicos (personas funcionarias públicas) que tengan o hayan tenido relación directa o indirecta con la adopción del PbR-SED en sus organizaciones.

Esta investigación aporta conocimiento a las ciencias económico- administrativas a través de los resultados. Con ello se podrá enriquecer la discusión académica de una iniciativa de gestión administrativa, tal como es el PbR-SED, ya que explica los posibles alcances y limitaciones que enfrentan las y los funcionarios públicos en sus contextos organizacionales, en aras de la búsqueda de gobiernos más eficientes y transparentes, que brinden valor agregado a la sociedad.

Tabla 1. Variables. Fuente: Elaboración propia

Variables	Subvariables	Principales actores
(VD) PBR-SED	Eficiencia	Arellano y De Haro, 2010[1]; Purón, 2011[4].
	Rendición de cuentas	Arellano y De Haro 2010[1]; Arellano, Cabrero y Castillo, 2003[3], Purón, 2011[4].
	Acceso a la información	Arellano y De Haro, 2010[1].
(VI) Cambios organizacionales	Mejora de servicios	Pérez-Jácome, 2012[5].
	Comunicación	Sour y Rosillo, 2007[2]; Arellano, Cabrero y Castillo, 2003[3].
	Colaboración interorganizacional	Purón, 2011[4]; Ronco y Lladó, 2001[6].
	Colaboración Interdisciplinaria	Purón, 2011[3], Arellano y De Haro, 2010[1].
	Reducción de costos	Ronco y Lladó, 2001[6].
	Conocimiento	Ronco y Lladó, 2001[6].

En la Figura 1 se muestran las acciones estratégicas, como las reformas institucionales y legales necesarias para la implementación del PbR-SED, y la coordinación de la administración pública federal, los estados y los municipios. Los cambios organizacionales como medios necesarios para lograr el objetivo del PbR-SED: eficiencia, rendición de cuentas y transparencia, a fin de lograr la adaptación e implementación exitosa del PbR-SED.

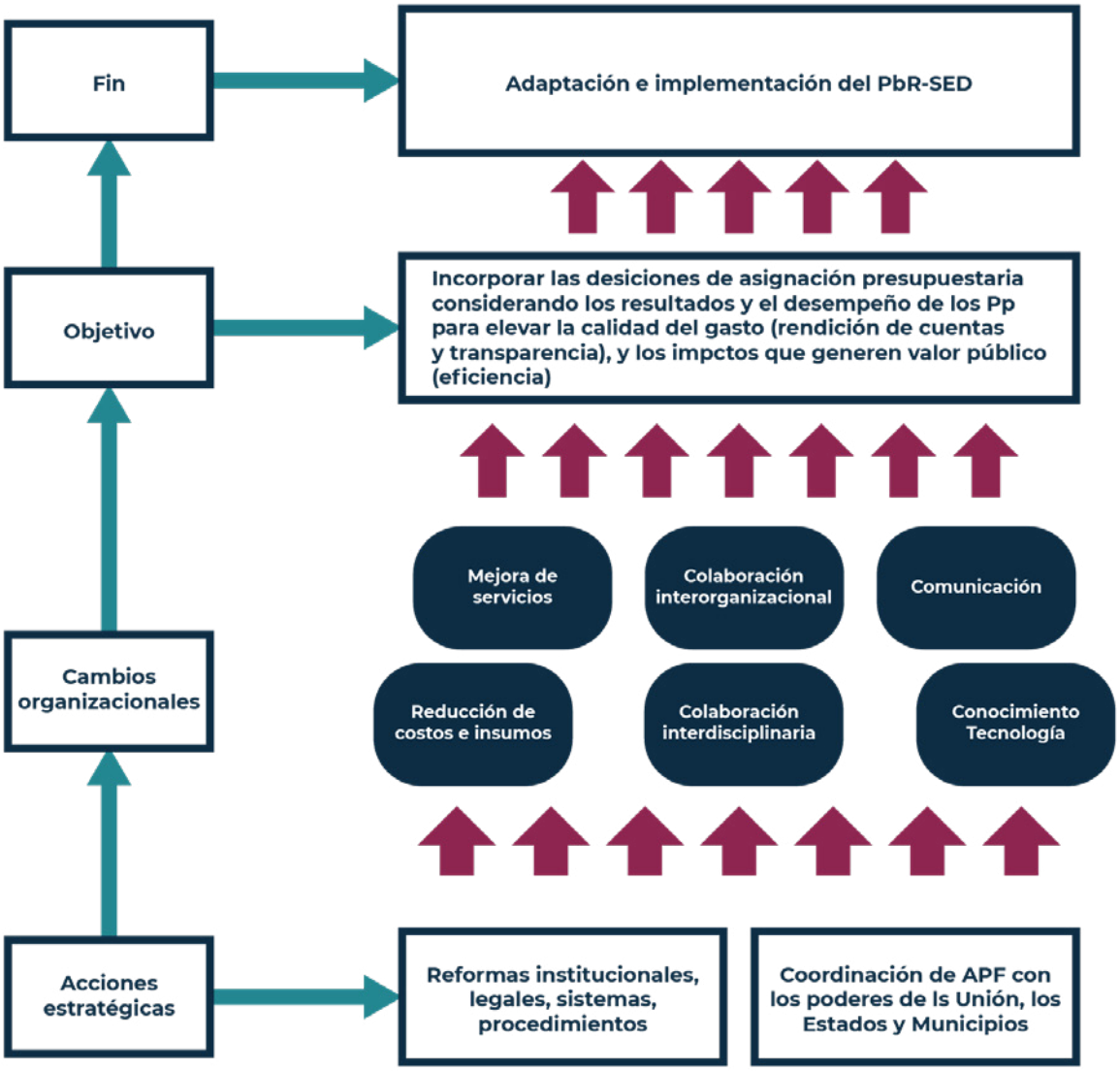


Figura 1. Objetivo, cambios y acciones estrategias para adaptación de PbR-SED.Fuente: Elaboración propia

Análisis de los resultados

Como se aprecia en la Figura 2, se observa que la mayoría (37.17 %) de las personas encuestadas respondió que pertenecen a otro cargo que no corresponde a las áreas de planeación, administración, presupuesto y tecnologías de la información, en su mayoría indicaron que pertenecían a algún área de administración de programas públicos o personal de áreas de evaluación y desempeño. En segundo lugar, 27.88 % aseguró pertenecer a algún área de administración y en tercer lugar (7.81 %) aseguró pertenecer a algún área de planeación, director administrativo (5.20 %), personal de TIC (5.20 %), personal de presupuesto (2.97 %), y al final director de planeación (2.60 %). En promedio, las y los participantes reportaron una experiencia laboral en el gobierno del Estado de Guanajuato de 9.5 años y en su puesto actual de 3.7 años.

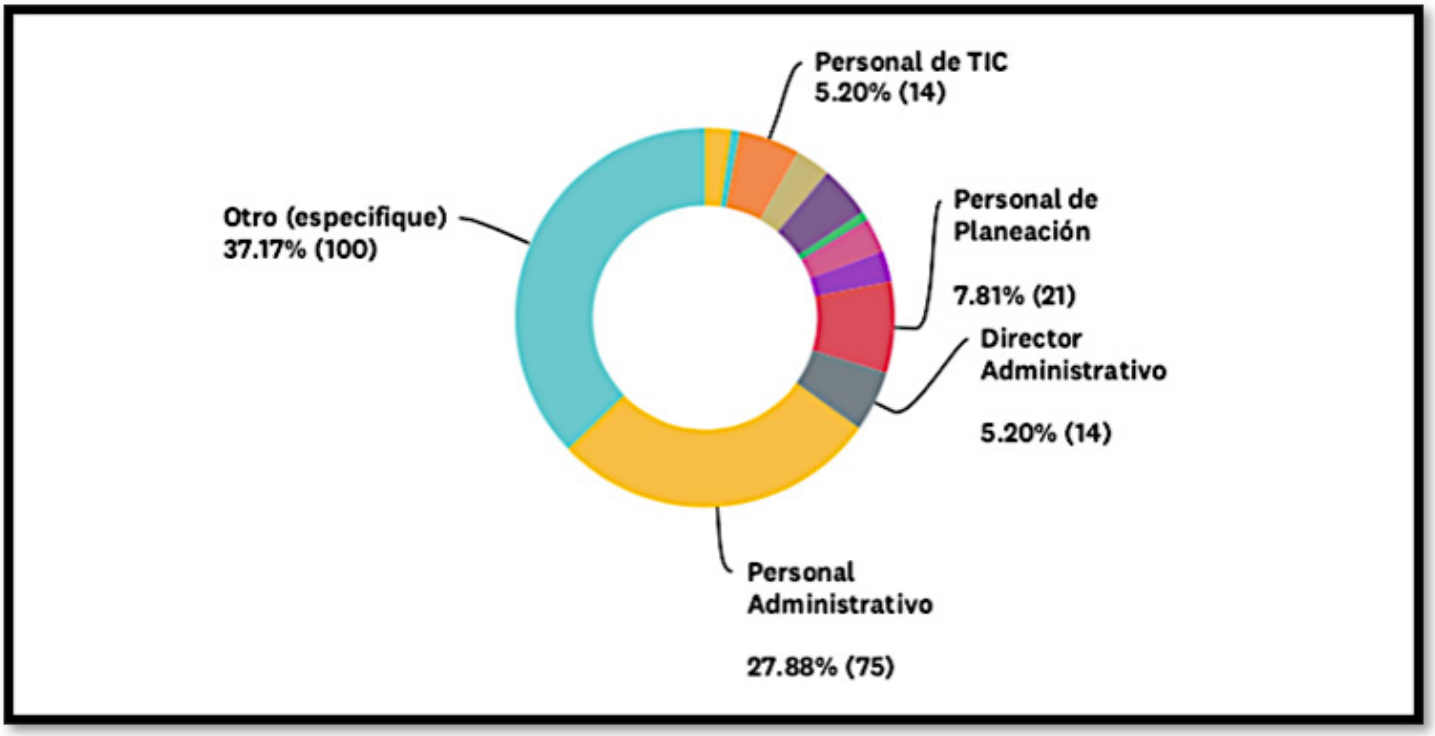


Figura 2. Cargo que desempeña actualmente
Fuente: Elaboración propia, con base en la encuesta "Cambios organizacionales a partir del Presupuesto basado en Resultados y Sistema de Evaluación al Desempeño (PbR-SED)" elaborada mediante *SurveyMonkey*, 2019.

Como se aprecia en la Figura 3, se solicitó a las personas encuestadas que indicaran su último grado de estudios. Como se puede observar en la Figura 3, prácticamente la mitad de las y los encuestados cuentan con alto nivel educativo (46.62 %), ya sea licenciatura o ingeniería; el 43.23 % afirmaron contar con posgrado; solamente el 1.88 % cuenta con doctorado; por otra parte, 1.88 % cuenta con carrera técnica, 3.38 % tiene bachillerato, el 0.38 % terminó la secundaria. Dado lo anterior, se puede observar que el nivel educativo es alto en las y los funcionarios del Estado de Guanajuato a cargo de la implementación del PbR-SED.

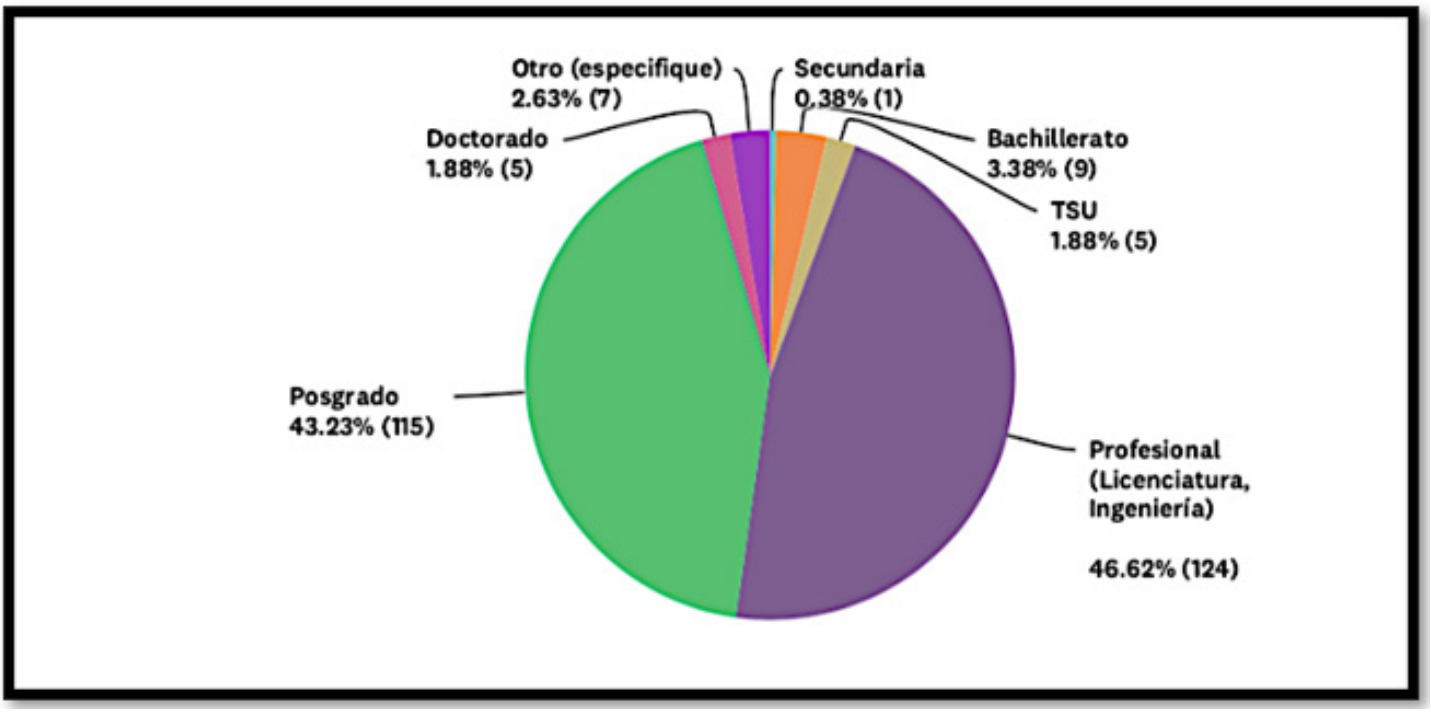


Figura 3. Formación académica
Fuente: Elaboración propia con base a la encuesta "Cambios organizacionales a partir del Presupuesto basado en Resultados y Sistema de Evaluación al Desempeño (PbR-SED)", realizada mediante *SurveyMonkey*, 2019.

Como se aprecia en la Figura 4, las y los encuestados afirmaron que una de las principales áreas involucradas en PbR-SED es la de planeación (62.59 %), seguida del área de presupuesto público (34.44 %), administración de programas presupuestarios (28.52 %), sistemas de información (22.59 %), transparencia y rendición de cuentas (17.78 %), los participantes también expresaron otras áreas (14.07 %), entre ellas se especifico que se trata áreas como evaluación y desempeño, y por último el área de contraloría interna (9.63 %)*.

* En los resultados, las personas encuestadas podían proporcionar dos o más respuestas, por tal motivo dichos resultados no son acumulativos.

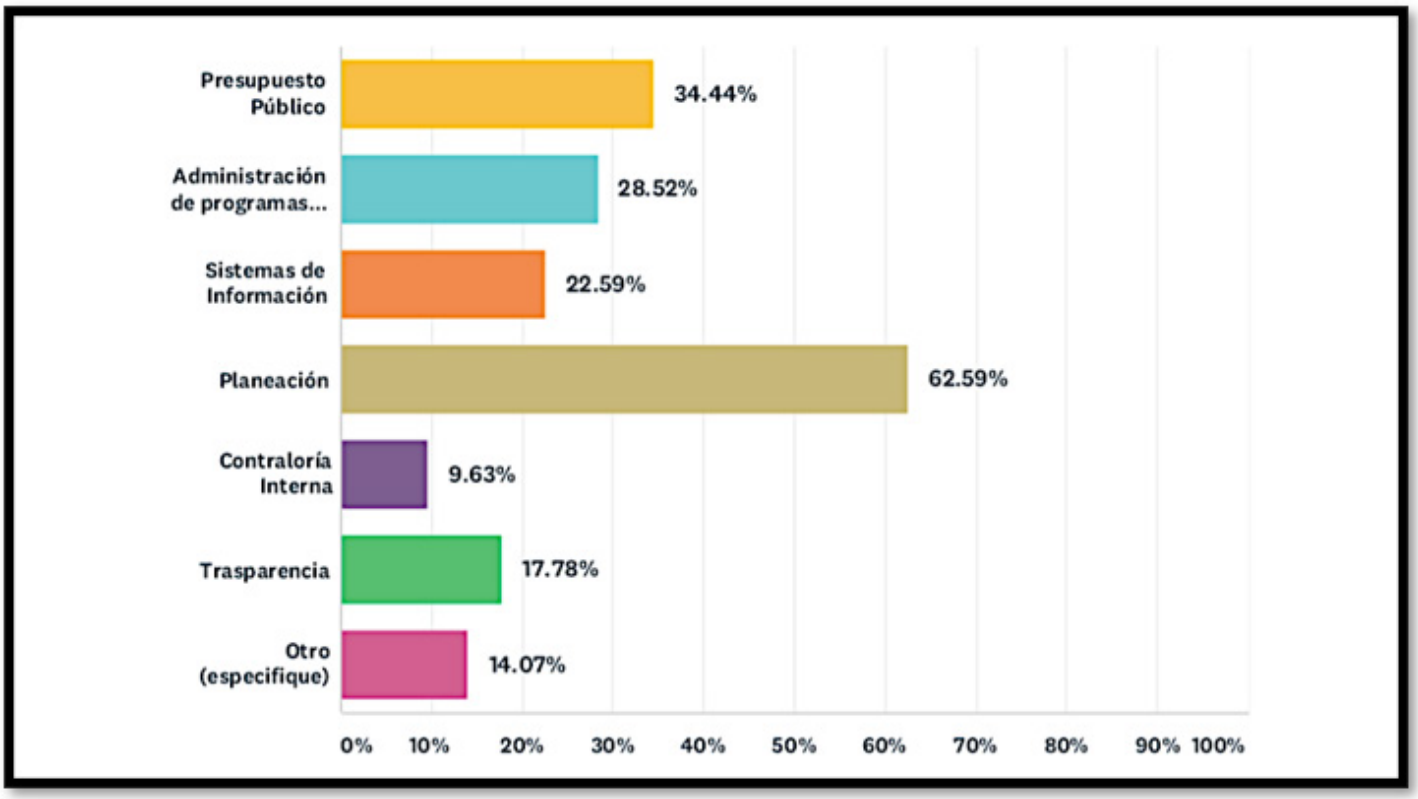


Figura 4. Principales áreas en PbR-SED
Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta "Cambios organizacionales a partir del Presupuesto basado en Resultados y Sistema de Evaluación al Desempeño (PbR-SED), considerando 263 respuestas, elaborada mediante *SurveyMonkey*, 2019.

Como se aprecia en la Tabla 2, los y las participantes identifican que uno de los principales objetivos del PbR-SED es que ayuda a ser más eficiente como organización. Esto es consistente con lo que afirman García y García (2010)7: "El PbR es un componente de la GpR, cuyo modelo contribuye al logro de optimización de los recursos públicos y búsqueda de **eficiencia**" (p. 45). En segundo lugar, las y los participantes coincidieron que otro de los objetivos que persigue el PbR-SED es cumplir con el objetivo de rendición de cuentas del gobierno federal o estatal. Al respecto, Arellano y De Haro (2010)[1] afirman: "Una de las principales preocupaciones respecto a las reformas presupuestarias ha sido el tema de la rendición de cuentas" (p. 267).

Tabla 2. Objetivos del PbR-SED (263 respuestas = 100 %)
Fuente: Elaboración propia con base en el cuestionario "Cambios organizacionales a partir del Presupuesto basado en Resultados y Sistema de Evaluación al Desempeño (PbR-SED)", elaborado mediante *SurveyMonkey*, 2019

Objetivos del PbR-SED		Porcentaje de aceptación
1.	Solucionar una necesidad o un problema específico en el gobierno	18.28%
2.	Desarrollar capacidades administrativas en general	14.18%
3.	Cumplir con el mandato legislativo	5.22%
4.	Cumplir con los requerimientos de la SHCP o Secretaría de Finanzas	13.43%
5.	Cumplir con los requerimientos de información del desempeño del ejecutivo Federal o Estatal	14.55%
6.	Ayudar a ser más eficiente como organización	50.37%
7.	Cumplir con los objetivos de rendición de cuentas del ejecutivo federal o estatal	29.85%
8.	Otro	2.61%
	Total	100%

En la Figura 5 se muestran los resultados de qué tipo de organización supervisó la implementación del PbR-SED, del cual el 88 % opina que fue el gobierno del Estado de Guanajuato. Se puede apreciar un gran interés en la implementación por parte del gobierno estatal; esto se ve reflejado en los datos en materia de implementación a nivel nacional de la SHCP, pues en el año fiscal 2019 el Estado de Guanajuato ocupó el segundo lugar en implementación del PbR-SED con respecto a las 32 entidades federativas (INDETEC, 2019). También aquí se puede apreciar que los encuestados afirman que la supervisión del gobierno Federal es solo del (9.63 %).

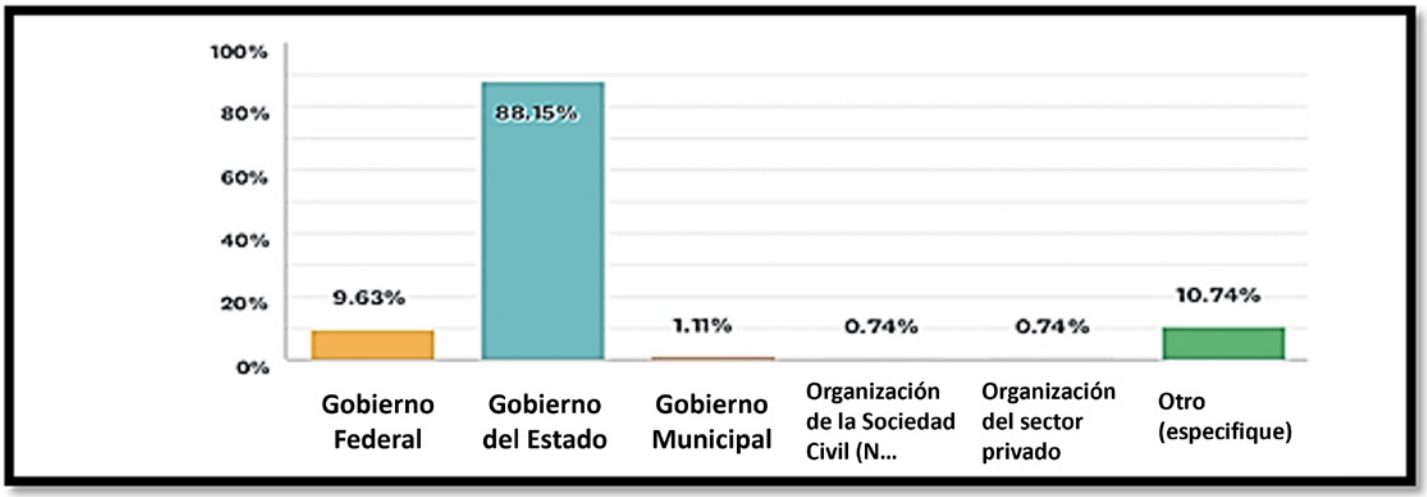


Figura 5. Organización que supervisó la implementación PbR-SED (263 respuestas = 100 %)
Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta "Cambios organizacionales a partir del Presupuesto basado en Resultados y Sistema de Evaluación al Desempeño (PbR-SED), mediante *SurveyMonkey*, 2019.

Resultados para eficiencia

Como se muestra en la Tabla 3, el coeficiente de V15 es estadísticamente significativo al 0.10; por cada punto en la escala de Likert para V15, el efecto es positivo al 52 % en V2, en promedio. Es decir, en el Estado de Guanajuato, el PbR-SED resultó en una mayor alineación entre planeación, programación y presupuestación y también generó ahorros. Así mismo, el PbR-SED dio lugar a una mejor entrega de servicios públicos con orientación a resultados (Pérez, 2012)[5], que a su vez generó ahorros. Lo anterior, de acuerdo al coeficiente V15 que es estadísticamente significativo al 0.01 por cada punto en la escala de Likert para V15, el efecto es positivo al 67 % en V5, en promedio. Entonces, el PbR-SED en general, ha sido un éxito desde la perspectiva que generó ahorros, propició alineación del ciclo presupuestario y mejoró la entrega de servicios. En este sentido, la ciencia de la administración se enfoca en la eficiencia de las organizaciones, es decir, el uso eficaz de los recursos, los procesos, entre otros, a través del proceso administrativo de planear, organizar, dirigir y controlar (Ronco y Lladó, 2001)[6]. Por su parte, Arellano, Cabrero y Castillo (2003)[3] afirman: "Las reformas de prespuestos basado en resultados, tienen una motivación en común: la búsqueda de eficiencia en las organizaciones" (p.44).

Tabla 3. Resultados de Eficiencia[a]. Fuente: Elaboración propia

Tabla. Resultados de eficiencia			Eficiencia						
			¿El PbR-SED resultó en una mejor alineación entre planeación, programación y presupuestación?	¿El PbR-SED resultó en una mejora de operación cotidiana?	¿El PbR-SED dio lugar a una mayor efectividad en las políticas y programas públicos?	¿El PbR-SED mejoró la eficiencia de la organización?	¿El PbR-SED dio lugar a una mejor entrega de servicios públicos con una orientación por resultados?	¿El PbR-SED en general ha sido un éxito?	¿Tu resultado confirma/ rechaza a la literatura? ¿Con cuál(es) autor(es)?
Dimensión		Variables	V1	V2	V3	V4	V5	V6	
Reducción de costos	¿El PbR-SED ¿generó ahorros o reducción de costos?	v15	0.525* 0.094	0.316 0.384	0.038 0.384	(0.068) 0.545	0.671*** (0.000)	0.152** (0.053)	Si (Arellano, et al. 2004; Purón, 2011)
Colaboración interorganizacional	¿El PbR-SED dio lugar a mayor participación de los legisladores?	v16	0.387*** 0.000	(0.417)*** 0.000	0.189*** 0.000	(0.161)* 0.055	(0.033)** 0.038	(0.563) *** 0.000	Si (Ostrom 1974; Ramos, Sosa y Acosta, 2011)
	¿El PbR-SED resultó en una mejor colaboración entre otras secretarias y tu organización?	v18	0.085 0.637	0.012 0.978	0.006 0.801	(0.199)*** 0.013	(0.185)** 0.092	(0.126)** 0.443	
	¿El tamaño de la organización y sus jurisdicciones facilita la adopción exitosa del PbR-SED?	v19	(0.161)*** 0.007	(0.037) 0.679	(0.233)*** 0.000	0.099 0.541	0.013** 0.084	0.044 0.673	
Colaboración interdisciplinaria	¿El PbR-SED dio lugar a relaciones de trabajo más eficientes entre diferentes áreas internas de la organización como planeación, administración de programas y sistemas de información?	v20	0.009 0.936	(0.144) 0.537	(0.009) 0.541	0.330** 0.021	0.100** 0.054	0.158* 0.131	Si (Purón, 2011, Arellano et al. 2004)
Mejora de procesos	¿El nivel de estandarización de procesos y actividades en mi organización han sido clave para la implementación del PbR-SED?	v21	(0.305)*** 0.000	0.330*** 0.000	(0.309)*** 0.000	(0.212)*** 0.000	0.001 0.749	0.443*** 0.000	Si (Drucker, 1964; Crozier, 1983)
	En general, ¿el nivel de estandarización de procesos y actividades en mi organización facilita la adopción del PbR-SED?	v22	(0.597)* 0.120	(0.038) 0.952	(0.004) 0.926	(0.009) 0.968	n.a.	(0.092) 0.679	

Comunicación	¿El PbR-SED resultó en una mejor integración de la información que generó nuevos recursos informáticos entre distintas organizaciones y áreas del gobierno?	v24	0.081 0.284	0.040 0.701	0.240*** 0.001	(0.032) 0.768	0.000 0.992	(0.014) 0.900	Sí (Sour, L. & Rosillo E., 2007; Arellano G. D. y Cabrero M. E. 2005; Arellano G. D., Cabrero E. y Castillo A., 2003)
	¿El nivel de centralización de la organización ha sido clave para la adopción exitosa del PbR-SED?	v25	(0.055) 0.390	0.071 0.332	(0.004) 0.467	(0.184)*** 0.000	0.017*** 0.069	(0.010) 0.766	
Conocimiento	¿El PbR-SED dio lugar a un nuevo sistema de información integral que utilizan distintas organizaciones y áreas del gobierno?	v27	(0.108)* 0.093	0.496*** 0.000	0.118*** 0.001	0.271*** 0.000	0.031** 0.053	0.910*** 0.000	Sí (Ronco E & Lladó E., 2001; Drucker, 1964
	¿El PbR-SED te motivo a prepararte a buscar información sobre temas de otras áreas y organizaciones?	v28	0.033 0.699	(0.214)** 0.038	(0.051) 0.309	0.159* 0.151	0.027* 0.108	(0.075) 0.393	
	En general, ¿las capacidades del personal encargado del PbR-SED en mi organización son apropiadas para su implementación?	v29	(0.112)** 0.025	(0.103)** 0.047	(0.020)* 0.109	0.017 0.702	0.002 0.758	(0.048)* 0.125	
	¿El PbR-SED ayudó a qué personal de otras áreas compartiera el conocimiento?	v30	0.039 0.602	0.035 0.578	0.953*** 0.000	0.027 0.652	(0.006) 0.279	0.019 0.703	
	En general, ¿el PbR-SED ayudó a tener un mejor entendimiento de cómo funcionan las cosas en el gobierno?	v31	0.036 0.635	(0.019) 0.680	(0.017) 0.208	(0.052) 0.348	0.005 0.327	0.011 0.756	
	Constante		4.647	2.751	0.370	4.221	-0.067	0.763	
	R^2 ajustada		0.0441	0.2362	0.9431	0.0725	0.9907	0.65	
	Raíz del error cuadrático medio (RECM)		0.84305	0.76109	0.18799	0.791	0.08789	0.54866	

[a] En la tabla, lo símbolos significan lo siguiente: *0.10; es decir, al 90 % de significancia. **0.05; es decir; al 95 % de significancia. *** 0.01; es decir, al 99 % de significancia. El color amarillo representa el coeficiente que es estadísticamente significativo. Es decir, aquellas variables cuya correlación contribuyen a explicar el modelo. El color verde indica cuando es mayor el valor a 1 de R^2 para determinar qué tan bien se ajusta el modelo a los datos.

Por su parte, el coeficiente de V16 es estadísticamente significativo 0.01 por cada punto en la escala de Likert para V16, el efecto es positivo al 38 % en V2, en promedio. Es decir, una mayor participación de las y los legisladores propicia mayor alineación entre planeación, programación y presupuestación. Al mismo tiempo, mayor participación de las y los legisladores resulta en una mayor efectividad de las políticas y los programas públicos (V16, la recta es positiva al 18 % en V3). Sin embargo, mayor participación de las y los legisladores no necesariamente resulta en una mejora de la operación cotidiana (V16, la recta es negativa al 41 % en V2). Así mismo, mayor participación de las y los legisladores no mejoró la eficiencia de la organización (V16, la recta es negativa al 16 % en V4). Sin embargo, mayor participación de las y los legisladores propició una mejor entrega de servicios públicos con orientación a resultados (V16, la recta es negativa al 3% en V5). También se observa mayor participación de las y los legisladores, esto indica que el PbR-SED ha sido un éxito en general en el Estado de Guanajuato (V16, la recta es negativa al 56 % en V6). Aquí, los resultados del instrumento no alcanzan a definir un resultado concluyente, por lo que se sugiere mayor investigación que ahonde en los factores que influyen en la participación interorganizacional de las agencias externas, como lo es el papel del poder legislativo en la adopción y funcionamiento del PbR-SED en México.

Resultados para rendición de cuentas

Como se muestra en la Tabla 4, para la dimensión Colaboración interorganizacional, el coeficiente de V15 es estadísticamente significativo al 99 % por cada punto en la escala de Likert para V15, el efecto es positivo al 67 % en V9, en promedio. Es decir, en el Estado de Guanajuato, el PbR-SED dio lugar a mayor participación de órganos de control internos y auditoria, lo cual también generó ahorros. Con respecto al coeficiente de V7, es estadísticamente significativo al 99 % por cada punto en la escala de Likert para V15. Sin embargo, el efecto es negativo al 48 % en V7, en promedio, es decir, mayor rendición de cuentas de desempeño no ha propiciado mayor participación de las y los legisladores. Esto coincide con las aseveraciones de que el quehacer legislativo suele desvincularse de los factores organizacionales del aparato gubernamental (Arellano, Cabrero y Castillo, 2003)[3]. Lo mismo ocurre en el coeficiente V16, siendo estadísticamente significativo al 99 % por cada punto en la escala de Likert para V16, el efecto es negativo al 20 % en V8, es decir, existe una coincidencia de que en el Estado de Guanajuato el PbR-SED da lugar a mayor participación ciudadana. Sin embargo, esto no propicia mayor participación de las y los legisladores. Y en el mismo sentido, el coeficiente V16, siendo estadísticamente significativo al 95 % por cada punto en la escala de Likert para V16, el efecto es negativo al 3 % en V9. Es decir, el PbR-SED dio mayor lugar a mayor participación de órganos de control interno, pero no necesariamente mayor participación de las y los legisladores.

Tabla 4 Rendición de cuentas[b]. Fuente: Elaboración propia

Tabla. Resultados de rendición de cuentas			Rendición de cuentas			
			¿El PbR-SED dio lugar a una mayor rendición de cuentas de desempeño al interior de las organizaciones?	¿El PbR-SED dio lugar a mayor participación ciudadana?	¿El PbR-SED dio lugar a mayor participación de órganos internos de control y auditoria?	¿Tu resultado confirma/rechaza a la literatura? ¿Con cuál(es) autor(es)?
Dimensión		Variables	V7	V8	V9	
Reducción de costos	¿El PbR-SED generó ahorros o reducción de costos?	v15	(0.465) 0.520	(0.002) 0.994	0.671*** 0.000	Si (Drucker, 1964; Arellano et al. 2004; Cabrero, M., 1997; Ramos, Sosa y Acosta, 2011; Purón, 2011)
Colaboración interorganizacional	¿El PbR-SED dio lugar a mayor participación de los legisladores?	v16	(0.482)*** 0.000	(0.209)** 0.0620	(0.033)** 0.038	Si (Purón, 2011; Crozier, M., 1964; Arellano et al. 2004)
	¿El PbR-SED resultó en una mejor colaboración entre otras secretarias y tu organización?	v18	0.176 0.524	(0.163) 0.459	0.185* 0.092	
	¿El tamaño de la organización y sus jurisdicciones facilita la adopción exitosa del PbR-SED?	v19	0.014 0.896	0.163 0.203	0.013* 0.084	
Colaboración interdisciplinaria	¿El PbR-SED dio lugar a relaciones de trabajo más eficientes entre diferentes áreas internas de la organización como planeación, administración de programas y sistemas de información?	v20	0.042 0.772	0.011 0.957	0.100** 0.054	Si (Purón, 2011, Arellano et al. 2004)
Mejora de procesos	¿El nivel de estandarización de procesos y actividades en mi organización han sido clave para la implementación del PbR-SED?	v21	0.293*** 0.000	(0.111)*** 0.006	0.001 0.749	Si (De la Rosa y Lozano, 2010; Robbins y Coulter, 2010; Barzeley, 1999; Coronilla & Del Castillo, 2003; Pérez-Jácome, 2010)
	En general, ¿el nivel de estandarización de procesos y actividades en mi organización facilita la adopción del PbR-SED?	v22	0.280 0.721	0.132 0.731	n.a.	
Comunicación	¿El PbR-SED resultó en una mejor integración de la información que generó nuevos recursos informáticos entre distintas organizaciones y áreas del gobierno?	v24	(0.153) 0.201	(0.158) 0.253	0.000 0.992	Si (Sour, L. & Rosillo E., 2007; Arellano G. D. y Cabrero M. E. 2005; Arellano G. D., Cabrero E. y Castillo A., 2003)
	¿El nivel de centralización de la organización ha sido clave para la adopción exitosa del PbR-SED?	v25	0.061 0.240	(0.077) 0.245	0.017** 0.069	

Conocimiento	¿El PbR-SED dio lugar a un nuevo sistema de información integral que utilizan distintas organizaciones y áreas del gobierno?	v27	0.240*** 0.005	0.284*** 0.001	0.031** 0.053	Si (Ronco E & Lladó E., 2001; Drucker, 1964)
	¿El PbR-SED te motivo a prepararte a buscar nformación sobre temas de otras áreas y organizaciones?	v28	(0.069) 0.470	0.083 0.529	0.026* 0.108	
	En general, ¿las capacidades del personal encargado del PbR-SED en mi organización son apropiadas para su implementación?	v29	0.027 0.645	0.358*** 0.000	0.002 0.758	
	¿El PbR-SED ayudó a qué personal de otras áreas compartiera el conocimiento?	v30	(0.156)* 0.021	(0.036) 0.619	(0.006) 0.279	
	En general, ¿el PbR-SED ayudó a tener un mejor entendimiento de cómo funcionan las cosas en el gobierno?	v31	(0.012) 0.839	(0.017) 0.707	0.005 0.327	
	Constante	v31	4.922	3.019	-0.067	
	R^2 ajustada	v31	0.0477	0.1636	0.9907	
	Raíz del error cuadrático medio (RECM)	v31	0.91575	0.80091	0.08789	

Por su parte, en la dimensión Colaboración interorganizacional, el coeficiente V18, siendo estadísticamente significativo al 90 % por cada punto en la escala de Likert para V18, el efecto es positivo al 18 % en V9. Es decir, el PbR-SED dio mayor lugar a mayor participación de órganos de control interno y también generó mayor colaboración entre otras secretarías y su organización. En el mismo orden de ideas, el coeficiente V19 es estadísticamente significativo al 90 % por cada punto en la escala de Likert para V19, el efecto es positivo al 18 % en V9. Es decir, en el Estado de Guanajuato, el PbR-SED dio lugar a mayor participación de órganos de control interno, dado que el tamaño de la organización facilita la adopción del PbR-SED. Al respecto, Ronco y Lladó (2001)6 afirman: “Dentro de los elementos organizacionales, la estructura de la organización juega un papel importante para la adopción planificada del cambio” (p. 34).

Por otro lado, el coeficiente V20, siendo estadísticamente significativo al 95 % por cada punto en la escala de Likert para V20, el efecto es positivo al 10 % en V9. Es decir, el PbR-SED dio lugar a relaciones de trabajo más eficientes entre diferentes áreas internas de la organización, lo que propició mayor participación de los órganos internos de control.

Sobre la dimensión Colaboración interdisciplinaria, el coeficiente V21, siendo estadísticamente significativo al 99 % por cada punto en la escala de Likert para V21,

[b] En la tabla, la simbología indica lo siguiente: *0.10; es decir, al 90 % de significancia. **0.05; es decir; al 95 % de significancia. *** 0.01; es decir, al 99% de significancia. El color amarillo representa el coeficiente que es estadísticamente significativo. Es decir, aquellas variables cuya correlación contribuyen a explicar el modelo. El color verde nos indica cuando mayor es el valor a 1 de R^2 para determinar qué tan bien se ajusta el modelo a los datos.

el efecto es positivo al 29 % en V7, es decir, la estandarización de procesos facilita la adopción del PbR-SED y también dio lugar a mayor rendición de cuentas. Sin embargo, la estandarización de los procesos, no necesariamente se tradujo en mayor participación ciudadana: el coeficiente V25, siendo estadísticamente significativo al 95 % por cada punto en la escala de Likert para V25, el efecto es positivo al 1 % en V9. En cuanto a la dimensión Mejora de procesos, el coeficiente V25, siendo estadísticamente significativo al 95 % por cada punto en la escala de Likert para V25, el efecto es positivo al 1 % en V9, es decir, el nivel de centralización de la organización ha sido clave para la adopción del PbR-SED y también genera mayor participación de órganos de control.

Y por último, en la dimensión Conocimiento, el coeficiente V27 es estadísticamente significativo al 95 % por cada punto en la escala de Likert para V27, el efecto es positivo al 24 % en V7, es decir, en el Estado de Guanajuato, el PbR-SED dio lugar a un nuevo sistema de información que también propició mayor rendición de cuentas; a su vez, el PbR-SED dio lugar a un nuevo sistema de información que resultó en mayor participación ciudadana (V27 es estadísticamente significativo al 99 % y la pendiente positiva al 28 % en V8). Por su parte, el nuevo sistema de información propiciado por el PbR-SED reflejó mayor participación de órganos internos de control (V27 es estadísticamente significativo al 95% y la pendiente positiva al 3 % en V9).

Resultados para transparencia

Como muestra, en la Tabla 5. para la dimensión Transparencia y Rendición de Cuentas, el coeficiente de V15 es estadísticamente significativo al 99 % por cada punto en la escala de Likert para V15, el efecto es positivo al 67 % en V14, en promedio. Es decir, en el Estado de Guanajuato el PbR-SED dio lugar a un nuevo sistema de información integral que utilizan distintas organizaciones. Sin embargo, aunque el PbR-SED resultó en un mayor uso de información del desempeño, no necesariamente propició reducción de costos en la organización (V15 estadísticamente significativo al 95 %, la pendiente de la curva es negativa al 7 % en V13).

Con respecto a la dimensión Colaboración interorganizacional, el PbR-SED generó información del desempeño útil para la asignación presupuestaría. Sin embargo, no propició mayor participación de las y los legisladores (V16 estadísticamente significativo al 99 %, la pendiente de la curva es negativa al 15 % en V12). Lo mismo se observa en el coeficiente V16, que es estadísticamente significativo al 99 % por cada punto en la escala de Likert para V16, el efecto es negativo al 22 % en V14, en promedio, es decir, mayor participación de las y los legisladores no generá información del desempeño para la toma de decisiones de los programas públicos. Al respecto Arellano y De Haro (2003)[1] afirman: “Las reformas institucionales y presupuestarias en Reino Unido, Nueva Zelanda y Australia están orientadas a la asociación del congreso con el gobierno. Sin embargo, en México, en las reformas implementadas aún no observa de manera clara “la colaboración” entre el legislativo con la toma de decisiones que toma el ejecutivo” (p.134).

Tabla 5. Tabla de resultados de Transparencia[c]. Fuente: elaboración propia

Tabla. Resultados de transparencia			Transparencia / Acceso a la Información					
			¿El PbR-SED generó información del desempeño útil para la toma de decisiones de los programas públicos?	¿El PbR-SED generó información del desempeño útil para realizar cambios en las políticas públicas?	¿El PbR-SED generó información del desempeño útil para la asignación presupuestaria?	¿El PbR-SED resultó en un mayor uso de la información del desempeño en el proceso presupuestario?	¿El PbR-SED dio lugar a un nuevo sistema de información integral que utilizan distintas organizaciones y áreas del gobierno?	¿Tu resultado confirma/ rechaza a la literatura? ¿Con cuál(es) autor(es)?
Dimensión		Variables	V10	V11	V12	V13	V14	
Reducción de costos	¿El PbR-SED generó ahorros o reducción de costos?	V15	(0.005) 0.984	0.153 0.170	(0.000) 0.950	(0.079) 0.048	0.671*** 0.000	Si (Arellano et al. 2004; Cabrero, M., 997; Purón, 2011)
Colaboración Interorganizacional	¿El PbR-SED dio lugar a mayor participación de los legisladores?	V16	(0.225)*** 0.019	0.233*** 0.020	(0.151)*** 0.009	(0.028) 0.223	(0.033)* 0.038	Si (Purón, 2011; Crozier, M., 1964; Arellano et al. 2004)
	¿El PbR-SED resultó en una mejor colaboración entre otras secretarias y tu organización?	V18	(0.216) 0.349	(0.188) 0.340	(0.122)* 0.162	(0.090)** 0.020	0.185** 0.092	
	¿El tamaño de la organización y sus jurisdicciones facilita la adopción exitosa del PbR-SED?	V19	0.079 0.450	0.385*** 0.000	0.206 0.008	0.026 0.309	0.013* 0.084	
Colaboración Interdisciplinaria	¿El PbR- SED dio lugar a relaciones de trabajo más eficientes entre diferentes áreas internas de la organización como planeación, administración de programas y sistemas de información?	V20	0.212 0.246	(0.078) 0.650	(0.012) 0.294	0.029* 0.159	0.100** 0.054	Si (Purón, 2011, Arellano et al. 2004)
Mejora de procesos	¿El nivel de estandarización de procesos y actividades en mi organización han sido clave para la implementación del PbR-SED?	V21	(0.137)*** 0.000	0.023 0.590	(0.199)*** 0.000	0.029** 0.60	0.000 0.749	Si (De la Rosa y Lozano, 2010; Robbins y Coulter, 2010; Barzeley, 1999; Coronilla & Del Castillo, 2003; Pérez-Jácome, 2010)
	En general, ¿el nivel de estandarización de procesos y actividades en mi organización facilita la adopción del PbR-SED?	V22	(0.130) 0.735	0.175 0.560	0.034 0.658	1.099*** 0.000	n.a.	

[c] *0.10; es decir, al 90 % de significancia. **0.05; es decir; al 95 % de significancia. *** 0.01; es decir, al 99% de significancia. El color amarillo representa el coeficiente que es estadísticamente significativo. Es decir, aquellas variables cuya correlación contribuyen a explicar el modelo. El color verde nos indica cuando mayor es el valor a 1 de R^2 para determinar qué tan bien se ajusta el modelo a los datos.

Comunicación	¿El PbR-SED resultó en una mejor integración de la información que generó nuevos recursos informáticos entre distintas organizaciones y áreas del gobierno?	V24	(0.117) 0.333	(0.315)*** 0.012	0.772*** 0.000	(0.081)** 0.042	0.000 0.992	Sí (Sour, L. & Rosillo E., 2007; Arellano G. D. y Cabrero M. E. 2005; Arellano G. D., Cabrero E. 2003)
	¿El nivel de centralización de la organización ha sido clave para la adopción exitosa del PbR-SED?	V25	(0.090) 0.164	0.009 0.810	0.015 0.457	(0.030) 0.372	0.017** 0.069	
Conocimiento	¿El PbR-SED dio lugar a un nuevo sistema de información integral que utilizan distintas organizaciones y áreas del gobierno?	V27	0.242*** 0.002	0.482*** 0.000	0.343*** 0.000	(0.025) 0.186	0.031** 0.053	Sí (Ronco E & Lladó E., 2001; Drucker, 1964; Purón, 2011)
	¿El PbR-SED te motivo a prepararte a buscar información sobre temas de otras áreas y organizaciones?	V28	0.188* 0.109	(0.065) 0.500	0.071* 0.113	0.031 0.657	0.026* 0.108	
	En general, ¿las capacidades del personal encargado del PbR-SED en mi organización son apropiadas para su implementación?	V29	0.399*** 0.000	(0.058) 0.250	(0.007) 0.541	(0.004) 0.852	0.001 0.758	
	¿El PbR-SED ayudó a qué personal de otras áreas compartiera el conocimiento?	V30	0.010 0.891	0.051 0.360	(0.008) 0.362	(0.029) 0.205	(0.006) 0.279	
	En general, ¿el PbR-SED ayudó a tener un mejor entendimiento de cómo funcionan las cosas en el gobierno?	V31	(0.028) 0.510	0.025 0.55	0.006 0.464	(0.043)** 0.055	0.005 0.327	
	Constante		3.326	0.690	0.214	0.876	-0.067	
	R^2 ajustada		0.2171	0.5159	0.9592	0.9038	0.8789	
	Raíz del error cuadrático medio (RECM)		0.77485	0.70194	0.16031	0.28577	0.8789	

Con respecto a la dimensión Colaboración interdisciplinaria, el coeficiente de V20 es estadísticamente significativo al 90 % por cada punto en la escala de Likert para V20, el efecto es positivo al 15 % en V13, en promedio. Es decir, en el Estado de Guanajuato, el PbR-SED dio lugar a relaciones de trabajo más eficientes entre diferentes áreas de la organización como planeación, administración y sistemas, y esto también resultó en mayor uso de información del desempeño en el proceso presupuestario.

Relacionado con la dimensión Mejora de procesos, el coeficiente de V20 es estadísticamente significativo al 90 % por cada punto en la escala de Likert para V20, el efecto es positivo al 15 % en V13, en promedio. Es decir, en el Estado de Guanajuato, el nivel de estandarización de procesos y actividades han sido clave para la adopción del PbR-SED y resultó en mayor uso de la información del desempeño.

Respecto a la dimensión Comunicación, el coeficiente de V24 es estadísticamente significativo al 99 % por cada punto en la escala de Likert para V24, el efecto es positivo al 77 % en V12, en promedio, es decir, en el Estado de Guanajuato, el PbR-SED resultó en una mejor integración de la información que generó nuevos recursos informáticos entre distintas organizaciones y áreas de gobierno y también resultó en mayor uso de la información del desempeño útil para la asignación presupuestaria. No obstante, la información que generó nuevos recursos informáticos, no necesariamente generó información útil para realizar cambios en las políticas públicas (V24 es estadísticamente significativo al 99 % y con pendiente negativa al 1 % en V11).

Respecto a la dimensión Conocimiento, el coeficiente de V27 es estadísticamente significativo al 99 % por cada punto en la escala de Likert para V27, el efecto es positivo al 77 % en V10, en promedio. Esto significa que en el Estado de Guanajuato el PbR-SED dio lugar a un nuevo sistema de información integral que utilizan distintas organizaciones y áreas del gobierno, y que a su vez generó información del desempeño. Por lo tanto, esta información del desempeño resultó útil para la asignación presupuestaria (V27 es estadísticamente significativo al 99 % y con pendiente positiva al 48 % en V11). De la misma forma, la información del desempeño resultó ser útil para la asignación presupuestaria (V24 es estadísticamente significativo al 99 % y con pendiente negativa al 34 % en V12) y, por último, la información del desempeño dio paso a un sistema de información integral que utilizan distintas organizaciones y áreas del gobierno.

En este mismo sentido, la herramienta de planeación estratégica que es parte del SED y la Matriz del Marco Lógico, que en términos generales es definida como una herramienta de planeación basada en la estructuración y solución de problemas, a su vez permite presentar de forma sistemática la lógica de los objetivos del programa y sus relaciones de causalidad, alineándolos a los objetivos de nivel mayor (INDETEC, 2019)[8].

Conclusiones

A pesar de las modificaciones realizadas recientemente en materia del proceso presupuestario en el Estado de Guanajuato, en particular en la CEAG, todavía se carece de una formación no sistemática de adaptación a nivel organizacional. Es decir, se pudo observar que el PbR-SED ha contribuido en el fortalecimiento de la colaboración interorganizacional y las capacidades técnicas de la CEAG. Sin embargo, las distintas culturas organizacionales en las diferentes áreas influyen en el grado de adaptación del PbR-SED, ya que los resultados permiten observar que existen resistencias por parte de algunos personas funcionarias de la CEAG que aún no logran asimilar los objetivos del PbR-SED, inclusive algunos funcionarios o funcionarias públicos consideran que "el PbR-SED ha sido un modelo impuesto", que ha sobrecargado sus funciones en el proceso administrativo del presupuesto (programación, presupuestación, control y evaluación), a la vez que también deben cumplir con lo establecido en el modelo del presupuesto por programas, que exige una metodología distinta al PbR-SED.

De lo anterior expuesto, también se puede observar que en términos generales el PbR-SED dio pie a una mayor colaboración interdisciplinaria en la conformación del proceso administrativo que requiere compartir más información entre distintas áreas. Por otra parte, se considera que resulta necesario realizar un estudio más profundo sobre las diferencias organizacionales que existen entre unidades y dependencias de la CEAG a fin de estructurar planes estratégicos de adaptación a la iniciativa que tomen en cuenta factores informales y de diferenciación entre sectores, niveles jerárquicos y marcos institucionales.

La variable Rendición de cuentas muestra que el PbR-SED propició mayor transparencia en el acceso a la información en general. Esta idea se robustece a partir de la creación del Instituto de la Acceso a la Transparencia, dado que la información que brindan las dependencias centralizadas y paraestatales, han contribuido con la consulta rápida por parte del público en general, que tan solo con unos "clics" en las ligas de acceso a la información puede obtener acceso de distintos recursos de información relevantes para el público general, y ejemplo de ello es este estudio que se apoyó en gran medida en la información consultada vía acceso a la información pública.

La variable Reducción de costos, aunque en el modelo se observó que hubo opiniones divididas, no se puede concluir que el PbR-SED haya dado pie al logro de ahorros en el uso de los recursos públicos, lo que es evidente es que el PbR-SED por si mismo implementa el ahorro de recursos no tangibles como lo es el tiempo y el conocimiento a través de sus instrumentos de planeación como la Matriz del marco lógico, pero también es preciso mencionar que este beneficio por lo general no se ve reflejado en el corto plazo, sino en el mediano y largo plazo, con la información de desempeño e indicadores cuando estos permitan la consolidación del SED.

Con respecto a la variable Mejora de servicios, se encontró que la mayoría de las y los funcionarios coinciden que el PbR-SED dio pie a una mejora en la prestación de

servicios. Esta variable impacta la Eficiencia, pues la forma de medir la eficiencia de una organización es a través de sus salidas (outputs). En el caso de la CEAG, las salidas son los siguientes programas presupuestarios [Pp´s] (outcomes); 1) Programas de infraestructuras para el abastecimiento de agua rural, 2) Programa de infraestructura de saneamiento de los sistemas en el medio rural, 3) Programa de infraestructura para abastecimiento de agua urbana, 4) Programa de infraestructura para la conducción de aguas residuales en zonas urbanas, 5) Programa de eficiencia técnica y comercial de organismos operadores, 6) Programa de banco de proyectos, 7) Programa de infraestructura hidráulica para localidades suburbanas, 8) Programa de infraestructura de plantas de tratamiento (PTAR´S), 8) Salvaguarda social para la disponibilidad de los servicios, 9) Cultura del agua. Estos Pp´s cuentan con indicadores que dan cuenta de su funcionalidad y desempeño, así como la identificación de áreas de oportunidad que contribuyen a una mejoría de presentación de servicios para la ciudadanía y que son alimentadas a la base del SED para la toma de decisiones.

Las afirmaciones anteriores sugieren existe un consenso entre los autores citados, en exponer que la iniciativa PbR se hará realidad cuando la estructura organizacional esté enfocada a la búsqueda de obtención, consolidación y utilización del SED. En muchos sentidos es un esfuerzo que implica un cambio cultural y organizacional en las burocracias. La segunda idea más expresada por los académicos es que el PbR-SED es crucial para el éxito de la nueva gestión pública y la gestión por resultados. Sin embargo, también se vuelve indispensable, junto con las reformas presupuestarias, liberar a la burocracia de limites normativos, y que la gestión tenga incentivos que promuevan la competencia y la obtención de resultados. De lo contrario, se cae en la tendencia “burocrática”, que opera en condiciones de monopolio, y que para su funcionamiento se gastan infinidad de recursos, y donde más que la búsqueda de una adopción del PbR-SED, corre el riesgo de quedar atrapado entre “inercias institucionales”.

Referencias

1. ARELLANO, David y DE HARO, Antonio. *Más allá de la reinvención del gobierno: fundamentos de la nueva gestión pública y presupuestos por resultados en América Latina*. 1ª Ed. México, 2010. Miguel Ángel Porrúa. ISBN: 9786074013443.
2. SOUR, Laura y ROSILLO, Eunises. *¿Cuáles son los resultados del presupuesto por resultados?* Octubre de 2007. 5-28. Disponible en: http://repositorio-digital.cide.edu/handle/11651/804
3. ARELLANO, David; CABRERO, Enrique y CASTILLO, Arturo. *Reformando al gobierno: una visión organizacional del cambio gubernamental*. (3° ed.) México: Miguel Ángel Porrúa. 2003. 644 p. ISBN: 9688429791.
4. PURÓN Cid, Gabriel. *Resultados del Cuestionario sobre la reforma Presupuesto basado en Sistema de Evaluación al Desempeño* (PbR-SED). 2011, 12-35. Disponible en: https://cide.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1011/57/1/000107249_documento.pdf
5. PÉREZ-Jácome, Dionisio. *Presupuesto basado en Resultados: Origen y Aplicación en México*. [En línea]. Ciudad de México. 2012. [Fecha de consulta: 25 de agosto del 2019]. Disponible en: https://www.academia.edu/28857943/Presupuesto_basado_en_resultados_Origen_y_aplicaci%C3%B3n_en_M%C3%A9xico
6. RONCO, Emilio y LLADÓ, Eduard (ed.) *Aprender a gestionar el cambio*. Barcelona: Paidós Ibérica, 2001. 1a ed. 144 p. ISBN: 9788449308949.
7. GARCIA López, Roberto y GARCÍA Moreno, Mauricio. *La gestión para resultados en el desarrollo: avances y desafíos en América Latina y el Caribe*. [En línea]. 2° ed. Banco Interamericado de Desarrollo. 2010. [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2019]. ISBN: 978-1-59782-128-5. Disponible en: https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/La-gesti%C3%B3n-para-resultados-en-el-desarrollo-Avances-y-desaf%C3%ADos-en-Am%C3%A9rica-Latina-y-el-Caribe.pdf
8. Instituto para el Desarrollo Técnico de las Haciendas Públicas (INDETEC). Fortalecimiento de los ingresos inmobiliarios y catastro. *Revista del HM Hacienda Municipal*. [En línea]. Enero-marzo 2019. [Fecha de consulta: septiembre 2019]. Disponible en: https://www.indetec.gob.mx/visualizar.php?x=/biblioteca/Hacienda_Municipal/Hacienda_Municipal_No_1.pdf

Fecha de recepción	Fecha de aceptación	Fecha de publicación
20/01/2021	18/06/2021	30/09/2021

Evaluando la presencia de las Bases Curriculares en Chile: diseño de una escala de Likert

Evaluating the presence of the Curricular Bases in Chile: design of a Likert scale

Myriam Ivonne Vergara Bravo
Universidad Internacional Iberoamericana

Resumen

En el presente artículo se presenta el diseño de una escala de Likert piloto para evaluar la presencia de las Bases Curriculares para la Enseñanza Básica en Chile en el trabajo de docentes y directivos. En la primera parte se aborda brevemente el modelo neoliberal de educación en Chile y la estructura de las Bases Curriculares para la Educación Básica. Luego, se someten a examen y rechazan dos argumentos en contra de la prescripción curricular que aparecen frecuentemente en la reciente bibliografía, basados, respectivamente, en una crítica al neoliberalismo de mercado y en una apelación a la justicia social. En la segunda parte del artículo, se procede a la construcción de una escala de Likert para indagar la presencia de las Bases Curriculares en la práctica de docentes y directivos, con especial atención a los presupuestos epistemológicos de dicho instrumento estadístico.

Palabras clave: Prescripción curricular, Bases Curriculares, Modelo Neoliberal de Educación, Justicia Social, Escalas de Likert..

Abstract

This article argues in favor of the need for the prescription of contents by the national curriculum and a tentative Likert scale is proposed to investigate the presence of Curricular Bases in the work of teachers and school managers. The first part briefly addresses the neoliberal model of education in Chile and the structure of the Curricular Bases for Basic Education. They then examine and reject two arguments against curricular prescription that frequently appear in the recent literature, based respectively on a critique of market neoliberalism and an appeal to social justice. In the second part of the article, we proceed to the construction of a Likert scale to investigate the presence of Curricular Bases in the practice of teachers and school managers, with special attention to the epistemological assumptions of Likert Scales.

Keywords: Curricular Prescription – Foundations of Curriculum - Neoliberal Model of Education - Social Justice - Likert Scales.

Introducción

En el presente artículo se da cuenta de la primera parte de un estudio piloto sobre la presencia de las Bases Curriculares para la Enseñanza Básica en Chile en el trabajo de docentes y directivos. En la segunda sección, se somete a examen una tesis que es aceptada en la mayor parte de los estudios dedicados a la prescripción curricular, según la cual esta última sería un error en tanto profundiza la implementación de ideas neoliberales en el sistema educativo chileno y a la vez niega la diversidad de los diferentes contextos educativos. Se muestra que ambos argumentos en contra de la prescripción curricular son inválidos y se defiende la tesis contraria: la descripción curricular no solo no es mala, sino necesaria. Se considera que esta tesis no se sigue de ninguna ideología política en particular, sino que es dictada por el sentido común.

Como se mostrará en el curso de la argumentación, la prescripción curricular ha estado y sigue estando presente en el sistema educativo de países socialistas, y la profundización de la segregación social no se sigue necesariamente de ella.

En la tercera sección se abordan los aspectos cualitativos del diseño de una escala de Likert para determinar la presencia que tienen las Bases Curriculares para la Enseñanza Básica publicadas por el Ministerio de Educación de Chile en el quehacer de docentes y directivos, tomando como modelo el trabajo de Quintanilla y otros[1]. Aunque los cuestionarios tipo escala de Likert son ampliamente usados en la investigación educativa, son relativamente escasos aquellos cuestionarios diseñados sobre una base teórica sólida (véase Spooren, Mortelmans y Denekens, 2007)[2]. Considerando que en esta etapa de la investigación se busca diseñar un instrumento que permita, en una segunda fase, cuantificar los estados mentales de una muestra de docentes y personal directivo hacia la presencia de las Bases Curriculares en su trabajo cotidiano, una discusión atenta de las limitaciones y presupuestos epistemológicos que subyacen a la aplicación de las escalas de Likert resulta fundamental. En la sección **Limitaciones de las escalas de Likert** se aborda dicha discusión, mientras que en la siguiente se procede al diseño de la escala propiamente como tal, con especial atención al desglose de las dimensiones de las Bases Curriculares sobre las que versan los ítems de la misma. Por último, se cierra el artículo con una reflexión sobre los resultados preliminares de la investigación y el trabajo a realizar.

Las Bases Curriculares para la Enseñanza Básica: su relación con el modelo neoliberal chileno de educación, estructura y críticas en los estudios recientes.

Ajustes y problemas recientes del currículum nacional

En un artículo sobre las Bases Curriculares para la Enseñanza Básica de Chile, Luis Manríquez Pantoja[3], académico de la Universidad de Antofagasta, realiza una apreciación que por su justedad debería encabezar toda discusión sobre materia educativa en el país: «Referirse a la mala calidad de la educación chilena, en todos sus niveles y sistemas, al margen de aparecer como un lugar común, es casi de buen tono, por los dividendos que se le pueden extraer dependiendo de qué interlocutor se trata». (2014: 433).

Que la educación en Chile es un problema se ha vuelto parte de la vida política e institucional del país. Siete movilizaciones han tenido lugar desde el 2006, año de la emblemática *revolución pingüina* (durante el 2008, 2011, 2012, 2015, 2018 y 2019). Análogamente, durante los últimos diez años la cartera ministerial de educación ha pasado por diez manos distintas. Ambas situaciones revelan la palmaria inestabilidad de la institucionalidad educativa en Chile. Aunque una caracterización de los movimientos estudiantiles de la última década en el país excede los límites del presente trabajo, la autora coincide con Muñoz y Durán (2019, pág. 149)[4] en considerar a estos como una impugnación políticamente consciente al modelo económico chileno que trasciende las demandas por un mejor sistema educativo. Resulta importante tener presente este contexto político cabalmente antagónico a la democracia neoliberal, a fin de someter a examen las críticas a la prescripción curricular en la bibliografía atingente al tema de los últimos años.

Los ajustes y modificaciones al currículum nacional por parte de las autoridades educacionales durante el período 2009-2013 soportan distintas lecturas; ora como un intento de los gobiernos de los últimos años por dar respuesta a las demandas de los estudiantes y la ciudadanía[a], ora como una profundización del modelo de mercado en el sistema educativo (v. Assaél, Albornoz y Caro, 2018)[6], ora como mero reflejo de la necesidad de toda institución de adaptarse a los tiempos. Con independencia del ángulo desde el que se los considere, es indiscutible que la implementación de dichos ajustes, como argumenta Luis Manríquez Pantoja[3], «podrían influir negativamente en los resultados académicos tan frecuentemente criticados» a la vez que «necesariamente afectan el desarrollo del currículo y su instalación» (págs. 438 y 430, respectivamente). Para avalar este juicio, el académico señala los siguientes hechos:

[a] Esta es razón que se da, entre líneas, en el Decreto 439 (que establece las Bases Curriculares para la Enseñanza Básica en Chile)[5] : «[...] los requerimientos de la sociedad cristalizan en una reforma profunda de la institucionalidad educativa, con una nueva Ley General de Educación en 2009 y la creación de un Sistema Nacional de Aseguramiento de la Calidad, implementado a través de nuevos organismos estatales». (Decreto 439: 2012)

- La postergación por un año del ajuste curricular debido al sismo que afectó a Chile el 27 de febrero del 2010 seguramente ocasionó un desajuste en la correlación de contenidos de los libros de texto y tópicos de las pruebas del Sistema Nacional de Evaluación de resultados de aprendizaje del Ministerio de Educación de Chile (SIMCE).

- La promulgación de las nuevas Bases Curriculares según el Decreto Supremo núm. 439 en el año 2012 tuvo como consecuencia dejar sin marco curricular a Cuarto Básico. Para el académico, es evidente que dicho año el ajuste curricular no fue aplicado en el primer ciclo básico.

- La coexistencia de dos marcos curriculares durante el mismo año: el de la Ley General de Educación (LGE) para el primer ciclo y el de la Ley Orgánica Constitucional de Enseñanza (LOCE) desde sexto a octavo básico.

- La inclusión de séptimo y octavo básico a la Educación Media a partir del 2017.

Aun omitiendo el primero de los hechos de la lista (puesto que no cabe responsabilizar a las autoridades de educación de aquel período por las consecuencias de un desastre natural imprevisible), los restantes vuelven paladino cierto descuido en la implementación de las Bases Curriculares. Pero en la mayoría de los artículos académicos que versan sobre estas, críticas puntillosas, enfocadas en cuestiones de índole técnica como la recién reseñada, son escasas y aparecen invariablemente como parte de un análisis político.

Dichos análisis se reducen, en lo esencial, a una crítica a capa y espada de dos aspectos del currículum nacional que sus detractores juzgan indisociables, como se muestra enseguida.

El modelo neoliberal de educación. Financiamiento en base a la demanda y sistemas de medición de la calidad educativa

El fundamento principal del actual sistema educativo, que se origina con la Constitución de 1980, es la libertad de elección de centro educativo, cuya virtud, de acuerdo a sus partidarios, estriba en «desmantelar un sistema educativo excesivamente burocrático, transfiriendo más poder a las familias y convirtiendo a las escuelas en más responsables y receptivas a las demandas sociales». (Verger, Bonal y Zancajo, 2016)[7]. El ejercicio de dicha

virtud le confiere al estado una función subsidiaria en cuestiones de enseñanza[b], pero de garante de la libertad de la misma[c].

El modelo de mercado en educación, que la carta magna de 1980 origina, descansa sobre dos cimientos. El primero lo conforma un modelo de financiamiento basado en la demanda, el cual asigna recursos tanto a establecimientos públicos como privados subvencionados con arreglo a su número de estudiantes y su promedio de asistencia.

Este modelo, mencionado casi siempre en la bibliografía relacionada por la expresión anglicista «sistema de *vouchers*», opera bajo el supuesto que la introducción de mecanismos de competencia redundaría en resultados académicos óptimos. Constituyen el segundo cimiento del modelo la continua implementación de sistemas de medición de la calidad educativa tales como la batería de pruebas del Sistema de Medición de la Calidad de la Educación, conocida por sus siglas SIMCE (originada con la LOCE). Bajo este prisma, la LGE del 2009 y la Ley 20.529, cuya promulgación en 2011 crea la Agencia de Calidad de Educación y la Superintendencia de Educación, no serían sino una profundización de las reformas liberales de la Constitución de 1980[d].

Las Bases Curriculares para la Enseñanza Básica. Su estructura

Que el objetivo de las Bases Curriculares consiste en la estandarización del aprendizaje a nivel nacional reviste una importancia tal que el Ministerio de Educación lo incluye en la definición de las mismas:

> Las Bases Curriculares constituyen, de acuerdo a la Ley General de Educación (Ley N° 20.370), el documento principal del currículum nacional. Su concepción se enmarca en lo que establece nuestra Constitución y en lo que ha sido nuestra tradición educativa. Por una parte, *cumple la misión de ofrecer una base cultural común para todo el país, mediante Objetivos de Aprendizaje establecidos para cada curso o nivel.* (Bases Curriculares 2018: 18, las cursivas son de la autora)[9].

Una comprensión cabal de las críticas al carácter prescriptivo de las Bases Curriculares demanda una discusión de su letra. En conformidad con los objetivos del presente artículo (a saber, el diseño de una escala de Likert para determinar la presencia de estas en el trabajo de

[b] En un artículo del año 1992 sobre la influencia doctrinaria de Jaime Guzmán en el modelo educativo de la Constitución de 1980, Alejandro San Francisco Reyes, académico de la Universidad Católica de Chile, cita un documento emitido por el Ministerio de Educación el año 1984-1984 en donde la institución reconoce con claridad meridiana la función subsidiaria del Estado en lo tocante a la educación: «El Estado considera que la educación es una de las responsabilidades mayores y le dedica una atención preferente en los planes de desarrollo social. Al mismo tiempo, y de acuerdo con el principio de subsidiariedad, el gobierno estimula y favorece la participación del sector privado en la educación, reservándose las funciones normativas, de carácter técnico-pedagógico y de supervisión, necesaria para velar por la calidad de la educación y cautelar el bien común» (San Francisco, 1992: 534)[8]. La autora ha sido incapaz de encontrar la fuente original de la cita.

[c] Lo cual es sostenido de forma explícita en las Bases Curriculares para la Educación Básica: «El derecho a la educación y la libertad de enseñanza constituyen derechos esenciales, que emanan de la naturaleza del ser humano y que el Estado ha de asegurar y respetar, en orden a cumplir su fin último de promover el bien común» (2018:13)[9]

[d] Esta es la crítica que los estudios que se oponen al neoliberalismo educativo hacen a todas las reformas educativas desde 1980. Assaél y otros (2015:342)[10] la formulan con particular claridad: «Una mirada conjunta a estas leyes [la LGE y la Ley 20.529] que se plantearon como respuesta a las demandas del movimiento estudiantil, muestra que sus orientaciones insisten en la aplicación y profundización de mecanismos de estandarización, medición intensiva con consecuencias para las escuelas y mecanismos de rendición de cuentas, lo que sigue aumentando los procesos de competencia y privatización»

docentes y directivos de Educación Básica indistintamente de su área) se limita aquí dicha discusión a la dimensión prescriptiva de las Bases Curriculares, transversal a todas las asignaturas del currículum. Las bases curriculares son prescriptivas en la medida que:

1. Indican los aprendizajes comunes para todos los alumnos del país durante su trayectoria escolar. (Bases Curriculares 2018: 25)[9]
2. Tienen un carácter obligatorio para todos los establecimientos (id.)
3. Son el referente para la construcción de los programas de estudio ministeriales y aquellos elaborados independientemente por lo establecimientos, así como también de los planes de estudio, la prueba SIMCE y los estándares de aprendizaje (id.)
4. En lo tocante a su utilidad, sirven para construir conocimientos y habilidades mediante los aprendizajes esenciales que contemplan y diseñar procedimientos de evaluación de los mismos, focalizando y organizando el quehacer docente. (ib.: 19-20).
5. Respecto a su contenido, determinan qué deben aprender los estudiantes mediante la formulación clara y explícita de Objetivos de Aprendizaje y de su progresión, definidos para cada nivel (id.).

Por su parte, los Objetivos de Aprendizaje se caracterizan por:

1. Ser la categoría prescriptiva del currículum nacional (ib. 24).
2. Conducir a la consecución de los Objetivos Generales estipulados en la LGE, y, en consecuencia, ser coherentes con ellos (id.).
3. Ser relevantes y actuales (ib.:19).
4. Abarcar los conocimientos, habilidades y actitudes que los estudiantes requieren para desenvolverse en distintos ámbitos de la vida (ib.: 24).

El currículum nacional desglosa los Objetivos de Aprendizaje en Objetivos Transversales y Objetivos por curso y asignatura. Los primeros «se refieren al desarrollo personal y a la conducta moral y social de los estudiantes», «tienen un carácter más amplio y general», «depende[n] de la totalidad de los elementos que conforman la experiencia escolar» y no están «asociados de manera específica a una asignatura en particular» (ib.24).

Por su parte, los segundos «definen los aprendizajes terminales esperables para una asignatura determinada para cada año escolar», «refieren a habilidades, actitudes y conocimientos que buscan favorecer el desarrollo integral de los estudiantes» y «relacionan en su formulación las habilidades, los conocimientos y las actitudes plasmados y evidencian en forma clara y precisa cuál es el aprendizaje que el estudiante debe lograr» (ib.24).

Por último, los Objetivos Generales, formulados en el artículo 29 del cuerpo de la LGE, se definen como «el conjunto de conocimientos, habilidades y actitudes que permitirá a los alumnos avanzar durante el ciclo en el desarrollo de diversos aspectos, tanto en el ámbito personal y social como en el ámbito del conocimiento y la cultura» (ib.19).

Como puede apreciarse, los Objetivos de Aprendizaje son el mecanismo (o categoría,

según el término empleado en las Bases Curriculares) mediante el cual el currículo nacional prescribe qué debe aprender el estudiantado, conduciendo así al logro de los Objetivos Generales. Sirviéndonos de una analogía, en cierto sentido las Bases Curriculares son a la práctica de las y los docentes lo que la Constitución de la República es a la vida cívica. Todo currículum nacional, sean cuales sean sus premisas en materia de educación y su posicionamiento ideológico, necesariamente ha de fijar y prescribir contenidos.

Para personas de mentalidad práctica, la ambigüedad de los Objetivos Generales tal como la ley los estipula sea quizá uno de los defectos más acusados de la estructura de las Bases Curriculares. Por citar solo un ejemplo, para el ámbito personal y social, uno de los Objetivos Generales es «trabajar individualmente y en equipo, con esfuerzo, perseverancia, responsabilidad y tolerancia a la frustración». (ib.16). Sería de un cientificismo rayano en el idealismo pretender que es factible medir el grado de consecución de un objetivo formulado en tales términos.

Sin embargo, es del todo natural que expresiones y conceptos vagos figuren en un documento institucional, aun cuando este, por sus características, demande un alto grado de explicitud en sus formulaciones. El derecho y la gramática son disciplinas rigurosas, pero nadie espera que el texto del Código Jurídico o de la Nueva Gramática de la Real Academia semejen un libro de álgebra o química. Esto se cumple aún más en el caso de la formulación de un currículum de educación, que aborda una dimensión de la institucionalidad nacional sobre cuyos actores impera el disentimiento.

Examen de las críticas a la prescripción curricular en los estudios recientes

Prácticamente la totalidad de la bibliografía reciente sobre las Bases Curriculares sostiene dos argumentos en contra de que el currículum sea lo que debe ser, a saber, fijación y prescripción de contenidos; o, según la expresión empleada corrientemente en la bibliografía, en contra de «estandarización curricular»[e]. El primero de ellos busca concluir que las consecuencias de la prescripción de contenidos y su medición son nefastas a partir de la premisa de que ambas hacen las veces de instrumento de la mercantilización de la educación. He aquí algunas citas representativas de esta postura:

> La imposibilidad de establecer vínculos con los estudiantes, supuestos protagonistas del proceso educativo, respondería también a un énfasis en el desarrollo de dimensiones cognitivas y desde un paradigma de transmisión de contenidos curriculares que ha caracterizado a las reformas educativas cuyo foco es la eficacia y la eficiencia (Assaél y otros (2018: 85)[6].
>
> La estandarización del currículum y del quehacer docente, y particularmente el SIMCE,

[e] La que esto escribe no ha sido capaz de encontrar una postura favorable hacia la prescripción de contenidos en la bibliografía de los últimos cinco años sobre las Bases Curriculares. La postura hacia la prescripción curricular es fuertemente contrastante incluso en publicaciones donde la crítica al modelo económico imperante en Chile no forma parte de la argumentación (p. ej. Cárdenas 2019[11], Ruz-Fuenzalida 2020[12]).

> han significado un estrechamiento de lo que debiera o no enseñarse, así como también una presión constante hacia las escuelas y docentes por competir en la transmisión de la mayor cantidad de contenidos posibles [...]. Ello ha llevado a una pérdida de sentido y falta de pertinencia de la educación. (Assaél y otros 2015: 339)[10]
>
> El SIMCE refleja las injusticias de un sistema educativo de mercado que prioriza el logro de resultados en pruebas estandarizadas sobre el bienestar de los estudiantes (Campos-Martínez y Guerrero 2016: 369)[13].

En términos más globales, es posible concluir que el nuevo marco regulatorio construido para dar respuesta a los temas planteados por el movimiento estudiantil del año 2006 no solo no modifica los pilares de mercado y la competencia sobre los que se construye nuestro sistema escolar, sino que insiste con prescripciones que apuntan a dar mejor funcionamiento al mercado educativo: más estándares, más información para la decisión de los padres, igualdad de trato entre educación pública y privada, sistema de subvenciones, etc. (Cornejo y otros 2015: 81)[14]

[...] la ideología del currículum técnico y su pedagogía por objetivos, se articula perfectamente con aquella del capital humano, realizando una obra de gran habilidad, que es sentar el andamio de la arquitectura del orden neoliberal (Oliva 2010: 318)[15].

El estudio de las Bases Curriculares Nacionales descubre su vínculo con la Reforma Basada en Estándares, que promueve la medición externa y objetiva de resultados referidos a estándares, unido a la rendición de cuentas (accountability), con la finalidad de aumentar el control externo del currículum, configurando una medición conductista funcional al vínculo entre economía y educación impulsado por las elites políticas, empresariales, tecno-burocráticas y mediáticas. (Oliva y Gascón 2016: 311)[16].

La refutación de este tipo de argumentos y otros similares no precisa aquilatar su propiedad sino meramente recordar un par de hechos de la historia del siglo pasado y de nuestro presente.

En 1952, el decimonoveno Congreso del Partido Comunista de la Unión Soviética da inicio a su más importante reforma educativa desde la Ley de educación universal obligatoria de Stalin en 1930. Esta reforma tuvo por objetivo extender en todo el territorio de la Unión la educación secundaria. En un artículo de agosto de 1955 del periódico Pravda, la viceministra de la Rusia Soviética (república principal de la Unión), Lyudmila Dubrovina criticó el antiguo currículum por «no prestar suficiente atención a física y matemáticas». (D.M. 1956: 343)[17]

En 1958, Frederick Lilge, entonces profesor de la facultad de Educación de la Universidad de Berkeley, tuvo la oportunidad de viajar a la Unión Soviética y constatar personalmente los resultados de la reforma curricular, visitando escuelas en distintas ciudades, asistir de oyente a diferentes cursos e interactuando con estudiantes, profesores y directivos. Esta fue su impresión:

El currículum prescrito para todos consiste en un núcleo sólido de ruso y matemáticas al cual se suman ciencias, historia, geografía y una lengua moderna. Los estándares de la educación secundaria no se bajan en favor de ningún tipo de programa que haga «componendas con la vida» o esté diseñado para interesar a pupilos indiferentes y mediocres. (Lilge 1958: 11)[18]

Un segundo hecho, más cercano en el tiempo, es la prescripción de contenidos del Currículum de Educación de Cuba. El Ministerio de Educación de Cuba prescribe el siguiente objetivo para Sexto Grado de Educación Primaria (equivalente a sexto básico en Chile) en el área de matemáticas, Unidad 2 (números fraccionarios):

> En esta unidad debe lograrse que los alumnos puedan:
>
> Profundizar sus conocimientos sobre el concepto de fracción como parte de una unidad o de un conjunto y aplicarlos en situaciones de la práctica. En particular deben activar las habilidades en la comparación y el cálculo con fracciones comunes y expresiones decimales aprendidas en quinto grado. En el caso especial de la adición y la sustracción de fracciones comunes, deben aplicar las habilidades desarrolladas en la determinación del mínimo común múltiplo mediante el procedimiento de la descomposición en factores primos (Ministerio de Educación República de Cuba: pág. 35)[19]

Compárese la formulación de este objetivo con el Objetivo de Aprendizaje OA 03 del currículum nacional para Sexto Básico, Unidad 1 (fracciones, decimales, razones y proporciones):

> OA 8: Resolver problemas rutinarios y no rutinarios que involucren adiciones y sustracciones de fracciones propias, impropias, números mixtos o decimales hasta la milésima.

Debe señalarse que la ficha pedagógica en donde se prescribe este Objetivo de Aprendizaje incluye estrategias de ejemplificación, evaluación y retroalimentación, así como también vínculos a recursos de apoyo para la ejercitación, en formato PDF, que compensan la concisión de su formulación. No se concluya de esto que el nivel de prescripción del currículum nacional es superior al de Cuba. Ocurre sencillamente que aquellos objetivos que el Ministerio de Educación nacional denomina «Objetivos de Aprendizaje por curso y asignatura» no figuran en el texto de las Bases Curriculares, sino en las fichas pedagógicas descargables del sitio web del Ministerio, mientras que el Ministerio de Educación de Cuba prefiere detallarlos en sus planes de estudio.

Hablar de «estandarización curricular» es incurrir en un flagrante pleonasmo, similar a «ingeniería aplicada» o «gramática descriptiva». La prescripción de contenidos es, eo ipso, estandarización, cualquiera que sea el grado de su oscilación entre la laxitud y el rigor. Mas con los dos ejemplos referidos en mente, a saber, el de la prescripción curricular de la Rusia Soviética en los años cincuenta y de la República de Cuba contemporánea, cabe dirigir contra los autores anteriormente citados la siguiente impugnación: ¿Corre pareja la prescripción curricular al liberalismo económico en

estos casos? ¿O es que había liberalismo de mercado en la Rusia de Nikita Khrushchev? ¿La hay en la Cuba de hoy en día? ¿No son acaso ambos ejemplos exponentes de lo que las democracias occidentales han denominado regímenes totalitarios, en donde un partido único controla desde la emisión del dinero hasta los versos de los poetas? Sin embargo, la Rusia Soviética contó y Cuba todavía cuenta con un currículum que en lo tocante a prescripción de contenidos está en pie de igualdad con el de Chile, si es que no lo supera en extensión y profundidad.

Hasta aquí la refutación del primer argumento contra la prescripción curricular.

El segundo argumento en contra de esta es un dogma de la doctrina constructivista. En consecuencia, quienes lo defienden por lo general no proporcionan premisas en su favor, sino que se limitan a darlo por sentado. En un artículo muy argumentado, Felipe Mujica, investigador de la Universidad Católica de Temuco, presenta la premisa constructivista junto a otra de índole política con particular claridad:

[...] se identifica la necesidad que tiene el currículo escolar chileno de dar un giro epistemológico hacia una perspectiva constructivista y sociocrítica, que revindique la importancia del aprendizaje activo y situado en un contexto histórico-cultural concreto [...]. Es imprescindible que se cuestione el actual sistema de ingreso a la educación superior y se piense en una alternativa que no exija la estandarización del currículo, sobre todo ante la discriminación que se genera por la segregación escolar[f] (Mujica-Johnson, 2020: 11)[20].

Dicho llanamente, la prescripción curricular sería un error porque equivaldría a «negar las particularidades de cada contexto educativo» (Mujica-Johnson, 2020: 9)20 además de causar «una competencia desigual entre los diferentes centros educativos» (Mujica-Johnson, 2020: 11)20. La premisa de la justicia social, usada por Mujica-Johnson para concluir que la prescripción curricular debería eliminarse, no es fácil de combatir por razones de corrección política antes que de orden intelectual. En su libro sobre la historia del comunismo, el historiador polaco-estadounidense Richard Pipes plantea que el intento de construir una sociedad igualitaria por parte de los países comunistas del siglo pasado fracasó debido a una contradicción interna entre medios y fines: «para imponer igualdad [...] es necesario crear un aparato coercitivo que demanda privilegios, negando así la igualdad.» (Pipes 2001: 126)[22].

Con esto no se hace una apología de la desigualdad educativa y su relación con la distribución del ingreso. Que una escuela pública de bajos ingresos tenga pésimos resultados y una privada de un sector acomodado tenga excelentes no es una realidad que deba aceptarse como el clima, sino una que exige que todos los actores sociales a los que esta atañe trabajen para superarla. Pero concluir a partir de realidades como esta que no hay que «estandarizar el currículum», más que inválido, es un argumento que solo puede hacerse de espaldas a la realidad de las instituciones educativas del país.

Respecto a la premisa constructivista, que el acto educativo está atravesado por un sinnúmero de variables es una trivialidad. Un profesor de matemáticas naturalmente

[f] En la misma línea, Cavieres[21] (2014: 1042), argumenta del siguiente modo: «En América Latina el desplazamiento de determinadas formas culturales por otras dominantes se ha realizado fundamentalmente por acentuar algunos modelos curriculares por sobre otros para alinear a las escuelas con el capital cultural y humano que representan las mediciones estándares. De acuerdo a ello, las reformas educativas se han abocado a promover un modelo de buenas prácticas de enseñanza que produzcan los resultados esperados».

no enseñará de la misma forma el algoritmo de la división en una escuela rural que en un curso constituido en su mayor parte por estudiantes hijos de inmigrantes, o que en un establecimiento católico. Pero negar este conocimiento a un estudiante aduciendo que su entorno social o la cultura de la cual proviene nada tiene que ver con la matemática, no es luchar contra la desigualdad, sino profundizarla.

Hasta aquí la refutación del segundo argumento.

Además de este argumento en contra de la prescripción curricular, que la autora de este artículo ha sometido a examen, oponiéndose por el vértice a sus premisas, Felipe Mujica-Johnson dirige una crítica al currículum nacional que por estar pertrechada de un razonamiento válido amerita consideración.

Se dijo anteriormente que la presencia de expresiones y conceptos vagos en las Bases Curriculares no debe ser una sorpresa, pues la exposición de estas no puede proceder como la de un libro de álgebra. El hecho de que la definición de algunos Objetivos de Aprendizaje carece de la especificidad suficiente para hacer unívoca su evaluación es, arguye Felipe Mujica-Johnson, una carencia del presente currículo nacional. Dicho autor lo ejemplifica con el Objetivo de Aprendizaje 13 del área de Lenguaje y Literatura, para la Unidad 4 de Primero Medio:

Escribir, con el propósito de explicar un tema, textos de diversos géneros (por ejemplo, artículos, informes, reportajes, etc.) caracterizados por:

- Una presentación clara... [en la que] se esbozan los aspectos que se abordarán.
- Una organización y redacción propias de la información.
- La inclusión de hechos, descripciones, ejemplos o explicaciones que reflejen una reflexión personal sobre el tema.
- Una progresión temática clara, con especial atención al empleo de recursos anafóricos y conectores.
- El uso de imágenes u otros recursos gráficos pertinentes.
- Un cierre coherente con las características del género y el propósito del autor.
- El uso de citas y referencias según un formato previamente acordado. (Ministerio de Educación, 2016: 30)[23]

Felipe Mujica Johnson[20] observa acertadamente que no se delimita el tipo de textos que el o la docente puede incluir en la tarea ni se hacen operativas prescripciones como «una presentación clara» o «un cierre coherente». Asimismo, podría señalarse que este Objetivo de Aprendizaje no especifica el formato de citas y referencias, dejando dicha tarea al o la docente. Todo esto, plantea Mujica-Johnson[20], causa «una diversidad de criterios que resta validez y consistencia al proceso docente y sus resultados». El hecho de que el currículum nacional contenga este tipo de Objetivos de aprendizaje y al mismo tiempo trate al docente como «un especialista en la construcción de instrumentos de evaluación»

(Mujica-Johnson, 2020: 21)[20] confieren mayor severidad a la crítica, pues como señala el mismo autor, Chile carece de un currículum estandarizado en la formación de docentes, y adicionalmente, la construcción de instrumentos de evaluación es una tarea demandante.

Aunque válido, este último juicio admite matizaciones. En un estudio de tipo encuesta sobre la calidad de la formación inicial docente en Chile donde participaron 890 profesores de carreras de Pedagogía Básica con un máximo de 3 años de experiencia, Rufinelli[24] constató que, entre los aspectos mejor evaluados por los participantes, la formación em currículum y la formación para la evaluación de aprendizajes ocuparon el segundo y tercer lugar (con un 87,3 y un 80,4%, respectivamente) (2013: 137). No obstante, en otro estudio sobre la formación inicial de docentes en Chile en el cual participaron 70 docentes de 7 escuelas de distintas regiones del país, Gaete, Gómez y Bascopé[25] descubrieron que la mayoría de los participantes identificó el área de evaluación como una dimensión deficiente de su formación[g] (2016: 7).

Para una persona partidaria de la prescripción curricular, una posible solución a todas estas contradicciones que gravan las Bases Curriculares tendría dos partes: la primera consistiría en definir los Objetivos de Aprendizaje con una precisión que no deja espacio a la ambigüedad interpretativa por parte del o la docente, ni dudas sobre cómo evaluarlos; la segunda sería capacitar al profesorado en evaluación.

Desde las premisas constructivistas a las que adscribe, Mujica-Johnson[20] rechaza con coherencia esta solución, añadiendo que esta «representa un enorme desafío», puesto que las Bases Curriculares de Educación Básica por sí solas contemplan 791 Objetivos de Aprendizaje.

Esta es ciertamente una apreciación perspicaz. Que la prescripción curricular es necesaria y no comporta en sí nada de malo es una tesis dictada por el sentido común; tesis que en este artículo se ha visto forzado a defender de las críticas que contra ella dirigen los estudios recientes. De esta tesis se sigue que los Objetivos de Aprendizaje han de ser perspicuos, unívocos y susceptibles de volverse operativos al diseñar procedimientos de evaluación. Pero sostener a partir de esto último que es asimismo necesaria una coherencia total entre Objetivos de Aprendizaje, contenidos y procedimientos de evaluación, eso es otro cantar. Definir con distinción los Objetivos de Aprendizaje del currículum no es ciertamente una tarea de dificultad análoga a precisar las evocaciones que inspira la sonrisa de *La Gioconda*. No obstante, la discusión de los problemas que plantea la puesta en práctica del currículum (entre ellos, la de los procedimientos de evaluación de los Objetivos de Aprendizaje por curso y asignatura) excede los límites del presente trabajo.

Baste aquí con mencionar que los términos de dicha discusión no pueden ni deben ser dictados por ideales políticos ni teorías educativas, sino por la realidad de las instituciones

[g] Siendo este último un estudio de tipo cualitativo, Gaete y otros (2016)[25] no entregan cifras que permitan comparar este hallazgo con el del estudio de Ruffinelli[24]. Los autores explican la discrepancia entre los resultados de ambos estudios respecto a la dimensión de formación en evaluación del siguiente modo: «La interpretación de los resultados de este estudio debe considerar que los cambios realizados en la formación inicial durante las últimas décadas [...] pueden haber resuelto ya algunas de las falencias detectadas»[25]. El estudio de Ruffinelli reportado anteriormente puede dar algunas luces sobre esto, dado que está restringido a profesores egresados recientemente de los programas de formación. Por ejemplo, la sensación de estar bien preparados en evaluación de aprendizajes reportada por la gran mayoría de los participantes en dicho estudio podría indicar que las instituciones formadoras se han empezado a hacer cargo de esta dimensión. Pese a que los resultados del estudio de Rufinelli pueden interpretarse como indicio de una mejora en la formación en evaluación, Gaete y otros[25] también sugieren que la formación de docentes aún es deficiente en lo que respecta a la evaluación de competencias específicas y en contextos de diversidad (2016: 10).

educativas de Chile. Los hechos, según la célebre sentencia del segundo presidente de los Estados Unidos John Adams, son obstinados, y los deseos e inclinaciones de los individuos no pueden alterarlos.

Con el ánimo de avanzar un paso en dicha discusión, se proponen a continuación la construcción de un cuestionario preliminar para indagar la presencia de las Bases Curriculares en el quehacer profesional de docentes y directivos.

Diseño de una escala de Likert sobre la presencia de las Bases Curriculares en la práctica de docentes y personal directivo

En el ámbito de la investigación educativa, el uso de las escalas de Likert se encuentra ampliamente extendido, debido a la facilidad de su aplicación, de los análisis estadísticos que soporta y de su interpretación, características estas que la vuelven un instrumento valioso a la hora de recopilar información.

Sin embargo, cuando la información que la persona investigadora busca extraer corresponde a las actitudes de la muestra hacia un asunto determinado, la validez de la aplicación de este tipo de cuestionarios queda puesta en tela de juicio, puesto que solo se tiene acceso a aquello que se busca cuantificar, a saber, los estados mentales de quienes integran la muestra hacia un tema o asunto determinado a través de las respuestas de las y los participantes sobre un conjunto de enunciados que aspiran a agotar las dimensiones relevantes de dicho tema. Siendo condición de la aplicación exitosa de un cuestionario tipo Likert el considerar las limitaciones técnicas y epistemológicas de dicho instrumento, se dedica la siguiente sección a ambos problemas, para luego proceder a la exposición del diseño de la escala.

Diseño de una escala de Likert sobre la presencia de las Bases Curriculares en la práctica de docentes y personal directivo

La escala de Likert es un tipo de escala de calificación (rating scale, en inglés) no comparativa y unidimensional, que ofrece un rango de respuestas a conjunto de enunciados con el propósito de obtener información sobre las actitudes, opiniones o preferencias de las y los participantes. Se las suele presentar en el siguiente formato (Cohen, Manion y Morrison, 2018: 480)[27]:

Complete lo siguiente marcando solo un espacio

1 = Muy en desacuerdo
2 = En desacuerdo
3 = Ni de acuerdo ni en desacuerdo
4 = De acuerdo
5 = Muy de acuerdo.

1 . Los directivos del colegio deberían realizar más clases

1	2	3	4	5
[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]

La escala de Likert es un instrumento de investigación ampliamente usado en contextos educacionales. Su atractivo estriba en su bajo costo, rapidez y facilidad de aplicación, así como también en la posibilidad de combinar una respuesta flexible con la capacidad de determinar frecuencias, correlaciones y otros tipos de análisis cuantitativos (Cohen, Manion y Morrison 2018: 480-481)[26]. No obstante, su uso y análisis ha sido objeto de debate a lo largo de 50 años (Carifio y Perla 2008: 1152)[27]. En el presente trabajo se aborda la construcción de la escala, dejando para una publicación futura los problemas relativos a su aplicación y el análisis estadísticos de los datos recogidos. Cohen, Manion y Morrison (2018: 481-484)[26] recomiendan prestar atención a las siguientes limitaciones durante el diseño de una escala de Likert:

a. *Igualdad de los intervalos*: no se asume la existencia de intervalos iguales entre las categorías. Por tanto, no es válido inferir que la intensidad de la aprobación entre «muy acuerdo» y «de acuerdo» coincide con la intensidad del rechazo entre «en desacuerdo» y «muy en desacuerdo».

b. *La significación psicológica de los números*: distintos participantes pueden conferir distintos significados a un mismo número. Una participante puede asignar 4 puntos a un enunciado con arreglo a un determinado criterio, mientras que otro, empleando el mismo criterio, podría asignar 5 puntos. En este caso hipotético, 4 y 5 significan lo mismo.

c. *Balance en las opciones*: algunas escalas obligan a las y los participantes a realizar opciones poco realistas (por ejemplo, la escala «excelente» «muy bueno» «bastante bueno» «bueno» y «pobre»).

d. *Veracidad de las respuestas*: no hay forma de saber si las y los participantes están diciendo la verdad o no.

e. *Inadecuación de las categorías*: es posible que un participante considere que el cuestionario pasa por alto una dimensión importante del asunto sobre el que versa la escala. Para considerar estos casos y refinar el cuestionario, puede añadirse una categoría titulada «otros» en la cual se invite al o la participante a dar su opinión.

f. *Rotulación de los enunciados*: las escalas que dan un rótulo verbal a cada número son más confiables que aquellas que solo rotulan los extremos (Schwartz y otros, 1991: 571)[28].

g. *Clase de números usada para los puntos de la escala*: se recomienda el uso de enteros positivos cuando se busca descubrir la intensidad de una dimensión dada.

De estos factores, el primero resulta particularmente problemático. Según Harper (2015: 839)[29]:

En el artículo original, Likert[30] planteaba que la distancia entre los números en el conjunto de respuestas era igual. Asimismo, las distancias entre los puntos (por ejemplo, de «muy de acuerdo» a «de acuerdo» también lo eran. En lugar de analizar los ítems individualmente, Likert los combinó sumándolos o calculando la media aritmética. Puesto que se calcula la suma o la media aritmética de las respuestas a un conjunto de ítems, podría argüirse que las escalas de Likert suponen un nivel intervalo de medida de acuerdo al modelo de Stevens. Likert30 sostenía que el fenómeno subyacente de interés, por ejemplo, la satisfacción con la educación, estaba siendo medida por las respuestas de un individuo a un conjunto completo de ítems.

Más allá de la discusión sobre el tipo de análisis de datos, la validez de las escalas de Likert como instrumento de investigación pueden someterse a serias críticas epistemológicas. En su libro sobre filosofía del razonamiento probabilístico, el estadístico católico William Briggs (2016: 225-230)[31] somete a una crítica implacable los presupuestos subyacentes a este instrumento de recopilación de datos, la cual exponemos sumariamente a continuación.

Según William Briggs[31], una escala de Likert incurre en el vicio del cientificismo al presentar los resultados de un estudio que cuantifica arbitrariamente las respuestas de los participantes como si fuesen un descubrimiento o una confirmación. Primero, a los enunciados de la escala se le asignan valores numéricos *ad hoc*. Luego, esta es aplicada a un primer grupo de participantes, y posteriormente a un segundo. Si los puntajes de ambos grupos son en alguna medida similares, el investigador dirá que el instrumento ha sido validado.

William Briggs[31] no pone en tela de juicio la trivialidad de que las preferencias, actitudes y emociones se experimentan con distintos

grados de intensidad. No obstante, que un investigador pregunte «¿Cuán feliz es usted en una escala de 1 a 10» y crea que ha cuantificado esta emoción solo porque el o la participante seleccionó un número es, a los ojos del estadístico norteamericano, lisa y llanamente soberbia. William Briggs[31] cita dos ítems de una de las escalas del artículo original publicado por Likert[30] en 1932, diseñada para medir las actitudes hacia las personas de color (Likert, 1932: 18)[30]:

8. En una comunidad donde hay más negros que blancos, un negro que es insolente con un blanco debe ser:

a. disculpado o ignorado (5)
b. amonestado (4)
c. multado y encarcelado (3)
d. no solo multado y encarcelado, sino también sometido a castigo corporal (latigazos, etc.) (2)
e. linchado (1)

William Briggs[31] pregunta: ¿Es acaso disculpar una insolencia cinco veces más misericordioso que el linchar a alguien? Hacer semejante pregunta equivale a responderla. Es evidente que en lo que respecta a su contenido emocional o cultural, las respuestas posibles no se encuentran a la misma distancia.

El segundo ejemplo escogido por Briggs[31] es igualmente instructivo (Likert 1932: 19)[30]:

12. Si se necesita la misma preparación, un profesor negro debería recibir el mismo salario que uno blanco.

a. Muy de acuerdo (5)
b. De acuerdo (4)
c. En desacuerdo (3)
d. Indeciso (2)
e. En desacuerdo (1)

La escala para medir las actitudes hacia la gente de color diseñada por Likert en su artículo seminal[30] es el mero promedio de las respuestas a todas las preguntas, de lo que se sigue, argumenta William Briggs31, que estar «muy en desacuerdo» con que un profesor de color reciba la misma paga que un profesor blanco es moralmente equivalente al linchamiento, puesto que ambas cosas son numéricamente equivalentes por *definición*.

Aunque pareciera que William Briggs[31] ejemplifica deliberadamente con ítems polémicos

para la sensibilidad política occidental contemporánea, su argumento sigue siendo válido no solo para todos los ítems de las dos escalas diseñadas por Likert[30] en su artículo de 1932, sino para cualesquiera ítems de toda escala semejante. La validez de esta, argumenta William Briggs[31], no estriba en cuán buenamente coincidan las medias y las desviaciones estándar de los puntajes en diferentes momentos y lugares, sino en cuan buenamente estas mismas coincidan con la verdad subyacente, es decir, con las actitudes presentes en la muestra de participantes. El estadístico norteamericano da punto final a su argumento ironizando: «Pero si nuestros mejores poetas y escritores apenas pueden sondear aquellas profundidades, ¡Que arrogancia en suponer que unas simples preguntas cuantificadas pueden!»[31].

El exceso de confianza en la validez de los instrumentos de investigación cualitativa suscita reacciones muy contrastantes en aquellos familiarizados con la filosofía de la ciencia como William Briggs[31] o el filósofo chileno Carlos Pérez Soto[32]. Este último, en su libro sobre filosofía de la ciencia, menciona algunas de las consecuencias que excesos de confianza de este tipo han tenido en la historia reciente (Pérez 2008: 53):

> Los primeros pacientes del *electroshock* y de los golpes insulínicos, las primeras víctimas de las transfusiones de sangre no suficientemente investigadas, los miles de niños discriminados por la aplicación barbárica de los test de coeficiente intelectual, los homosexuales considerados por décadas como categoría patológica, son parte de esa larga historia de barbarie. La historia de la medicina, de la psiquiatría, de la psicología, de la economía, están llenas de residuos sobre los que sólo se formulan ruborizados recuerdos de los que “ya no ocurre”. Ninguna disculpa, ningún “nunca más”, nadie paga nada. El progreso científico ha sido más importante que los escollos temporales.

Ciertamente, las y los detractores de la estandarización curricular, quienes por regla general suelen oponerse también a la investigación cuantitativa en educación y a su mercantilización, suscribirían sin reparos la crítica moral de la cita anterior. No obstante, puede argüirse que aquella estela de horror es una consecuencia del mal uso de la ciencia antes que del exceso de confianza en sus métodos. Pero dicha discusión resulta secundaria frente a la realidad de la investigación en educación. Por más que insista el filósofo de la ciencia que la aplicación de valores pseudonuméricos a estados mentales es impropia, las escalas de Likert y otros instrumentos afines continuarán siendo diseñados en las universidades y aplicados a estudiantes, docentes y directivos. ¿Qué hacer entonces? La respuesta es obvia: hacer uso de dichos instrumentos de investigación con responsabilidad y conciencia de sus limitaciones, con el objetivo de, por así decirlo «mirar afuera y enterarse de lo que ocurre», en lugar de emplear los datos obtenidos para justificar una determinada agenda, la cual la mayor parte de las veces solo consiste en publicar dichos datos en una revista académica.

Diseño de la escala

Dimensiones de las Bases Curriculares a considerar en la escala

Se ha argumentado en la primera parte del artículo a favor de la prescripción curricular. Esto ha sido con vistas a diseñar una escala de Likert que recoja las percepciones de docentes y directivos sobre la presencia de las Bases Curriculares en su quehacer profesional; se proponen las siguientes dimensiones, bajo las cuales se subsumen los ítems de la escala. En la selección de estas, la autora se ha guiado por el siguiente imperativo: incluir solo aspectos generales de las Bases Curriculares que sean independientes de la asignatura que imparten las y los docentes participantes del estudio. La razón detrás de este imperativo es simple: el cuestionario debe ser relativamente breve y fácil de completar. La descripción de cada dimensión considera exclusivamente la definición que de estas se entrega o se desprende del documento institucional de las Bases Curriculares. Puesto que en el presente trabajo se propone el diseño de una escala piloto que requiere ulterior ajuste y refinamiento, las dimensiones propuestas no pretenden en ningún caso ser exhaustivas.

Tabla 1. Dimensiones de análisis del cuestionario.

Primera dimensión
Presencia de las Bases Curriculares
Descripción
El currículum nacional se centra en el aprendizaje (Bases Curriculares 2018: 14)[9] y su principal instrumento son las Bases Curriculares (ib.: 13, 18), las cuales prescriben los aprendizajes de todos los estudiantes de la nación (ib.: 14) en conformidad con la Ley General de Educación N° 20.370. En consecuencia, su conocimiento por parte de las y los docentes y personal directivo de los establecimientos del país, así como su presencia en el quehacer educativo resulta primordial. Se incluyen en esta dimensión aquellos enunciados generales relativos al conocimiento y uso de las bases curriculares, así como también a la recepción de capacitación por parte del gobierno.

Segunda dimensión
Uso de las Bases Curriculares
Descripción
Se incluyen en esta dimensión enunciados específicos que versan sobre el uso o implementación de las bases curriculares por parte de las y los docentes en su quehacer profesional. Los enunciados de esta dimensión, a su vez, caen bajo las siguientes subdimensiones: a) Planificación: uso de las Bases Curriculares en la planificación de clases. b) Actividades: uso de las actividades que las Bases Curriculares propone por asignatura. c) Tecnologías de la Comunicación y de la Información (TIC): el manejo de las TIC reviste particular importancia. Su manejo figura entre los ObjetivosGenerales formulados en el artículo 19 de la Ley General de Educación (Bases Curriculares 2018: 17)[9] y también se lo cuenta entre los Objetivos de Aprendizaje Transversal (ib.: 31). d) Evaluación: la estructura misma de las Bases Curriculares, cuyo núcleo lo constituyen los Objetivos de Aprendizaje, tiene por objetivo facilitar el diseño de «procedimientos de evaluación o monitoreo de los aprendizajes» (ib.: 20) por parte del docente. e) Habilidades: las Bases Curriculares contemplan el desarrollo de habilidades en el estudiante como parte de la definición de los Objetivos de Aprendizaje por curso y asignatura (ib.24). Son definidas como «capacidades para realizar tareas y para solucionar problemas con precisión y adaptabilidad» (ib.: 24) f) Pensamiento crítico: la importancia que reviste esta habilidad la refleja el hecho de que sea transversal a todas las asignaturas (Bases Curriculares: 39, 71, 142, 214, 266, 192)[9].

Tercera dimensión
Resultados de las Bases Curriculares
Descripción
Se incluyen en esta dimensión enunciados generales acerca de los resultados del uso o implementación de las Bases Curriculares. Se contemplan dos subdimensiones: a) Mejorías en el quehacer docente producto del uso o implementación de las Bases Curriculares. b) Mejorías en el aprendizaje y en el desarrollo de las habilidades de los estudiantes resultantes del uso o implementación de las Bases Curriculares.

Cuarta dimensión
Relevancia de las Bases Curriculares
Descripción
Se incluyen en esta dimensión enunciados generales tocantes a la utilidad de las Bases Curriculares, que se desglosan en las siguientes subdimensiones: a) Utilidad para la comunidad educativa: las Bases Curriculares aspiran a la «construcción paulatina de conocimientos y habilidades» mediante el sistema de Objetivos de Aprendizaje que prescriben (Bases Curriculares 2018: 19)[9]. b) Actualidad: la necesidad de actualizar el currículum nacional para dar respuesta a las demandas de la sociedad se reconoce en el documento de las Bases Curriculares como una «exigencia permanente» que la Ley General de Educación contempla[h]. (Bases Curriculares 2018: 20)[9].

[h] En el apartado «Orientaciones sobre el Aprendizaje» del documento de las Bases Curriculares[9] se profundiza sobre la importancia de contar con un currículum actualizado: «El rápido ritmo de cambio en el conocimiento y el aumento del acceso a la información requieren que el currículum asigne importancia al desarrollo de capacidades necesarias para que los jóvenes puedan desenvolverse en la sociedad del siglo XXI» (Bases Curriculares 2018: 21-22)[9].

Objetivos del presente estudio

1. Diseñar una escala de Likert para obtener información sobre la presencia de las Bases Curriculares en el trabajo de personal docente y directivo.
2. Establecer relaciones entre las percepciones de las y los docentes, personal directivo y jefaturas de Unidad Técnico-Pedagógica.
3. Refinar la escala propuesta a partir de las impresiones y críticas de los participantes.

Al igual que en el trabajo de Quintanilla y otros (2006)[1], en el presente estudio solo se aborda el primero de estos objetivos, postergando los dos restantes para una publicación futura.

Metodología

Con base en Cohen, Manion y Morrison (2018: 476)[26], se han seguido las siguientes etapas en el diseño de la presente escala:

1. Determinar los objetivos del cuestionario.
2. Determinar la población objetivo.
3. Elección del marco muestral y del método de muestreo.
4. Decidir los tópicos a discutir y los datos requeridos.
5. Redactar los ítems de la escala.
6. Decidir la secuencia, extensión y formato de la escala.
7. Confirmar que cada dimensión sea considerada en la escala.
8. Aplicación preliminar y refinamiento del cuestionario.

Participantes

Cien profesores de Educación Básica (50 hombres y 50 mujeres, con un promedio de edad de 43 años) y 50 directivos (25 hombres y 25 mujeres, con un promedio de edad de 47 años) de 25 escuelas particulares-subvencionadas de las comunas de Cartagena y San Antonio participaron en este estudio.

El cuestionario

La versión preliminar de la escala de Likert sobre la presencia de las Bases Curriculares en el trabajo de docentes y directivos está conformada por 15 ítems, cada uno con 5 respuestas posibles: «Muy en desacuerdo», «En desacuerdo», «Ni de acuerdo ni en desacuerdo» «De acuerdo» «Muy de acuerdo». Considerando las limitaciones de las escalas de Likert señaladas por Cohen, Manion y Morrison (2018: 480-481)[26] que se discutieron anteriormente, se ha incluido en cada ítem una casilla donde los participantes pueden escribir los comentarios que consideren pertinentes. Los ítems se distribuyen entre las dimensiones de la siguiente forma:

Tabla 2. Distribución de los ítems

Dimensiones	Ítems
Presencia de las Bases Curriculares	7, 10, 14, 9.
Uso de las Bases Curriculares	11, 8, 5, 1, 9, 13.
Resultados de las Bases Curriculares	12, 2, 3.
Relevancia de las Bases Curriculares	4, 9.

Resultados preliminares y continuación de la investigación

En esta etapa inicial de la investigación se ha argumentado sobre la necesidad de la prescripción curricular, en oposición a la postura dominante en la bibliografía atingente de los últimos años, cuya crítica a la prescripción curricular se funda en la oposición a la irrupción del neoliberalismo en el sistema educativo de Chile y en un enfoque pedagógico constructivista. A lo largo de la argumentación se ha procurado mostrar que la prescripción curricular no supone necesariamente una profundización del neoliberalismo en el sistema educativo y que los argumentos en contra de esta basados en premisas constructivistas no son suficientes. En consecuencia, lo que en la mayoría de los estudios se denomina como «estandarización curricular» no es una política pública que los actores del mundo educativo (alumnas y alumnos, docentes, personal directivo, etc.) deban combatir, sino que es una necesidad de todo sistema educativo, pues independientemente del sistema político o modelo económico, es necesario prescribir contenidos para todos los niveles de

enseñanza.

Con el fin de contribuir a la investigación curricular en Chile, se ha propuesto el diseño de una escala de Likert para evaluar la presencia de las Bases Curriculares (documento principal del currículum chileno) en el quehacer de docentes y personal directivo de Enseñanza Básica. En esta primera fase, se han abordado exclusivamente los aspectos técnicos y los problemas epistemológicos implicados en el diseño de la escala, dejando para una publicación posterior los resultados de la aplicación de esta. Replicando el trabajo de Quintanilla y otros (2016)1, la escala se aplicó a un grupo piloto de 20 docentes y 10 directivos de distintos colegios de la ciudad de Santiago durante el segundo semestre del año 2019. Este grupo piloto contribuyó con valiosos comentarios y críticas a diversos aspectos del diseño de la escala, tales como la redacción de los ítems de la escala, su pertinencia, claridad, etc. Adicionalmente, las dimensiones consideradas en la escala, su descripción y el grado en que estas abarcan todos aquellos aspectos transversales a las distintas asignaturas de Enseñanza Básica fueron evaluados por una investigadora en el área de currículum de la Pontificia Universidad Católica de Chile. La forma actual de la escala es resultado de dicho proceso de validación. A futuro, se espera poder solicitar a distintos grupos piloto de docentes y personal directivo una lista de dimensiones y subdimensiones de las Bases Curriculares cuya presencia en el trabajo docente ellos consideren esencial, a fin de enriquecer el instrumento de investigación.

En colaboración con 25 colegios de las comunas de Cartagena y San Antonio y el Departamento de Educación de la Universidad Iberoamericana Internacional, se espera poder aplicar la escala diseñada a una muestra de 100 docentes de Enseñanza Básica de la Región de Valparaíso. Aunque para poder realizar un análisis factorial seguro es necesaria una muestra mayor, la situación de la pandemia de coronavirus en Chile no ha permitido continuar con la investigación como se proyectó en un comienzo.

Por último, durante el diseño de la escala, se reparó en dos problemas que se abordarán en la segunda fase de la investigación: la necesidad de elaborar las dimensiones de la escala de modo tal que permitan a los docentes visibilizar aspectos propios de sus disciplinas y la necesidad de considerar las particularidades del contexto de aplicación de la escala (que en el caso de la presente investigación, lo constituyen los colegios de la Región de Valparaíso de donde se tomó la muestra). Este último problema resulta particularmente acuciante, sobre todo si se aspira a desarrollar una investigación que, tomando en cuenta las críticas que se han hecho al currículum nacional durante los últimos años, aporte conocimientos tanto a la mejora del currículum educativo chileno como al diálogo con los investigadores de educación en México, cuyas reflexiones seguramente son animadas por problemáticas no lejanas a las que se viven en las universidades y colegios de Chile.

Referencias

1. QUINTANILLA, M., LABARRERE, A., SANTOS, M., CADIZ, J. CUELLAR, L., SAFFER, G. y CAMACHO, J. (2006) Elaboración, validación y aplicación preliminar de un cuestionario sobre ideas acerca de la imagen de ciencia y educación científica de profesores en servicio. *Boletín de Investigación Educacional*, (21)2, 103-132.
2. SPOOREN, P., MORTELMANS, D y DENEKENS, J. (2007). Student evaluation of teaching quality in higher education: development of an instrument based on 10 Likert-Scales. *Assessment & Evaluation I Higher Education*. 32(6), 667-679.
3. MANRÍQUEZ, L. (2014). Algunos códigos curriculares de la actual enseñanza básica chilena. *Estudios Pedagógicos*. (50)2, 427-440.
4. MUÑOZ, V. y DURÁN, C. (2019). Los jóvenes, la política y los movimientos estudiantiles en el Chile reciente. Ciclos sociopolíticos entre 1967 y 2017. *Izquierdas* (45), 129-159.
5. Decreto 439 de 2012 [con fuerza de ley]. Establece Bases Curriculares para la Educación Básica en asignaturas que indica. 23 de diciembre de 2011. D.O. 198. 14.04. 2012. https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1036799
6. ASSAÉL, J., ALBORNOZ, N. y CARO, M. (2018). Estandarización educativa en Chile: tensiones y consecuencias para el trabajo docente. *Educação Unisinos* 22(1), 83-90.
7. VERGER, A., BONAL, X. y ZANCAJO, A. (2016). Recontextualización de políticas y (cuasi)mercados educativos. Un análisis de las dinámicas de demanda y oferta escolar en Chile. *Archivos Analíticos de Políticas Educativas*, 24(27), 1-22.
8. SAN FRANCISCO, A. (1992). Jaime Guzmán y el principio de subsidiariedad educacional en la constitución de 1980. *Revista Chilena de Derecho*, (19)3, 527-548.
9. MINISTERIO DE EDUCACIÓN. (2018). Bases Curriculares Primero a Sexto Básico. *Unidad de Currículum y Evaluación*. https://bibliotecadigital.mineduc.cl/bitstream/handle/20.500.12365/2342/mono-1003.pdf?sequence=1&isAllowed=y
10. ASSAÉL, J., CORNEJO, R., ALBORNOZ, N., ETCHEBERRIGARAY, G., HIDALGO, F., LIGUEÑO, S. y PALACIOS, D. (2015). La crisis del modelo educativo mercantil chileno: un complejo escenario. *Currículo sem Fronteiras*, (15)2, 334-345.
11. CÁRDENAS, N. (2019). La educación integral y las nuevas Bases Curriculares. *Revista Estudios Hemisféricos y Polares*. (10)2, 1-13.
12. RUZ-FUENZALIDA, C. (2020). Construcción y trayectoria del currículum en Chile: una perspectiva desde las Nuevas Bases Curriculares para 3° y 4° medio. *Revista Saberes Educativos*, (4), 22-36.
13. CAMPOS-MARTÍNEZ, J. y GUERRERO, P. 2016. Efectos indeseados de la medición de la calidad educativa en Chile. La respuesta de la sociedad civil. *Cadernos CEDES* (36)100, 355-374.
14. CORNEJO, R., ALBORNOZ, N., CASTAÑEDA, L., PALACIOS, D., ETCHEBERRIGARAY, G., FERNÁNDEZ, R., GÓMEZ, S., HIDALGO, F. y LAGOS, I. (2015) Las prescripciones del trabajo docente en el nuevo marco regulatorio de políticas educativas en Chile. *Psicoperspectivas* (14)2, 72-83.
15. OLIVA, M. A. (2010). Política educativa chilena 1965-2009. ¿Qué oculta esa trama?

Revista Brasileira de Educação (15)44, 311-328
16. OLIVA, M. y GASCÓN, F. (2016). Estandarización y racionalidad política neoliberal: Bases Curriculares de Chile. *Cuadernos Cedes* (36)100, 301-318.
17. D. M. (1956). The New Curriculum in Soviet Schools. *Soviet Studies* (7)3 343-345.
18. LILGE, F. (1959). Impressions on Soviet education. *International Review of Education (5)*, 11–27
19. MINISTERIO DE EDUCACIÓN DE CUBA (2020). Programas de Estudio. Recuperado de https://www.mined.gob.cu/primaria/plan-de-estudio/
20. MUJICA-JOHNSON, F. (2020). Análisis crítico del currículo escolar en Chile en función de la justicia social. *Revista Electrónica Educare*. (24)1, 1-14
21. CAVIERES, F. (2014) La calidad de la educación como parte del problema. Educación escolar y desigualdad en Chile. *Revista Brasileira de Educação* (19)59.
22. PIPES, R. (2001). Communism: A History. Modern Library. ISBN-10: 9780812968644
23. MINISTERIO DE EDUCACIÓN. (2016). Lengua y literatura. Programa de estudio. Primero medio.
24. RUFFINELLI, A. (2013). La calidad de la Formación Inicial Docente en Chile: la perspectiva de los profesores principiantes. *Revista Calidad de la Educación 39*, 118-154.
25. GAETE, A., GÓMEZ, V., y BASCOPÉ, M. (2016). ¿Qué le piden los profesores a la formación inicial docente en Chile? *Centro de Políticas Públicas UC 11*(86), 3-15
26. COHEN, L., MANION, L., Y MORRISON, K. (2018). Research Methods in Education. Routledge. ISBN: 9781138209886.
27. CARIFIO, J. y PERLA, R. (2008). Resolving the 50-year debate around using and misusing Likert scales. *Medical Education*. (42)12, 1150-1152.
28. SCHWARTZ, N., KNAUPER, B., RIPPLER, H., NOELLE-NEUMANN, E. y CLARK, F. (1991). Rating scales: numeric values may change the meaning of scale labels. *Public Opinion Quartely 55*(4), 570-582.
29. HARPER, S. (2015). How to analyze Likert and other rating scale data. *Currents in Pharmacy Teaching and Learning, 7*(6), 836-850.
30. LIKERT, Rensis. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology*. 22(140), 5-55.
31. BRIGGS, W. (2016). Uncertainty. *The Soul of Modeling, Probability & Statistics. Springer*. ISBN 9783319397566.
32. PÉREZ, C. (2008). *Sobre un concepto histórico de ciencia. De la epistemología actual a la dialéctica*. LOM ediciones. ISBN: 9789562829915.

Fecha de recepción	Fecha de aceptación	Fecha de publicación
05/11/2020	02/07/2021	30/09/2021

REAXIÓN
Ciencia y tecnología universitaria

Las Revista Reaxión actúa como mero difusor, por lo que el contenido y opiniones del artículo son responsabilidad exclusiva del autor y no representan la opinión oficial de la Revista Reaxión, ni de la Universidad Tecnológica de León.
La revista adquiere los derechos patrimoniales de los artículos solo para difusión sin ningún fin de lucro. Las personas que utilicen la información contenida en la revista para su difusión están obligadas a referenciar la revista como fuente de información.

UTL
LEÓN

REAXION

Ciencia y tecnología universitaria

latindex

Google Académico

Actualidad Iberoamericana
Indice Internacional de Revistas

PERIÓDICA
Indice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias

UTL