



## Diseño y construcción de una caja de skinner automatizada

Johana Cecilia Gonzáles Melgarejo, Alfonso Rodríguez Suarez y Roosebelt Virgilio Méndez Bueno

**Palabras clave:** Caja de Skinner, microcontrolador, proceso unificado de desarrollo, lenguaje unificado de modelado, programa de control.

### Resumen

La caja de Skinner es una herramienta de investigación fundamental en el campo conductual de la Psicología, ya que permite analizar el comportamiento animal en los procesos de condicionamiento operante.

En la construcción de este equipo se utilizó un microcontrolador Motorola 68HC908GP32 que cuenta con 40 pines para diversas funciones. Para la comunicación entre el hardware y el software se utilizó el integrado MAX232. Éste se conecta entre los pines 12 y 13 del microcontrolador, permitiendo la emisión y recepción de datos. Además, se diseñaron dispositivos como: palancas, leds y bocina con frecuencia variable, utilizando un amplificador operacional OPA541, dos dispensadores de alimento por medio de motores paso a paso controlados por diodos y transistores. Lo anterior se maneja por medio de un software de control residente en el microcontrolador.

Para el software se utilizó el proceso unificado de desarrollo (RUP) para planear, diseñar, implementar y evaluar. Con la integración de estos dispositivos se administra los usuarios, se crea cronogramas, se ejecutan las actividades y se obtiene, por medio de un puerto serial, los datos de las respuestas emitidas por el sujeto en el interior del equipo caja de Skinner. Con base en esta información se procesan y generan diferentes tipos de reportes.

Con este equipo se logra desarrollar diferentes actividades propias de la investigación en Psicología, brindando a los estudiantes mejores recursos a través de la implementación de tecnología de avanzada y a bajo costo.

El equipo permite obtener exactitud en las mediciones y, a partir de ahí, generar análisis que promueven la confirmación empírica de los constructos teóricos.



## INTRODUCCIÓN

La utilización de nuevas tecnologías es un factor importante en los laboratorios de una universidad, ya que brinda al estudiante y al docente una herramienta básica y sólida para el desarrollo de procesos efectivos de aprendizaje, llevando a la práctica el conocimiento adquirido en las aulas.

Asimismo, se debe resaltar la importancia de promover la investigación científica como una de las condiciones necesarias en la construcción de nuevos saberes y en el fortalecimiento de una cultura investigativa que permita proponer soluciones innovadoras a las problemáticas que en el contexto educativo se pueden presentar.

La ejecución del proyecto "Diseño y Construcción de una Caja de Skinner Automatizada" surgió como respuesta a la necesidad de implementar recursos tecnológicos para la investigación en el laboratorio del programa de Psicología de la UNAB extensión UNISANGIL.

Para tal fin, se diseñó y construyó un prototipo caja Skinner automatizada como herramienta para los procesos pedagógicos, académicos e investigativos de docentes y estudiantes de este programa, implementando todos los requerimientos de hardware y software necesarios para su construcción.

Se favorece también la integración interdisciplinaria en la institución y se asume como un medio para promover la formación de profesionales competitivos y capaces de transformar los recursos disponibles en soluciones efectivas para los requerimientos que la región exige.

En términos generales, se construyó una caja de Skinner con un mecanismo de control automatizado regulado por un microcontrolador. Además, esta caja se complementa con un software que lleva los registros históricos, da el direccionamiento a diferentes subrutinas y genera resultados y reportes de cada sesión. Es importante tener en cuenta que la caja de Skinner es un dispositivo de gran relevancia en los estudios de la conducta y ha sido implementado en la investigación y análisis que las escuelas conductistas han desarrollado. Con este equipo se busca optimizar las prácticas e investigaciones de los estudiantes de Psicología en los campos específicos de análisis conductual, en los cuales se asume la experimentación y el estudio empírico como una de las condiciones necesarias para lograr una comprensión precisa de los contenidos teóricos.

Para el diseño y construcción de la caja de Skinner se hizo necesario crear un conjunto de planos de los circuitos de control y de potencia seleccionando los más efectivos y apropiados para obtener los resultados esperados. Por ejemplo, en el caso del circuito de potencia se utilizó el regulador de voltaje LM7508, además de un banco de condensadores necesarios para conservar los niveles de voltaje de 5V, +12V y -12V requeridos para el funcionamiento de los dispositivos de la tarjeta de control de la caja de Skinner automatizada.

En primera instancia se realizó un diseño para la adquisición y manejo de datos utilizando como elemento central el microcontrolador Motorola 68HC908GP32. Este mecanismo cumple con las características ideales para el trabajo a realizar. Este implemento permitió dar un buen manejo a cada uno de los dispositivos de la caja. Uno de los requerimientos básicos para el desarrollo del proyecto es la comunicación entre el Hardware y el Software, por medio de un puerto serial.

Estando ya establecida la comunicación serial y comprobando su óptimo funcionamiento, se procedió al diseño de los dispositivos a utilizar, tales como palancas en las que se implementaron pulsadores del tipo final de carrera y luces por medio de leds bicolor y de alto brillo. Adicionalmente, se diseñó una bocina con frecuencia variable.

Para cumplir con los requerimientos de la caja de Skinner se tuvo la necesidad de generar una serie de estímulos de recompensa y castigo. Los primeros consisten en el suministro de pellets o bolitas de alimento por medio de dispensadores controlados electrónicamente por diodos y transistores que permiten generar la entrega del alimento en los periodos de tiempo y espacio previamente configurados con ayuda del software de control. Los segundos consisten en una descarga eléctrica generada por un relevo de control el cual permite variar los niveles de voltaje y obtener así la descarga adecuada al sujeto (rata).

La construcción de la caja se complementó con una base de madera con el fin de soportar todo el equipo y proteger la parte electrónica de la caja metálica. El tamaño del equipo está basado en las dimensiones estándares: 21.5 cm de ancho por 28.5 cm de largo y 21.5 cm de alto. El armazón de la caja está hecho en acero inoxidable, con tres caras en acrílico transparente de 5 mm de grueso. También posee una bandeja en acero inoxidable la cual permite recoger los excrementos del sujeto (rata). Una de las ventajas de la caja, y que la diferencia de las demás, es que los dispositivos con los que cuenta son intercambiables de posición; es decir, las dos caras transversales de la caja admiten la posición de todos los dispositivos, permitiéndole al estudiante variar los niveles y desarrollar investigaciones de forma creativa y en diferentes niveles de complejidad.

Hasta este punto, se ha mencionado el componente físico del proyecto. Sin embargo, es necesario hacer mención especial de los aspectos metodológicos implementados en el mismo. La metodología que se utilizó para el desarrollo del proyecto es el proceso unificado de desarrollo (RUP), la cual permite llevar a un equipo de desarrollo a la construcción de sistemas para diferentes áreas del conocimiento, complejidad y tamaño, que cumplan con los requerimientos que el mundo actual exige. RUP está dirigido por casos de uso, centrado en la arquitectura y es iterativo e incremental.

Ahora bien, un caso de uso en general, es una fracción de funcionalidad que proporciona un resultado a un usuario. Es decir, los casos de uso representan los requisitos funcionales de un sistema y un conjunto de casos de uso conforman el modelo de casos de uso.

Un caso de uso debe responder a la pregunta ¿Qué debe hacer el sistema para cada usuario? Cuando se afirma que el proceso unificado de desarrollo está dirigido por casos de uso, se está diciendo que los casos de uso no sólo son útiles para el levantamiento de requisitos, sino que permiten guiar el desarrollo por medio de un conjunto de flujos de trabajo que parten de los casos de uso. La construcción de los siguientes modelos, en el desarrollo, se hace con base en los casos de uso y éstos, a su vez, maduran durante el ciclo de vida del desarrollo.

Según Jacobson<sup>1</sup> (1999), uno de los creadores de esta metodología, el proceso unificado de desarrollo está centrado en la arquitectura porque presenta una vista estática y dinámica del sistema antes de la construcción. Además tiene como tarea primordial la comprensibilidad, capacidad de adaptación al cambio y reutilización. La arquitectura va de la mano con los casos de uso y surge de las necesidades de los usuarios. La funcionalidad está a cargo de los casos de uso; y la forma, a cargo de la arquitectura, encajando estos de tal forma que permita su desarrollo presente y futuro.

Otro factor que influye en la arquitectura de un sistema software es la plataforma en la que va a funcionar. De esta forma, la arquitectura es la que permite al sistema evolucionar a lo largo del tiempo.

Es importante tener en cuenta que el desarrollo de un proyecto de software puede tardar un prolongado periodo de tiempo, para lo cual es recomendado dividir el proyecto en proyectos más pequeños a los que se denominan iteraciones. Éstas deben estar controladas y planeadas con anticipación. Las iteraciones cumplen con los flujos de trabajo necesarios durante el desarrollo y hacen referencia a un grupo de casos de uso. En el momento que se cumpla la iteración se evalúan los objetivos propuestos. En caso de que no se cumplan, se revisan los posibles errores que se cometieron. De no ser posible realizar las correcciones, se pone en marcha un nuevo enfoque, siendo menos costoso pues se detectan las fallas a tiempo. En el momento que se cumpla la iteración se ensambla y se continúa con la siguiente.

---

1. JACOBSON Ivar, BOOCH Grady, RUMBAUGH James. Proceso unificado de desarrollo de software. Segunda edición. Madrid: Addison Wesley, 2000

RUP utiliza Lenguaje Unificado de Modelado (UML) para representar todas las posibles vistas de un sistema software. De esta forma UML pasa a ser un factor indispensable para el proceso unificado. Es decir, UML es un lenguaje visual utilizado para visualizar, especificar, construir y documentar artefactos software. Cuenta con nueve tipos de diagramas, dividiéndose estos en dos partes: diagramas estáticos en los que se encuentran los diagramas de clases, objetos, componentes y de despliegue, y diagramas dinámicos en los que están los diagramas de casos de uso, secuencia, colaboración, estados y actividades.

El proceso unificado aparte de utilizar UML cuenta con cuatro fases que son: inicio, elaboración, construcción y transición. En cada ciclo que se realice en las fases se lleva a cabo cinco flujos de trabajo fundamentales, los cuales son requisitos, análisis, diseño, implementación y prueba.

En el presente documento se muestra al lector el ciclo de desarrollo del proyecto. Éste se organizó por flujos de trabajo para llevar una continuidad en las ideas y hacer que sea fácil la interpretación del sistema. En primer lugar, se presenta la administración del proyecto en el que se describe el contexto del negocio, los objetivos del producto, los antecedentes, el presupuesto y el cronograma de actividades para poder formar una base en la que se pueda dar inicio a los demás flujos de trabajo. Cabe resaltar que cada flujo de trabajo se sometió a las fases establecidas por el proceso unificado de desarrollo, en la medida que se requiere dentro de cada fase.

En la toma de requisitos se realizaron reuniones semanales en el primer semestre del 2005 con los docentes encargados del área conductual del programa de Psicología de la UNAB extensión UNISANGIL, quienes explicaron al grupo de desarrollo algunas teorías conductuales y, a su vez, expusieron las necesidades que, en su momento, tenían. Esta información se documentó por medio del modelo de casos de uso, en el que se describen los requisitos funcionales y los diferentes flujos de información, precondiciones, poscondiciones y restricciones de diseño.

Tomando como punto de partida el modelo de casos de uso, se inicia el análisis y diseño, refinando los casos de uso y esbozando el modelo de la arquitectura del software, en el que se presenta un diagrama general de casos de uso del sistema y los diagramas de colaboración para poder comprender la organización estructural de las clases del análisis. Además se describen los flujos de las diferentes relaciones entre las clases. Después se elaboran los diferentes paquetes del análisis y, con base en esta información, se procede a presentar el diagrama de clases del diseño y el modelo de datos persistentes.

En un último apartado, se muestra el modelo de implementación en el que se describe la forma como se relacionan los componentes físicos en los diferentes nodos, junto con sus respectivas interfaces. Hasta aquí, el presente informe da una visión del proceso llevado a cabo y permite analizar no sólo el producto terminado, sino toda la serie de etapas que lo constituyen y los elementos que se han desarrollado para su adecuada finalización.

Para finalizar, se puede afirmar que el desarrollo del presente proyecto permitirá implementar nuevos procesos investigativos y académicos para el programa de Psicología, involucrando al estudiante con la experimentación y propiciando la construcción de nuevos conocimientos. Tareas que, sin duda, hacen parte de la formación profesional y que se han de ver enriquecidos por la integración interdisciplinaria y por el uso de nuevas tecnologías y recursos de avanzada, propios de la formación científica.

