Cortesía: Lincoln Electric

Simuladores: el presente de la educación en soldadura

Laura Cruz Cañón
Periodista

Realidad virtual para aprender a soldar.

La capacitación de soldadores, que cumplan con los estándares de calidad que exige el sector industrial, es una tarea que requiere tiempo y dinero. Los programas pedagógicos basados en el uso de simuladores de realidad virtual se muestran como una buena opción de aprendizaje de este oficio, ya que sus resultados son contundentes en reducción de costos y tiempo.

Los grandes proyectos de infraestructura y de exploración minera han sido dos de los motores de la economía colombiana durante los últimos años. Para avanzar en ellos, las empresas que los lideran han buscado personal calificado y certificado que cumpla con los estándares de calidad que requieren dichos proyectos. Desafortunadamente, muchas de ellas han encontrado un déficit de profesionales, especialmente, en el área de la soldadura, que les impide ser eficientes y competitivas. Un informe publicado por la **Revista Metal Actual** en 2009 señalaba que en esa época hacían falta 2.000 soldadores calificados y certificados que suplieran esta demanda.

Ante este panorama, el sector se ha dado a la tarea de formar soldadores profesionales aptos para trabajar bajo los modelos de calidad que impone esta labor. El proyecto de capacitación en soldadura del Sena, el Instituto de Soldadura WestArco, el Centro de Capacitación

Don Bosco, el Centro Tecnológico de Soldadura (CTS) de la empresa Lincoln Electric y el Instituto Tecnológico de Soldadura (Itesol) de la firma Megrieweld Ltda son algunos de los establecimientos que actualmente ofrecen capacitación en soldadura en Colombia.

Sin embargo, el aprendizaje de este oficio requiere grandes inversiones dinero y en tiempo para practicar. También exige personal docente capacitado y grandes recursos en infraestructura, materiales y consumibles, entre otros. Esto se traduce en un aumento significativo de los costos para las empresas, con el agravante de que recuperar la inversión hecha en capacitación no es posible en el corto plazo.

Conscientes de esta situación, que no solo afecta a Colombia, sino que es en general un síntoma del sector metalmecánico en Latinoamérica y en otros lugares del mundo, la industria ha buscado crear herramientas educativas que permitan que los futuros soldadores adquieran los conocimientos necesarios para ser profesionales de calidad de forma más rápida y sin gastar una fortuna en capacitación de personal.

Uno de los métodos educativos más eficientes y rentables para enseñar diferentes oficios y profesiones como conducir un vehículo, volar un avión o manipular maquinaria pesada es la que ofrecen los programas de simulación o de realidad virtual, ya que están diseñados para recrear situaciones idénticas a las que debe enfrentar un aprendiz en la vida cotidiana. Esta tecnología ya se usa para la capacitación y evaluación de estudiantes de soldadura con excelentes resultados y ahorros de dinero y tiempo, pues no son necesarios materiales ni equipos, y el consumo de energía es mucho menor.

Cortesía: Lincoln Electric

El sistema de simulación de Lincoln Electric permite soldar en plano, vertical, horizontal y sobre cabeza y tanto el pedestal como la mesa pueden acomodarse en cualquier posición de forma rápida y práctica.

Una alternativa útil

Mediante la implementación de la formación en soldadura con realidad virtual en los programas de formación tradicionales, está comprobado que los estudiantes aprenden más rápidamente. Un estudio de 2010, hecho por la Universidad de Iowa en Estados Unidos seleccionó 22 aprendices de soldadura. La mitad de ellos fueron entrenados de forma tradicional y la otra mitad utilizó el método convencional y el método de simulación. Los alumnos que solo trabajaron de la manera tradicional pudieron hacer correctamente cuatro ejercicios de soldadura, mientras que el grupo de estudiantes que utilizó el programa de simulación hizo ocho de forma adecuada.

En términos económicos, capacitar a un solo aprendiz usando el equipo y los materiales convencionales de soldadura costó US$2.680 mientras que un alumno entrenado con un software de simulación costó US$243. Esta investigación también mostró que el grupo de estudiantes que hizo uso de los simuladores aumentó en 41,6% su evaluación final con una reducción de tiempo del 23%. Esto quiere decir que este sistema capacita mejores soldadores en menor tiempo con un gasto inferior.

La experiencia de aprender en ambientes de realidad virtual permite que los estudiantes se familiaricen con los procedimientos, que aprendan la posición correcta para soldar, los ángulos adecuados de la pistola, las velocidades de desplazamiento, las técnicas de soldadura y medir y registrar sus resultados en tiempo real, todo esto sin usar material de base, gas de protección, electrodos de soldadura así como otras piezas y consumibles.

Este tipo de sistemas tampoco requieren la eliminación de humos de soldadura lo cual disminuye el impacto ambiental y por si fuera poco, en todo este proceso los alumnos están expuestos a riesgos físicos (quemaduras, descargas eléctricas, daños por esquirlas), especialmente durante las primeras horas en que no están familiarizados con la maquinaria y su funcionamiento.

Igualmente, estos programas garantizan la formación en un ambiente totalmente seguro, lo cual minimiza accidentes y por lo tanto eventuales gastos en seguros médicos.

La tranquilidad que se brinda a los estudiantes disminuye sus niveles de ansiedad y los empodera dentro de su lugar de trabajo. Otros aspectos importantes es que con un solo sistema de simulación se pueden entrenar varios alumnos a la vez. Además, no es necesario emplear equipos reales, lo cual evita su deterioro por mal uso del estudiante y los mantiene en constante producción. Esto significa menores costos de mantenimiento, reparación y reposición de equipos.

Cortesía: Lincoln Electric

Este innovador software permite visualizar y grabar el proceso de soldadura en tiempo real y hacer correcciones sobre la marcha. La pantalla táctil también tiene la opción de congelar la imagen y moverla para evaluar el ejercicio desde diferentes ángulos.

Los simuladores disponibles en el mercado

Actualmente se encuentran diferentes tipos de simuladores de soldadura alrededor del mundo que prometen educar mejor y en menos tiempo a los aprendices de este oficio. Algunas empresas del sector metalmecánico ofrecen un sistema completo que incluye un *hardware* con piezas idénticas a las que se suelen utilizar en soldadura pero elaboradas de diferentes tipos de plásticos o acrílicos, además de tener un software con múltiples ejercicios, posiciones, materiales, consumibles y ambientes que permiten practicar de muchas formas.

Existen también empresas del sector educativo que utilizan los simuladores de realidad virtual para impartir conocimiento práctico en diferentes disciplinas y que recientemente han incluido la soldadura dentro sus programas pedagógicos. Estos son algunos de los sistemas que ofrece el mercado.

- *VRTEX 360*: La empresa estadounidense Lincoln Electric desde hace 10 años ha desarrollado un simulador que busca ser lo más parecido posible a una máquina para soldar convencional. Este equipo está disponible en Colombia desde el 2014 y ya hay un simulador en funcionamiento en la seccional del Sena en Riohacha, Guajira.

  En varios ambientes de realidad virtual que recrean talleres de mecánica, bases militares, o talleres de soldadura, entre otros, el simulador introduce al usuario para que tenga la sensación de estar en este mundo. El estudiante puede interactuar con dichos ambientes recorriéndolos, escuchando los sonidos propios de estos lugares y percibiendo los cambios que ocurren al momento de soldar como en la iluminación del lugar, en los colores, en las texturas del soldado, etc.

  El simulador de Lincoln Electric cuenta con el programa Windows® 7 Professional, Procesador Intel® Core i5 Quad. El software de simulación de soldadura incluye las locaciones virtuales; monitor táctil LCD de 17 pulgadas con altavoces incorporados; pedestal VR (realidad virtual) y brazo que permite que la pieza de trabajo sea colocada en múltiples posiciones de 0 a 90 grados; mesa ajustable para realizar posturas de soldado 2G (tuberías verticales e inmóviles durante el soldeo), 5G (tuberías horizontales e inmóviles) y 6G (tuberías inmóviles con sus ejes inclinados a 45 grados); pistola para practicar procesos GMAW (soldadura a gas y arco metálico) y FCAW (soldadura por arco con núcleo fundente); vástago VR, que retrae el electrodo de la misma manera en que este se funde en la soldadura y, finalmente, la careta que introduce al estudiante en un mundo virtual a través de un diseño con visión 3D y sonido estéreo. El equipo incluye varias juntas como junta en plano, en T, con ranura y tubería de seis y dos pulgadas de diámetro y además puede configurarse en doce idiomas.

¿Cómo funciona?

El estudiante debe ingresar sus datos en el programa, seleccionar el tipo de probeta con la que va a trabajar y debe asegurarse que la pieza que aparece en la pantalla del equipo sea la misma que tendrá en sus manos, que en este caso será una de las juntas que trae la máquina hechas en acrílico.

Luego, el alumno tiene múltiples opciones de metales como aceros, varios tipos de aluminios e inoxidables. Posteriormente, se selecciona el proceso de soldadura que se desea practicar de entre las opciones posibles como alambre MIG, electrodo revestido o alambre tubular y, finalmente, se escoge un espesor de chapa.

Después de lo anterior, el software exige ciertas especificaciones como la altura de la mesa, la posición del pedestal y del brazo, las cuales deben realizarse manualmente, y luego introducir estos datos en el

equipo. Los últimos pasos son seleccionar el ambiente virtual y el amperaje requerido. Como este software está diseñado para enseñar y corregir errores, la simulación no dará inicio si alguno de los parámetros mencionados anteriormente no es correcto.

Una de las ventajas más importantes de este software es que cuenta con un sistema de evaluación que permite ver cómo se realizó el proceso de soldadura, grabarlo y repetirlo las veces que sea necesario. También califica cada soldadura, basado en cuan cercano estuvo el desempeño del estudiante de la técnica especificada por el instructor, mide diferentes parámetros como posición de la junta, ángulo de trabajo, velocidad de avance, entre otros y los califica con una puntuación de 0 a 100 que puede verse en un gráfico que presenta los aciertos y discontinuidades.

Los elementos positivos y negativos del proceso se aprecian claramente en la soldadura virtual que luego es sometida al test de doblez de cara y raíz para comprobar que esta no se rompa. El programa recoge toda esta información y emite un certificado en formato PDF que puede guardarse en cualquier memoria extraíble.

- *Virtual Welding – Fronius*: La firma austriaca desarrolló un simulador que se enfoca en un proceso secuencial en el que el estudiante inicia con el tipo de soldadura más común y elemental y el programa paulatinamente va aumentando el nivel de complejidad de los ejercicios al introducir nuevas técnicas y materiales. El software es autoexplicativo e intuitivo; tiene un instructor virtual que indica la velocidad adecuada de soldadura, la distancia de la pieza de trabajo, y el ángulo de incidencia con respecto a la pinza de soldadura que debe cumplirse.

Esta característica también se puede personalizar de acuerdo a los requerimientos del instructor. El simulador incluye una pantalla táctil que permite configurar el equipo en 22 idiomas diferentes; cuenta con piezas idénticas a las que se usan en la vida real con las que se puede practicar soldadura en V (en monocapa y varias capas), cordón de garganta, unión de tubo a tubo y de tubo a chapa y cordón ciego.

Permite practicar posiciones de soldadura PA (chapas horizontales, soldadura plana o sobremesa), PB (soldadura horizontal), PC (chapas verticales con eje de soldaduras horizontales), PD (soldadura bajo techo), PE (soldadura en techo), PF (soldadura vertical con ambas chapas en vertical) y PG (Conjunto inmóvil durante el soldeo) ; incluye una pinza de soldadura con dos tipos de electrodo: uno largo para perfeccionar el cebado y la versión corta para aprender la soldadura propiamente dicha en la que el electrodo se funde virtualmente.

También tiene una antorcha para soldadura con alambres MIG en la que se puede ajustar el arco voltaico de acuerdo a las necesidades del aprendiz. Incluye una careta con gafas VR y una ventana de control visual. El

Pedestal VR
Permite que la pieza de trabajo pueda ser colocada en múltiples posiciones con o sin la mesa ajustable, para simular apicaciones reales de sodadura.

Careta VR
Introduce all estudiante en un mundo virtual a través de una careta especialmente diseñada con visión 3D y sonido estéreo.

Pistola VR
Permite a estudiante practicar su técnica en procesos GMAW y FCAW.

Vástago VR
Retrae e electrodo de la manera en que un electrodo se funde en la soldadura como un electrodo real.

Máquina VR
Interfase de interacción entre el estudiante y el software.

Cortesía: Lincoln Electric

simulador de Fronius viene en dos versiones: una terminal fija de 92 kilos y una móvil de 53.

¿Cómo funciona?

Este equipo, al estar enfocado en el proceso secuencial de aprendizaje, introduce al estudiante en la primera fase de soldadura manual por electrodo en la que el instructor virtual indica los parámetros a seguir para obtener una soldadura bien hecha. Esta primera etapa es de formación.

Las señales de color que aparecen en la pantalla y el ruido de soldadura real transmiten al usuario el estado actual, así como las desviaciones y coincidencias correctas, lo que permite efectuar cualquier corrección directa e inmediata dentro del proceso. La segunda etapa que propone el sistema es la de simulación; en ella el alumno practica en una situación de soldadura real sin el apoyo del instructor virtual; el propio estudiante es quien ajusta los parámetros de acuerdo a cada tipo de soldadura y es allí donde la experiencia con la realidad virtual es indispensable pues se recrean espacios de soldadura, se pueden ver los resultados del ejercicio en tres dimensiones diferentes y evaluar el cordón de soldadura.

Este programa también cuenta con un sistema de evaluación que determina la calidad de los ejercicios y les asigna a cada uno una puntuación. La práctica puede verse cuantas veces sea necesario ya que graba las sesiones de entrenamiento y permite guardar los resultados de las pruebas en el sistema o en una memoria extraíble.

En el mercado existen otras marcas de simuladores con características similares a los equipos de Lincoln Electric y Fronius pero con algunas diferencias en el diseño, el tamaño de los equipos y las posibilidades para practicar diversas técnicas y posiciones de soldeo.

Por ejemplo, la firma canadiense 123 *Certification Inc* creó un simulador en el que se puede escoger el tipo de soldadura, la probeta, el amperaje entre otros parámetros pero no incluye accesorios como juntas de tal forma que los ejercicios se realizan sobre la pantalla del simulador y no con una herramienta real. Por otro lado, solo puede configurarse en cuatro idiomas diferentes en los cuales no está incluido el español.

Weldplus de Alemania tiene un simulador que incluye diferentes accesorios como probetas y pantalla táctil pero su característica principal es que es más pequeño que los demás equipos. Esta máquina es similar a la de la empresa española Simfor que cuenta con un procesador pequeño. Los dos simuladores cuentan con casco de visón 3D y sonido estéreo y permiten realizar múltiples posiciones y tipos de soldadura como electrodo revestido, MIG y MAG.

Entre las empresas educativas que han ampliado su oferta para la capacitación de soldadores se encuentra la estadounidense *Reality Works* que ofrece dos soluciones para aprender a soldar: el primero es un simulador de realidad virtual similar a los equipos disponibles en el mercado en el que los estudiantes perfeccionan las habilidades básicas en un ambiente seguro.

Esta versión consta de un monitor, una CPU, una pistola de soldadura y diferentes accesorios. No incluye casco así que el ejercicio solo se puede observar en la pantalla. La otra versión es un simulador de soldadura en vivo en el que el estudiante obtiene información inmediata sobre el ángulo de trabajo, el ángulo de desplazamiento y la velocidad mientras realiza en vivo la soldadura. Este último solo consta de un casco con visión 3D que

le muestra al alumno cómo está realizando su trabajo y un par de guantes de protección. Este es el único caso en el que es indispensable realizar una soldadura con materiales y condiciones reales para que el software al interior del casco obtenga la información pertinente sobre el ejercicio.

En suma, ya que en la industria colombiana existe una fuerte demanda de formación en el campo de la soldadura, pues cada vez más se requieren profesionales calificados en esta área, los actuales métodos de formación de soldadores de realidad virtual ofrecen una solución que vale la pena considerar.

Estos equipos rompen el paradigma de la capacitación en soldadura, ya que evitan el gasto en infraestructura, máquinas-herramientas y consumibles, ya no es necesario tener grandes instalaciones eléctricas o complejos sistemas de extracción de gases; ya no es necesario invertir en material de prueba o piezas para realizar las practicas, o adquirir costosos consumibles. Tampoco, hay que detener la producción para capacitar el personal ni exponer a los operarios a los nocivos efectos de los gases industriales.

Sin duda, estas herramientas ofrecen una alternativa y una solución práctica a las necesidades de mano de obra calificada de la industria nacional, incluso las empresas pueden convertirse en talleres-escuela e invertir en el su propio recurso humano.

Ventajas de la simulación para el aprendizaje de la soldadura

- Es una herramienta con la que pueden interactuar alumno y profesor, pero que además permite que el aprendiz desarrolle habilidades propias y pueda autoevaluar sus resultados.
- Son dispositivos intuitivos, que no implican mayor dificultad para el usuario.
- Equipos diseñados con base en las máquinas reales de soldadura, que incorporan conectores, antorchar, máscaras y elementos de soldadura para que el alumno se familiarice con su uso.
- Hoy en día estas herramientas evalúan el grado de aprendizaje y la evolución del alumno, por lo que se le puede hacer seguimiento y llevar un registro histórico detallado del mismo, mediante una ficha personal que puede ser guardada en la memoria del equipo y consultada en cualquier momento.
- Admiten todos los diferentes tipos de uniones y juntas posibles de soldadura, así como todas las posiciones de soldeo normalizadas.
- Incluso, se pueden programar para el aprendizaje o la práctica de procedimientos concretos de ciertos sectores como la minería y los hidrocarburos.
- Recrean las condiciones y el ambiente del taller, para que el alumno se sienta inmerso en un rol especifico.

Fuentes

- **Raúl Parra Puentes**. Director Nacional de Máquinas. Lincoln Electric Colombia. **raul.parra@lincolnelectric.com.co**
- www.fronius.com - www.weldplus.de - www.lincolnelectric.com - www.simfor.es - www.123arc.com; www.realityworks.com - www.vrsim.net