

# EVALUACIÓN DE ERGONOMÍA DURANTE ACTIVIDADES ACADÉMICAS

Bravo Marmolejo, Sandra Pamela (1), Almanza Ojeda, Dora Luz (2), Rocha Ibarra Jesús Ernesto (3)

1 [Ingeniería en Sistemas Computacionales, Universidad de Guanajuato] | [sp.bravomarmolejo@ugto.mx]

2 [Departamento de Ingeniería Electrónica, División de Ingenierías, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato] | [dora.almanza@ugto.mx]

3 [Departamento de Arte y Empresa, División de Ingenierías, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato] | [je.rochaibarra@ugto.mx]

## Resumen

La evaluación de posturas al realizar actividades académicas es el tema de estudio en este trabajo. Algunas actividades de laboratorio requieren taladrar placas y por ello se solicitó a 10 estudiantes de la División que realizarán 3 actividades utilizando el banco del taladro, éstas fueron: taladrar, martillar y desatornillar. Todas las actividades fueron capturadas con un sensor Kinect ONE que nos entrega la imagen color, la de profundidad y la posición de 25 articulaciones principales del cuerpo humano. De la base de posiciones de las articulaciones se evaluaron las posturas de acuerdo con el método REBA. Los resultados finales muestran el nivel de riesgo que se tiene al realizar estas actividades principalmente en la zona del cuello, tronco y brazos.

## Abstract

The subject of study in this article is about academic activities postures evaluation. Some laboratory activities require to drilling plates, therefore 10 students of the Division were asked to perform 3 activities using the drill bench, these activities were: drilling, hammering and unscrewing. All the activities were captured by Kinect ONE sensor, which delivers the color image, the depth image and the 25 principal human body joints position. From the joints position database, postures were evaluated according to REBA method. The final results show the risk level in the main areas of neck, trunk and arms when carrying out these activities.

### Palabras Clave

Ergonomía; REBA; postura; Métricas; Kinect ONE;

## INTRODUCCIÓN

Resulta común encontrarlos en riesgo de algún daño músculo-esquelético debido a las actividades escolares y en general por actividades del día a día, debido a las posturas adoptadas y elementos del medio necesarios para realizar las actividades. La ergonomía es un conjunto de principios que llevan al entendimiento de la interacción entre los humanos y otros elementos de un determinado sistema [1].

Existen diversas herramientas basadas en posturas para evaluación ergonómica que nos permiten identificar y cuantificar factores de riesgos en el espacio de trabajo, que llevan a desordenes músculo-esqueléticos, y posteriormente elaborar métricas que permitan hacer mejoras en el entorno de trabajo (sistema) y así reducir los factores de riesgo [2]. Estas herramientas evalúan posturas de cuerpo completo en conjunto con esfuerzos realizados, tipo de acción o movimiento, repeticiones y acoplamientos[3].

Una postura es definida como la disposición relativa entre las partes del cuerpo en relación con la posición física, como estar de pie, acostado o sentado. Una postura correcta minimiza el estrés en el cuerpo humano manteniendo el balance de los músculos y el esqueleto. Este estado de balance músculo-esquelético protege la estructura de soporte en el cuerpo y previene daño o deformación progresiva en cualquiera de las posiciones.

Los métodos de evaluación ergonómica nos ayudan a simplificar y estandarizar la evaluación de carga física en lugares de trabajo; la mayoría de estos métodos se basan en las limitaciones anatómicas del humano para así establecer límites de seguridad en la carga física y en el medio de trabajo [4]. La existencia de estos estándares o métricas de control resulta de gran importancia ya que permiten dar seguimiento al análisis de tareas, comparando los factores de riesgo antes de incorporar la herramienta de evaluación ergonómica con el resultado obtenido tras realizar cambios tanto en el método de ejecución de la tarea, como en el medio en el cuál se desarrolla.

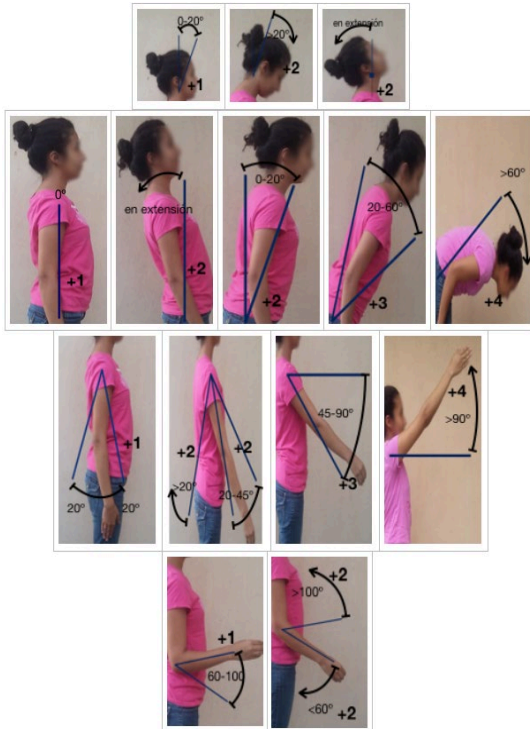
El objetivo principal de este proyecto es evaluar posturas ergonómicas de actividades académicas utilizando el método REBA y categorizar el riesgo de daño músculo-esquelético que presentan dichas posturas en la realización de tareas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

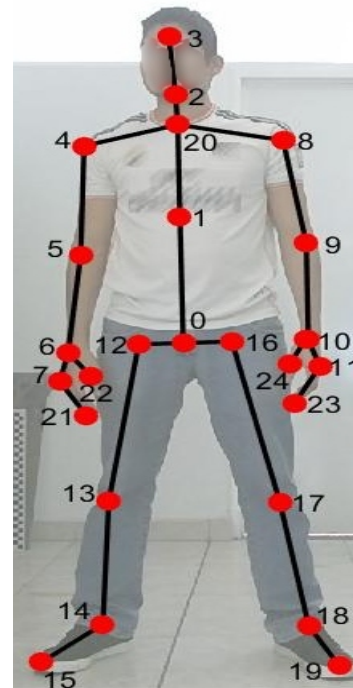
REBA (Rapid Entire Body Assessment) se trata de un método de evaluación ergonómica que analiza posturas de cuerpo completo para identificar desordenes músculo-esqueléticos asociados a tareas de trabajo. REBA secciona su análisis por grupos, A y B. El grupo A describe las siguientes regiones: cuello, tronco y piernas, mientras que el grupo B se encarga de brazos, antebrazos y muñecas. Cada región recibe un puntaje el cual debe localizarse en su rúbrica correspondiente [5], generando así un puntaje para cada grupo. Posteriormente, el puntaje acumulado entre los grupos recibe ajustes dependiendo la naturaleza de la actividad obteniendo un puntaje final.

El puntaje final del método completo REBA se maneja en un intervalo de 1 a 15 y representa el nivel de riesgo de desorden musculoesquelético de la siguiente manera, 1: riesgo negligente, ninguna acción es requerida; 2-3: riesgo bajo, el cambio puede ser necesario; 4-7: riesgo medio, investigación más detallada, cambiar pronto; 8-10: alto riesgo, investigación e implementar cambio; 11+: riesgo muy alto, implementar cambio inmediatamente. Se entiende entonces que entre mayor puntaje mayor el riesgo y que un puntaje alto en cada región de análisis conlleva a un puntaje final elevado.

En el presente proyecto, se evalúan 16 posturas de 4 regiones, cuello (tres posturas), tronco (cinco posturas), brazo (cinco posturas) y antebrazo (tres posturas). Dentro de la evaluación de las posturas principales mencionadas no se incluyen el análisis de piernas y muñecas ni ajustes por giros del cuello y tronco. Por lo anterior, no se genera un puntaje final, sólo se evalúa la postura de acuerdo al puntaje por región, como se indica en la Figura 1, entendiendo que a mayor puntaje en las regiones, el riesgo de daño músculo-esquelético aumenta.



**Figura 1: Plantilla de puntajes de las principales posturas REBA.**



**Figura 2: Joints detectados sobre el cuerpo humano por Kinect.**

El estudio fue realizado en 10 alumnos de la Universidad de Guanajuato DICIS, cada estudiante aporta 5 pruebas realizando 3 actividades por prueba: taladrar, martillar y atornillar. Las posturas fueron analizadas mediante Kinect, donde por cada prueba se evaluaron un promedio de 398 frames. En la Figura 2 se observa la localización de los 25 joints que detecta Kinect del cuerpo humano. Kinect proporciona coordenadas x, y, z de cada joint, con dichas coordenadas se obtuvieron los ángulos para evaluar las posturas principales como se detalla en la Figura 1.

Se usaron los joints 8, 9 y 16 para medir las posturas del brazo, las posturas ( $0^{\circ}$ -  $20^{\circ}$ ), ( $20^{\circ}$ - $45^{\circ}$ ), ( $45^{\circ}$ - $90^{\circ}$ ) y ( $>90^{\circ}$ ) fueron consideradas en sentido opuesto a las manecillas del reloj, como se muestra en la Figura 3a mientras que la postura de extensión se considero el ángulo en sentido de las manecillas del reloj, ver Figura 3b. Para las posturas del antebrazo se utilizaron los joints 8, 9 y 10, midiendo el ángulo en sentido de las manecillas del reloj, Figura 3c, proyectando las posturas ( $60^{\circ}$ - $100^{\circ}$ ), ( $0^{\circ}$ - $60^{\circ}$ ) y ( $>100^{\circ}$ ). La evaluación de las posturas del cuello se realizó con los joints 3, 2 y 20, las posturas ( $0^{\circ}$ - $20^{\circ}$ ), ( $>20^{\circ}$ ) se midieron en sentido de las

manecillas del reloj, como en la Figura 3d y la postura en extensión en sentido opuesto a las manecillas, ver Figura 3e. Finalmente con los joints 20, 0 y 17 se evaluaron las posturas del tronco, las posturas ( $1^{\circ}$ - $20^{\circ}$ ), ( $20^{\circ}$ - $60^{\circ}$ ) y ( $>60^{\circ}$ ) se midieron en sentido de las manecillas del reloj, Figura 3f, la postura en extensión fue medido en el sentido opuesto a las manecillas, como en la Figura 3g, y el ángulo ( $0^{\circ}$ ) se mide si los puntos de evaluación son coloniales.

Basado en los puntajes representados en la Figura 1, se obtiene un puntaje final por actividad realizada, el cual es calculado con la suma de los puntajes de cada región evaluada, el puntaje que se almacena de cada región es aquel que le corresponde la postura de mayor riesgo.

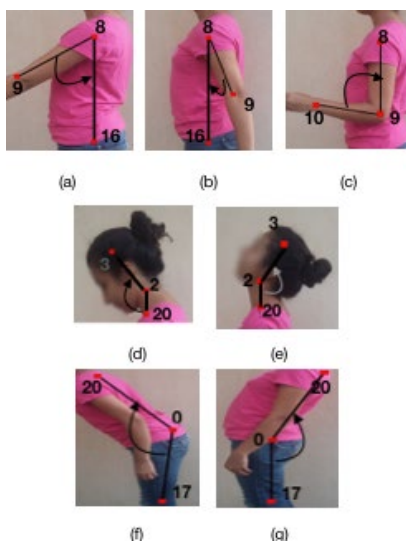


Figura 3: Joints y ángulos usados por Kinect para detectar las principales posturas REBA

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se genera una hoja de resultados de la evaluación de ergonomía por persona, cada hoja se divide en tres secciones evaluando diferentes aspectos de cada tarea, la primera sección señala que posturas se alcanzaron, la segunda sección indica en que frame el sistema detectó la postura señalada y la tercer sección muestra los puntajes de cada región, cuello, tronco, brazo y antebrazo, y un puntaje final de la tarea realizada.

Tras evaluar la base datos, se obtienen puntajes finales que ocupan un rango de 7 a 12, con un puntaje promedio de 9. Se observa también que los puntajes más altos de cada persona corresponden a la primera actividad, en todas las pruebas, esto debido a que los estudiantes requieren más tiempo para realizar la actividad uno, taladrar, mencionando también que, a consecuencia de la instalación del equipo de trabajo, se ocupa una elevación de las extremidades mayor a la necesaria en las otras actividades, lo cual lleva a posturas de ( $45^{\circ}$ - $90^{\circ}$ ) y ( $>90^{\circ}$ ) representando riesgo alto y muy alto, respectivamente, en la región del brazo, y ( $>100^{\circ}$ ) en la región del antebrazo representando un riesgo alto.

Las posturas que se alcanzan con poca frecuencia son en extensión de la región del cuello y ( $0^{\circ}$ ) en tronco (o erguido), en especial ésta última para algunos estudiantes llega a no ocurrir en ninguna prueba, sucede entonces que el estudiante se encuentra generalmente en posturas en extensión y ( $>0^{\circ}$ - $20^{\circ}$ ) del tronco, ambas posturas representando un riesgo medio en la región del tronco.

Las regiones correspondientes a cuello y codo, en todos los casos alcanzaron su máxima puntuación de 2, en el caso del cuello, en su mayoría se debe a la postura ( $>20^\circ$ ), mientras que para el codo la mayor ocurrencia se da en la postura ( $>100^\circ$ ).

Por último, se observa dos posturas en la región del brazo que ocurren en todas las pruebas realizadas, ( $0^\circ$ - $20^\circ$ ) en conjunto con extensión menor a  $20^\circ$  y en extensión mayor a  $20^\circ$ , las cuales representan riesgo bajo y medio en dicha región de análisis.

## CONCLUSIONES

En el presente trabajo se realiza un análisis las posturas de estudiantes en actividades académicas en varias pruebas, evaluando mediante las posturas principales del método REBA, detectando así la existencia de posturas de riesgo que conllevan a una mala ejecución de determinadas tareas, daños músculo-esqueléticos, finalizando en un bajo rendimiento en las actividades académicas.

Se observa mayor riesgo en actividades de larga duración, y en aquellas que requieren manipulación de equipo sobre la línea media del cuerpo, llegando incluso a la altura del cuello. En comparación con las tareas donde se trabaja a la altura de la cintura, descartando así elevación de brazos, lo cual disminuye considerablemente los riesgos.

También se observa que, sin importar la actividad, existen posturas que predominan en los estudiantes y que contribuyen a un riesgo medio y alto, como son flexión de cuello y tronco, lo anterior debido a la disposición del equipo de trabajo y que para su manipulación no resulta conveniente colocarse sobre un apoyo, como sentado en un banco con respaldo. Se tiene en cuenta que el hecho de incluir una zona de apoyo queda sujeto a encontrar nuevas posturas de riesgo o que incluso el riesgo de las posturas principales ya evaluadas aumente, debido a la relación que existe entre las posturas, las cargas realizadas, forzar regiones del cuerpo (estiramientos, torsiones), entre otros factores. Por lo anterior se propone como trabajo futuro agregar evaluación de todas las posturas del método REBA y así tener un veredicto que incluya, el análisis de piernas, giros y pesos.

## REFERENCIAS

- [1] SeyedEbrahim, K., Seyfi, S. & Latif, A. (2016) Evaluation of Ergonomic Postures of Physical Education and Sport Science by REBA and its relation to Prevalence of Musculoskeletal Disorders. IOSR Journal of Sports and Physical Education, 3(2), 9-11.
- [2] Middlesworth, M. (2018) Recommended Ergonomic Assessment Tools. Ergonomic Plus. Recuperado de <https://ergo-plus.com/ergonomic-assessment-tools/>
- [3] Middlesworth, M. (2018) Step by Step: Guide to the REBA Assessment Tool. Ergonomic Plus. Recuperado de <https://ergo-plus.com/reba-assessment-tool-guide/>
- [4] Berlin, C. & Adam, C. (2017). Production Ergonomics: Designing Work Systems to Support Optimal Human Performance. (pp. 139-160). London: Ubiquity Press.
- [5] McAtamney, L. & Hignett, S. (1995) REBA – A Rapid Entire Body Assessment Method for Investigating Work Related Musculoskeletal Disorders. Proceedings of Ergonomics Society of Australia Conference, 45-51.