



DEPARTAMENTO DE POSGRADOS

MAESTRÍA EN SALUD OCUPACIONAL Y SEGURIDAD EN EL

TRABAJO

VERSIÓN II

**“Análisis y evaluación ergonómica de las estaciones de
trabajo de los estudiantes en los laboratorios de química de
la Universidad del Azuay”**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
MAGÍSTER EN SALUD OCUPACIONAL Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO**

AUTOR: Ing. Fausto Tobías Parra Parra

DIRECTOR: Mgt. Iván Rodrigo Coronel Coronel

Cuenca, Ecuador

2016

RESUMEN

En el proceso enseñanza-aprendizaje, es de vital importancia la eliminación al menos parcial si no total de los "distractores", que en la actualidad son muy numerosos, considerándose también dentro de los mismos a los aspectos de incomodidad física y disergonomía de los locales destinados para las actividades inherentes.

El trabajo presenta un análisis preliminar de las condiciones actuales en las que desempeñan sus actividades los estudiantes de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad del Azuay, al momento de realizar sus prácticas en los laboratorios de química, con la finalidad de evaluar la ergonomía de las estaciones de trabajo y sobre todo con el afán de tratar de brindar la mayor comodidad a los alumnos mientras desempeñan sus actividades.

La evaluación ergonómica de las estaciones de trabajo se ha realizado utilizando los métodos OWAS y RULA, resultando este último el más apropiado para el efecto.

PALABRAS CLAVE: Distractores, disergonomía, ergonomía, OWAS, RULA.



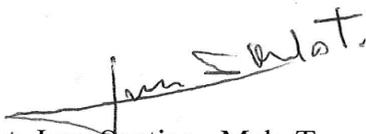
Mgt. Iván Coronel C.

DIRECTOR



Mgt. César Palacios R.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Mgt. Juan Santiago Malo T.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Ing. Fausto Parra P.

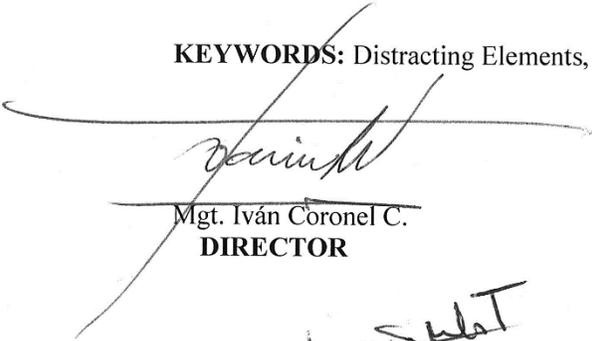
AUTOR

ABSTRACT

In the teaching-learning process it is of vital importance at least the partial if not the complete elimination of "distracting elements", which today are very numerous. In addition, aspects of physical discomfort as well as the dis-ergonomic risk factors of the venues intended for these activities are considered.

This paper presents a preliminary analysis of the current conditions in which the students of the Faculty of Science and Technology of Universidad del Azuay perform their activities, when making their practices in the chemistry laboratories. The objective is to evaluate the ergonomics of the workstations, especially with the aim to provide greater comfort to the students while performing their activities. The workstations ergonomic evaluation was made using the OWAS and RULA methods; being the latter the most appropriate for the purpose.

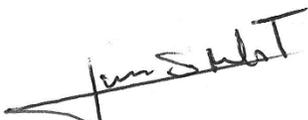
KEYWORDS: Distracting Elements, Dis-ergonomic, Ergonomics, OWAS, RULA.



Mgt. Iván Coronel C.
DIRECTOR



Mgt. César Palacios R.
MEMBER OF THE TRIBUNAL



Mgt. Juan Santiago Malo T.
MEMBER OF THE TRIBUNAL



Ing. Fausto Parra P.
AUTHOR



UNIVERSIDAD DEL AZUAY
Dpto. Idiomas



Translated by,
Lic. Lourdes Crespo

Tabla de Contenidos

Capítulo 1 Fundamentación del trabajo	1
1.1. Idea y alcance.....	1
1.2. Objetivos.....	2
1.2.1. Objetivo General.....	2
1.2.2. Objetivos Específicos.....	2
1.3. Antecedentes.....	3
1.4. Justificación.....	4
Capítulo 2 Ergonomía, alcance y aplicación.....	18
2.1. ¿Qué es la Ergonomía?	24
2.2. Objetivos de la Ergonomía.....	20
2.3. Alcance de la Ergonomía.....	21
2.4. Los Trastornos Músculo Esqueléticos (TME).....	22
Capítulo 3 Metodología.....	24
3.1. Selección de material de estudio.....	24
3.1.1. Postura del tronco.....	26
3.1.2. Postura de la cabeza.....	31
3.1.3. Postura del hombro y del brazo.....	36
3.1.4. Selección de casos.....	39
Capítulo 4 Evaluación mediante el método OWAS.....	46
4.1. Ovako Working Analysis System (OWAS).....	46
4.2. Fundamento del método OWAS.....	46

4.3. Evaluación de la postura de trabajo.....	50
4.4. Aplicación práctica.....	51
4.4.1. Evaluación del caso 1.....	51
4.4.2. Evaluación del caso 2.....	54
4.4.3. Evaluación del caso 3.....	55
4.4.4. Evaluación del caso 4.....	55
4.4.5. Evaluación del caso 5.....	57
4.4.6. Evaluación del caso 6.....	58
Capítulo 5. Evaluación mediante el método RULA.	59
5.1. Rapid Upper Limb Assessment (RULA).....	59
5.1.1. Códigos para posturas del grupo A (brazo, antebrazo, muñeca).....	59
5.1.2. Códigos para postura del grupo B (cuello, tronco, piernas).....	60
5.1.3. Obtención de los valores C y D.....	64
5.2. Aplicación práctica.....	66
5.2.1. Puntuación de los miembros del grupo A.....	67
5.2.2. Puntuación de los miembros del grupo B.....	70
5.2.3. Puntuación final.....	73
5.3. Propuesta de remediación.....	75
5.4. Dimensiones recomendadas.....	77
CONCLUSIONES.....	80
RECPMENDACIONES.....	81
Referencias bibliográficas.....	82

Lista de tablas

Tabla 1. Resultados del censo aplicado.	6
Tabla 2. Resumen del censo aplicado.....	17
Tabla 3. Postura del tronco. Norma ISO 11226.....	26
Tabla 4. Posturas de la cabeza. Norma ISO 11226.....	31
Tabla 5. Postura del hombro y del brazo. Norma ISO 11226.....	35
Tabla 6. Códigos de postura. Norma ISO 11226.....	46
Tabla 7. Puntuación final F para el método RULA.....	64
Tabla 8. Puntuación final F para el caso en estudio.....	70

Lista de figuras

Figura 1. Estaciones de trabajo y taburetes en los laboratorios.	4
Figura 2. Estudiantes en la estación de trabajo en uno de los laboratorios.....	7
Figura 3. Estudiantes en la estación de trabajo en uno de los laboratorios.....	8
Figura 4. Posición de las rodillas en la estación de trabajo.....	9
Figura 5. Estudiantes en la estación de trabajo en el laboratorio.....	10
Figura 6. Estudiantes en la posición sentado en la estación de trabajo.....	11
Figura 7. Estudiantes en posición incómoda en la estación de trabajo.....	12
Figura 8. Forma habitual de sentarse los alumnos.....	13
Figura 9. Forma de sentarse para tomar apuntes.....	14
Figura 10. Forma de sentarse para tomar apuntes.....	15
Figura 11. Aplicación del programa KINOVEA 08.15 para determinaciones angulares...25	
Figura 12. Selección de 20 fotografías que muestran la inclinación del tronco.....	27
Figura 13. Tiempo aceptable para la postura del tronco. ISO 11226.....	31
Figura 14. Selección de 12 fotografías que muestran la inclinación de la cabeza.....	33
Figura 15. Tiempo aceptable para inclinación de la cabeza. ISO 11226.....	33
Figura 16. Selección de 6 fotografías que muestran la elevación del brazo.....	38
Figura 17. Tiempo aceptable para elevación del brazo. ISO 11226.....	38
Figura 18. Selección de 24 fotografías incómodas.....	40
Figura 19. Nueva selección de 12 fotografías con posturas muy incómodas.....	43
Figura 20. Los 6 casos seleccionados para estudio mediante OWAS.....	45
Figura 21. Posturas de Trabajo. Evaluación del Riesgo. Tomado de INSHT.....	49
Figura 22. Plantilla de evaluación de Posturas de Trabajo. Tomado de INSHT.....	50

Figura 23. Categorías de Acción. Evaluación del Riesgo. INSHT.....	51
Figura 24. Imagen para el primer caso de estudio mediante OWAS.....	52
Figura 25. Evaluación de la postura en la plantilla de OWAS.....	53
Figura 26. Categoría de Acción para el caso en estudio.....	54
Figura 27. Imagen para el segundo caso de estudio mediante OWAS.....	54
Figura 28. Imagen para el tercer caso de estudio mediante OWAS.....	55
Figura 29. Imagen para el cuarto caso de estudio mediante OWAS.....	55
Figura 30. Evaluación del caso en la plantilla de OWAS.....	56
Figura 31. Categoría de Acción para el caso 4.....	57
Figura 32. Imagen para el quinto caso de estudio mediante OWAS.....	57
Figura 33. Imagen para el sexto caso de estudio mediante OWAS.....	58
Figura 34. Diagrama de flujo para la aplicación de RULA.....	60
Figura 35. Clasificación de las posturas del Grupo A.....	61
Figura 36. Tabla de puntuación del Grupo A.....	62
Figura 37. Clasificación de las posturas del Grupo B.....	63
Figura 38. Tabla de puntuación del Grupo B.....	64
Figura 39. Niveles de Acción para aplicación de RULA.....	65
Figura 40. Fotografía escogida para la evaluación mediante RULA.....	66
Figura 41. Posición del brazo.....	67
Figura 42. Posición del antebrazo.....	68
Figura 43. Posición de la muñeca.....	68

Figura 44. Posición y giro de la muñeca.....	69
Figura 45. Puntuación del Grupo A.....	70
Figura 46. Posición del cuello.....	71
Figura 47. Posición del tronco.....	72
Figura 48. Puntuación del Grupo B.....	73
Figura 49. Nivel de Acción luego de la evaluación por el método RULA.....	75
Figura 50. Área de trabajo sobre la mesa.....	77
Figura 51. Modelo de mesa para laboratorio.....	78
Figura 52. Modelo de mesa para laboratorio.....	78
Figura 53. Modelo de mesa para laboratorio.....	79

Capítulo 1

Fundamentación del Trabajo

1.1. Idea y alcance.

En la actualidad los estudiantes de los niveles medio y superior, se ven influenciados por una considerable cantidad de estímulos ambientales que impiden la concentración en sus actividades de aula, estímulos a los cuales se los ha denominado como distractores del aprendizaje, los mismos que pueden ser desde los teléfonos celulares, las computadoras portátiles, los reproductores de música y las tablets, hasta ventanas abiertas y el mobiliario incómodo. En una palabra, todo lo relacionado con el desarrollo tecnológico y las condiciones físicas que para ellos constituye una “estrategia” de distracción.

Tratándose del tema de los distractores en el aula de clases y en los laboratorios, se han planteado una serie de clasificaciones, pero en lo que nos concierne en el proceso enseñanza aprendizaje en nuestra institución, creo que la más adecuada es aquella que los clasifica en dos tipos: Los distractores psicológicos (presiones, falta de concentración, tensiones, agotamiento mental, que reflejan los estados emocionales del estudiante) y los distractores físicos (desorganización, ruidos, conversaciones, mobiliario inadecuado, que impiden la concentración en un medio físico).

Por tanto, para lograr los mejores réditos en la asimilación de los conocimientos dentro de un laboratorio, el proceso enseñanza aprendizaje se debe desarrollar en un ambiente adecuado, con buena iluminación, mueblería cómoda y tratando de eliminar al máximo la influencia de distractores de cualquier índole.

El presente trabajo pretende evaluar las condiciones físicas en las que se desenvuelve el trabajo en los laboratorios de química de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad del Azuay, específicamente en lo referente al mobiliario, de tal manera que de haber incomodidades en el mismo, se trate de tomar correctivos para evitar la presencia de este distractor tan molesto al momento de desarrollar el proceso de enseñanza aprendizaje práctico y tecnológico en este ambiente.

Con la finalidad de conocer de antemano el sentir de los estudiantes que utilizan los laboratorios, se ha aplicado un censo con un cuestionario basado en la escala de Likert a todos aquellos que se encuentran utilizando estas instalaciones durante el presente ciclo, a fin de tener una idea concreta de la manera cómo ellos catalogan la comodidad del mobiliario que utilizan, para luego aplicar técnicas de evaluación ergonómica como OWAS y RULA y poder sugerir correctivos, de ser necesarios.

1.2. Objetivos.

1.2.1. Objetivo General.

- Evaluar ergonómicamente las estaciones de trabajo de los estudiantes en los laboratorios de química de la Universidad del Azuay, a fin de sugerir el cambio del mobiliario existente en caso de ser necesario.

1.2.2. Objetivos Específicos.

- Analizar las condiciones actuales en las que desarrollan sus actividades los estudiantes en los laboratorios.

- Evaluar mediante métodos adecuados la ergonomía de las estaciones de trabajo.
- Proponer las remediaciones de ser necesarias para brindar comodidad a los estudiantes en el desarrollo de sus tareas en estos locales.

1.3. Antecedentes.

En julio de 1989, el Consejo Universitario de la Universidad del Azuay aprobó la creación de la Escuela de Tecnología de Alimentos, obteniendo la ratificación por parte del Consejo Nacional de Evaluación y Acreditación (CONEA) el 23 de agosto de 1990. En un inicio, las primeras prácticas relacionadas con la química se desarrollaban en el laboratorio en formación de la Escuela de Agrozootecnia, en el cual se estaban implementando los primeros mesones de trabajo (estaciones) construidos en los talleres de la Escuela de Tecnología Industrial, al igual que las estructuras para los taburetes, cuyos asientos de fibra de vidrio eran fabricados en el taller acondicionado para el efecto.

Posteriormente, en abril de 1998 el Consejo Universitario aprobó la creación de la Escuela de Ingeniería en Alimentos, siendo reconocida su creación por el CONEA el 28 de abril de 1998.

Durante el año 2003 se inició la instalación de los laboratorios de química de la Facultad de Ciencia y Tecnología en el edificio que actualmente ocupan, siguiendo las mismas pautas iniciales de diseño de los mesones de trabajo, e incluso fabricados por el mismo trabajador a cargo del taller de mecánica industrial de la institución. Los mesones metálicos con superficie de cerámica tienen las dimensiones de 1,84 m de largo x 0,66 m de ancho y 0,90 m de alto. Los taburetes metálicos con asiento de fibra de vidrio originales

a su vez han sido reemplazados por otros con asiento de madera, como lo muestra las figuras siguientes:

Figura 1. Estaciones de trabajo y taburetes en los laboratorios.



1.4. Justificación.

A fin de tener una idea más concreta de la percepción de la comodidad por parte de los estudiantes en los laboratorios, se aplicó un censo con aseveraciones valoradas con el modelo de Likert a todos quienes al momento se hallaban ocupando las instalaciones en sus prácticas, esto es a 67 alumnos. El formato utilizado se muestra a continuación:

UNIVERSIDAD DEL AZUAY
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
ENCUESTA

Sr. Estudiante:

Con la finalidad de analizar la comodidad de su estación de trabajo en los laboratorios de química, solicitamos su opinión objetiva de las condiciones de la misma. Su opinión es anónima.

DATOS DE IDENTIFICACIÓN GENERAL.

Carrera.....

Laboratorio.....



N°	Ítems	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Indeciso	De acuerdo	Muy de acuerdo
1	El área del mesón de trabajo es la adecuada					
2	La altura del mesón de trabajo es la apropiada					
3	Las rodillas se acomodan muy bien por debajo del mesón de trabajo					
4	El asiento tiene una altura adecuada con respecto a la superficie del mesón					
5	El asiento es giratorio					
6	La altura del asiento es regulable					
7	El asiento es cómodo					
8	Se puede tomar apuntes cómodamente en posición sentado					
9	Es necesario sentarse de lado para poder escribir sobre el mesón					
10	He tenido molestias en la cintura					

Luego de tabular las respuestas obtenidas a las 10 aseveraciones planteadas en el censo aplicado, se obtuvieron los resultados y los porcentajes que representan, los que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 1. Resultados del censo aplicado.

Pregunta	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Indeciso	De acuerdo	Muy de acuerdo	Total
1	23 34,33%	26 38,80%	8 11,94%	7 10,45%	3 4,48%	67 100%
2	11 16,42%	24 35,82%	13 19,40%	15 22,39%	4 5,97%	67 100%
3	61 91,05%	4 5,97%	1 1,49%	0 0%	1 1,49%	67 100%
4	20 29,85%	16 23,88%	17 25,37%	14 20,90%	0 0%	67 100%
5	60 89,55%	7 10,45%	0 0%	0 0%	0 0%	67 100%
6	55 82,09%	9 13,43%	2 2,99%	1 1,49%	0 0%	67 100%
7	43 64,18%	18 26,87%	5 7,46%	1 1,49%	0 0%	67 100%
8	37 55,22%	22 32,84%	2 2,99%	5 7,46%	1 1,49%	67 100%
9	11 16,42%	7 10,45%	1 1,49%	14 20,89%	34 50,75%	67 100%
10	5 7,46%	7 10,45%	10 14,93%	26 38,81%	19 28,35%	67 100%

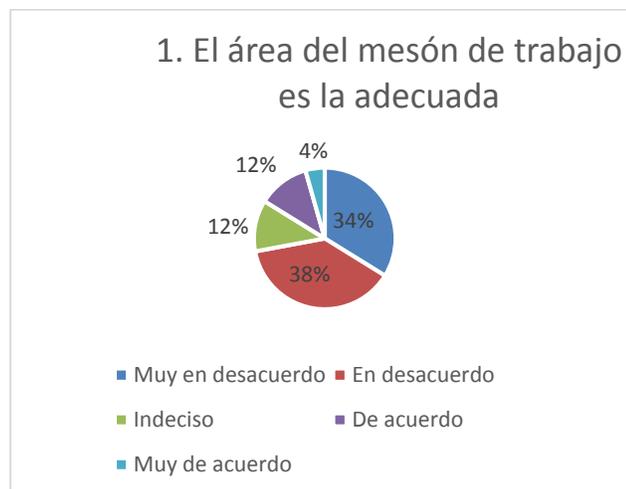
Con la finalidad de observar con mayor claridad los resultados que constan en la tabla obtenida, las opiniones de los señores estudiantes han sido representadas gráficamente en las páginas subsiguientes:

Aseveración 1. El área del mesón de trabajo es la adecuada.

Figura 2. Estudiantes en la estación de trabajo en uno de los laboratorios.



De los 67 estudiantes entrevistados, 23 (34,33 %) se manifestaron muy en desacuerdo, 26 (38,80 %) en desacuerdo, 8 (11,94 %) indecisos, 7 (10,45 %) de acuerdo y 3 (4,48 %) muy de acuerdo, como lo muestra la figura siguiente:



Aseveración 2. La altura del mesón de trabajo es la apropiada

Figura 3. Estudiantes en la estación de trabajo en uno de los laboratorios.



A esta aseveración los entrevistados respondieron así: 11 (16,42 %) se manifestaron muy en desacuerdo, 24 (35,82 %) en desacuerdo, 13 (19,40 %) indecisos, 15 (22,39 %) de acuerdo y 4 (5,97 %) muy de acuerdo, resultados que se grafican de la siguiente manera:

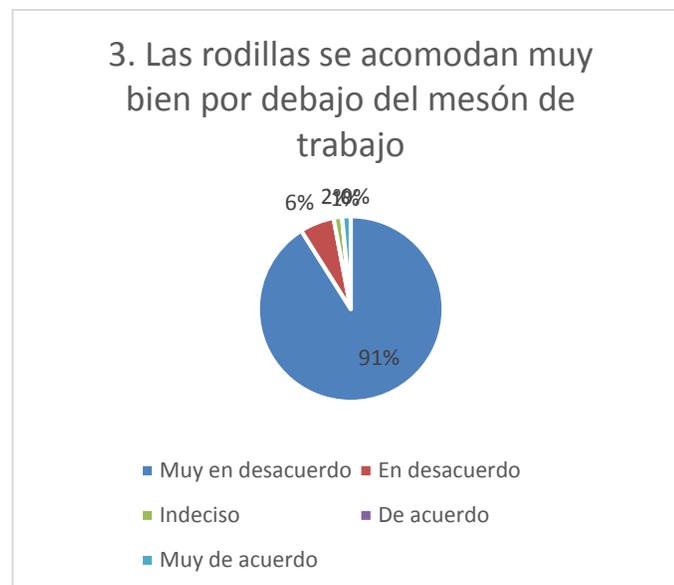


Aseveración 3. Las rodillas se acomodan muy bien por debajo del mesón de trabajo.

Figura 4. Posición de las rodillas en la estación de trabajo.



A ésta aseveración los estudiantes contestaron así: 61 (91,05 %) se manifestaron muy en desacuerdo, 4 (5,97 %) en desacuerdo, 1 (1,49 %) indecisos, 0 (0 %) de acuerdo y 1 (1,49 %) muy de acuerdo, que puede representarse gráficamente:



Aseveración 4. El asiento tiene una altura adecuada con respecto a la superficie del mesón.

Figura 5. Estudiantes en la estación de trabajo en el laboratorio.

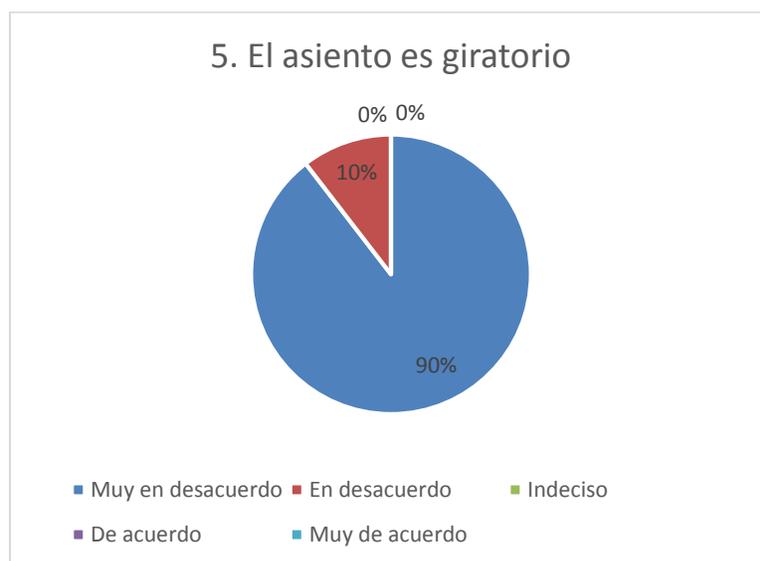


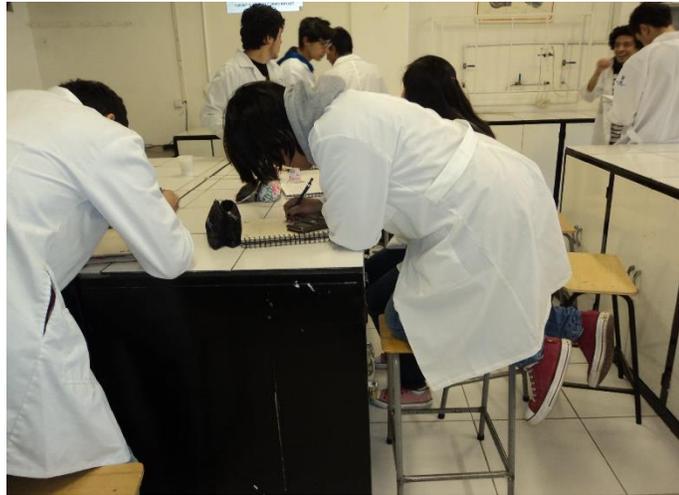
Las respuestas obtenidas ante este planteamiento fueron las siguientes: 20 (29,85 %) se manifestaron muy en desacuerdo, 16 (23,88 %) en desacuerdo, 17 (25,37 %) indecisos, 14 (20,90 %) de acuerdo y 0 (0 %) muy de acuerdo, que puede representarse gráficamente:



Aseveración 5. El asiento es giratorio.*Figura 6. Estudiantes en posición sentado en la estación de trabajo.*

Al plantear esta aseveración, se obtuvieron los siguientes resultados obvios: 60 (89,55 %) se manifestaron muy en desacuerdo y el 7 (10,45 %) en desacuerdo, no existiendo respuestas que correspondan a los demás ítems, y que se grafica así:



Aseveración 6. La altura del asiento es regulable.*Figura 7. Estudiantes en posición incómoda en la estación de trabajo.*

Los estudiantes a quienes se les aplicó este censo, respondieron de esta manera: 55 (82,09 %) se manifestaron muy en desacuerdo, 9 (13,43%) en desacuerdo, 2 (2,99%) indecisos, 1 (1,49%) de acuerdo y 0 (0%) muy de acuerdo. Los resultados anteriores se pueden graficar:

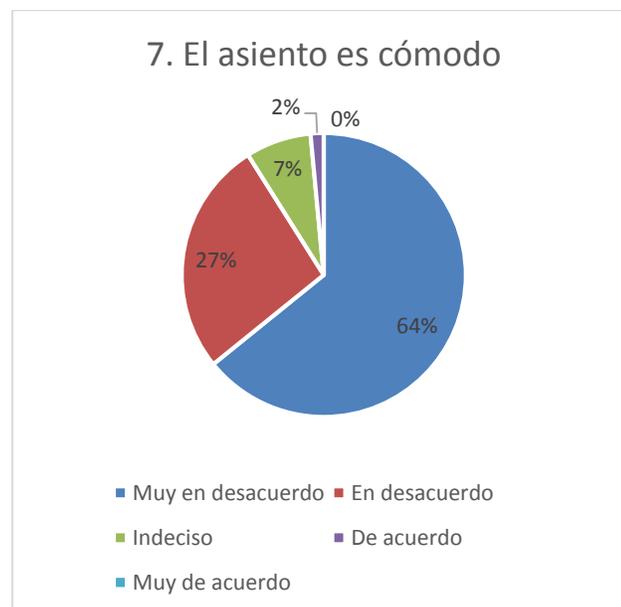


Aseveración 7. El asiento es cómodo.

Figura 8. Forma habitual de sentarse los alumnos.



Al plantear esta afirmación, las respuestas arrojan los resultados siguiente: 43 (64,18 %) se manifestaron muy en desacuerdo, 18 (26,87%) en desacuerdo, 5 (7,56%) indecisos, 1 (1,49%) de acuerdo y 0 (0%) muy de acuerdo. Los que se puede graficar así:

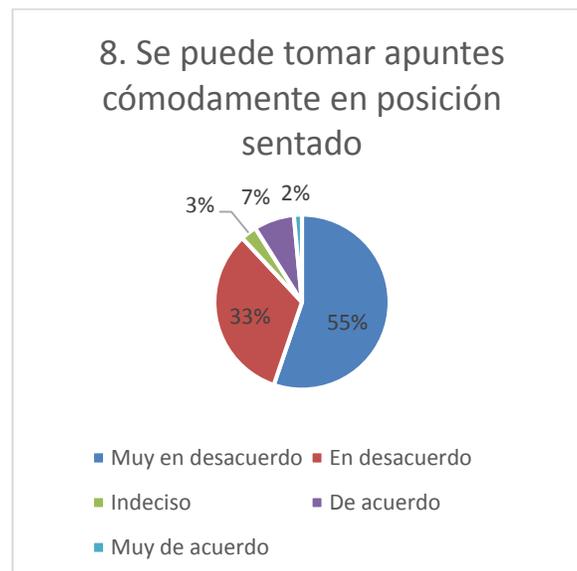


Aseveración 8. Se puede tomar apuntes cómodamente en posición sentado.

Figura 9. Forma de sentarse para tomar apuntes.



A esta afirmación los estudiantes respondieron de esta manera: 37 (55,22 %) se manifestaron muy en desacuerdo, 22 (32,84%) en desacuerdo, 2 (2,99%) indecisos, 5 (7,46%) de acuerdo y 1 (1,49%) muy de acuerdo, resultados que pueden graficarse así:

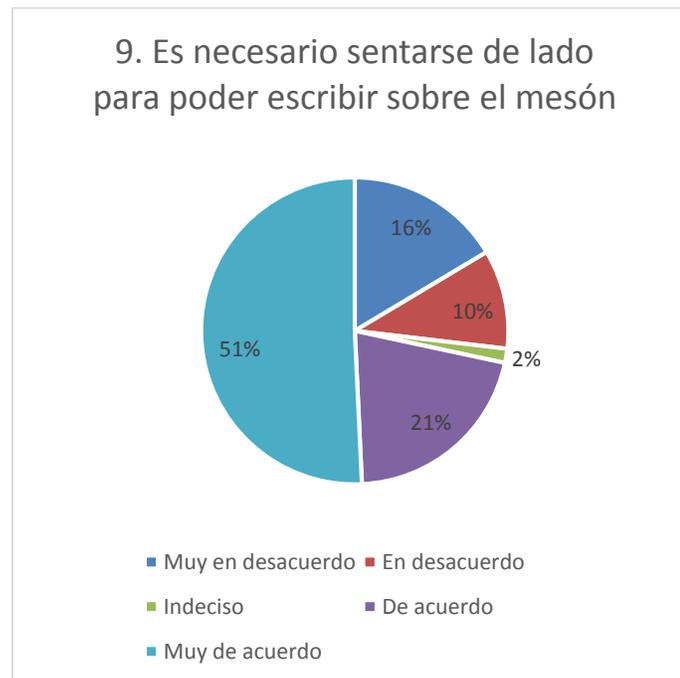


Aseveración 9. Es necesario sentarse de lado para poder escribir sobre el mesón.

Figura 10. Forma de sentarse para tomar apuntes sobre el mesón.



Los estudiantes contestaron a esta afirmación de la manera siguiente: 11 (16,42 %) se manifestaron muy en desacuerdo, 7 (10,45%) en desacuerdo, 1 (1,49%) indecisos, 14 (20,89%) de acuerdo y 34 (50,75%) muy de acuerdo, respuestas que se grafican así:



Aseveración 10. He tenido molestias en la cintura.

Ante este planteamiento, los estudiantes se manifestaron de la manera siguiente: 5 (7,46 %) se manifestaron muy en desacuerdo, 7 (10,45%) en desacuerdo, 10 (14,93%) indecisos, 26 (38,81%) de acuerdo y 19 (28,35%) muy de acuerdo, cuyos resultados se pueden representar gráficamente de esta manera:



Para facilidad de interpretación de los resultados, las respuestas de los estudiantes luego de descartar las indecisiones han sido clasificadas en dos grupos: Las muy en desacuerdo y en desacuerdo por un lado; y las muy de acuerdo y de acuerdo por otro, con lo cual los porcentajes acumulados en cada caso se expresan en la siguiente tabla:

Tabla 2. Resumen del censo aplicado.

N°	Aseveración	Muy en Desacuerdo y En desacuerdo	Muy de Acuerdo y De acuerdo
1	El área del mesón de trabajo es adecuada	73,13%	14,93%
2	La altura del mesón de trabajo es la apropiada	52,24%	28,36%
3	Las rodillas se acomodan muy bien por debajo del mesón de trabajo	97,02%	1,49%
4	Los asientos tienen una altura adecuada con respecto al mesón	53,73%	20,9%
5	El asiento es giratorio	100%	0%
6	La altura del asiento es regulable	95,52%	1,49%
7	El asiento es cómodo	91,05%	1,49%
8	Se puede tomar apuntes cómodamente en la posición sentado	88,06%	8,95%
9	Es necesario sentarse de lado para escribir sobre el mesón	26,87%	71,64%
10	Ha tenido molestias en la cintura	17,91%	67,16%

Como conclusión de estos resultados obtenidos, se puede deducir que existe un alto grado de incomodidad (disergonomía) en los estudiantes al momento de realizar sus trabajos en las estaciones de los laboratorios de química, pero para estar seguros de aquello, se hace necesario un estudio más profundo de éstas condiciones, lo que se comprobaría con una evaluación ergonómica que se llevará a cabo más adelante.

Capítulo 2

Ergonomía, alcance y aplicación

2.1. ¿Qué es la ergonomía?

Las definiciones de ergonomía son muy variadas, todas ellas relacionadas tanto con su origen histórico, con su etimología, con su evolución o con sus aplicaciones y utilidades. En el documento presente se anotan de manera textual tres definiciones que a criterio del autor se pueden generalizar y relacionar directamente con el presente trabajo, puesto que coinciden en cuanto a la claridad de sus conceptos y a los objetivos planteados.

Para la Organización Internacional del Trabajo (OIT), la ergonomía es la *“Aplicación de las Ciencias Biológicas Humanas para lograr la óptima recíproca adaptación del hombre y su trabajo, los beneficios serán medidos en términos de eficiencia humana y bienestar”*.

La aplicación cabal de éste concepto, se verá reflejado cuando se cumpla con:

- La identificación, análisis y reducción de riesgos laborales de carácter ergonómico.
- La adaptación del puesto de trabajo a las características de la persona.
- Las recomendaciones ergonómicas para la adquisición de herramientas, útiles, muebles, etc.

Por otra parte, a sabiendas de que el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) del gobierno de España, es una institución reconocida mundialmente en materia de Seguridad y Salud Ocupacional, es importante añadir el concepto acordado a partir del año 2000 por la Asociación Internacional de Ergonomía (IEA) y que en la actualidad consta en la normativa técnica española (UNE-EN-614-1:2006 y UNE-EN ISO 6385:2004), para la cual:

“Ergonomía (o estudio de los factores humanos) es la disciplina científica que trata de las interacciones entre los seres humanos y otros elementos de un sistema, así como, la profesión que aplica teoría, principios, datos y métodos al diseño con objeto de optimizar el bienestar del ser humano y el resultado global del Sistema”.
<http://www.insht.es/portal/site/Ergonomia2/>

Se puede por tanto considerar a la ergonomía como una disciplina que se preocupa de la forma de interactuar un grupo humano y su entorno para el desarrollo de sus actividades en un lugar dado y bajo las condiciones impuestas por el sistema.

La ergonomía por otro lado considera varias áreas de especialización, pero la misma Asociación Internacional de Ergonomía (IEA) las ha clasificado en tres grupos:

Ergonomía Física encargada de estudiar las relaciones de la anatomía humana, la fisiología, la biomecánica y la antropometría, con las actividades físicas que desarrolla la persona. El presente trabajo pretende encasillarse en ésta clasificación, puesto que es aquí en dónde se deben abordar los estudios de posturas de trabajo, trastornos músculo esqueléticos (TME), diseño de puestos, movimientos repetitivos, etc., todos ellos relacionados de manera directa con la salud y la seguridad en el trabajo.

Ergonomía Cognitiva, que se preocupa del estudio de las afecciones mentales (memoria, razonamiento, respuesta motora, percepción, etc.) en la interacción entre las personas y el sistema de trabajo.

Ergonomía organizacional, encargada de buscar la optimización de las relaciones entre la organización del trabajo (tareas, horarios, recursos humanos, equipos de trabajo, etc.) y el sistema adoptado.

No es menos importante también el concepto que maneja la *Asociación Española de Ergonomía*, para la cual ésta ciencia “*es el conjunto de conocimientos de carácter multidisciplinar aplicados para la adecuación de los productos, sistemas y entornos artificiales a las necesidades, limitaciones y características de sus usuarios, optimizando la eficacia, seguridad y bienestar*”. <http://www.ergonomos.es/ergonomia.php>

2.2. Objetivos de la ergonomía.

De las definiciones anotadas anteriormente se deduce que los principales objetivos de la disciplina en mención son muy similares, y que podrían resumirse en los siguientes:

- Identificar, analizar y reducir los riesgos laborales.
- Adaptar el puesto y las condiciones de trabajo.
- Contribuir a la evolución de las situaciones de trabajo.
- Controlar la introducción de las nuevas tecnologías.
- Establecer prescripciones ergonómicas.
- Aumentar la motivación y la satisfacción en el trabajo.

Los objetivos referidos anteriormente van acordes con la idea de desarrollo del trabajo en curso, y si bien a los estudiantes no se los considere como trabajadores dentro de un mundo laboral, sí son en cambio merecedores de condiciones cómodas para el desempeño de sus actividades.

Lo más probable es que los alumnos que utilizan los laboratorios no lleguen a desarrollar enfermedades profesionales, puesto que las jornadas en estos locales son entre 2 y 3 horas

en el día, pero en todo caso se debe prevenir las molestias que puedan tener a nivel de la columna vertebral o quizá principios de Trastornos Músculo Esqueléticos (TME).

Si uno de los principios de la ergonomía es aquel de adaptar el trabajo a las características y capacidades del ser humano, es por tanto necesario diseñar ergonómicamente cualquier elemento, en función de los requerimientos de las personas que van a utilizarlo.

2.3. Alcance de la ergonomía.

Del análisis conceptual realizado se puede deducir entonces que la ergonomía al ser una técnica preventiva y mejoradora de las condiciones del trabajo, procurará volverlo al mismo más humanizante y rodeado de cierto grado de confort, de manera que la persona desempeñe sus labores con gusto, con alegría y encuentre satisfacción al realizar sus tareas.

A su vez estudia las condiciones del ser humano en lo referente a sus limitaciones tanto en el campo físico como psíquico y puede anticiparse en proponer acciones que eviten errores de diseño y sus respectivos problemas.

La ergonomía es multidisciplinaria puesto que aglutina a disciplinas ingenieriles, médicas, arquitectónicas y de diseño, siempre en procura de mejorar la relación persona-ambiente de trabajo de manera tal que esta relación sea segura, eficaz y cómoda, lo cual se logrará con buenos sistemas de selección, planificación, programación y control.

Para el caso presente, a más de procurar confort en el desarrollo de las actividades estudiantiles en los laboratorios, la ergonomía estará también aportando a la disminución de problemas que puedan sufrir los alumnos a nivel de columna vertebral, más específicamente Trastornos Músculo Esqueléticos (TME) a nivel de cuello y en la región lumbar.

2.4. Los Trastornos Músculo Esqueléticos (TME).

De las múltiples definiciones de Trastornos Músculo Esqueléticos, se ha escogido las que a criterio del autor se consideran las más claras y completas, como son la de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la de la Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo (OSHA 2007), quienes las definen de la siguiente manera:

“Por TME se entienden los problemas de salud del aparato locomotor, es decir, de músculos, tendones, esqueleto óseo, cartílagos, ligamentos y nervios. Esto abarca todo tipo de dolencias, desde las molestias leves y pasajeras hasta las lesiones irreversibles e incapacitantes” (OMS, 2004).

“Los TME de origen laboral son alteraciones que sufren estructuras corporales como músculos, articulaciones, tendones, ligamentos, nervios, huesos y el sistema circulatorio, causadas o agravadas fundamentalmente por el trabajo y los efectos del entorno en el que éste se desarrolla” (OSHA-Europa, 2007). <https://osha.europa.eu/es/tools-and-publications/publications/>.

Como se puede observar, las definiciones anotadas son bastante similares aunque no especifican las partes corporales mayormente expuestas, pero en todo caso se entiende que los TME afectan principalmente a la espalda, el cuello y las extremidades superiores e inferiores, produciendo trastornos no siempre observables, pero que presentan dolor o incomodidad.

Otra definición a tener presente es la de la Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo:

“Los TME de origen laboral son alteraciones que sufren estructuras corporales como los músculos, articulaciones, tendones, ligamentos, nervios, huesos y el sistema circulatorio, causadas o agravadas fundamentalmente por el trabajo y los efectos del entorno en el que éste se desarrolla”. (OSHA-Europa, 2007).

<https://osha.europa.eu/es/tools-and-publications/publications/>.

Estos trastornos se pueden producir en cualquier segmento del cuerpo, aunque los más frecuentes son los producidos en la espalda, el cuello, los hombros, los codos, las manos y las muñecas.

En cuanto a los efectos sobre la salud, el más comúnmente descrito es el dolor, que puede ser precursor de daños más severos, o ser un síntoma de la enfermedad misma (como en el caso del dolor de espalda).

Capítulo 3

Metodología

3.1. Selección de material de estudio.

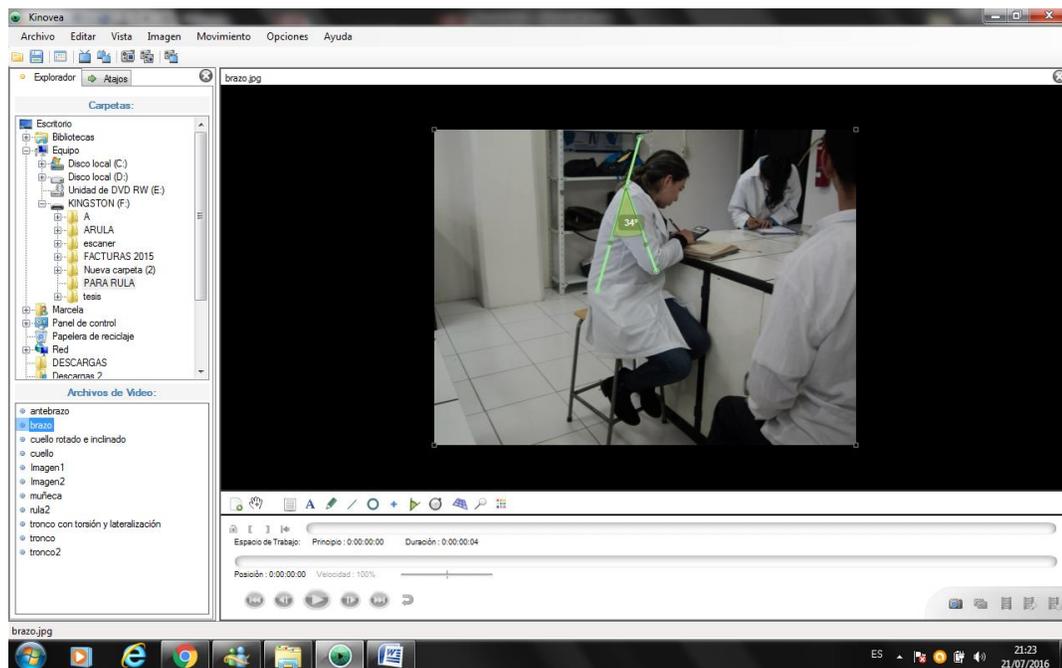
Las actividades en los laboratorios de química de la Universidad del Azuay son normalmente de 2 y 3 horas por cada grupo, tiempo del cual normalmente se destina una tercera parte para el establecimiento de objetivos, materiales, reactivos y procedimientos de la práctica, es decir alrededor de 40 a 50 minutos, siendo éste el lapso en el cual se observan las posiciones más incómodas por parte de los estudiantes y al que va dirigido el estudio presente, puesto que en el tiempo restante se realizan otras actividades como observaciones, mediciones, reacciones, cálculos, valoraciones, etc., actividades que las pueden realizar de pie en momentos, sentados en otros y más que todo en constante movilización y adoptando diferentes posiciones que no causan mayor incomodidad.

Los métodos de evaluación ergonómica que se utilizan para identificar y valorar los factores de riesgo en los puestos de trabajo son numerosos, pero para el caso de las estaciones de trabajo de los estudiantes dentro de los laboratorios, se ha optado por seleccionar a dos de ellos, OWAS y RULA, que a criterio del autor son lo más apropiados para una valoración postural de los alumnos durante el tiempo (40 o 50 minutos) destinado a la toma de apuntes e instrucciones relacionados con el desarrollo de las prácticas.

No se podrían utilizar otros métodos como NIOSH por ejemplo, puesto que no existe un mayor manejo de cargas; tampoco JSI u OCRA o tablas de SNOOK y CIRIELO dado que los estudiantes no se encuentran realizando movimientos repetitivos.

Los métodos OWAS y RULA, son los utilizados para evaluar los riesgos asociados a posturas forzadas que podrían acarrear trastornos músculo esqueléticos (TME). La metodología recomienda realizar filmaciones por 15 a 30 minutos para extraer las fotografías que representen mayor exposición o recurrir a la toma de fotografías directas. En este caso se han registrado alrededor de 372 fotografías en diferentes momentos del trabajo en el laboratorio, de las que se seleccionaron las de mayor exposición a criterio del autor para ser referidas a la normativa disponible y aplicar además el programa KINOVEA 08.15 (figura N° 11) para la valoración angular de las partes del cuerpo.

Figura 11. Aplicación del programa Kinovea 08.15 para determinaciones angulares.



Tomando como base la Norma Técnica NTE-INEN-ISO 11226 del Instituto Ecuatoriano de Normalización de enero del año 2014, la cual explica que la misma es a su vez una copia

de la Norma Internacional ISO 11226:2000, *Ergonomics. Evaluation of Static Working Postures*, más los resultados de las mediciones angulares mediante KINOVEA y la técnica estadística de “selección por criterio”, se han escogido los casos que a criterio del autor podrían representar mayor riesgo, de la siguiente manera:

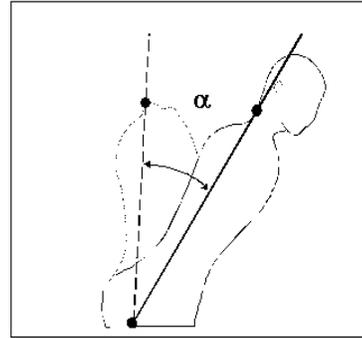
3.1.1. Postura del tronco.

La tabla propuesta por la Norma ISO 11226 es la siguiente:

Tabla 3. Tomado de la Norma ISO 11226.

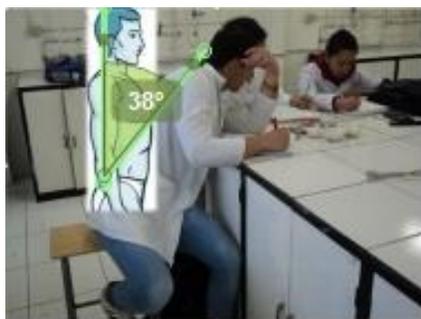
Postura tronco simétrica (a)				
1	Característica postural	Aceptable	Ir paso 2	No recomendado
	No			X
	Sí	X		
Inclinación del tronco α (b)				
2	Característica postural	Aceptable	Ir paso 2	No recomendado
	> 60°			X
	20°- 60° sin apoyo del tronco		X	
	20°- 60° con apoyo del tronco	X		
	0°- 20°	X		
	< 0° sin apoyo total del tronco			X
	< 0° con apoyo total del tronco	X		
Postura de la zona lumbar convexa para posición sentada (c)				
3	Característica postural	Aceptable	Ir paso 2	No recomendado
	No	X		
	Sí			X

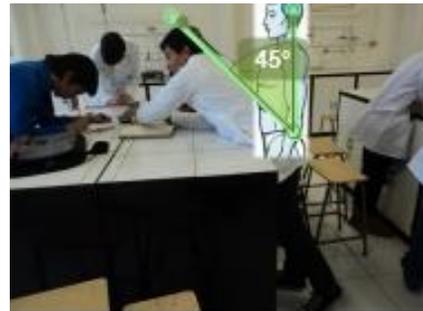
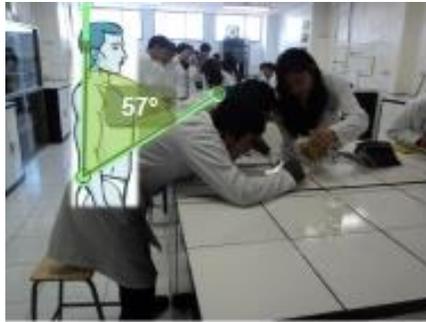
- (a) Una postura simétrica del tronco implica que no hay rotación axial (giro), ni flexión lateral de la parte superior del tronco respecto a la pelvis.
- (b) El ángulo α viene determinado por la postura del tronco durante la realización de la tarea respecto a la posición de referencia. En el caso de la figura tiene signo positivo.
- (c) Curvatura convexa de la zona lumbar de la columna vertebral. Se da a menudo cuando la zona no se apoya en un respaldo y cuando se adopta un ángulo de cadera pequeño.

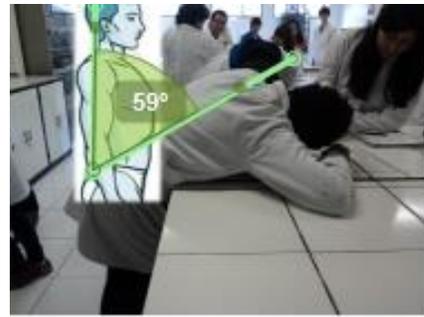


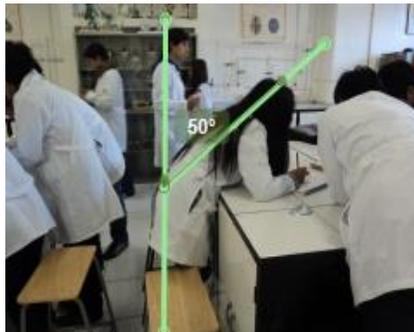
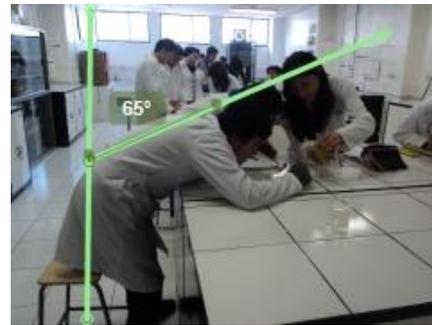
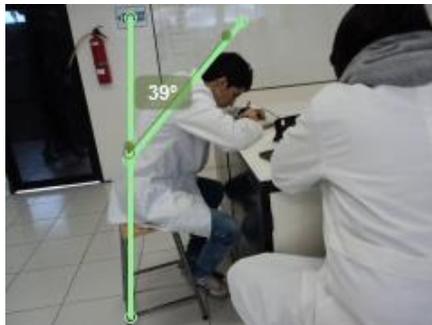
Considerando los criterios presentados anteriormente por la norma ISO 11226 para las posturas del tronco, se han seleccionado las primeras 20 fotografías que demuestran una inclinación del tronco entre 20° y 60° , unas con apoyo y otras no pero la mayoría de ellas con posición lumbar convexa, como las que se presentan a continuación:

Figura 12. Selección de 20 fotografías que muestran la inclinación del tronco.



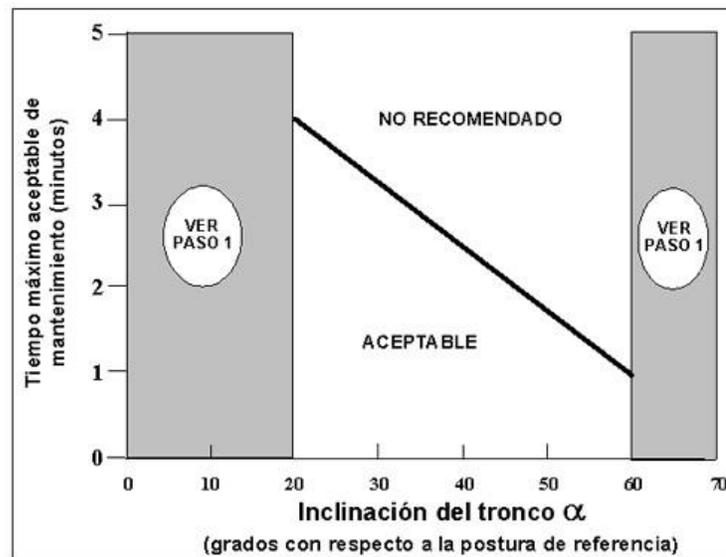






Como se puede apreciar en las fotografías anteriores, todas demuestran una inclinación del tronco superior a 20° , razón por la cual la Norma recomienda realizar la evaluación del tiempo máximo aceptable que los estudiantes podrían mantener esa posición de acuerdo al gráfico siguiente:

Figura 13. Tiempo aceptable para la postura del tronco. Tomado de la Norma ISO 11226.



Por lo general el tiempo que los estudiantes requieren para recibir las instrucciones previas al desarrollo de su trabajo de laboratorio es mayor a los 30 minutos, es decir supera ampliamente los 4 minutos que como máximo indica la norma para que la posición sea catalogada como “aceptable” con un ángulo de inclinación de 20°. Por tanto la posición en todos los casos expuestos hasta el momento son considerados como “no recomendado”.

3.1.2. Postura de la cabeza.

Siguiendo el criterio anterior y utilizando la misma norma cuya parte concerniente se reproduce en la tabla N° 4, se evalúa tanto la inclinación de la cabeza como la postura de ésta con relación al tronco a fin de proceder a la selección de las fotografías que presenten mayor exposición.

Postura de la cabeza. (Norma ISO 11226)

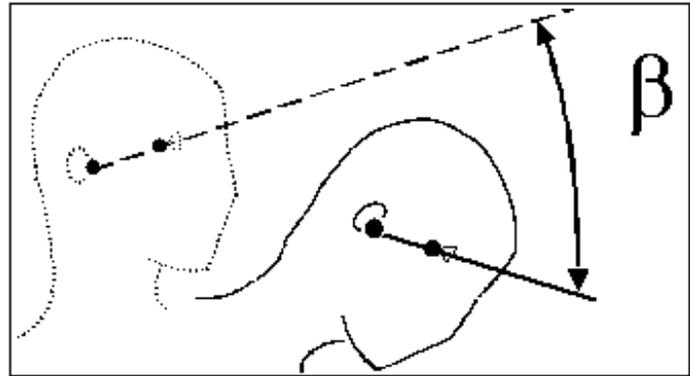
La tabla propuesta por la Norma ISO 11226 es la siguiente:

Tabla 4. Tomado de la Norma ISO 11226.

	Característica postural	Aceptable	Ir paso 2	No recomend.
1	Postura del cuello simétrica (a)			
	NO			X
	SÍ	X		
2	Inclinación de la cabeza β (b)			
	> 85°			X
	25°- 85° sin apoyo total del tronco (c) ir al ítem 3			
	25°- 85° con apoyo total del tronco		X	
	0°- 25°	X		
	< 0° sin apoyo total de la cabeza			X
	< 0° con apoyo total de la cabeza	X		
3	Flexión/extensión del cuello ($\beta-\alpha$) (b)			
	> 25°			X
	0°- 25°	X		
	< 0°			X

(a) Una posición simétrica del cuello implica que no haya rotación (giro) ni flexión lateral de la cabeza con respecto a la parte superior del tronco.

(b) El ángulo β viene determinado por la postura de la cabeza durante la realización de la tarea con respecto a la postura de referencia. En la figura es un ángulo positivo. Hablamos de fle-



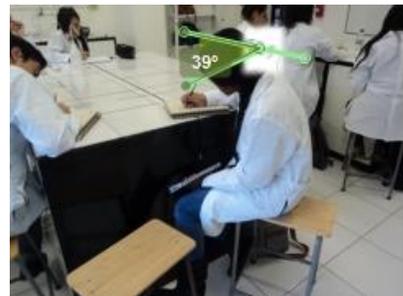
xión del cuello cuando la referencia $\beta - \alpha$ es positiva y de extensión cuando es negativa.

(c) Para una determinada inclinación de la cabeza y del tronco, el tiempo en que este se mantendrá inclinado es crítico, porque el tiempo máximo de mantenimiento aceptable para el tronco es menor que el de la cabeza.

De esta forma se han seleccionado las siguientes fotografías que podrían demostrar problemas en el cuello de los estudiantes:

Figura 14. Selección de 12 fotografías que muestran la inclinación de la cabeza.

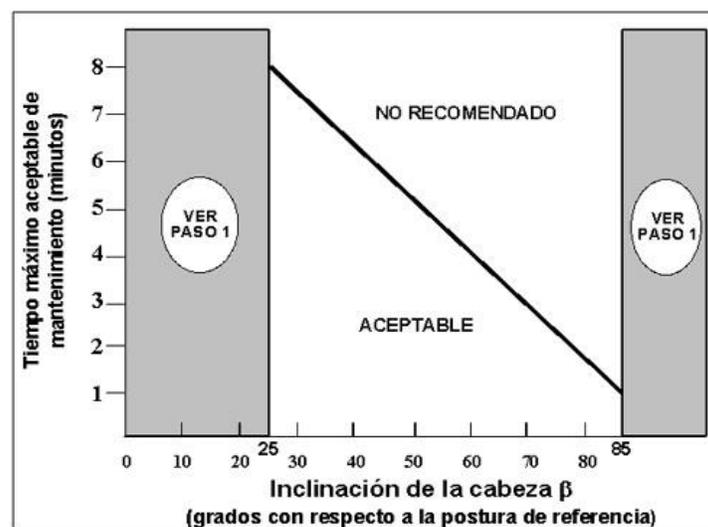






Se puede observar entonces que si bien los estudiantes están apoyados en sus manos, su cuello presenta en todos los casos una inclinación superior a los 25°, razón por la cual la norma determina que se debe evaluar el tiempo máximo de mantenimiento aceptable, en el siguiente gráfico:

Figura 15. Tiempo aceptable para la inclinación de la cabeza. Tomado de la Norma ISO 11226.



Si los estudiantes mantendrían una inclinación de la cabeza entre 25° y 30° por un tiempo mayor a 8 minutos, debería catalogarse como “no recomendado”.

3.1.3. Postura del hombro y del brazo.

Continuando con el análisis de las posturas y siguiendo la misma norma recomendada, se procede ahora a evaluar la posición únicamente del brazo izquierdo, puesto que en la mayoría de los casos el derecho se encuentra reposando parcialmente sobre el mesón de trabajo. A continuación se transcribe textualmente el contenido de la norma al respecto y la selección de las fotografías:

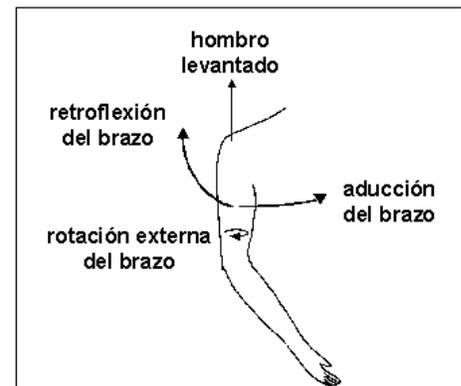
Postura del hombro y del brazo. (Norma ISO 11226)

Tabla 5. Tomado de la Norma ISO 11226.

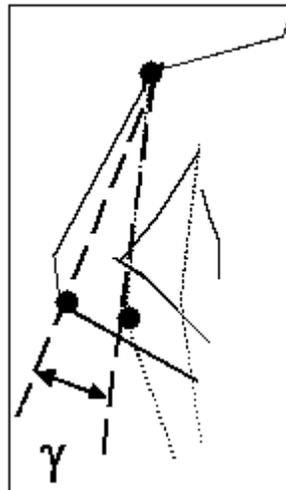
Característica postural		Aceptable	Ir paso 2	No recomend.
1	Postura del brazo forzada (a)			
	NO	X		
	SÍ			X
2	Elevación del brazo γ (b)			
	> 60°			X
	20°-60° sin apoyo total de la extremidad superior		X	
	20°-60° con apoyo total de la extremidad superior	X		
	0°-20°	X		

Hombro levantado (c)			
3	NO	X	
	SÍ		X

(a) En la figura siguiente se representan las distintas posturas del brazo.



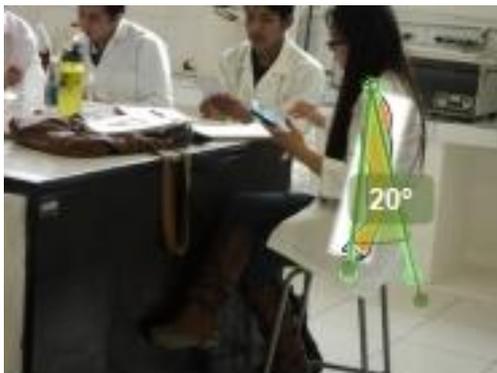
(b) El ángulo viene determinado por la postura la postura durante la ejecución de tarea con respecto a la postura de referencia.



(c) El procedimiento de evaluación de elevación del hombro hace referencia a la postura forzada, pero no a la elevación natural de la parte superior del hombro como consecuencia de la elevación del brazo.

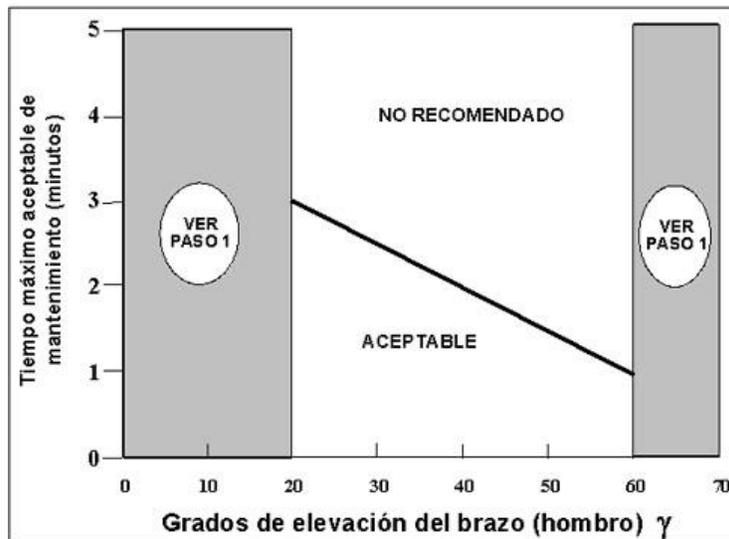
Las fotografías seleccionadas con este criterio son las siguientes:

Figura 16. Selección de 6 fotografías que muestran la elevación del brazo.



Se puede observar que en la mayoría de casos el ángulo de elevación del brazo (hombro) sin apoyo total, se encuentra entre 20 y 50°, razón por la que debemos evaluar la posición con el gráfico siguiente:

Figura 17. Tiempo aceptable para elevación del brazo. Tomado de la Norma ISO 11226.



Se deduce entonces que en estas condiciones se cataloga como “no recomendado” si el tiempo supera los 3 minutos.

3.1.4. Selección de casos.

Con todos los criterios esgrimidos anteriormente, y dado la similitud posicional de los estudiantes durante el desempeño de sus labores en los laboratorios, se ha procedido a seleccionar por criterio los que suponemos podrían ser los 24 casos más preocupantes. De estos se realizará una nueva selección.

Figura 18. Selección de 24 fotografías de posturas incómodas.







De las 24 fotografías presentadas, se han vuelto a seleccionar 12 que a criterio del autor podría considerarse que representan posiciones demasiado incómodas en el desarrollo de las actividades dentro de un laboratorio. Éstas son:

Figura 19. Nueva selección de 12 fotografías con posturas muy incómodas.





Y continuando con el método de selección, se ha procedido a escoger finalmente los 6 casos que podrían considerarse con el mayor nivel de incomodidad y que servirían de base para la evaluación mediante el método OWAS y RULA. Los casos escogidos para el estudio son los siguientes:

Figura 20. Los 6 casos seleccionados para estudio mediante OWAS.



Capítulo 4

Evaluación mediante el método OWAS

4.1. Ovako Working Analysis System (OWAS).

El método en realidad es bastante antiguo dado que fue desarrollado en Finlandia a partir de 1977. Sin embargo es a partir de 1991 que se empieza a dimensionar la verdadera importancia y utilidad de esta metodología, especialmente con la aparición de los primeros software para la evaluación ergonómica, constituyéndose desde ese momento en uno de los métodos más utilizados para la valoración de la carga física, puesto que lo hace de una manera global y basado en las posturas adoptadas por la persona durante la realización de las tareas. En el transcurso del tiempo desde su aparición, ha sido utilizado en estudios que han demostrado ser correctos y muy aplicables a casi todas las ramas de la actividad laboral.

4.2. Fundamentación del método OWAS.

El método se basa en la observación de la posición de la espalda, los brazos y las piernas de la persona cuando desarrolla una actividad, considerando también el peso de la carga que se encuentra manipulando. Se han determinado 252 posibles posturas resultantes de la combinación de las ya mencionadas.

Owas establece una tabla valorada de posturas de la persona, mediante la cual se puede obtener el denominado “Código de Postura” conformado por 4 dígitos. El primero corresponde a la posición de la espalda, el segundo a la de los brazos, el tercero a la de las piernas y el cuarto considera la carga que está manipulando. Estos dígitos se asignan según las tablas siguientes:

Tabla 6. Tabla de la Norma ISO 11226.

Primer dígito: Código de postura de la Espalda

Posición de la espalda		Código
Espalda derecha: El eje del tronco de la persona está alineada con el eje cadera-piernas.		1
Espalda doblada: Puede considerarse que ocurre para inclinaciones mayores a 20°.		2
Espalda con giro: Existe torsión del tronco o inclinación lateral superior a 20°.		3
Espalda doblada con giro: Existe flexión del tronco y giro (o inclinación) de forma simultánea.		4

Segundo dígito: Código de postura de los brazos.

Posición de los brazos		Código
Los dos brazos bajos: Ambos brazos de la persona están situados bajo el nivel de los hombros.		1
Un brazo bajo y el otro elevado: Un brazo de la persona está situado bajo el nivel de los hombros y el otro, o parte del otro por encima del nivel de los hombros.		2
Los dos brazos elevados: Ambos brazos (o parte de los brazos) de la persona están situados por encima del nivel de los hombros.		3

Tercer dígito: Código de postura de las piernas.

Posición de las piernas		Código
Sentado: La persona permanece sentada.		1
De pie con las dos piernas rectas: Las dos piernas rectas y con el peso equilibrado entre ambas.		2

De pie con una pierna recta y la otra flexionada: De pie con una pierna recta y la otra flexionada con el peso desequilibrado entre ambas.		3
De pie o en cuclillas con las dos piernas flexionadas y el peso equilibrado entre ambas: Puede considerarse que ocurre para ángulos muslo-pantorrilla inferior o igual a 150 °. Ángulos mayores serán considerados piernas rectas.		4
De pie o en cuclillas con las dos piernas flexionadas y el peso desequilibrado: Puede considerarse que ocurre para ángulos muslo-pantorrilla inferior o igual a 150 °. Ángulos mayores serán considerados piernas rectas.		5
Arrodillado: La persona apoya una o dos rodillas en el suelo.		6
Andando: La persona camina.		7

Cuarto dígito: Código de la carga o fuerza.

Carga o fuerza		Código
Menos de 10 Kg.		1
Entre 10 y 20 Kg.		2
Más de 20 Kg.		3

4.2.1. Obtención del “Código de Postura”.

Para obtener el “Código de Postura”, se empieza determinando el código de postura de la espalda, para lo cual se compara la fotografía y sus especificaciones, con una de las posiciones de la tabla N° 6 y su código podría ser 1, 2, 3, o 4, el que se lo anota en el primer

4.3. Evaluación de la postura de trabajo.

La evaluación de la postura de trabajo se realiza con los cuatro primeros dígitos anotados en los casilleros de la figura N° 21, los que se van ubicando luego en la plantilla de la figura N° 22, siguiendo este orden: espalda, brazos, piernas y carga. El valor final de evaluación se obtiene en el cruce de la fila correspondiente al brazo y la columna de la carga.

PLANTILLA DE EVALUACIÓN DE LA CARGA DE TRABAJO.

Figura 22. Plantilla de evaluación de Posturas de Trabajo. Tomado de INSHT.

		Piernas																				
		1			2			3			4			5			6			7		
		Carga			Carga			Carga			Carga			Carga			Carga			Carga		
Espalda	Brazos	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1
2	1		1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1
3	1		1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	3	1	1	1	1	2
2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3
	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	3	4	4	4	3	4	3	3	4	2	3
	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	4	1	1	1	1	1
	2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1
	3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1
4	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3
	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3

En la figura anterior se puede apreciar en diferentes colores la categoría de acción para las posturas registradas, desde las que no requiere intervención (color verde) hasta las que requiere una intervención correctora inmediata, basadas en la tabla representada por la figura N° 23 de categorías de acción:

CATEGORÍAS DE ACCIÓN.

Figura 23. Categorías de Acción. Evaluación del Riesgo. Tomado de INSHT.

Categoría de Riesgo	Efectos sobre el Sistema músculo-esquelético	Acción correctiva
1	Postura normal sin efectos dañinos en el sistema músculo-esquelético.	No requiere acción.
2	Postura con posibilidad de causar daño al sistema músculo-esquelético.	Se requieren acciones correctivas en un futuro cercano.
3	Postura con efectos dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.	Se requieren acciones correctivas lo antes posible.
4	La carga causada por esta postura tiene efectos sumamente dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.	Se requiere tomar acciones correctivas inmediatamente.

4.4. Aplicación Práctica.

En el presente trabajo se van a evaluar las 6 posturas seleccionadas como las más comprometedoras, para tener una idea más concreta del grado de comodidad en el que se están desarrollando las actividades en estos laboratorios.

4.4.1. Evaluación del caso 1.

Es el caso de la postura del estudiante de la derecha en la figura N° 24. Aplicando la plantilla del “Código de Postura”, se obtendría el siguiente resultado:

Figura 24. Imagen para el primer caso de estudio mediante OWAS.



CÓDIGO DE POSTURA												
ESPALDA:		BRAZOS:										
1 = Derecha, erguida.		1 = Los dos por debajo de los hombros.										
2 = Doblada.		2 = Uno bajo y el otro elevado.										
3 = Con giro.		3 = Los dos elevados.										
4 = Doblada y con giro.												
		FASES DE TRABAJO										
		<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td style="padding: 5px;">4</td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;">0</td> <td style="padding: 5px;">1</td> </tr> </table>					4	1	1	1	0	1
4	1	1	1	0	1							
PIERNAS:		CARGA/FUERZA:										
1 = Sentado.		1 = ≤ 10 Kg.										
2 = De pie con las piernas rectas		2 = > 10 Kg - ≤ 20 Kg										
3 = De pie con una pierna recta y la otra flexionada.		3 = > 20 Kg.										
4 = De pie o en cuclillas con las dos piernas flexionadas y el peso equilibrados entre ambas.												
5 = De pie o en cuclillas con las dos piernas flexionadas y el peso desequilibrado.												
6 = Arrodillado.												
7 = Andando.												

Entonces el “Código de Postura” para este caso será 4111, dato que se ubica en la plantilla de evaluación de OWAS. Los dos últimos dígitos representan que el caso de estudio es el primero (0 1).

Figura 25. Evaluación de la postura en la plantilla de OWAS.

		Piernas																				
		1			2			3			4			5			6			7		
		Carga			Carga			Carga			Carga			Carga			Carga					
Espalda	Brazos	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	1	1	1	1	1	2
2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	4	3	4	3	3	3	4	2	3	4
	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1	1
	2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1
	3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1
4	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4

Se puede observar entonces que en el cruce de las líneas de carga y brazos nos marca el dígito 2 que constituye el resultado global de la evaluación por este método, el mismo que

podemos ubicarlo en la plantilla de “categorías de acción” y observar sus resultados y recomendaciones, así:

Figura 26. Categoría de Acción para el caso en estudio.

Categoría de Riesgo	Efectos sobre el Sistema músculo-esquelético	Acción correctiva
1	Postura normal sin efectos dañinos en el sistema músculo-esquelético.	No requiere acción.
2	Postura con posibilidad de causar daño al sistema músculo-esquelético.	Se requieren acciones correctivas en un futuro cercano.
3	Postura con efectos dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.	Se requieren acciones correctivas lo antes posible.
4	La carga causada por esta postura tiene efectos sumamente dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.	Se requiere tomar acciones correctivas inmediatamente.

4.4.2. Evaluación del caso 2.

Figura 27. Imagen para el segundo caso de estudio mediante OWAS.



Para este caso se ha encontrado que su “Código de Postura” es también 4 1 1 1, que corresponde a una “categoría de acción” también de 2 como en caso anterior.

4.4.3. Evaluación del caso 3.

Figura 28. Imagen para el tercer caso de estudio mediante OWAS.



En el caso presente el “Código de Postura” continua siendo 4111 y la “categoría de acción” igualmente de 2. Se va comprobando hasta el momento entonces, que el problema principal que se observa es que los estudiantes no pueden colocar sus rodillas por debajo del meson y se ven obligados a mantener las mismas hacia un lado y la espalda con giro.

4.4.4. Evaluación del caso 4.

Figura 29. Imagen para el cuarto caso de estudio mediante OWAS.



Este es un caso que se observa muy comunmente en estudiantes de baja estatura que para registrar los datos de los trabajos que se encuentran realizando, lo hacen de pie y con la una rodilla sobre el taburete, posición que al hacer la valoración da como resultado un

“Código de Postura” 4 1 3 1, el mismo que pasando a la plantilla de evaluación OWAS da un resultado global de 2 como lo muestra la siguiente figura:

Figura 30. Evaluación del caso 4 en la plantilla de OWAS.

		Piernas																							
		1			2			3			4			5			6			7					
		Carga	Carga	Carga	Carga	Carga	Carga	Carga	Carga	Carga	Carga	Carga	Carga	Carga	Carga	Carga	Carga	Carga	Carga						
Espalda	Brazos	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1
2	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
3	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	1	1	1	1	1	2
2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	3	
	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	3	4	4	3	4	3	3	3	4	2	3	4	4	
	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	4	4	
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1	1	
	2	2	2	3	1	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1	1	
	3	2	2	3	1	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1	1	1	
4	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	4	4	
	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	4	4	
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	4	4	

Según el método en uso y ubicando el dígito resultante (2 en este caso) en la plantilla de “categoría de acción”, se observa como resultado que se requiere acciones correctivas a tomarse a corto plazo, como lo presentamos a continuación:

Figura 31. Categoría de Acción para el caso4.

Categoría de Riesgo	Efectos sobre el Sistema músculo-esquelético	Acción correctiva
1	Postura normal sin efectos dañinos en el sistema músculo-esquelético.	No requiere acción.
2	Postura con posibilidad de causar daño al sistema músculo-esquelético.	Se requieren acciones correctivas en un futuro cercano.
3	Postura con efectos dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.	Se requieren acciones correctivas lo antes posible.
4	La carga causada por esta postura tiene efectos sumamente dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.	Se requiere tomar acciones correctivas inmediatamente.

4.4.5. Evaluación del caso 5.

Figura 32. Imagen para el quinto caso de estudio mediante OWAS.



En este caso se puede observar variación en la posición de los brazos, lo cual es típico en el laboratorio con personas de baja estatura, y su “código de postura” sería 4 3 1 1, razón por la cual la valoración global es de 4 y la recomendación del cuadro de “categorías de acción” es de que se deben tomar acciones correctivas inmediatamente.

4.4.6. Evaluación del caso 6.

Figura 33. Imagen para el sexto caso de estudio mediante OWAS.



En este caso como en algunos anteriores, el común denominador de las posiciones corporales ha sido: “espalda inclinada y girada” (4), “ambos brazos por debajo del nivel de los hombros” (1), “sentado” (1) y “fuerza o carga menos o igual a 10 Kg” (1), excepto en los casos de posiciones de estudiantes de baja estatura, lo cual ha producido niveles de acción de 2 con la recomendación de intervenciones a corto plazo.

Claramente se nota entonces que los factores más influyentes en la incomodidad de los estudiantes son el giro de la espalda y la posición de las piernas al momento de tomar apuntes sobre el mesón de trabajo. La situación se torna más preocupante aún si consideramos que el asiento no cuenta con un respaldo para la zona lumbar, que no se puede acomodar las piernas por debajo del mesón, y que la persona debe mantener esta posición a veces hasta por el 30% de su tiempo de actividad en el laboratorio, que normalmente es de 3 horas. Se hace imprescindible entonces realizar valoraciones con otro método que considere el giro del tronco y la posición de las piernas, razón por la que se recurrirá a la metodología RULA.

Capítulo 5

Evaluación mediante el método RULA

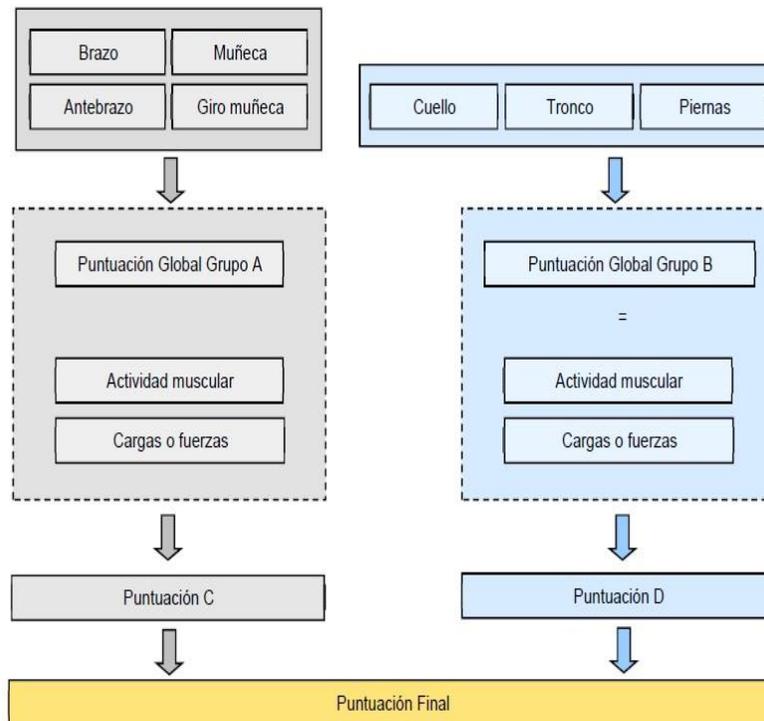
5.1. Rapid Upper Limb Assessment (RULA).

El método fue desarrollado en 1993 en la Universidad de Nottingham para evaluar la exposición y el riesgo por inadecuadas y excesivas cargas posturales que pueden causar trastornos músculo-esqueléticos si no se toman medidas de mejora de los puestos de trabajo.

El método se adapta perfectamente para la identificación de los riesgos de TME principalmente en las extremidades superiores, así lo han demostrado estudios serios y dignos de crédito como aquel publicado en 2012 por los autores Marie Eve Chiasson, Daniel Inbeau, Karine Aubry y Alain Delisle de la Universidad Delaware Sherbrooke de Quebec Canadá y titulado *“Comparando el resultado de ocho métodos usados en evaluación de factores de riesgos asociados con trastornos músculo esqueléticos”*, quienes concluyen que definitivamente RULA es muy confiable para evaluar estaciones de trabajo. RULA (Evaluación Rápida de la Extremidad Superior) para el estudio divide al cuerpo en dos partes: A (brazo, antebrazo, muñeca, giro de muñeca) y B (cuello, tronco y piernas), asignando a cada postura un código de manera similar a OWAS pero añadiendo además ponderaciones como se podrá observar más adelante.

Para lograr una correcta evaluación de la carga postural y una puntuación final que refleje una realidad, el método sugiere seguir un diagrama de flujo para su aplicación ordenada, el mismo que se presenta en la figura N° 34.

Figura 34. Diagrama de flujo para aplicación de RULA. Fuente: Ergonautas.com.

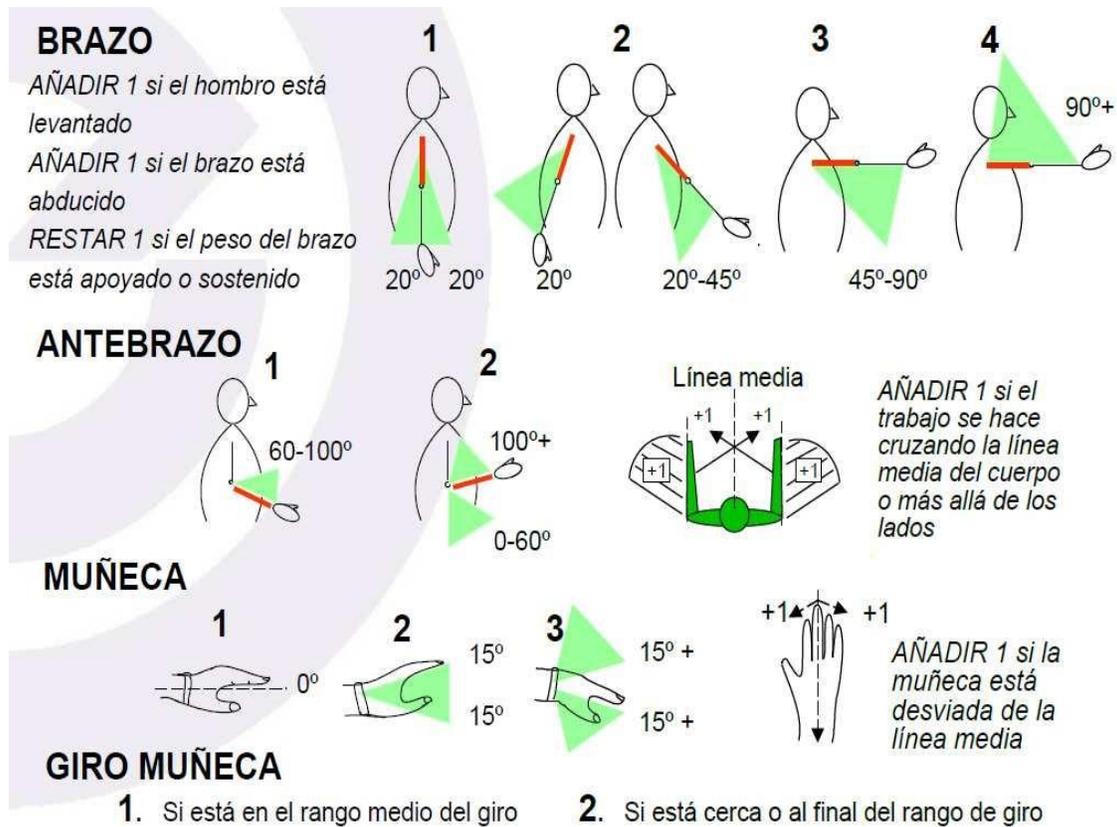


Por tanto es muy importante trabajar de manera ordenada en la obtención de los códigos de cada uno de los grupos en los que el método ha dividido los miembros del cuerpo.

5.1.1. Códigos para posturas del grupo A (brazo, antebrazo, muñeca, giro de muñeca).

Para la aplicación del método, es necesario en primer término escoger la fotografía que represente las posiciones más incómodas de trabajo, en la cual se pueda realizar las valoraciones angulares de las diferentes partes del cuerpo y comparar sus posiciones con una de las tablas establecidas para el efecto, como la presentada por el INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo) por ejemplo y que se muestra en la figura N° 35, en la cual se ilustra los códigos posturales del grupo A y sus ponderaciones de la siguiente manera:

Figura 35. Clasificación de las posturas del grupo A. Tomado de INSHT.



Al comparar los distintos ángulos posicionales determinados en la fotografía escogida, con los sugeridos en la figura N° 35, se obtendrá la valoración para cada miembro del cuerpo, a los cuales se suma la ponderación propuesta por RULA, obteniéndose de esta forma 4 dígitos que representan los valores de las posiciones de brazo, antebrazo, muñeca y giro de muñeca. Los dígitos obtenidos serán trasladados a una matriz de puntuación global propuesta por el método para los miembros del grupo A (figura N° 36) en el mismo orden anotado anteriormente (brazo, antebrazo, muñeca, giro de muñeca). Una vez localizados los valores de los dígitos en la matriz de puntuación global, se cruzan los valores de la fila

de antebrazo y la columna de giro de la muñeca y podrá obtenerse la puntuación global para los miembros del grupo A.

Figura 36. Tabla de puntuación del grupo A. Fuente: Ministerio de Trabajo e Inmigración e Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT).

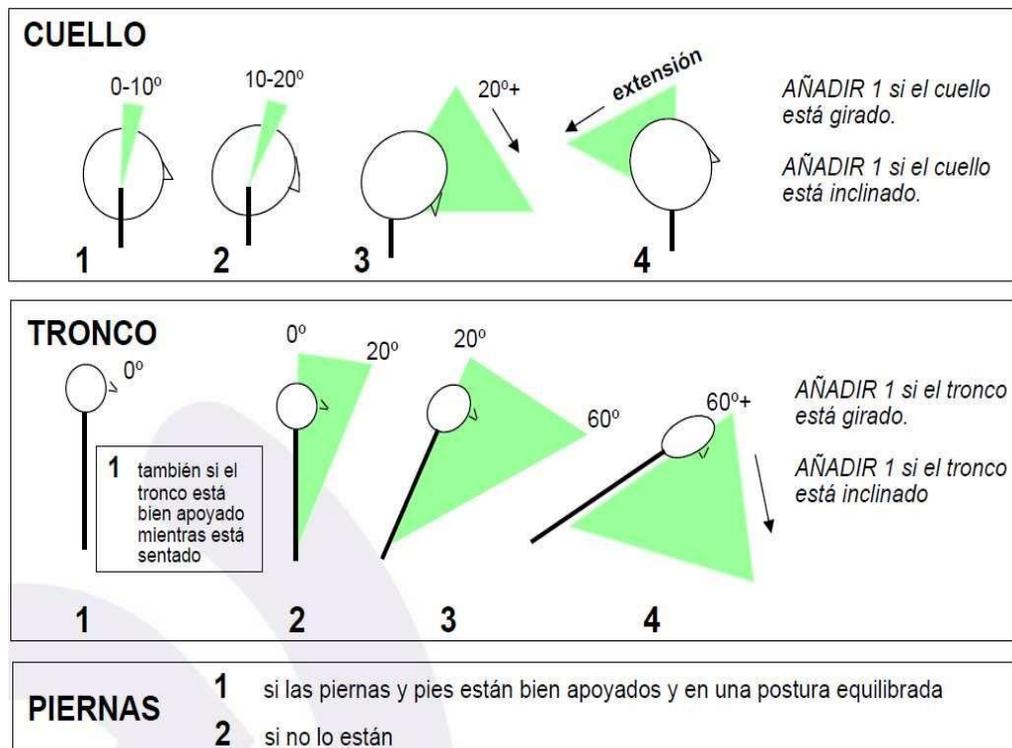
		PUNTUACIÓN DE LA MUÑECA							
		1		2		3		4	
BRAZO	ANTEBRAZO	GIRO	GIRO	GIRO	GIRO	GIRO	GIRO	GIRO	GIRO
1	1	1	2	1	2	1	2	1	2
	2	1	2	2	2	2	3	3	3
	3	2	2	2	2	3	3	3	3
2	1	2	3	3	3	3	4	4	4
	2	3	3	3	3	3	4	4	4
	3	3	4	4	4	4	4	5	5
3	1	3	3	4	4	4	4	5	5
	2	3	4	4	4	4	4	5	5
	3	4	4	4	4	4	5	5	5
4	1	4	4	4	4	4	5	5	5
	2	4	4	4	4	4	5	5	5
	3	4	4	4	5	5	5	6	6
5	1	5	5	5	5	5	6	6	7
	2	5	6	6	6	6	7	7	7
	3	6	6	6	7	7	7	7	8
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9
	2	8	8	8	8	8	9	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9

5.1.2. Códigos para posturas del grupo B (cuello, tronco, piernas).

De igual forma, utilizando la misma fotografía con las respectivas valoraciones angulares y comparando con una de las tablas establecidas por el método como la sugerida por el INSHT (figura N° 37), se determinarán de manera muy objetiva los valores posicionales a

los que se sumarán también las ponderaciones respectivas y se obtendrán los tres dígitos que conformarán el código postural de los miembros del grupo B (cuello, tronco, piernas).

Figura 37. Clasificación de las posturas del grupo B. Tomado de INSHT.



Los dígitos del código obtenido serán situados en la matriz de puntuación global para los miembros del grupo B que propone el método (figura N° 38), en la cual cruzando la fila de puntuación del cuello con la columna de puntuación de piernas, se obtendrá la puntuación final para los miembros de este grupo.

Figura 38. Tabla de puntuación del grupo B. Fuente: Ministerio de Trabajo e Inmigración e Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT).

		PUNTUACIÓN DE LA POSTURA DEL TRONCO														
		1		2		3		4		5		6				
		PIERNAS		PIERNAS		PIERNAS		PIERNAS		PIERNAS		PIERNAS				
PUNTUACIÓN DE LA POSTURA DEL CUELLO	1		2		1		2		1		2		1		2	
	1	1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7			
2	2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7				
3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7				
4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	8	8				
5	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8				
6	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9				

5.1.3. Obtención de los valores C y D.

Siguiendo el diagrama de flujo presentado en la figura N° 34, correspondería obtener el valor de C, lo cual se lo hace sumando al valor de A las siguientes ponderaciones:

1 punto si la postura es principalmente estática (se mantiene más de 1 minuto), y,

1 punto si la postura es repetida por más de 4 veces por minuto; entonces

$$C = A + \text{ponderaciones}$$

Las mismas ponderaciones se aplican para el grupo B, con lo cual se obtendrá D, es decir:

$$D = B + \text{ponderaciones}$$

También se deben sumar las puntuaciones por aplicación de fuerzas, que vienen especificadas pero que no son aplicables para el presente caso.

Los valores de C y D se cruzan finalmente en una tabla de puntuación F (tabla N° 7) y se obtiene el resultado final para la evaluación por el método RULA.

Tabla 7. Puntuación final F para el método RULA. Fuente: Ministerio de Trabajo e Inmigración e Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT).

		PUNTAJACIÓN D (cuello, tronco, pierna)						
		1	2	3	4	5	6	7+
PUNTAJACIÓN C (miembro superior)	1	1	2	3	3	4	5	5
	2	2	2	3	4	4	5	5
	3	3	3	3	4	4	5	6
	4	3	3	3	4	5	6	6
	5	4	4	4	5	6	7	7
	6	4	4	5	6	6	7	7
	7	5	5	6	6	7	7	7
	8	5	5	6	7	7	7	7

PUNTAJACIÓN C = Puntuación A + uso muscular y fuerzas para el grupo A
PUNTAJACIÓN D = Puntuación B + uso muscular y fuerzas para el grupo B

El valor final obtenido en la tabla anterior servirá para establecer el “nivel de acción” para el caso, de acuerdo a la siguiente escala:

Figura 39. Niveles de acción para aplicación de RULA.

Nivel de Acción	Descripción
1	Puntuación 1 o 2: La postura es aceptable si no se mantiene o repite durante largos períodos.
2	Puntuación 3 o 4: Podrían requerirse análisis complementarios y cambios.
3	Puntuación 5 o 6: Se precisan investigaciones y cambios a corto plazo.
4	Puntuación 7: Se requieren investigaciones y cambios inmediatos.

5.2. Aplicación Práctica.

Para realizar la aplicación, el método RULA sugiere escoger la fotografía más extrema y que podría ser causa de Trastornos Músculo Esqueléticos (TME), más en el trabajo presente se ha demostrado una importante cantidad de fotografías que podrían ser seleccionadas por el considerable grado de incomodidad que presentan sus actores, pero a criterio del autor se ha seleccionado la de la figura N° 40, que además fue utilizada para la evaluación mediante OWAS y permitiría establecer comparaciones en cuanto a sus resultados.

Figura 40. Fotografía escogida para la evaluación mediante RULA.



5.2.1. Puntuación de los miembros del grupo A.

Puntuación del brazo:

Figura 41. Posición del brazo.



Para establecer la puntuación del brazo, se realiza la medición del ángulo formado entre la línea de la columna vertebral y la del brazo (desde el hombro hasta el codo), y se compara con las especificaciones anotadas en la figura N° 35, obteniéndose la respectiva valoración, a la que se suman las ponderaciones estimadas por el método en la figura mencionada, con lo cual se obtiene la puntuación total de este miembro corporal, así:

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Extensión} > 20^\circ \text{ o flexión entre } 20^\circ \text{ y } 45^\circ & = & \mathbf{2} \\
 + & \text{Ponderación por abducción del brazo} & = \mathbf{1} \\
 \hline
 \mathbf{Puntuación del brazo} & = & \mathbf{3}
 \end{array}$$

Siguiendo la misma mecánica por comparación de las medidas de los ángulos de la fotografía con las especificaciones de la figura N° 35, se realizan las valoraciones del antebrazo, la muñeca y el giro de la muñeca.

Puntuación del antebrazo:

Figura 42. Posición del antebrazo.



$$\text{Flexión} < 60^\circ \text{ ó } > 100^\circ = \mathbf{2} + \mathbf{1}(\text{Cruza la línea central del cuerpo}) = \mathbf{3}$$

$$\text{Puntuación del antebrazo} = \mathbf{3}$$

Puntuación de la muñeca:

Figura 43. Posición de la muñeca.



$$\text{Flexión} > 15^\circ = \mathbf{3}$$

$$\text{Puntuación de la muñeca} = \mathbf{3}$$

Puntuación giro de la muñeca:

Figura 44. Posición y giro de la muñeca.



Pronación o Supinación en rango medio = **1**

Puntuación global del grupo A:

Resumiendo se tiene entonces que para los miembros del grupo A se han obtenido las siguientes puntuaciones:

Brazo: 3

Antebrazo: 3

Muñeca: 3

Giro de muñeca: 1

Los datos anteriores y en el mismo orden, se ubican en la Tabla de puntuación global del grupo A (figura N° 45) y en el cruce entre la línea de antebrazo y la columna de giro de muñeca se obtiene la puntuación global para el grupo, en este caso **4**:

Figura 45. Puntuación del grupo A en la Tabla del Ministerio de Trabajo e Inmigración e Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT).

		PUNTUACIÓN DE LA MUÑECA							
		1		2		3		4	
BRAZO	ANTEBRAZO	GIRO		GIRO		GIRO		GIRO	
1	1	1	2	1	2	1	2	1	2
	2	1	2	2	2	2	3	3	3
	3	2	3	3	3	3	3	3	4
2	1	2	3	3	3	3	3	4	4
	2	3	3	3	3	3	3	4	4
	3	3	4	4	4	4	4	4	5
3	1	3	3	4	4	4	4	4	5
	2	3	4	4	4	4	4	4	5
	3	4	4	4	4	4	4	5	5
4	1	4	4	4	4	4	4	5	5
	2	4	4	4	4	4	4	5	5
	3	4	4	4	5	5	5	6	6
5	1	5	5	5	5	5	5	6	6
	2	5	6	6	6	6	6	7	7
	3	6	6	6	7	7	7	7	8
6	1	7	7	7	7	7	7	8	8
	2	8	8	8	8	8	8	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9

Puntuación global del grupo **A = 4**

5.2.2. Puntuación de los miembros del grupo B.

De manera similar que para los miembros del grupo A, se analizan en la fotografía el ángulo formado entre la línea de la columna vertebral y la de la cabeza, y se compara con las especificaciones que da el método para los miembros del grupo B (figura N° 37) y se obtiene la valoración del miembro al que se suma las ponderaciones y se obtiene la puntuación del cuello, como se indica a continuación:

Puntuación del cuello:*Figura 46. Posición del cuello.*

Para flexión > 20° (según la figura N° 36)	=	3
+ Ponderación por rotación	=	1
+ Ponderación por inclinación lateral	=	<u>1</u>
TOTAL		5

Puntuación del tronco:

De igual forma y recurriendo a la determinación del ángulo formado entre una línea vertical y la de la columna vertebral, y tomando como base las especificaciones de la figura N° 37, se establece la valoración del tronco, valor al cual se deberán sumar las ponderaciones respectivas y obtener como resultado la puntuación para esta parte del cuerpo, así:

Figura 47. Posición del tronco.



Para flexión entre 0° y 20° (figura N° 36) = **2**

+ Ponderación por torsión = **1**

+ Ponderación por lateralización = **1**

TOTAL **4**

Puntuación de las piernas: Sentado = 1

Puntuación global del grupo B:

Para los miembros del grupo B se han obtenido las siguientes puntuaciones:

Cuello: 5

Tronco: 4

Piernas: 1

Los datos anteriores y en el mismo orden se ubican en la Tabla de puntuación global del grupo B que se muestra en la figura N° 48.

Figura 48. Puntuación del grupo B en la Tabla del Ministerio de Trabajo e Inmigración e Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT).

		PUNTUACIÓN DE LA POSTURA DEL TRONCO											
		1		2		3		4		5		6	
		PIERNAS		PIERNAS		PIERNAS		PIERNAS		PIERNAS		PIERNAS	
PUNTUACIÓN DE LA POSTURA DEL CUELLO		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
	1		1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7
2		2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7
3		3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7
4		5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	8	8
5		7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8
6		8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9

Puntuación global del grupo **B = 8**

5.2.3. Puntuación final.

A los valores globales obtenidos de **A=4** y **B=8**, según el método RULA se deben sumar la puntuación por actividad muscular, con lo que se obtienen los valores C y D, de la manera siguiente:

$$C = A + 1 \text{ (la postura se mantiene más de 1 minuto)} = 4 + 1 = \mathbf{5}$$

$$D = B + 1 \text{ (la postura se mantiene más de 1 minuto)} = 8 + 1 = \mathbf{9}$$

Estos valores obtenidos de **C = 5** y **D = 9**, se trasladan a la tabla de puntuación global para la tarea (tabla N° 8), la misma que dará como resultado la puntuación final, así:

Tabla 8. Puntuación final *F* para el caso en estudio. Fuente: Ministerio de Trabajo e Inmigración e Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT).

TABLA F: PUNTUACIÓN FINAL

PUNTUACIÓN D (cuello, tronco, pierna)

		1	2	3	4	5	6	7+
PUNTUACIÓN C (miembro superior)	1	1	2	3	3	4	5	5
	2	2	2	3	4	4	5	5
	3	3	3	3	4	4	5	6
	4	3	3	3	4	5	6	6
	5	4	4	4	5	6	7	7
	6	4	4	5	6	6	7	7
	7	5	5	6	6	7	7	7
	8	5	5	6	7	7	7	7

PUNTUACIÓN C = Puntuación A + uso muscular y fuerzas para el grupo A
PUNTUACIÓN D = Puntuación B + uso muscular y fuerzas para el grupo B

Puntuación global para la tarea: **7**

Una vez obtenido el valor de la puntuación final, en éste caso **7**, el mismo se puede cotejar en la plantilla de **Niveles de Actuación** que se muestra en la figura N° 49, y determinar si la tarea es aceptable en las condiciones actuales, o es necesario realizar estudios más detallados, talvez sugerir rediseños en las estaciones de trabajo o quizá exista la necesidad de cambios urgentes.

Figura 49. Nivel de acción luego de la evaluación por el método RULA.

Nivel de Acción	Descripción
1	Puntuación 1 o 2: La postura es aceptable si no se mantiene o repite durante largos períodos.
2	Puntuación 3 o 4: Podrían requerirse análisis complementarios y cambios.
3	Puntuación 5 o 6: Se precisan investigaciones y cambios a corto plazo.
4	Puntuación 7: Se requieren investigaciones y cambios inmediatos.

En el ejemplo dado, al ser la puntuación final mayor a 7 corresponde entonces a un nivel de actuación 4, lo cual indica que los cambios en las estaciones de trabajo de los laboratorios de química de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad del Azuay, deben ser inmediatos. Cabe anotar que si se observa con detenimiento, la mayoría de las fotografías demuestran la adopción de posiciones por parte de los estudiantes muy parecidas a la evaluada, razón por la cual podemos antelarlo que al realizar más evaluaciones con este método, de seguro se obtendrán resultados similares.

5.3. Propuesta de remediación.

Ante los resultados obtenidos con las evaluaciones realizadas, en especial mediante el método RULA, es criterio del autor establecer propuestas de remediación a fin de corregir y modificar las actuales condiciones en las que realizan su trabajo los estudiantes en los

laboratorios, y la principal sería la construcción de nuevas estaciones de trabajo que a más de brindar la comodidad necesaria, cumplan con las normas existentes para el efecto.

Al no existir normativa nacional para el caso, se podría recurrir a normas internacionales como las UNE EN 14056:2004, y la EN 13150.

La Norma española UNE-EN 14056 “*Mobiliario de laboratorio. Recomendaciones para el diseño y la instalación*”, aprobada por el CEN (Comité Europeo de Normalización) y en vigencia desde el 02 de enero de 2003, contiene todas las regulaciones para el diseño, instalación y uso de los laboratorios, incluido la estación de trabajo para cada persona.

Por su parte el INSHT realizó en el 2014 la publicación de su Nota Técnica de Prevención (NTP) 1029, la cual de manera muy clara y en concordancia con la normativa mencionada anteriormente, propone los lineamientos que se deberían tomar en cuenta al momento de diseñar la estación de trabajo para los laboratorios, especialmente dirigidas a prevenir la presencia de fatiga física, mental y visual, y principalmente de los Trastornos Músculo Esqueléticos (TME). El título de esta NTP es “*Ergonomía en el Laboratorio: Requisitos de diseño de mobiliario y equipos*”, en donde entre otras cosas propone la estandarización de la altura, el ancho y el área de trabajo, así como las recomendaciones para el diseño de los taburetes, los cuales deben tener respaldo a nivel lumbar.

Para el diseño geométrico de las estaciones de trabajo, las normas mencionadas anteriormente recomiendan tomar en cuenta aspectos como:

- Características antropométricas de las personas que ocuparán el puesto.
- Estudio dimensional del puesto considerando el alcance vertical y horizontal.
- El espacio de trabajo.

- Los aspectos organizativos del trabajo.
- El número de personas y las principales actividades que desarrollan.

5.4. Dimensiones recomendadas.

La Norma Técnica NTP 551: “*Prevención de riesgos en el laboratorio: la importancia del diseño*” del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) adscrito al Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España, considera las siguientes dimensiones para una estación de trabajo como la sugerida:

Altura del mesón: Para el trabajo de pie: 900 mm

Para el trabajo sentado: 720 mm

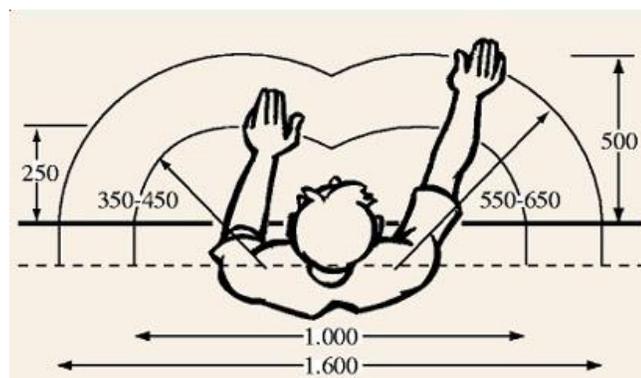
Profundidad del mesón: Superficie útil: 600 – 900 mm

Zona de servicio: 50 – 400 mm

Longitudes: 600 mm a 1800 mm

En lo relacionado con el área de trabajo, la norma técnica anotada anteriormente recomienda considerar los parámetros que muestra la figura N° 50.

Figura 50. Área de trabajo sobre la mesa. Tomado de www.insht/InshWeb/Contenidos/Documentacion/



A continuación se presentan algunas soluciones propuestas por fabricantes de mueblería para laboratorios de química:

Figura 51. Modelo de mesa para laboratorio. Tomado de <http://disenosysoluciones.com/>



Figura 52. Modelo de mesa para laboratorio. Tomado de <http://www.bordalaboratorios.net/muebles-de-laboratorio/bancos-de>



Figura 53. Modelo de mesa para laboratorio. Tomado de <http://www.bordalaboratorios.net/contacto/>



CONCLUSIONES.

- El mobiliario inadecuado constituye definitivamente un distractor no deseado ya sea en el aula de clase como en un laboratorio como en este caso, que impide una total concentración en las tareas del proceso enseñanza-aprendizaje.
- De la tabulación del censo aplicado a los estudiantes que utilizan los laboratorios, se desprende que la mayoría de ellos (91%) están de acuerdo con el criterio de incomodidad en las estaciones de trabajo principalmente al momento de tomar apuntes y recibir las instrucciones para el desarrollo de las prácticas.
- De acuerdo a los resultados obtenidos en la evaluación con el método RULA, se deduce que es necesario la inmediata intervención y la sustitución del mobiliario de los laboratorios de química en la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad del Azuay.

RECOMENDACIONES.

- Los nuevos mesones de trabajo que se podrían implementar, deben permitir un total grado de comodidad de los estudiantes mientras cumplen con la tarea de toma de apuntes, considerando que las rodillas deben ubicarse holgadamente por debajo del mueble y contando con un espacio lateral para guardar los materiales y reactivos asignados.
- Los materiales de que se fabriquen los nuevos mesones deben ser totalmente inertes a la acción de ácidos y bases fuertes.
- Los mesones deberían estar fijados al piso para evitar derrames de reactivos químicos causados por movimientos del mueble.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Asensio Cuesta, S. (2012). “Evaluación Ergonómica de Puestos de Trabajo”. 1º edición. Ediciones Paraninfo S. A. Madrid.
- Bascuas Hernández, J. (2012). “Ergonomía”. 2º edición. Editorial Fundación Mapfre. Madrid.
- Creus Sole, A. (2011). “Seguridad e Higiene en el Trabajo”. 1º edición. Editorial Alfaomega. Buenos Aires.
- Fernández, M. (2012). “Seguridad e Higiene Industrial. Gestión de Riesgos”. 1º edición. Editorial Alfaomega Colombiana S. A. Bogotá.
- Gómez Cruz, J. (2010). “Ergonomía Aplicada”. 4º edición. Editorial Ecoe ediciones. Bogotá.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

Chiasson, M., Inbeau, D., Aubry K., Delisle, A. (2012) “Comparando el resultado de ocho métodos usados en evaluación de factores de riesgos asociados con trastornos músculo esqueléticos”. Disponible en <https://www.deepdyve.com/lp/elsevier/comparing-the-results-of-eight-methods-used-to-evaluate-risk-factors-QfHsujWjxW>

Diego Mas J. (2015). Cómo evaluar un puesto de trabajo. U. Politécnica de Valencia. Disponible en <http://www.ergonautas.upv.es/art-tech/evaluacion/evaluacion.htm>

Diego Mas J. (2015). Evaluación postural mediante el método RULA. Ergonautas. U.P.V. Disponible en <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>

ERGONAUTAS (2016). Métodos de evaluación ergonómica de puestos de trabajo. Disponible en http://www.ergonautas.upv.es/listado_metodos.htm

INSHT (2010). Metodología de evaluación: Posturas de Trabajo. Disponible en <http://www.insht.es/portal/site/Ergonomia2/menuitem>

INSHT (2010). “Normas Técnicas sobre Posturas de Trabajo”. Disponible en www.insht.es/Ergonomia2/Contenidos/.../NormastecnicasPosturasTrabajo

Mondelo, P. (2013). “Ergonomía 3: diseño de puestos de trabajo”. Disponible en <http://site.ebrary.com/lib/uasuaysp/detail.action?docID=11046200&p00=ergonomia>

Rueda Ortiz, M. (2013).” Manual de Ergonomía y Seguridad”. (Versión electrónica). <http://site.ebrary.com/lib/uasuaysp/detail.action?docID=10757853&p00=ergonomia>

Villar Fernández, M. (2010). Tareas repetitivas II: Evaluación del riesgo para la extremidad superior. INSHT. Disponible en www.insht.es/MusculoEsqueleticos/...

Villar Fernández, M. (2010). Posturas de trabajo: Evaluación del riesgo. INSHT.

Disponible en www.insht.es/MusculoEsqueleticos/Contenidos/.../Posturas%20trabajo