

Propuesta de Mejora Ergonómica para el Diseño de Sillas Pupitre de la Facultad de Ingeniería

Trinidad AV. Gonzalez ^a, Aguirre Tobias Excequiel ^a, Sebastián F. Kolodziej ^b, Néstor H. Neudeck ^b,
Lucio H. Posluszny ^b

^a *Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Misiones (UNaM), Oberá, Misiones, Argentina.*

^b *LABDOR, FI-UNaM, Oberá, Misiones, Argentina.*

e-mails: trinidadanavicccc@gmail.com , tobiasaguirre44621@gmail.com, sebastian.kolodziej@fio.unam.edu.ar,
neudecknestor@gmail.com, lucio.posluszny@fio.unam.edu.ar

Resumen

El presente trabajo plantea una propuesta de mejora ergonómica para las sillas pupitre utilizadas en la Facultad de Ingeniería, con el fin de promover un entorno de aprendizaje más saludable y funcional. La metodología se basó en un diagnóstico ergonómico previo mediante el método RULA (Rapid Upper Limb Assessment), aplicado a estudiantes en condiciones reales de uso del modelo de silla pupitre más difundido (A1). El análisis permitió identificar los segmentos corporales con mayor riesgo de Trastornos Musculoesqueléticos (TME), en particular cuello y miembros superiores. A partir de estos resultados, y complementado con la revisión de estudios similares en contextos educativos, se diseñó un accesorio adaptativo de madera que incrementa en un 40% la superficie de trabajo, mejora la postura cervical y ofrece mayor estabilidad para el uso de dispositivos tecnológicos. El prototipo, de bajo costo y fácil implementación, constituye una propuesta concreta y replicable.

Palabras Clave – Rediseño, Ergonomía, Mobiliario, Silla Pupitre

1 Introducción

La ergonomía en las aulas universitarias significa adaptar los sistemas productivos y ambientales a las capacidades y limitaciones físicas y mentales de los docentes y estudiantes para así optimizar la eficacia, seguridad y bienestar [1]. El mobiliario escolar cumple un rol fundamental en el bienestar y el rendimiento de los estudiantes. En particular, las sillas pupitre utilizadas en las aulas universitarias deben permitir una postura adecuada durante la realización de actividades como la toma de apuntes, el uso de dispositivos electrónicos, la resolución de parciales y la participación en clases teóricas o prácticas. Un diseño inadecuado del mobiliario, contribuye a Trastornos Musculoesqueléticos (TME), fatiga crónica y disminución del rendimiento laboral y académico [2].

Es evidente que los alumnos no están aprendiendo buenas posturas en el colegio y la posibilidad que esto entraña de que sean esas mismas malas posturas las que utilicen luego en la universidad o en el trabajo. Cada vez más estudiosos del tema aceptan que, aunque los alumnos no se estén lesionando con este uso en el presente, la importancia que tiene a largo plazo el que ellos desarrollen hábitos de trabajo saludables y seguros se debe tener muy en cuenta [3].

Los resultados de un relevamiento realizado en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Misiones evidenciaron deficiencias ergonómicas significativas en los modelos de sillas pupitre actualmente en uso, especialmente en el modelo más encontrado, el A1. La aplicación del método RULA arrojó una puntuación final de 6, lo que indica un riesgo postural elevado y la necesidad urgente de rediseñar el mobiliario [4].

Partiendo de este análisis, se plantea como propuesta un accesorio adaptativo de bajo costo que amplía la superficie de trabajo y favorece una postura más adecuada. No obstante, su implementación representa también un desafío, ya que requiere ser validado mediante pruebas adicionales que permitan evaluar su efectividad, durabilidad y aceptación por parte de los usuarios en condiciones reales de uso.

2 Metodología

Este trabajo se enfoca en la propuesta de mejoras para el diseño de las sillas pupitre, a partir del diagnóstico realizado en el relevamiento previo. El objetivo fue desarrollar soluciones ergonómicas viables que puedan ser aplicadas sobre los modelos actualmente utilizados en la Facultad de Ingeniería de la UNaM, en particular el modelo A1 (Fig.1), el más comúnmente encontrado en las aulas.

La metodología empleada para el rediseño se desarrolló en las siguientes etapas:

1. **Revisión del análisis ergonómico previo:** Se retomaron los resultados del estudio realizado en aulas universitarias por alumnos de Ingeniería Industrial, y presentados en una publicación anterior, en el cual se aplicó el método RULA (Rapid Upper Limb Assessment). Este método es una herramienta de evaluación postural que permite analizar el nivel de riesgo de desarrollar Trastornos Musculoesqueléticos (TME) a partir de la observación de posiciones de cuello, tronco y extremidades superiores, además de considerar factores de carga y repetitividad. La escala de resultados va de 1 a 7, donde valores altos indican un mayor riesgo postural y la necesidad de intervención inmediata.
2. **Identificación de puntos críticos:** El análisis realizado sobre el modelo de silla pupitre más comúnmente utilizado (modelo A1, Fig. 1) arrojó una puntuación final de 6 en la escala RULA, lo que indica un riesgo postural elevado. Los segmentos corporales más

comprometidos fueron cuello y espalda (Fig 2), asociados a la altura inadecuada del asiento, la superficie de escritura reducida y la ausencia de apoyo lumbar.

3. **Propuesta de rediseño adaptativo:** Con base en estos hallazgos y en criterios ergonómicos establecidos en la literatura, se desarrolló un accesorio adaptativo de madera que amplía la superficie de trabajo, facilita un ángulo de escritura más adecuado y mejora la postura del usuario sin necesidad de reemplazar el mobiliario existente. El diseño se inspiró en parte en propuestas previas generadas en la asignatura *Planes de Negocios y Marketing*, que aportaron criterios de funcionalidad, aceptación del usuario y factibilidad económica.
4. **Representación conceptual de mejoras:** Las mejoras propuestas fueron representadas mediante esquemas y fotografías del prototipo, que se presentan en esta publicación. Este prototipo busca facilitar la interpretación de la propuesta y servir como base para futuras pruebas experimentales que validen su eficacia, durabilidad y aceptación en el entorno real de uso.

3 Resultados

Como resultado del análisis ergonómico y del relevamiento realizado previamente en las aulas de la Facultad de Ingeniería, se identificaron deficiencias comunes en los modelos de sillas pupitre utilizados, especialmente en el modelo A1.



Fig.1. Modelo silla A1.

Estas deficiencias incluyen:

- **Superficies de trabajo reducidas**, que no permiten apoyar una notebook o carpeta A4 de manera cómoda y segura, generando inestabilidad y limitando el espacio útil para tomar apuntes o utilizar calculadoras.
- **Falta de soporte lumbar**, lo que obliga al usuario a mantener una postura encorvada durante períodos prolongados, afectando la curvatura natural de la columna.
- **Posturas forzadas del cuello y la espalda**, derivadas tanto de la altura inadecuada del pupitre como de la posición fija del usuario, tal como lo evidenció el análisis, que señaló estos segmentos corporales como los más comprometidos (Fig 2).



Fig.2. Ángulos de los segmentos corporales para las posturas analizadas

- **Diseño poco versátil para las actividades típicas del aula**, como el uso de notebooks, lectura, escritura o resolución de trabajos prácticos, lo cual demanda un mobiliario que permita mayor adaptabilidad a diferentes tareas.

Estas observaciones se tomaron como base para la elaboración de un modelo conceptual de rediseño funcional, que busca compensar estas deficiencias a través de intervenciones específicas adaptables al mobiliario actual.

3.1 Propuesta

A partir de este diagnóstico, se propusieron diferentes alternativas de mejora. Algunas de ellas implicaban rediseños completos o el reemplazo de las sillas actuales, lo cual presentaba dificultades

técnicas y económicas para su implementación práctica, ya que requeriría que la institución descarte o venda el mobiliario existente y adquiera uno nuevo.

Considerando esta limitación, se optó por desarrollar una propuesta de rediseño funcional adaptativo, basada en intervenciones puntuales que permitan mejorar el desempeño ergonómico y funcional del modelo actual sin necesidad de su reemplazo total. La idea original de esta propuesta surge del trabajo práctico de la asignatura Planes de Negocios y Marketing, donde se evaluaron mejoras desde el enfoque del usuario y la factibilidad de implementación.

El diseño parte de un soporte tipo bandeja plegable, el cual también puede ser utilizado sobre superficies horizontales tradicionales. No obstante, también se propone una alternativa optimizada exclusivamente para pupitres, con dimensiones más compactas y perfil ergonómico.

3.2 Representación conceptual

Las mejoras propuestas se plasmaron en un prototipo funcional cuyas imágenes se muestran a continuación (Fig. 3 a 6).



Fig.3. Vista superior del accesorio plegado, mostrando su diseño compacto y las ranuras de anclaje.



Fig.4. Prototipo desplegado sobre pupitre A1: se observa el soporte inclinado para notebook y la extensión de superficie.



Fig.5. Ensayo en aula: instalación del accesorio y uso en condiciones reales.

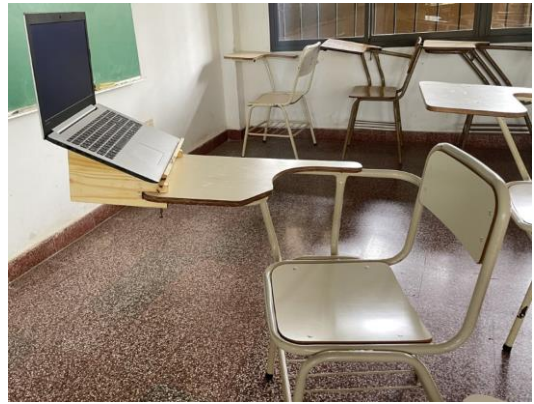


Fig.6. Simulación de uso con notebook: se aprecia la ganancia de superficie útil y la mejora del ángulo de visión.

El accesorio incluye:

- Una bandeja plegable para notebook, con inclinación ergonómica.
- Extensión de la superficie de escritura, permitiendo mayor organización.
- Portaobjetos inferior para mochilas y materiales.

El rediseño propuesto aporta mejoras funcionales concretas frente a las deficiencias detectadas. La ampliación de la superficie útil en aproximadamente un 40% permite la organización simultánea de cuadernos, carpetas y dispositivos electrónicos sin generar incomodidad ni riesgo de caída. La inclinación ergonómica del soporte contribuye a una postura más saludable al evitar la flexión excesiva del cuello, favoreciendo una visual más natural durante el estudio.

En cuanto a la estabilidad estructural, el diseño incorpora una base que distribuye el peso y evita el vuelco, incluso al utilizar notebooks u otros dispositivos pesados. El sistema de anclaje al pupitre mantiene firmeza sin comprometer la integridad del mobiliario existente. Adicionalmente, el dispositivo permite un montaje y desmontaje ágil en menos de un minuto, facilitando su uso cotidiano por parte de los estudiantes.

Aunque el prototipo fue construido en madera de pino por disponibilidad y facilidad de trabajo, se plantea como línea futura el análisis comparativo de materiales alternativos para mejorar durabilidad, peso y estética, manteniendo criterios de bajo costo y sostenibilidad.

Estas propuestas fueron diseñadas con criterios de viabilidad técnica y económica, buscando que puedan ser implementadas progresivamente en la institución, sin necesidad de un recambio total de mobiliario.

Es importante destacar también, que la efectividad de las soluciones ergonómicas requiere no solo de las características técnicas del mobiliario, sino también de consideraciones humanas, resaltando la importancia de complementar mejoras en el diseño con programas sistemáticos de capacitación en ajustes posturales. Aunque el diseño ergonómico es fundamental, su verdadero impacto depende de la formación adecuada en su uso correcto y de adaptaciones personalizadas según los perfiles de los usuarios [5]. Además, las soluciones de mobiliario deben ir de la mano con estrategias educativas que incentiven el movimiento, ya que la prolongada inmovilidad tiene efectos negativos por sí sola, sin importar cuán ergonómicamente diseñado esté el asiento [6].

4 Conclusiones

El análisis ergonómico de las sillas pupitre en uso en la Facultad de Ingeniería permitió detectar riesgos posturales significativos para los estudiantes, particularmente en el modelo más común (A1). Las posturas forzadas, la superficie limitada y la falta de apoyo adecuado comprometen la comodidad y la salud musculoesquelética de los usuarios.

Ante la imposibilidad de renovar por completo el mobiliario institucional, se optó por formular una propuesta de rediseño funcional adaptativo, basada en soluciones accesibles y aplicables a las sillas ya existentes. El prototipo desarrollado demuestra que es posible mejorar el rendimiento ergonómico mediante accesorios simples y de bajo costo.

Estas mejoras no solo responden a criterios técnicos y de salud, sino también a principios de sostenibilidad, reutilización y participación de los propios estudiantes en la mejora del entorno educativo.

Referencias

- [1] F. V. Vera Díaz, M. F. Galarza Villalba y F. A. Galarza Bravo, «La ergonomía y su aplicación en las aulas universitarias,» *Polo de Conocimiento*, vol. 2, n° 7, pp. 44-92, 2017.
- [2] S. Pheasant y C. M. Haslegrave, *Bodyspace: Anthropometry, ergonomics and the design of work*, vol. 3, Florida, EEUU: Taylor y Francis Group, 2006, pp. 25-50.

- [3] J. A. Castro Fernández, «La importancia de la Ergonomía en clase,» *Innovación y Experiencias Educativas*, Córdoba, España, 2008.
- [4] T. A. V. Gonzalez, S. F. Kolodziej, N. H. Neudeck y L. H. Posluszny, «Análisis Ergonómico de modelos de silla pupitre disponibles en aulas de la Facultad de Ingeniería,» de *JIDeTEV*, Obérá, Argentina, 2024.
- [5] I. A. Rendón Jaluff, R. L. Ortega Astudillo, B. A. Salgado Granada y A. Z. Franco Zavala, «El impacto de la ergonomía en el diseño de mobiliario: Optimización de la funcionalidad, el confort y la salud del usuario,» *Revista Social Fronteriza*, vol. 3, nº 1, pp. 1-25, 2025.
- [6] M. E. Benden, J. J. Blake, M. L. Wendel y J. C. Huber, «The evaluation of movable desks in classrooms,» *Applied Ergonomics*, vol. 4, nº 45, pp. 799-806, 2014.
- [7] ERGONOMICS RULER - Medición de ángulos en fotografías y vídeos. Universitat Politècnica de València (UPV), [Online]. Available: <https://www.upv.es/contenidos/ERGORULER/>
- [8] M. Martínez-González y A. Gómez-Conesa, «Ergonomía en educación secundaria, » *Fisioterapia (Madrid. Ed. impresa)*, vol. 23, no. 1, pp. 29–38, 2001. [Online]. Available: [https://doi.org/10.1016/s0211-5638\(01\)72927-6](https://doi.org/10.1016/s0211-5638(01)72927-6)