

SWIN

SWIN: Nuevo concepto de asiento
dinamizador del aula

Álvaro Vázquez Elena

SWIN



Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del
Producto.

SWIN: Nuevo concepto de asiento dinamizador de aulas

Autor:

Vázquez Elena, Álvaro

Tutor:

Alarcia Estévez, Esperanza
Departamento de
Matemática Aplicada

Fernández Raga, Sagrario
Departamento de Teoría de
la Arquitectura y Proyectos
Arquitectónicos

Valladolid, Julio 2018.

A todos los que de forma directa o indirecta me han ayudado a realizar este proyecto y me han acompañado durante esta etapa.

Mención especial para los Vázquez Elena

resumen

El proyecto consiste en el proceso de concepción y desarrollo de una silla para un centro de enseñanza, la cual pretende ser una alternativa a las sillas escolares tradicionales. Se realiza un estudio de los cambios educativos que se están produciendo y como el diseño es una herramienta más dentro del proceso. Por lo que el diseño asume los requerimientos funcionales necesarios pero sin obviar los estéticos. Mediante el proyecto se pretende llegar a influir en la dinamización de la actividad en los espacios educativos. Se realiza también un análisis de la postura sedante que el diseño asume en busca del beneficio postural, a través de la movilidad y la adopción de posturas más correctas, lo que se consigue mediante de la geometría de la silla.

PALABRAS CLAVE

ASIENTO, MOVILIDAD POSTURAL, ESCUELA, DINAMICAS DOCENTES, ESPACIOS FLEXIBLES

abstract

This project consists of the process of conception and development of a chair for primary schools, which aims to be an alternative to traditional school chairs. A study is made of the educational changes that are taking place and how design is another tool in the process. So the design assumes the functional requirements but without overlooking the aesthetic. Through the project is intended to influence the dynamization of activity in educational spaces. There is also an analysis of the sedative posture that the design assumes in search of postural benefit, through mobility and the adoption of more correct postures, which is achieved through the geometry of the chair.

KEYWORDS

SEAT, POSTURAL MOVEMENT, SCHOOL, TEACHING DYNAMICS, FLEXIBLE SPACES

índice

1. Introduccion	9
1. 1 Justificación del proyecto	11
1. 2 Objetivos	12
1. 3 Metodología a seguir	13
1. 4 Herramientas de Software	14
2. Estudio ambiental	17
2. 1 Análisis esacial de las aulas actuales	19
2. 2 Dinámicas docentes dentro del aula	22
2. 2. 1 Dinámica tradicional	22
2. 2. 2 Nuevas dinámicas	23
2. 3 Conclusiones	28
3. Estudio de mercado.	31
3. 1. Estándard	33
3. 2. Superficie de trabajo integrada	34
3. 3. Regulables	35
3. 4. Móviles	36
3. 5. Ergonómicos	39
3. 7. Conclusiones	41
4. Estudio ergonómico	45
4. 1. Consideraciones generales de la ergonomía	47
4. 2. La ergonomía en las aulas actuales	51
4. 3. El asiento activo de Peter Opsvik	52
4. 4 .Conclusiones	54
5. Desarrollo del proyecto	57
5. 1. Desarrollo del concepto	59
5. 1. 1. Conclusiones	60
5. 2. Definición de dimensiones y geometría	62
5. 3. Estudio de estabilidad	65
5. 4. Conclusiones	69
5. 5. Propuesta final	75
5. 5. 1. Estética	79
5. 5. 2. Color y opciones de personalización	81
5. 5. 3. Almacenaje	84

5. 5. 4. Dimensiones generales	84
5. 5. 5. Descripción de componentes	85
5. 5. 5. 1. Estructura	87
5. 5. 5. 2. Asiento	88
5. 5. 5. 3 Protectores antideslizantes	90
5. 5. 5. 4 Uniones	91
5. 5. 6. Materiales	93
5. 5. 7. Ensayos de resistencia	95
5. 5. 8. Imagen corporativa	98
5. 5. 9. Modelos gráficos de integración	100
Conclusiones	107
Bibliografía	112
Anexos	123
Pliego de condiciones	125
Presupuesto	131
Planos técnicos	139

introduccion

introduccion

El presente documento expone la realización de un proyecto de diseño industrial consistente en la concepción y desarrollo de un asiento destinado a centros de enseñanza. El diseño realizado pretende ser una mejora de las sillas escolares tradicionales, a la par que convertirse en una herramienta útil en el desarrollo de nuevos métodos didácticos. Para ello deberá cumplir una serie de objetivos establecidos más adelante.

1. 1 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La educación se encuentra actualmente frente uno de sus mayores retos, transformarse para adaptarse a las nuevas necesidades de la sociedad. Pues si bien, esta ha cambiado en numerosos aspectos, la educación se ha quedado, en términos generales, fuera de dicha tendencia.

Los esquemas docentes necesitan dejar atrás los modelos tradicionales, para centrarse más en el alumno y desarrollar otras habilidades. Actualmente se están produciendo una serie de cambios, que se van extendiendo, pero estos cambios en las metodologías se llevan a cabo de forma aislada dentro del sistema, y su implantación no es sencilla. Por ello es necesario desarrollar sistemas y herramientas que favorezcan su desarrollo. Los cambios no se limitan solo a los aspectos didácticos propiamente dichos, sino que van acompañados de cambios físicos en el entorno educativo. Los espacios se encuentran menos limitados y son más flexibles, aumentando así la influencia que ejercen sobre el desarrollo de la actividad educativa, convirtiéndose en factores clave. El diseño entra en escena como una herramienta más dentro de la revolución educativa, y es necesario utilizarla para favorecer la expansión de estas nuevas corrientes de cambio. En este sentido el mobiliario cobra un papel esencial, pues son elementos que interactúan directamente con el entorno y con el resto de agentes de la comunidad educativa, pues condiciona el tipo de relación y la comunicación que se establece entre ellos. Pero la mayor parte del mobiliario utilizado es similar y no se adapta de forma adecuada ni al usuario ni a éstos nuevas metodologías. Por ello se ha detectado la necesidad de desarrollar un nuevo elemento que sí cumpla estas características y actúe como herramienta de cambio.

1. 2 OBJETIVOS

Como se ha comentado en el apartado anterior, la educación está ante un gran reto transformador para adaptarse a los nuevos modelos sociales. Estos cambios también deben producirse en el entorno donde se desarrolla la actividad, y el diseño debe ser empleado como un instrumento activo dentro de este cambio. En este sentido el mobiliario cobra importancia y debe pasar a ser un elemento transformador más. Siguiendo estas directrices se han establecido una serie de objetivos que deberá de cumplir nuestro diseño, los cuales serán el punto de partida para realizar el desarrollo del proyecto.

- Debe fomentar la flexibilización del espacio, posibilitando distribuciones diferentes dentro del aula. Estos cambios deben realizarse de forma sencilla.
- Debe ser una herramienta más para el desarrollo de nuevas metodologías.
- Debe fomentar la movilidad del usuario
- Debe inducir a posturas correctas durante su uso
- Debe ser un elemento atractivo formalmente, que invite a su utilización, y que de integrado dentro del espacio
- Debe adaptarse a la normativa vigente.
- Debe ser un diseño democrático, es decir, al alcance de todos y no un objeto de carácter exclusivo en relación a los costes.
- Debe ocupar el menor espacio posible durante su almacenamiento.
- Debe ser posible su producción de un modo industrial

1. 3. METODOLOGÍA A SEGUIR

Una vez establecidos los objetivos del proyecto se procede al desarrollo del mismo. Éste proceso se divide en diferentes etapas. En primer lugar se realizará un completo análisis de los espacios educativos actuales, en concreto de las aulas pertenecientes a centros de educación primaria. Este análisis tiene como objetivo comprender estos espacios desde el punto de vista físico. A continuación se estudiará el desarrollo de la actividad dentro del centro, para poder entender cómo interactúan los actores educativos con el entorno. En este sentido el estudio se ha dividido en dos grupos, por un lado lo que se ha considerado como dinámicas tradicionales y por otro cómo se desarrollan las dinámicas consideradas como innovadoras. En estas últimas centrándonos también en los cambios que afectan al espacio y al mobiliario y como estos elementos influyen en estas dinámicas.

El segundo epígrafe desarrolla un profundo estudio ergonómico que permitirá conocer cómo funciona el organismo durante la postura sedante, analizando cómo se establece la relación entre este y el asiento. Esto nos proporcionará los conocimientos necesarios para elaborar un diseño que posibilite posturas sedantes convenientes y la relación de este con el aprendizaje. También se estudiará cómo se comportan los alumnos en relación al asiento dentro del aula, para detectar posibles deficiencias que puedan corregirse.

Como último análisis se desarrollará un estudio de mercado- o estado del arte, referente al mobiliario utilizado actualmente dentro de las aulas y que también incluye modelos de estudio que no se utilizan habitualmente en estos espacios pero aportan características que pueden interesarnos.

Tras la realización de estos estudios se extraen una serie de conclusiones que nos permitirán dar paso al comienzo del desarrollo en sí mismo. En primer lugar se desarrollará un modelo conceptual y como se ha llegado a él. Ya continuación se expondrá de forma pormenorizada la propuesta final.

1. 4. HERRAMIENTAS DE SOFTWARE

El desarrollo de este proyecto se ha desarrollado mediante la utilización de diversas herramientas informáticas.



CATIA V5 R21. Para el diseño CAD



Autodesk 3DS Max. Para el diseño CAD y renderizado



Keyshot 6. Para el renderizado.



Autodesk Inventor 2017. Para análisis de resistencia.



Adobe Photoshop CC. Para edición de imágenes.



Adobe Illustrator CC. Para trabajos vectoriales.



Adobe InDesign. Para la maquetación.



Microsoft Word. Para el desarrollo del proyecto escrito.



Adobe Acrobat DC. Para la maquetación.

estudio ambiental

2. 1. ANÁLISIS ESACIAL DE LAS AULAS ACTUALES

En el presente análisis se va a desarrollar un estudio de las aulas educación primaria actuales, se hará mediante la observación directa e indirecta.

Con la realización del estudio se observa cómo la mayoría de aulas presentes en los centros educativos tienen una configuración muy similar. En dichas aulas los alumnos se sientan en conjuntos de sillas y mesas enfrentadas a la pizarra y a la mesa del profesor. Esta configuración está enfocada al desarrollo de una clase de tipo magistral. Dentro de esta distribución del espacio encontramos variaciones como aulas con filas individuales o con dos o más mesas juntas, pero de forma que siempre se encuentran de cara a la pizarra.

En algunos casos minoritarios, las sillas y mesas forman una U siguiendo el perímetro del aula u otras variaciones, que pueden estar destinadas a otras actividades, pero que en cualquier caso son minoritarias. Por tanto nos encontramos ante un espacio que se caracteriza por su rigidez, donde la distribución no se suele cambiar. Pues realizar modificaciones supone pérdida de tiempo y genera descontrol en la clase. Es por este motivo por el que en los casos donde la distribución difiere de la habitual está ya preestablecida antes del comienzo de la actividad



Fig. 1. Aula del Colegio Antonio Buero Vallejo. Obtenido desde <https://colegiobuerovallejo.com/instalaciones/aulas-educacion-primaria/>

La distribución del aula está condicionada tanto por el propio mobiliario como por la actividad que se va a realizar en la misma; así como por la propia morfología del aula, formas constructivas como pilares, puntos de acceso, elementos de comunicación con el exterior, conexiones, puntos de luz y de corriente y la situación de otros elementos añadidos como puede ser la pizarra o armarios. La planta más habitual de estos espacios se basa en paralelepípedos cuadrangulares. En algunos se generan diferentes espacios dentro de uno mayor mediante separadores de cristal a modo de peceras.



Fig 2. Aula colegio Santa Ana Ávila. Obtenido desde http://ceipsantana.centros.educa.jcyl.es/sitio/index.cgi?wid_seccion=1&wid_item=3

Por otra parte, la ratio de alumnos suele ser elevada y tiende a seguir incrementándose, sobre todo en los centros públicos (según datos de la COE, 2017. eldiario.es, 2017), por lo que el espacio disponible queda más limitado, quedando el espacio ocupado en su totalidad por las mesas y las sillas. Esto dificulta la posibilidad de utilizar del aula para una actividad diferente y el desplazamiento de alumnos y profesores por la misma.

Dentro de los centros nos encontramos también otra tipología de aulas, en las que se emplea mobiliario diferente, como pueden ser las sillas con paletas, donde la distribución cambia como sucede por ejemplo en los laboratorios o las bibliotecas. Y en algunos casos este mobiliario es fijo o muy voluminoso y pesado provocando que modificar la configuración resulte imposible. Esta situación provoca que sea necesario cambiar de espacio si se quiere realizar algún tipo de actividad diferente, lo que además impide que puedan realizarla varios grupos al mismo tiempo. Si bien en este proyecto nos centraremos en las aulas que podríamos denominar estándar, ya que la mayoría corresponden a esta tipología, y es el espacio donde se realiza la mayor parte de la actividad docente.

A pesar de que las nuevas tecnologías son ya un elemento presente en todos los aspectos de la sociedad, estas no se encuentran integradas en todas las aulas como un recurso más, aunque en el caso de las pizarras digitales y proyectores sí está más extendido. Esta situación provoca que el aula de TIC o Informática como espacio independiente pierda su sentido, pues las nuevas tecnologías han de integrarse dentro del aula habitual.

Respecto a la iluminación se combina luz natural y artificial, donde predomina la estandarización de las luminarias en todos los espacios. La luz natural depende de la arquitectura del centro en cuanto a formas y orientación, así como del entorno donde se sitúa. Estos factores junto a la fisonomía del aula provocan que, en ocasiones, no pueda aprovecharse pues se producen reflejos en la pizarra que obligan a bajar las persianas.

En cuanto al nivel estético, no se trata por norma general de espacios muy agradables y transmiten una sensación fría, a pesar de que sí se intenta mejorar este aspecto dentro de lo posible. Siendo la sensación que transmite el aula un factor que ayuda a mostrar una actitud más positiva hacia el aprendizaje, nos encontramos un ambiente que tiende a acentuar la desmotivación del alumno. (Barret, Zhang, Davies, 2014).

Aunque encontramos diferencias dentro del mobiliario utilizado, es bastante similar. A pesar de ello, como veremos más adelante, no se trata del más adecuado para el usuario. Es incómodo y poco atractivo, siendo básicamente el mismo que se usaba hace medio siglo (Dacko, 2014).



Fig. 3 Aula pecera en el colegio Ramón y Cajal. Extraído del propio centro.

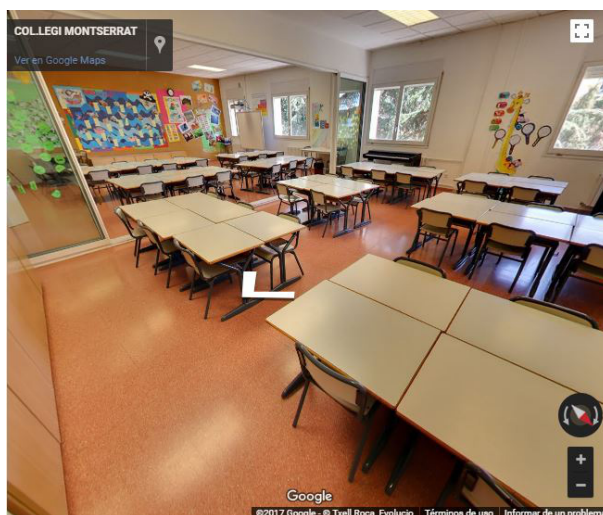


Fig. 3.1. Col·legi Montserrat, Barcelona. Extraído del programa Maneras de educar TVE

En este aspecto encontramos diferencias entre los centros, sobre todo entre los de titularidad pública y privada. En estos últimos es más frecuente encontrar mobiliario más “novedoso” en cuanto a materiales y formas.

Con todo esto observamos que los centros educativos son una repetición modular de aulas rectangulares, con pasillos que solo actúan como conectores. La configuración física del aula siguiendo el esquema silla-mesa en filas de cara a la pizarra es aún el modelo más difundido en la escuela occidental. Esta distribución de los espacios se basa en el control del grupo en lugar de la individualización. Lo que se ha visto favorecido por la fragmentación espacial y temporal desarrollada de forma rutinaria (Martire, 2016).

2. 2. DINÁMICAS DOCENTES DENTRO DEL AULA

Tanto la forma de utilizar un espacio como su configuración y características son elementos que están directamente relacionados, y la influencia de uno sobre el otro es recíproca, si bien esta codependencia entre espacio y usuario no siempre tiene el mismo grado; ambos son factores clave.

Para comprender cómo el espacio influye en la actividad que en él se realiza, es preciso conocer en profundidad cómo se desarrolla la misma y de qué forma intervienen los diferentes agentes y sujetos. En este caso cómo es la metodología docente en las escuelas.

Se podría dividir las formas de utilizar el aula en dos grandes tendencias generales. Por un lado tenemos las dinámicas más tradicionales, que encontramos en la mayoría de centros (Celorrio, 2016), y que analizaremos en el siguiente apartado, y por otro lado nuevas tendencias, que o bien están apareciendo y extendiéndose o ya se encuentran completamente implantadas.

2. 2. 1. Dinámica tradicional

Dentro de esta clasificación incluimos las que denominaremos metodologías tradicionales y que podemos considerar como no innovadoras.

Se trata de un modelo educativo que no se adapta a los nuevos tiempos (Celorrio, 2016), cuyos principios se establecieron a partir de la segunda revolución industrial. Concebido para un modelo social basado en la producción industrial (Ken Robinson, 2011) cuyo fin era formar a los futuros trabajadores. Si bien ha sufrido cambios, del mismo modo que lo ha hecho la sociedad, los fundamentos son los mismos y podríamos decir que se está aplicando básicamente lo mismo que en los años sesenta y que es un sistema anacrónico (Celorrio, 2016. Punset, 2011).

Este es el tipo de metodología es el que encontramos más presente en los centros educativos. Es una forma de enseñanza que se estructura en clases magistrales, en las que el maestro transmite los conocimientos al alumno mediante clases teóricas mientras que este último se limita la mayor parte del tiempo a tomar apuntes y escuchar. Es un método basado en la repetición. Dentro de estas clases podemos encontrar otras actividades más prácticas que varían en función de las asignaturas, aunque en la mayoría de casos no dejan de ser un complemento. Del mismo modo, otros elementos, como puede ser la tecnología dentro del aula (como son los portátiles, las tabletas o el uso de aplicaciones para corregir), han ganado protagonismo pero la estructura de la actividad se mantiene. Por tanto podemos decir que el aprendizaje del alumno es pasivo, y está enfocado a cumplir unos objetivos dictados por la legislación vigente.

En cuanto a la relación de los usuarios con el espacio, la actividad se desarrolla de forma estática. El alumno ocupa su asiento y allí permanece la mayor parte del tiempo. Solo se levantan en casos puntuales y con permiso. El profesor tiene su propio espacio dentro del aula, su mesa y la pizarra, siendo el único sujeto que se desplaza con libertad por el espacio. Por lo que no hay una libertad de movimientos y de utilización del espacio por parte de los alumnos.

2. 2. 2. Nuevas dinámicas

Las necesidades sociales han cambiado en este nuevo siglo, pero como hemos visto la educación no se ha adaptado a estos cambios y el modelo memorístico magistral sigue siendo el más extendido. Pero esto está cambiando y observamos que está sufriendo una transformación en diferentes escalas (Celorrio, 2016).

Este cambio es total en centros donde hay un nuevo sistema completamente implantado, o se da de forma parcial, dando lugar a modelos híbridos que combinan nuevas metodologías o técnicas con las formas tradicionales. La aplicación de forma gradual, por ejemplo comenzando por las optativas y analizando los resultados, es una forma más sencilla para muchos centros de adoptar estos nuevos sistemas.

Son cambios que están produciendo de abajo hacia arriba en la jerarquía educativa, promovidos directamente por los centros, no por administraciones. Los centros donde se han implantado estos métodos forman distintos “sujetos colectivos que han creado nuevas formas de enseñar, aprender, evaluar y vivir la educación” (Celorrio, 2016) y que se interrelacionan entre ellos, como son por ejemplo el sistema Amara Berri, la red Ashoka de innovación educativa o la Nova escuela²¹.

Contrariamente a lo que pudiese parecer, la mayoría de estos centros innovadores son

públicos. Esto es así a pesar de tener que hacer frente a las administraciones, a las normativas, la burocracia, los recortes de plantilla y la inestabilidad de la misma. Factores que hacen difícil los cambios en el conjunto de un sistema educativo enfocado a la eficacia, la productividad y la búsqueda de resultados académicos (Celorrio, 2016). Sin embargo estas tendencias de cambio se están expandiendo y están ganando relevancia gracias a una mayor difusión, tanto en medios de comunicación generalistas como a través de publicaciones especializadas. Esto está haciendo tomar una mayor conciencia de las alternativas existentes tanto al conjunto de la sociedad, aumentando la demanda de “centros innovadores”, como a las administraciones de las alternativas que está dando más autonomía a las escuelas.



Fig. 4. Espacio Sitting Island en la Escuela Vittra Telefonplan, Estocolmo (Suecia). Extraído de Rosan Bosch.

A medida que los alumnos tienen más edad la introducción de innovaciones es menor y se hace más complicada, pues se les prepara para las etapas formativas superiores, las cuales están más regladas.

Cada uno de los sistemas, ya totalmente establecidos, tienen sus propias características, pero hay una serie de factores comunes que comparten para considerarlos innovadores (Celorrio, 2016) si bien todas pretenden superar este modelo tradicional que hemos visto y motivar al alumnado desarrollando su potencial (Marck Prensky, 2011). El aprendizaje ha pasado de ser pasivo a activo, ahora el alumnado es el elemento central. Se trabaja por

proyectos multidisciplinares basados en la filosofía del *Learning by doing*, que establece que el aprendizaje es mayor cuando se experimenta o descubre mediante uno mismo (Ayala, 2018). La clase ya no es un elemento tan rígido y el alumnado dispone de más libertad de movimiento y utilización. Los libros y exámenes han reducido su importancia y han pasado a ser algo secundario. Hay debates, presentaciones y se ha introducido la gamificación, como método de aprendizaje mediante juegos. Además se valoran y desarrollan otras competencias y habilidades que no abarcan solo el ámbito educativo, como son las inteligencias múltiples o las competencias socioemocionales.

El grupo homogéneo ya no es el elemento que guía la actividad, pues dentro de una misma clase podemos encontrar grupos realizando actividades diferentes o en el que se mezclan alumnos de diferentes edades para adaptar los niveles, y donde estos alumnos colaboran entre ellos.

Las nuevas tecnologías están cada vez más presentes en las clases como una herramienta más, desapareciendo las aulas específicas. Ya la unión europea prevé su total integración como un elemento básico en los próximos años (Johnson, 2014).

En general el aprendizaje ha pasado de ser totalmente formal a ser informal o bien una combinación de ambos. Lo que repercute en las relaciones que se dan entre el alumnado, el profesorado y el propio aprendizaje. El rol del maestro cambia, ya no es alguien que debe conocer todas las respuestas sino que debe saber guiar al alumnado para encontrarlas (Monsen, 2013).



Fig.5 Colegi Montserrat, Barcelona. Extraído del programa *Maneras de educar TVE*

Las transformaciones dentro del aula no se limitan a las metodologías, también hay una corriente de transformación de los espacios que pretende dejar atrás la estructura tradicional que, como hemos visto anteriormente, es común incluso en centros más innovadores. Es por esto que el espacio ha de adaptarse a las nuevas dinámicas para favorecer la colaboración y el aprendizaje activo. El diseño se utiliza como una herramienta más para obtener un cambio físico en el comportamiento del usuario y dar más libertad a los niños y niñas para actuar por si mismos (Bosch, 2013). Es necesario, por tanto, un entorno óptimo para el aprendizaje que ayude a estas nuevas formas, al bienestar de los usuarios y a fomentar la colaboración con mobiliario más móvil y que tenga en cuenta la integración de las nuevas tecnologías (Freeman, 2017). Del mismo modo, la luz y el color son otros elementos importantes que se tienen en consideración, pues los espacios alegres predisponen a ser más receptivos a un ambiente motivador, tanto para alumnado como para profesorado (Francesc de Herralde, 2016).



Fig. 6. Espacio escuela Vittra Telfonplan, Suecia. Extraído de Rosan Bosch.

Todo esto hace que las aulas pasen a considerarse espacios, los cuales tienden a ser más abiertos, sin separaciones físicas o más limitadas. Como ejemplo modelo de esta nueva tipología tenemos la Escuela Vittra Telefonplan (Suecia) desarrollada por Rosan Bosch FIG. Dentro de estos espacios más amplios tenemos zonas diferenciadas. En este caso en concreto se trata de un proyecto desarrollado desde cero por lo que las limitaciones de diseño son mucho menores. En este aspecto la mayoría de escuelas fueron diseñadas para desarrollar una metodología tradicional y es necesario adaptar los espacios ya existentes. Esta adaptación se realiza mediante transformaciones totales o parciales. Pero incluso solo con pequeñas intervenciones a nivel de aula ya se puede influir para conseguir un ambiente que promueva aprender más y mejor. Las nuevas aulas son amplias o, como hemos visto en la figura 4, inexistentes, buscando acabar con el concepto actual de aula o clase como

unidad física organizativa de la enseñanza. Se caracterizan por ser espacios o ambientes amplios que permiten desarrollar diferentes actividades. Son lo que podríamos denominar espacios multiusos (Bosch, 2014). Según Frida Monsen (2013), profesora en Vittra Telefonplan, estas configuraciones provocan que los alumnos ya no se sientan atrapados.

El mobiliario utilizado ha de ser acorde a esta nueva filosofía, caracterizado por su funcionalidad y, al igual que los espacios, ha de adaptarse a necesidades y no a la inversa donde la actividad didáctica se adapta las a limitaciones del espacios (Herralde, 2016). Encontramos pupitres modulares, agrupaciones de mesas o estructuras de gradas, por ejemplo. Pero de nuevo el mobiliario que podríamos considerar como “alternativo” no está presente en la mayoría de centros, incluso aunque estos apliquen nuevas metodologías.

Respecto este último punto, estudios (Barret, Zhang, Davies, 2014) revelan que la estimulación positiva hacia el aprendizaje y las consiguientes mejoras en los resultados, aumentan en relación a la sensación de pertenencia que genera el aula, la cual se consigue mediante la creación de espacios más diferenciados o personalizados. Esto se consigue también mediante la utilización de mobiliario de calidad. Del mismo modo el color de este y de los espacios influye en la estimulación del alumnado, la cual aumenta con el uso de colores vivos, pero como puntos o acentos, en lugar de utilizar un solo color principal para el aula.



Fig. 6.1, Espacio perteneciente al Colegio Saunalahti en Finlandia. Extraído de <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-283873/escuela-saunalahti-verstas-architects>

2. 3. CONCLUSIONES

Como hemos visto en este análisis, las necesidades educativas actuales son distintas y la aplicación de nuevos métodos de enseñanza se están expandiendo con una gran proyección. Del mismo modo que la sociedad ha evolucionado en muchos otros aspectos, la educación no lo ha hecho en la misma medida y es objeto de las mismas críticas que hace un siglo. Como contraposición encontramos numerosos centros que están intentando introducir cambios en sus metodologías, pero esto no es un proceso sencillo (Celorrio, 2016).

La mayoría de aulas utilizadas hoy en día siguen un esquema común y se diseñaron para aplicar metodologías tradicionales. Su diseño es rígido y el mobiliario utilizado tiene una movilidad limitada, donde el alumno no tiene libertad de elección. Esto dificulta la interacción que se da entre alumnado, profesorado y contenidos. A esto sumamos la estandarización de los recorridos didácticos que hace del entorno una barrera para el aprendizaje. La flexibilidad en el aula es fundamental y necesaria, pues la forma y configuración del espacio condiciona cómo se produce la relación entre el propio alumnado, alumnado y profesorado y alumnado y el aprendizaje (Herralde, 2016 y Ramli, 2014). Del mismo modo su forma y configuración son un factor fundamental a la hora de orientar, configurar y desarrollar los modelos de interacción entre los actores de la comunidad educativa mencionados. Esto convierte a los espacios en un actor central de estos procesos. Además es importante destacar que la morfología de un espacio no solo condiciona su utilización, sino que nos transmite cómo se va a desarrollar la actividad que en él tenga lugar y cómo se va a realizar esa comunicación entre agentes, de forma que nos predispone para este modelo. En el caso de la disposición tradicional nos transmite un modelo de comunicación de uno hacia muchos. (Martire, 2016) .

El objetivo de todos los cambios es mejorar el aprendizaje de los alumnos, y esto también



Fig.7 Espacio escuela Vittra Telfonplan, Suecia. EXtraido de Rosan Bosch.

se consigue a través del diseño. El espacio debe ayudar a la enseñanza (Bosch, 2013). Esto se consigue creando espacios más funcionales y atractivos que apoyen las nuevas metodologías, pero sin caer solamente en mejoras en el aspecto estético creando escuelas de “diseño” que no aporten nada más. Es preciso buscar el equilibrio entre forma y contenido. Del mismo modo que las formas materiales intervienen silenciosamente en nuestras relaciones sociales, nosotros también decidimos cómo usar esas formas. Como hemos visto, el mobiliario empleado actualmente no es el más adecuado para el alumnado y no actúa como un elemento de apoyo a estos cambios. Cambiar su disposición no es sencillo, es difícil de desplazar y cuando se hace aumenta el ruido ambiental y la desorganización. Es por esto que las nuevas metodologías necesitan por tanto nuevas soluciones faciliten la relación de los usuarios.

El concepto de aulas entendido de forma tradicional tiende a desaparecer, y su lugar lo ocupan ambientes o espacios con una estética y materiales diferentes, los cuales deben aportar versatilidad, siendo más flexibles y permitiendo diferentes configuraciones para aplicar metodologías variadas. Los diferentes espacios deben permitir diferentes formas de aprender como por ejemplo las más tradicionales, el trabajo individual, por grupos, debates, presentaciones o proyectos. Teniendo en cuenta que las diferentes distribuciones pueden ser necesarias dentro de un mismo periodo lectivo o clase, por lo que los cambios se deben de poder realizar de forma sencilla y rápida. (Garibalidi, 2015).

A todos estos conceptos hay que añadir que el aprendizaje es un fenómeno que ocurre cuando alguien quiere aprender, no cuando alguien quiere enseñar. Por este motivo un ambiente adecuado estimulará dicho aprendizaje, siendo necesaria la creación de una situación de bienestar tanto para los estudiantes como para el profesorado. Para conseguir este ambiente es preciso tener en cuenta no solo la distribución y el mobiliario, sino también otros factores: La acústica (debe tener un nivel medio) el aspecto visual general y la aplicación de color y la iluminación (equilibrada entre luz natural y artificial). Un entorno adecuado en base a esos factores será más estimulante y mejorará los resultados. Todo esto sin obviar que el factor económico puede ser un impedimento a la hora de afrontar estos cambios, pero hay que tener en cuenta que no siempre solución más costosa es la mejor. (Barret, Zhang, Davies, 2014).

_____ estudio de mercado

estudio de mercado

Con el objetivo de conocer las diferentes propuestas utilizadas como mobiliario escolar, se ha realizado un extenso estudio de mercado, del cual se han extraído, para su análisis en profundidad, aquellos modelos que por sus características resultan más interesantes para desarrollar nuestro proyecto. Este estudio nos permitirá analizar las alternativas, de forma que podamos extraer de cada una de ellas tanto sus puntos fuertes como sus carencias a la hora de cumplir los objetivos planteados para este proyecto. Se trata de un análisis con un enfoque crítico y no meramente analítico descriptivo.

En primer lugar es necesario reflejar la existencia de numerosos modelos de mobiliario destinado a escuelas y otros entornos de aprendizaje y estudio, muchos de los cuales comparten características. Por ello el análisis se va a desarrollar separando estos modelos por tipologías comunes, centrándonos más en los aspectos generales que en las particularidades de cada uno de ellos. En base a este criterio se han establecido las siguientes categorías: los considerados como estándar, los que incorporan una superficie de trabajo integrada, los regulables en altura, los centrados en la movilidad del usuario, aquellos configurados para combinarse con otros y, por último, los asientos ergonómicos.

3. 1. ESTÁNDAR

Esta tipología se corresponde con los más extendidos dentro de los centros educativos, son los más habituales. Modelos cuyo diseño se fundamenta para su utilización en espacios con una distribución enfocada a las dinámicas tradicionales de carácter más magistral. El conjunto se compone por dos elementos, una silla y una mesa, que se utilizan habitualmente en conjunto pero también pueden utilizarse como elementos separados. En casos cada vez más aislados encontramos los dos elementos unidos formando un pupitre, tipología desfasada y en desuso.

Constructivamente se componen de un bastidor metálico, generalmente de acero, al que se le añaden los elementos en madera contrachapada, en el más habitual. La forma de estos elementos es curvada para adaptarse mejor al usuario y el asiento con ligera inclinación positiva. En este sentido prima la resistencia, durabilidad y sencillez constructiva, lo que sí consiguen.

Encontramos diferentes versiones que consideramos más o menos actualizadas a nivel formal, estético y de materiales. Pero todas siguen formalmente las líneas que de forma general son atribuidas a una silla. En este aspecto el modelo más extendido transmite frialdad, lo que se contagia al espacio. También influye la asociación que se hace a un tipo concreto de metodologías docentes. En este sentido es necesario que el asiento invite a su utilización y predisponga mejor al aprendizaje.

Se utilizan junto a superficies pero su propia morfología hace que su movilidad y desplazamiento no sean sencillas, lo que limita sus posibilidades de uso.

Respecto a la posición de trabajo que adopta el usuario, está diseñada para una postura correcta teórica pero que en la práctica no se produce.



Fig. 8. Modelo actual de silla. Obtenido desde <https://www.mobiliario-escolar.es/%20pupitre-%20escolar-mec>

3. 2. SUPERFICIE DE TRABAJO INTEGRADA

La característica diferenciadora de estos modelos es que cuentan con una superficie de trabajo integrada a la silla. La superficie puede ser abatible en algunos modelos, pero igualmente se trata de un elemento con superficie de trabajo de tamaño insuficiente y rígida, además de ser un elemento molesto.

Estas sillas son voluminosas, lo que supone una gran dificultad a la hora de desplazarlas y ocupan más espacio. Además, “la pala” es un elemento que hace incomoda la utilización de la silla, pues dificulta tanto el acceso al asiento como la movilidad en el mismo, lo que impide formas alternativas de utilización. Por tanto, dificulta su relación tanto con el usuario como con el entorno.

Como aspecto positivo, la posición que adopta el usuario es más correcta, esto se debe a que la superficie de trabajo está integrada y se encuentra más próxima al respaldo, por lo que el usuario no tienen la necesidad de acercarse, lo que si sucede con superficies de trabajo independiente. Encontramos modelos realizados tanto en madera con bastidor de acero, como en materiales plásticos. En su mayoría derivan de una silla estándar modificada, compartiendo los problemas de estos modelos.



Fig. 9. Silla con paleta. Obtenido desde <https://smithsystem.com/furniture/p-tablet-arm-chair/>

3. 3. REGULABLES

Estos modelos tienen sistemas que permiten cierta adaptabilidad a los diferentes usuarios. Lo hace mediante mecanismos cuyo ajuste debe realizarse previamente a su utilización, no siendo la forma más cómoda y rápida y por consiguiente práctica. Las sillas regulables en altura mediante actuadores neumáticos son más costosas y el sistema sufre desgaste en su utilización, aspectos que no las hacen adecuadas para centros docentes.



Fig. 10. Silla regulable. Obtenido desde <https://smithsystem.com/furniture/adjustable-stool-2/>

3. 4. MÓVILES

Estos asientos se caracterizan por favorecer la movilidad del usuario dentro del aula y el cambio de postura del mismo durante su uso. La forma de conseguirlo difiere entre los modelos, los cuales podemos dividir en dos filosofías generales: los que promueven la movilidad por el espacio y los que se centran en la movilidad del usuario. El análisis se realizará de forma más individualizada de modelos más concretos.

En primer lugar tenemos los modelos equipados con ruedas, que facilitan la movilidad del usuario a través del espacio. Permiten un rápido cambio en la distribución de los elementos dentro del espacio pero, al desplazarse, el rozamiento con el suelo genera un aumento en los niveles de contaminación acústica. Al mismo tiempo que puede generar cierto descontrol en el mantenimiento del orden de la clase. A esto hay que añadir que las ruedas son un elemento más frágil propenso a sufrir daños. La estructura básica del asiento sigue la misma tipología que otros modelos ya analizados, bien pertenecientes a la categoría estándar o a los que incorporan la superficie de trabajo. A estos se le añade el soporte que incorpora las ruedas. Además la suciedad se acumula en las ruedas, lo que dificulta la limpieza del aula.



Fig. 15. Ejemplo de silla con ruedas, que incorpora la paleta. Obtenido desde <https://www.hermex.es/tienda/articulo/silla-pupitre-duo-con-bandeja>

En este otro modelo experimental se combinan la regulación de la altura, tanto de la mesa como del asiento y las ruedas, que facilita su desplazamiento. Vemos de nuevo cómo se trata de otra tipología de las analizadas a las que se le añaden los elementos que permiten su movilidad por el espacio. Aunque en este caso, al tratarse de un elemento con asiento y mesa integrada, aumenta su volumen, lo que dificulta en parte esta acción, condicionando estas características sus posibilidades de uso alternativo del espacio. Como hemos dichos, se basa en la idea de asiento unido a la superficie de trabajo, que como ya se ha comentado limita su versatilidad y su adaptación al usuario y al espacio.



Fig 16 Silla-mesa experimental. obtenido desde Extraído de <https://www.hermex.es/tienda/articulo/silla-pupitre-duo-con-bandeja>

Con el asiento *Log*, nos encontramos de nuevo ante otro modelo experimental, en este caso realizado en espuma, lo que lo hace muy ligero y versátil, acentuando las posibilidades de desplazamiento, de forma que el propio alumno puede realizarlo de forma autónoma. Destacar el diseño de la zona intermedia como lugar por el que agarrarlo. Como factores negativos encontramos los problemas de ausencia del necesario respaldo, pues se trata de un taburete, a lo que se une una posible falta de resistencia y durabilidad.



Fig. 14. *Log*, creada por Dueholm Persson

El asiento *Alert* también se trata de un diseño experimental. En este caso el objetivo se centra en mantener el cuerpo activo mientras se está sentado. Al igual que el modelo anterior destaca por su sencillez constructiva. En el presente modelo se trata de dos piezas de madera unidas por medio de una rótula. Como hemos visto en los modelos con ruedas, este elemento que incorpora, podría convertirse en un punto débil, pues está sometido a un continuo desgaste, pudiendo tomar cierta holgura. El funcionamiento es sencillo, mediante la unión es el propio peso del usuario el que induce el movimiento del asiento en todas las direcciones. Precisamente ésta total libertad de movimiento puede llegar a ser contraproducente, provocando inclinaciones laterales que induzcan a posturas perjudiciales, aspecto que no es recomendable y que se acentúa en estas edades. Al tratarse de un taburete carece de respaldo, no permitiendo el correcto descanso del usuario. Al igual que el modelo *Log*, su ligereza permite que el propio alumno pueda desplazarlo por el espacio, convirtiéndolo en un elemento versátil en este sentido. Como ya se ha mencionado, hay que destacar que es un sistema simple en todos sus aspectos.



Fig. 13. Alert, diseñado por Anna Søggaard Hansen

El asiento *Ovini* se compone de un bastidor de madera es el soporte del asiento, la parte móvil. Comparte la filosofía del modelo *Alert*; el asiento se mueve debido a la fuerza vertical que ejerce el peso del usuario al sentarse. La inclinación inducida del asiento permite adoptar una posición más adecuada para trabajar sobre otra superficie, haciéndolo además de una forma sencilla. Este es un aspecto a destacar. El sistema de movimiento mediante rodamientos es la característica constructiva principal. Pero la libertad de movimiento en

todas direcciones, como ya hemos visto en otros modelos, puede llegar a ser contraproducente al generar desplazamientos que induzcan a posiciones más perjudiciales, hecho más difícil de controlar en estas edades. Es sencillo en su composición pero no es apto para un aula de las características que nos interesan. Aunque si su filosofía de movimiento y adaptabilidad.



Fig. 17 Asiento Ovini.

3. 5. ERGONÓMICOS

Se han incluido en el análisis una serie de asientos cuyo diseño busca maximizar el factor ergonómico, si bien no se comercializan como modelos para escuelas si proponen alternativas para asientos de trabajo y estudio, siendo necesario tenerlos en consideración. Más adelante, en el estudio ergonómico, se analizará en profundidad la filosofía de este concepto y el diseño de los modelos basados en él.

Los modelos de la gama *Balans*, desarrollados por Peter Opsvik para la reconocida firma de mobiliario Varier, proponen posturas alternativas a las tradicionales occidentales para sentarse, y que se han demostrado beneficiosas para el organismo. Dentro de la gama, la variable *Balans* es el modelo original y a su vez el más icónico. Su diseño cambia totalmente el concepto occidental de la postura sedante, tomando como aspecto prioritario la ergonomía. Durante su utilización el usuario se apoya con las rodillas situadas sobre los apoyos inferiores, de forma que su propio peso hace rotar la silla para conseguir una postura más correcta y beneficiosa, físicamente hablando, para el organismo. Su utilización no queda limitada, pues ofrece también otras posiciones de uso al abandonar uno o ambos de los apoyos. Aunque la posición de trabajo es correcta, siendo única en el mercado, queda muy limitada, al ser forzada.



Fig. 18. Variable Balans - 1979. Obtenido desde <http://www.opsvik.no/works/industrial-design/variable-balans>

La variante *Thasit* incorpora un respaldo, que permite el descanso del usuario cuando no está en posición de trabajando. Estos modelos tienen como principales desventajas su precio al tratarse de artículos de “diseño” y el cambio necesario en la mentalidad colectiva para adoptar posturas sedantes alternativas. También es un elemento que ocupa mucho espacio, por lo que a la hora de incorporarlo a un aula de manera iterativa tiene muchos inconvenientes. Del mismo modo no es sencillo su desplazamiento.



Fig. 19. Thasit balans - 1991. Obtenido desde <http://www.opsvik.no/works/industrial-design/thasit-balans#895>

El modelo *Actulum* plantea la misma filosofía de inclinación del asiento pero con un diseño más próximo al concepto de silla occidental. La base permite bascular el cuerpo del usuario hacia delante adoptando una posición más correcta para trabajar sobre otras superficies. El respaldo inclinado hacia atrás y la curvatura posterior del apoyo permiten oscilar a la silla en esta dirección al reclinarse. La forma de sentarse no es tan revolucionaria lo que puede suponer una ventaja a la hora de superar las barreras culturales, pero el precio, materiales y dimensiones hacen que no sea apta para su uso extendido en escuelas.



Fig. 20. Silla Actulum. Obtenido desde <http://www.ops-vik.no/works/industrial-design/actulum#720>

3. 7. CONCLUSIONES

La realización de este estudio de mercado ha permitido conocer las alternativas existentes de mobiliario, sillas concretamente, que se emplean dentro de la actividad docente. Este estudio nos revela que si bien hay numerosos modelos con diferentes características, todos ellos poseen alguna desventaja desde el punto de enfoque de este proyecto, aunque también poseen cualidades interesantes que serán de gran utilidad para el desarrollo del mismo.

En primer lugar se han analizado los modelos denominados estándar, que son los más utilizados en sus diferentes variantes. Estos diseño cumplen su función básica pero tienen carencias a nivel estético y funcionales, en general no se salen de la tipología de silla tradicional. Sacar el máximo partido a los espacios es complicado debido a su tamaño y estéticamente tienen carencias. Relativo a la postura, no inducen a posturas más favorables. Las sillas con paleta tienen los mismos problemas, acentuados por la incorpora-

ción de este elemento que complica su utilización. Las regulables poseen la ventaja de la adaptabilidad en altura a los diferentes usuarios, pero formalmente y funcionalmente poseen las mismas tipologías que las anteriores. Dentro de las móviles, la incorporación de ruedas puede facilitar el desplazamiento, pero al mismo tiempo generan otros problemas que habría que corregir. El modelo *Log* destaca también por su facilidad pero eliminando los problemas de ruidos y posibles puntos débiles. Los diseños con la superficie móvil que permite una mayor movilidad y adaptabilidad al usuario son interesantes por este hecho; sin embargo la incorporación de rotulas y rodamientos respectivamente sería un elemento que requeriría un mayor control. Por último, se han estudiado los modelos enfocados a la postura adecuada de trabajo. Las ventajas de su utilización están claras, por lo que la adopción de posturas similares en la escuela serían muy beneficiosas. Como contrapartida se trata de diseños enfocados a un uso particular y son voluminosos

En general, podemos concluir que si bien existen alternativas interesantes por diversos aspectos, no hay un modelo que aúne las ventajas individuales en su diseño. Por lo tanto se presenta una ventana donde es posible desarrollar el proyecto.

Como resumen, podríamos indicar unas directrices necesarias para la fase de desarrollo basándose en este estudio. El asiento diseñado debería permitir una sencilla movilidad dentro del espacio y al mismo tiempo debería fomentar la movilidad del usuario y la adopción de posturas más favorables.

estudio ergonómico

estudio ergonómico

Comprender cómo funciona el cuerpo humano, en particular a la hora de sentarse, y su relación con el asiento es fundamental antes de proceder a las siguientes fases de desarrollo. En primer lugar, se analizará cómo debe ser una buena postura sedante y posteriormente se estudiarán una serie de conceptos en relación a esta postura, los cuales podríamos denominar como alternativos a los postulados tradicionales, fundamentados en los planteamientos del diseñador escandinavo Peter Opsvik. También será necesario conocer cómo se comportan los usuarios, el alumnado en nuestro caso, a la hora de utilizar un asiento y su relación con él entorno.

4. 1. CONSIDERACIONES GENERALES DE ERGONOMÍA

El cuerpo humano está diseñado para la postura bípeda, puesto que es en esta postura cuando la columna vertebral, y el organismo en general, sufren menos. Esto se debe a que las tensiones internas y la presión intradiscal son menores. Esta presión varía según la postura que adoptemos; por ejemplo si el sujeto está tumbado, el peso del cuerpo no recae en su totalidad sobre la columna. En la imagen podemos observar las variaciones en la presión intradiscal según la posición que adopte el cuerpo, tomando como referencia la postura bípeda con valor 100% (Mandal, 1981).

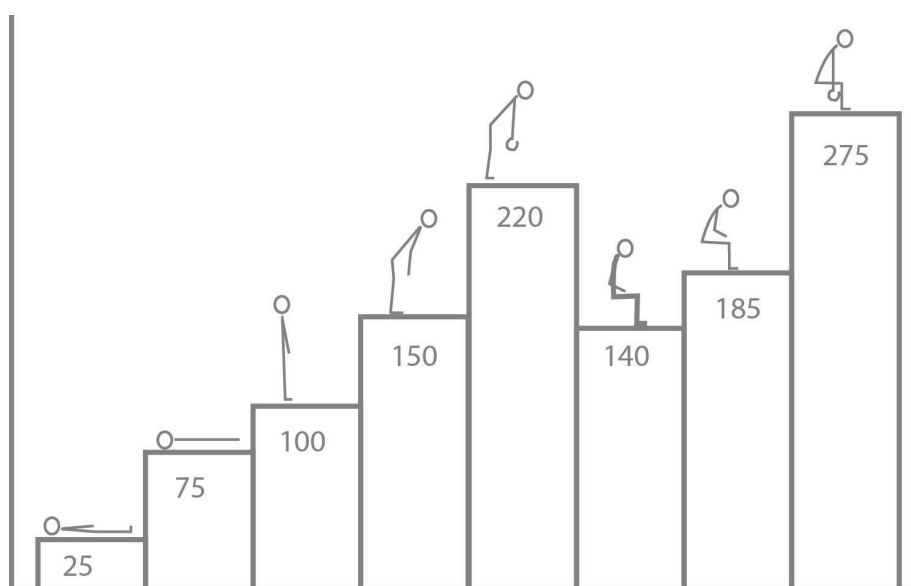


Fig. 21. Presión intradiscal según Nachemson. Variaciones en porcentaje respecto a la bipesdestación. Modificado de la Investigación Nachemson

Como hemos dicho anteriormente, la bipedestación, característica innata del ser humano que nos permite disponer libremente de las extremidades superiores. Es posible debido a la forma que adopta la columna, conocida como lordosis lumbar. Al permanecer sentado durante periodos de tiempo prolongados, como ocurre normalmente dentro de un aula tradicional, generalmente se anula la lordosis y por tanto se está adoptando una posición perjudicial. Esto se agrava al alargarse en el tiempo. (Page, Garcia, 1992) Un menor nivel de presión intradiscal generará menos tensiones en el organismo.

Cuando adoptamos una postura sedante, el nivel de la presión intradiscal, así como la posición de la estructura ósea, está condicionada por el ángulo que forman la columna y el fémur. Cuánto más abierto sea este ángulo menor será la presión. Este ángulo también determina la altura a la que se sitúan los brazos y la cabeza.

Entre las posturas de pie y cuclillas, hay una serie de posturas intermedias que se consideran convenientes; son las posturas de flexo bipedestación. En estas posturas el cuerpo mantiene la curvatura de la columna igual que estando de pie, por lo que es necesario tenerlas en consideración a la hora de diseñar un asiento.

Esta postura puede ser inducida si en ella interviene un elemento de reposo, un asiento.

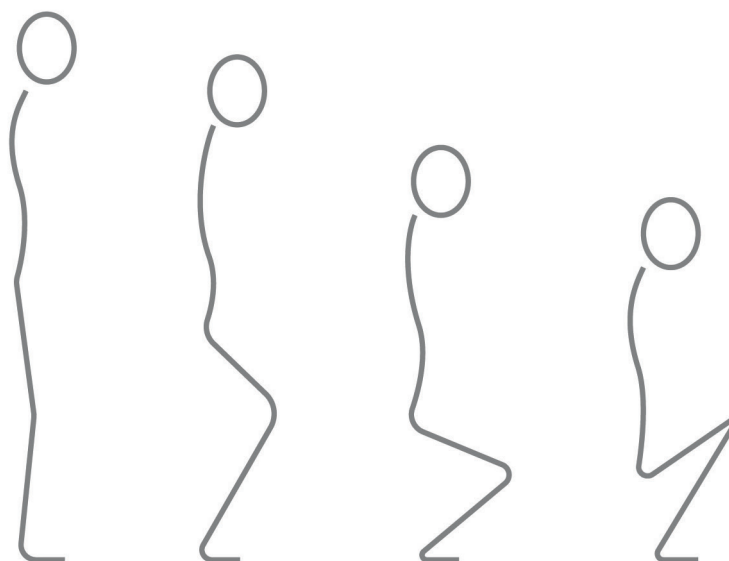


FIG 22 Posiciones de flexo-bipedestación. Modificado de *Mobiliario Escolar Sano*, Antonio Bustamante

La forma de sentarse que se aplica generalmente al mobiliario, también al escolar, es la de la postura de *STAFFEL*. Es una postura correcta en la teoría, pero que por norma general no se ve reflejada en la práctica, pues es rígida y difícil de mantener en el tiempo. Podríamos decir que “no es una postura para estar si no para posar” (Bustamante, 2004).

La postura inducida por el elemento de reposo deberá mantener, dentro de lo posible, las curvas naturales que adopta la columna durante la bipedestación, buscando generar el mínimo de tensiones en el organismo mediante una postura relajada.

La postura del astronauta, definida por así la Dra. Corinne Lelong, consigue esto. “*Esta geometría del cuerpo corresponde a un estado de relajación, a una situación de mínima tensión muscular*”. Por lo que según la doctora habría que inducir esta posición en situación de ingravidez.

Al sentarse se produce una rotación de la pelvis en los isquiones. En la postura del astronauta esta rotación desaparece, pues no es necesario forzar los noventa grados para mantener la cabeza alta. Por tanto se puede considerar como aceptable una postura en la que el ángulo que forma el tronco con las piernas sea mayor de 90°. Hay que tener en cuenta que cuando un sujeto se sienta, lo hace bajo la influencia, de forma consciente o no, de una serie de factores.

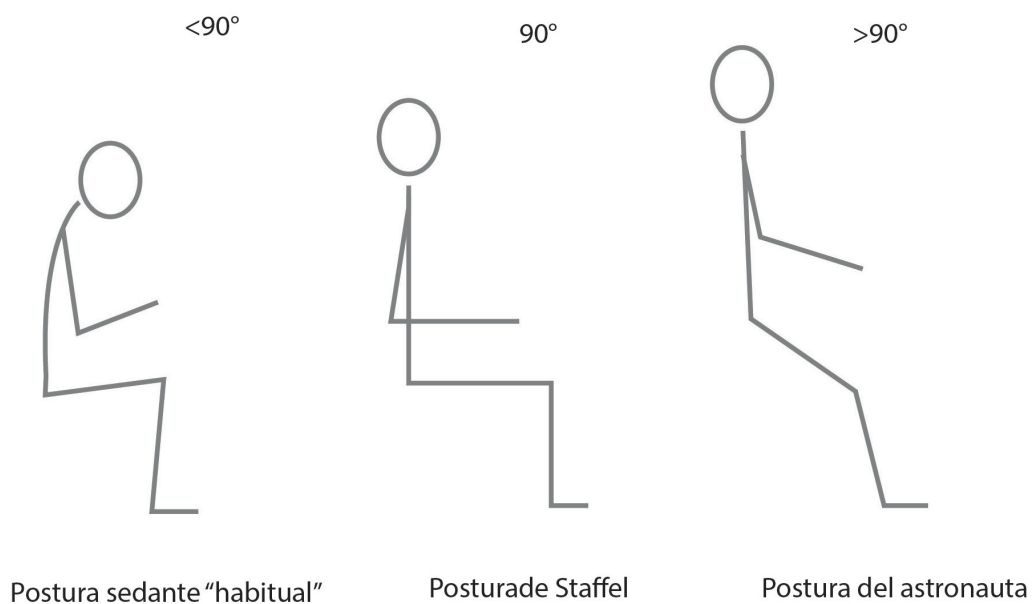


Fig. 23.. Posturas sedantes. Modificado de *Mobiliario Escolar Sano*. Antonio Bustamante.

Lo que determinara en mayor medida la postura adoptada será la actividad que desarrolle y los objetos que utilice más que el propio asiento, teniendo más importancia lo que se haga por la parte frontal. A la hora de trabajar sobre una superficie, la mesa en nuestro caso, esta será tanto o más importante que la silla en sí. La fisionomía y complejión de cada usuario hace que el asiento sea más o menos conveniente y que por ello cambie la forma en que lo utilice.

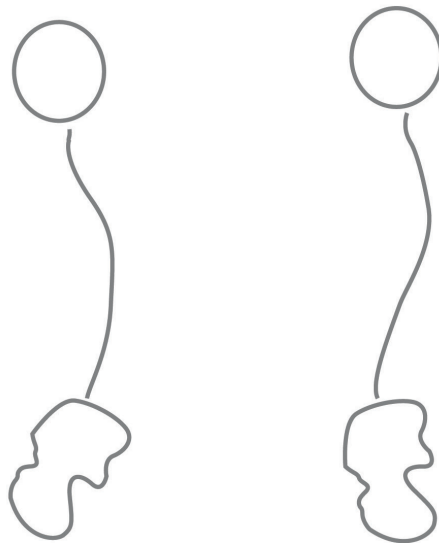


FIG 24 Posición pelvis-columna en sedestación clásica y en forma natural. Modificado de Mobiliario Escolar Sano, Antonio Bustamante

El estado anímico condiciona la disposición a realizar una tarea y por tanto la posición que adoptamos para ello. La forma de sentarse o realizar actividades sentados viene dictaminada directamente por nuestro pasado cultural. Es habitual que los productos comercializados se adapten a la función y no al usuario, y en el caso de los asientos no se distingue entre la comodidad y una posición correcta. Esta percepción es compartida por el usuario. La cultura occidental es una cultura de silla cuyos diseños más contemporáneos están influenciados por el minimalismo funcional industrial. En otras culturas como la oriental sentarse en el suelo de cuclillas, sobre las rodillas o apoyado en los talones es algo habitual. Es por esto un factor a tener en consideración, pues el entorno está diseñado para la silla en la mayoría de los casos, por lo que la inclusión de algún cambio tan drástico puede ser complicada y requeriría cambios en otros ámbitos.

El entorno donde se produzca la actividad, si se trata de un lugar público o si hay observadores, cambiara la forma en que el sujeto se sienta.

Además de para la bipedestación, el cuerpo humano está hecho para la movilidad, por lo que debe evitar permanecer estático. Incluso aunque la postura adoptada sea correcta, no se debe permanecer en ella un tiempo muy prolongado. Por esto el asiento debe facilitar dicha movilidad y el cambio de postura, siendo lo ideal pasar de una postura conveniente a otra también conveniente. (Bustamante, 2004).

4. 2. LA ERGONOMÍA EN LAS AULAS ACTUALES

Como ya hemos visto, la mayoría del mobiliario de los centros escolares es similar. Este tipo de mobiliario no es el más adecuado para el alumnado, pues son diseños basados en una teórica utilización siguiendo la postura de *STAFFEL* que en la práctica apenas se cumple.

Para analizar el comportamiento del alumnado en el aula se ha recurrido al estudio realizado por el ergónomo Antonio Bustamante en el colegio Villa de Prado de Valladolid, recogido en su libro *Mobiliario escolar Sano* (2004), y a la observación de los alumnos. En este estudio también se realizó un muestreo del alumnado, para conocer sus características antropométricas.

Lo primero que se observa es que la mayoría del alumnado no adoptan, al menos por tiempos prolongados, la postura de *STAFFEL*. Durante las clases adoptan otra tipología de posturas, buscando inconscientemente la movilidad del cuerpo. Se reclina hacia atrás, descansando sobre el respaldo pero apoyado en el borde (Fig 25) si no está trabajando sobre la mesa. Cuando trabaja está inclinado sobre la mesa, con los pies apoyados en suelo, apoyados en las barras o colocados bajo la silla. Al situarse hacia delante para trabajar sobre la mesa, la inclinación positiva del asiento, que impide el deslizamiento, provoca que se apoye con una pequeña zona de los muslos en el borde de la silla, con los pies bajo esta. En ocasiones está totalmente apoyado en la mesa o con un brazo sobre ella y la cabeza apoyada en él.

Además de las diferentes posiciones que adopta, se produce un cambio de postura de forma habitual, alternando posiciones de reposo con posiciones de trabajo. La colocación de los pies también varía, situándose tanto delante como detrás de la silla.

La actividad que se desarrolla es un factor importante pero, como hemos visto, está cambiando por medio del desarrollo y expansión de las nuevas dinámicas de aula.

Cuando los alumnos se sienten observados adoptan una postura más correcta, entra en

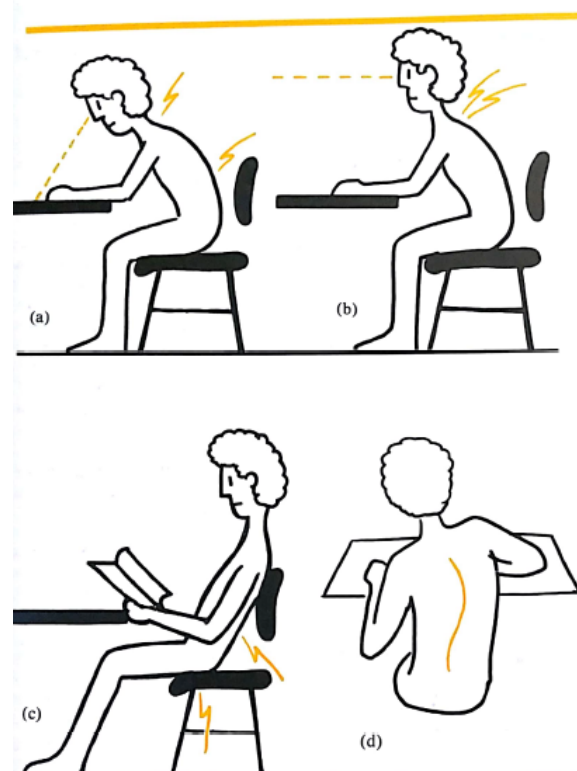


Fig. 25. Ejemplo de posturas indeseables en la escuela. Extraído de *Guía para el diseño de mobiliario*, IBV

juego el factor protagonista, pero lo hacen de forma forzada. De igual modo observamos que el mobiliario existente no promueve la adopción de posturas adecuadas, por lo que sería conveniente que se induzcan dichas posturas. Pero no hay que olvidar que esta responsabilidad, relativa a la postura, no recae totalmente sobre el mueble, pues es imprescindible la educación y formación de los alumnos al igual que la “vigilancia” de los profesores para que se adopten posturas correctas.

4. 3. EL ASIENTO ACTIVO DE PETER OPSVIK

La tradición escandinava relativa a los asientos apuesta por la movilidad del cuerpo, buscando cambios de postura más frecuentes, una postura sedante que evite el sedentarismo” (Bustamante, 2004). El Dr. Mengshoel y el diseñador Peter Opsvik realizaron un estudio para desarrollar un asiento que conservase la posición natural de la columna cuando estamos de pie, evitando lo máximo posible las tensiones internas. Concluyen que un ángulo más abierto entre fémur y columna corrige la contralordosis provocada por las malas posturas inducidas por los asientos de estructura tradicional. Aparece así el revolucionario y eficaz (Lueder, 2010) concepto Balans, que se materializa en la primera versión de la Variable Balans como única alternativa respecto a la forma de sentarse tradicional. (figura26).

La filosofía de este concepto se basa en fomentar la movilidad mientras se está sentado, alternando entre posturas activas y de reposo. El cambio de postura se consigue mediante el propio peso del usuario, siguiendo un sistema de rueda, de forma muy intuitiva y sin

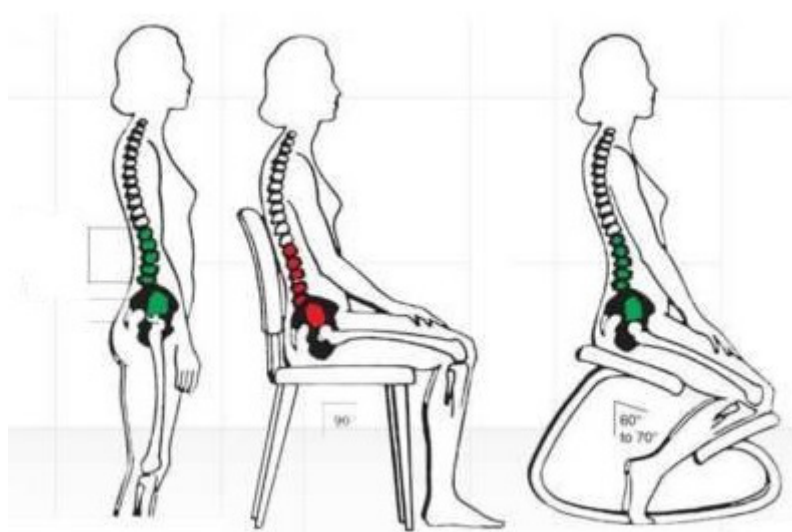


Fig. 26. Comparativa de la posición y forma de la columna de pie, sentado en una silla tradicional y en el concepto Varier. Extraído de <http://la-silla.com/content/34--varier-el-asiento-dinamico>



Fig. 27 Diferentes posiciones de utilización de la Varier Balans. Extraído de <https://sedie.design/es/variable-varier>

necesidad de mecanismos. El usuario se sitúa inclinado hacia delante descargando el peso del cuerpo en el apoyo de las piernas. El concepto inicial carecía de respaldo, pero posteriores versiones si lo incorporan. Esto es importante para el usuario, que tiene la necesidad de un apoyo en el que descargar tensiones. Como hemos visto, aunque el mobiliario induzca a una posición, el usuario busca otras formas de uso, saliéndose del diseño teórico. (Lueder, 2010).

Posteriormente desarrolla el concepto Pendulum y el concepto Move. En el primero aplica los principios del Balans a un asiento de características estéticas y funcionales más parecido a la silla tradicional. La base permite bascular hacia delante cuando se adopta una posición activa y hacia atrás cuando se está en reposo.



Fig. 28 Concepto Pendulum en el modelo Actulum en posición de reposo. Extraído de http://www.stokke-center.dk/4_stk_brugt_pendulum.php

El concepto *Move* aplica el concepto de movilidad para se realizan actividades de pie que permiten un cierto apoyo o cuando es habitual levantarse y moverse. Consigue, mediante la base curvada, que el usuario permanezca sentado pero activo, tan solo con mover el cuerpo.



Fig. 29 Modelo Move. Extraído de https://www.varierfurniture.com/en_es/

4. 4. CONCLUSIONES

La realización de este estudio evidencia la necesidad de buscar posturas más beneficiosas para los alumnos. Pero sin que esto se convierta en el aspecto prioritario maximizando este parámetro, pues las tendencias de cambio en las escuelas nos indican que el concepto de clase estática, donde el alumno permanece sentado por largos periodos de tiempo ,quedará obsoleto. Sin embargo, sí se pretenden buscar formas alternativas de sentarse y que esto sea un factor más que ayude a dinamizar la actividad dentro del espacio educativo, que como se ha visto es incluso más beneficioso en todos los aspectos. Este hecho se acentúa en particular en aquellos centros que no tienen la posibilidad de realizar cambios importantes en su estructura física y que se siguen viendo limitados por una configuración espacial, diseñada para metodologías tradicionales.

La experimentación personal, adoptando diferentes posturas en las sillas y la observación de otros sujetos, nos determina cómo se relaciona el cuerpo con el asiento, confirmando lo analizado en el estudio. Al cambiar el ángulo de inclinación del asiento respecto al plano de apoyo, desplazándose hacia delante, las rodillas bajan hacia abajo y los pies se desplazan hacia atrás. Esto es así para que la altura de la cabeza y brazos no se vea alterada. Las piernas sufren una apertura hacia el exterior respecto al eje central del asiento. Esto es así

para poder mantener la postura, aumentando también el control sobre la estabilidad. También se comprueba que aproximarse a la mesa de esta forma, que podríamos determinar que es más forzada, induce a mantener una posición más correcta de la columna, pues el ángulo de la columna con el fémur es más abierto. Y adoptar posturas no adecuadas es más complicado. Esto se comprueba también cuando trabajando sobre la mesa nos apoyamos en el borde de la silla, situación donde las rodillas también bajan, pero en este caso nos encontramos con que la superficie corporal en contacto con el asiento, situada en la zona inferior de los muslos, es pequeña, lo que provoca incomodidad y que el peso del cuerpo recaiga sobre un punto más crítico.

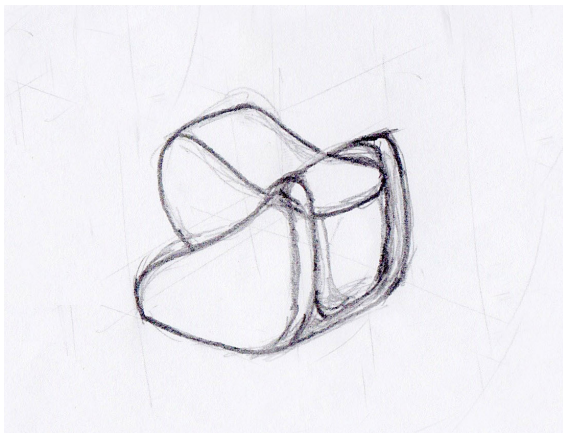
desarrollo del concepto

5. 1. DESARROLLO DEL CONCEPTO

Tras la realización de los diferentes estudios investigación y, tomando como punto de partida las conclusiones obtenidas, se procede al comienzo de la fase de desarrollo conceptual.

Se ha realizado una investigación de las posiciones alternativas que adopta el ser humano en la realización de todo tipo de actividades, con el objetivo de plantear posibilidades que podrían aplicarse a nuestro diseño.

Como se ha extraído de los estudios ergonómicos, la movilidad es fundamental para la salud del organismo durante la sedestación y el asiento deberá favorecerla. El cambio de posturas se puede realizar mediante distintos ajustes o mecanismos fijos, pero esto, si bien permite una mayor adaptabilidad, limita su uso, pues no es tan intuitivo. Por ello se



Fif 30. Propuesta con apoyo para rodillas

determina que este cambio se deberá producir de una manera sencilla e intuitiva. Aquí se toman como referencia los modelos ya analizados del diseñador Peter Opsvik, estableciendo que el movimiento se ha de inducir mediante el propio cuerpo.

A esta movilidad hay que sumar la adopción de posturas correctas. Basándose en los estudios ergonómicos también se establece que el ángulo formado entre columna y fémur sea mayor de 90°, sin que se produzca la rotación sobre los isquiones de la pelvis.

Entendiendo la configuración del organismo se establece que el asiento deberá quedar inclinado. Si bien existen otras alternativas, esto nos lleva de nuevo al modelo Varier Balans para estudiar la colocación de las rodillas y los pies al adoptar esta postura.

Para modificar la inclinación del plano del asiento, y basándonos en otros modelos y sistemas similares, se plantean diferentes sistemas. Siendo siempre el cuerpo el que induce los movimientos.

En primer lugar, el punto de giro puede situarse en el plano de apoyo o en un punto intermedio del asiento. Colocando elementos que permitan la movilidad, como puede ser una rótula entre el asiento y el soporte, conseguimos la movilidad deseada a la par que el conjunto es estable respecto al plano de apoyo. Si el giro se sitúa en la base, todo el conjunto se desplazará respecto al pivote. Una libertad total de movimientos en 360° podría ocasionar un mayor descontrol de las posiciones, pues si bien nos interesa el movimiento en el eje delante-detrás, también podrían producirse desplazamientos laterales incontrolados, adoptando posturas perjudiciales, lo que es más crítico en estas edades.

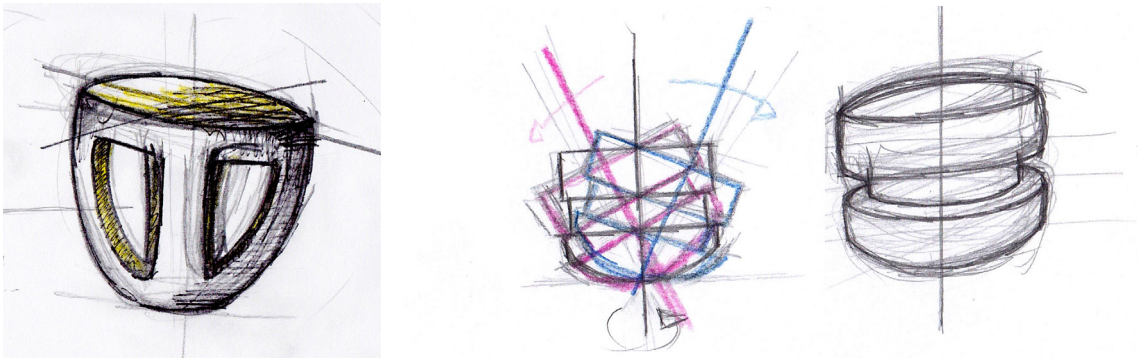


Fig 30.1. Ejemplos de propuestas descartadas.

Controlar este movimiento con el giro en la base supone complejizar el diseño, lo que afectará a la producción y montaje. Del mismo modo la utilización de un mayor número de componentes, repercutirá directamente en los costes y la sostenibilidad. Por tanto se busca simplificar el diseño en estos aspectos.

En este punto se determina que lo más adecuado es que el movimiento se produzca a través de las formas de la silla en la base, sin emplear ningún mecanismo. De esta forma, además, se eliminan posibles puntos débiles. Aquí, una vez más, tomamos la Varier Balans como referencia, pero también las sillas mecedoras y similares. Es necesario determinar cómo será el perfil sobre el que se producirá la rotación. En muchos modelos la superficie de apoyo es amplia y se pretende que en nuestro modelo esta superficie sea de menor tamaño. Si lo visualizamos en madera, el apoyo se realizaría en el canto, no en las caras principales. Se analizan diferentes alternativas sobre cómo podría ser dicho perfil.

5. 1. 1 Conclusiones

Tras la realización de este proceso de desarrollo conceptual, teórico y formal, el concepto final sobre el que se basará la propuesta definitiva queda determinado por una serie de características que se exponen a continuación

El control del movimiento lo tendrá el usuario, y lo inducirá con su propio peso de forma intuitiva. Se establece la posibilidad de alternar entre dos posturas fijas, que denominaremos de reposo y activa, y la transición entre estas se realiza mediante los apoyos de la silla en contacto con el suelo. El movimiento queda limitado por la mencionada superficie de apoyo en dos direcciones, hacia delante y hacia atrás. En la posición activa las piernas se situarán hacia atrás. Esto es así para permitir la adopción de una postura más adecuada.

Para definir la forma de sentarse y el diseño se han tomado diversas referencias. En primer lugar al tratarse de un elemento enfocado a nuevas escuelas con metodologías más novedosas, se pretende que el asiento sea también un elemento dinámico en sí mismo. Para conseguir esto, es necesario que sea ligero y móvil, que permita generar diferentes configuraciones del espacio.

Se aleja en cierta manera de la idea más tradicional de silla para asemejarse más a un elemento más lúdico. Aquí se han tomado como referencia los parques infantiles, en concreto los balancines y otros elementos de juego como trineos o balancines móviles. Las líneas de movimiento de estos elementos siguen las mismas que la de la propuesta, lo que nos permite relacionar el asiento con la idea de juego. De esta forma, en lugar de sentarnos en la silla, nos montamos sobre ella, sacando este acto de su cotidianidad y transformándolo en uno más lúdico y divertido. Lo que nos vuelve a llevar al estudio realizado sobre los cambios en las metodologías educativas y en los espacios asociados a estas.

La elección de materiales en esta fase conceptual, pues será necesario verificar posteriormente si son adecuados, se fundamenta en la sostenibilidad y en las sensaciones que se quiere transmitir.

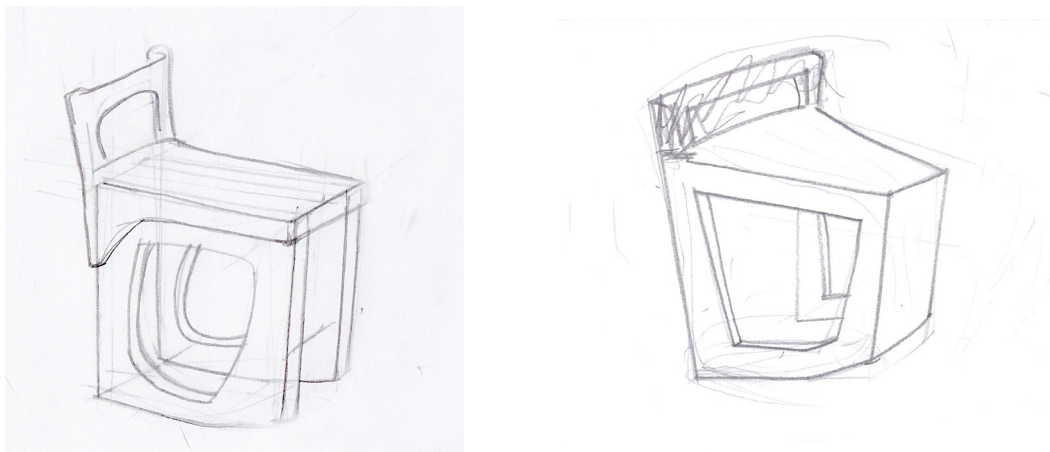


Fig 31. Ejemplos de propuestas proximas al concepto definido

Una vez que se ha completado la fase de diseño conceptual y se ha decidido las líneas genéricas y el funcionamiento del asiento, tenemos la base necesaria a partir de cuyos fundamentos podemos proceder a lo que denominaremos fase de diseño de detalle, donde se desarrollara por completo el asiento. En este apartado se definirán las formas finales, tanto estéticas como constructivas, la geometría, las dimensiones y la construcción del mismo. También se detallara el modelo final elegido.

5.2 DEFINICIÓN DE DIMENSIONES Y GEOMETRÍA

Para definir las dimensiones de la silla, primero es necesario conocer los datos antropométricos de la población. No se dispone de datos fiables en España, están desfasados, de la población en edad escolar por lo que se utilizarán como referencia los obtenidos por el proyecto de investigación "DINBelg 2005". Las tablas obtenidas recogen las medidas de un amplio muestreo de la población belga. Utilizaremos los datos de la población entre 6 y 12 años, edades que corresponden al alumnado de los centros de educación primaria. El percentil utilizado será el 95

EDAD		6	7	8	9	10	11	12
Estatura	P50	1166	1234	1294	1348	1403	1463	1526
	P95	1247	1321	1385	1444	1507	1572	1643
Altura poplítea	P50	293	315	331	344	366	382	396
	P95	319	345	361	379	401	420	431

Fig.32. Medidas percentiles. Datos extraídos de <http://www.dinbelg.be/2yearstotal.htm>

Las diferentes configuraciones y dimensiones funcionales recomendadas para el mobiliario escolar están definidas por la norma EN UNE 1729. Las dimensiones están basadas en datos antropométricos de varias poblaciones europeas. En nuestro caso nos interesan los parámetros establecidos para asientos de inclinación única. La norma establece siete distintivos de tamaño, con rangos definidos en función de las dimensiones antropométricas, concretamente la estatura y la altura poplítea.

Con los datos antropométricos obtenidos se ha realizado una media para establecer cual es el nivel que nos interesa para el desarrollo. Dentro del espectro de edades en el que trabajamos las diferencias en los parámetros antropométricos definitorios son notables, por lo que necesitaremos tres niveles para cubrirlo en su totalidad. Estos niveles son el 3, 4 y 5, lo que se refleja en los tres tamaños disponibles en las escuelas en función de las edades del alumnado. Para el desarrollo se utilizará como referencia el nivel medio, 4, extrayéndose los otros dos por extrapolación directa.

Nuestro asiento está dentro de los clasificados como de inclinación única y a continuación establecemos los parámetros que necesitamos, que están definidos dentro de la norma.

- Altura asiento. Es la distancia vertical entre el punto más alto del asiento, en el plano medio y el suelo.
- Profundidad útil del asiento. Es la distancia horizontal entre el punto de apoyo en el respaldo y la parte delantera del asiento.
- Anchura asiento. La distancia horizontal entre los planos verticales que pasan por los laterales de la superficie del asiento.
- Inclinación asiento. Inclinación de la superficie respecto al plano horizontal.
- Altura respaldo. Distancia vertical entre la parte superior y la inferior del respaldo.
- Anchura respaldo. La distancia horizontal máxima entre los laterales del respaldo.
- Radio horizontal del respaldo. Medido desde el plano medio.
- Punto S. Punto de apoyo lumbar en el respaldo más próximo a la parte delantera del asiento.
- Ángulo entre el asiento y el respaldo. Ángulo entre la parte trasera del asiento y el respaldo. Se mide en el plano medio, entre el respaldo y la línea que pasa por el borde trasero del asiento y la parte superior.
- Distancia entre el punto S y parte trasera del asiento.

Para el nivel 4, establecido para un rango poplíteo entre 355-405 y estatura entre 1330-1590 milímetros, las dimensiones funcionales recomendadas son las siguientes (mm):

- Altura asiento - 380 +- 10
- Anchura asiento -340
- Profundidad útil del asiento - 340 +-25
- Inclinación asiento - de -5° a 7
- Altura respaldo (mínima)- 10
- Anchura respaldo (mínima) - 270
- Radio horizontal del respaldo (mínimo) - 300
- Ángulo entre el asiento y el respaldo – 95° - 110°
- Distancia entre el punto S y parte trasera del asiento (máxima) - 30

En nuestro caso, además necesitamos definir otras dimensiones no recogidas específicamente dentro de la normativa.

- Longitud total de la base de la silla.
- Longitud del apoyo cuando este inclinado.
- Anchura en la base de la silla, en la parte delantera y trasera.
- Angulo de la base en el apoyo para el cambio de posición

La superficie de apoyo en el suelo quedara definida por la longitud y anchura de los elementos en contacto con el mismo en las dos posiciones. La proyección en planta del asiento será menor o igual a esta superficie, de esta forma garantizamos la estabilidad incluso cuando se ejerzan cargas en los extremos del asiento.

La longitud total de la base estará conformada por las dos partes que la componen, correspondientes a las superficies de apoyo en las dos posiciones. La longitud de apoyo durante la posición de reposo será mayor, pues será esta la situación en la que permanecerá durante mayor espacio de tiempo. A esto se añade que durante la posición activa, inducida intencionadamente, el usuario interviene directamente con su cuerpo en el control del movimiento y la estabilidad. Del mismo modo esto no significa que no deba de ser estable por si misma en esta posición y que la responsabilidad recaiga en el usuario, pero si debemos tenerlo en consideración.

5. 3 ESTUDIO DE ESTABILIDAD

Para ayudar a definir la geometría final del asiento se ha realizado un estudio experimental con modelos a escala. Partiendo del diseño de las conceptuales comprobaremos su viabilidad y funcionalidad. También se utilizará para definir las dimensiones a partir de los datos antropométricos y los rangos definidos por la normativa.

Los modelos del estudio se han realizado a escala 1:5 simulando distintas configuraciones. Se tomará como referencia el tamaño 4, por ser el medio, de sillas con asiento inclinado definido dentro de la norma UNE EN 1729. Para los otros dos tamaños necesarios, 3 y 5, las dimensiones se fijarán por extrapolación.

Se han utilizado láminas de cartón denso aglomerado de 2.5mm de espesor, lo que aporta una consistencia suficiente para los ensayos. Se analizará la construcción de la silla, las proporciones y dimensiones, la estabilidad en todas las direcciones y su funcionamiento. Lo que nos permitirá extraer unas conclusiones que nos ayudarán a definir el modelo a partir de los diferentes parámetros. Se estudiará la altura, la profundidad, la anchura, las dimensiones y forma del asiento, el ángulo de la base para la alternancia de posiciones y la forma y estructura de la base.

De forma conceptual diferenciamos dos posibles estructuras base para el asiento. Los paneles que generan la silla cruzados o paralelos. Con el estudio comprobaremos su viabilidad. Las dimensiones se definen en milímetros y se escalan en relación 1:5.

MODELO 1

Datos:

Altura 380

Longitud Base 400

Dimensiones asiento 270*320

Angulo 5°

Longitud apoyo 200



Fig. 33. Modelo 1, pruebas

Los paneles laterales que forman la estructura del asiento son paralelas entre sí y perpendiculares al suelo. Este modelo presenta problemas de estabilidad a esfuerzos laterales y de pandeo. Los esfuerzos verticales en el perímetro del asiento provocan que caiga al suelo. Al inclinarse hacia delante lo hace de forma uniforme y es estable.

MODELO 6

Datos:

Altura 380

Longitud base 400

Dimensiones asiento 300*320*200

Angulo 5°

Longitud apoyo 200



Fig. 34. Modelo 6, pruebas..

El asiento tiene forma trapezoidal. Los paneles laterales siguen esta forma permitiendo que cuando el usuario se incline hacia delante pueda dirigir las piernas hacia atrás, al mismo tiempo que permite tener mayor superficie de asiento. Tiene la misma estabilidad en la zona central que el modelo con asiento rectangular (1), pero presenta los mismos problemas de estabilidad. Esto nos demuestra que el asiento trapezoidal es viable.

Modelo 3 - 4

Altura 380

Longitud base 400

Dimensiones asiento 270*320*200

Angulo 7°

Longitud apoyo 180



Fig. 35. Modelos 3, 4. Pruebas

El asiento sobresale en proyección de planta respecto a los apoyos laterales, situando estos últimos más próximos. La estabilidad hacia delante es correcta. En el modelo con los apoyos perpendiculares (3) al suelo pierde la estabilidad al efectuar en cargas en los laterales. Si aumentamos la distancia de los apoyos en la base de forma que la proyección en planta del asiento coincida (4) la estabilidad ante estos esfuerzos aumenta.

Descartamos por tanto la perpendicularidad respecto al suelo de los paneles estructurales. La proyección del asiento no debe de sobresalir de la planta de la base.



Fig. 36 Modelos 3, 4. Pruebas

MODELOS 2 - 5 - 7

Altura 380

Longitud base 400

Dimensiones asiento 270*320*XXX

Angulo 7°



Fig. 37. Modelos 2,5 y 7 Pruebas

En estos modelos se efectúan pruebas de diferentes dimensiones del asiento en su parte delantera y por tanto de planta de la base. Las longitudes de la parte delantera probadas son 150 (7) 180 (5) y 200 (5). Las longitudes del apoyo cuando el asiento está inclinado son 200 (5), 180 (2) y 160 (7). La estabilidad hacia delante en función de estas dimensiones es la misma. En el modelo 7 los paneles laterales están más distanciados en la base, de forma que forman un ángulo más abierto respecto a la vertical del asiento. Esto evita los problemas de estabilidad laterales. Cuanto más abierto es el ángulo mayor estabilidad. Al aplicar carga vertical en los laterales la ya no se produce un vuelco. Se sigue produciendo inestabilidad a pandeo.



Fig. 38. Modelos 2,5 y 7 Pruebas

MODELOS 8 9 10

Altura 380

Longitud base 400

Dimensiones asiento 200*320*XXX

Angulo 7°

Longitud apoyo 180



Fig. 39. Modelos 8, 9 y 10 Pruebas

Los paneles laterales se han “vaciado”, simulando cómo será el modelo real, para aligerar el conjunto tanto física como visualmente. El vaciado permite controlar las masas en las diferentes posiciones del asiento. Se prueba si se sigue manteniendo la estabilidad en esta configuración. La longitud de los laterales es mayor en la base (400) que en la parte superior donde está el asiento (320).

El asiento en la parte delantera se ha probado con 200 (8 y 10) y con 180 mm(9). No hay diferencia entre ambos modelos en cuanto a la estabilidad. El modelo 10 el asiento tiene una anchura mayor (320) en la parte trasera. La forma no poligonal en los laterales, es más similar a lo que será el modelo real, que sobresalga ligeramente por los laterales de la estructura. Aunque sobresalga en la parte superior no es un problema si la superficie de apoyo en el suelo es mayor en la proyección en planta. Los esfuerzos laterales en el asiento no provocan la caída. La carga en la parte delantera provoca un desplazamiento uniforme.



Fig. 40. Modelo 10, pruebas..

MODELOS 11 12 13

Altura 380

Longitud base 400

Dimensiones asiento 300*320*200

Angulo 7°

Longitud apoyo 200 (11) 150 (12) 180 (13)



Fig. 41. Modelo 11, 12 y13, pruebas..

Estos modelos se plantean siguiendo la otra configuración conceptual. Los paneles de la estructura se cruzan formando un aspa. El primer modelo (11) la planta es rectangular (340*270) y en los ortos (12 y 13) trapezoidal (270*200 y 320*200 respectivamente). La unión de las dos piezas se realiza encajando ambas mediante ranuras.

La unión de ambas piezas se sitúa detrás de la zona del ángulo en el 11 y 12 y por detrás en el modelo 13. No afecta en gran medida su situación.

Esta estructura presenta buena estabilidad frente a esfuerzos laterales, no se produce pandeo, y a las cargas verticales. Al poner carga en la parte delantera se produce el movimiento esperado y estable en el apoyo. Si la fuerza se aplica en uno de los extremos de la

parte frontal el desplazamiento se produce de forma uniforme, no se desplaza solo hacia un lado. Esto se debe al corte adecuado del ángulo. Al aplicar carga en la zona lateral del asiento, sobre la zona de “vacío” del aspa, se induce al vuelco. La desestabilización es menor con planta trapezoidal. En el modelo 13 la estructura está aligerada, más similar a como sería el modelo final. Más ligero al igual que el modelo 10. Es también estable.



Fig. 42. Modelo 13, pruebas..

5. 4. CONCLUSIONES

El estudio con los modelos a escala nos ha proporcionado una serie de conclusiones que se detallan a continuación. El modelo con la estructura en aspa tiene menos estabilidad lateral. Podría solucionarse alargando el apoyo en la base o que la estructura sea más abierta en la base como en los modelos sin aspa. No tiene pandeo y la estructura es más rígida, sin necesidad de refuerzos. Pero presenta un momento de inestabilidad al realizar el cambio de posición, pues hay una fase durante la que el apoyo se efectúa solo en un punto. Esto nos hace descartar esta vía de trabajo.

En los modelos sin aspa el ángulo abierto aumenta la estabilidad frente a esfuerzos y desplazamientos laterales, si bien es necesario proporcionar rigidez suficiente a la estructura para evitar el pandeo y que sea capaz de soportar las cargas. Cuando la silla está inclinada hacia delante es estable. El apoyo en la base tiene que ser de igual o mayor anchura que el asiento en la proyección en planta.

El asiento, y por tanto la estructura de la base trapezoidal no condiciona la estabilidad. La anchura en la parte trasera será entre 320 y 300 mm y en la delantera entre 200 y 180mm. La longitud de 320mm. La altura de asiento en su punto más alto será de 380 mm respecto al suelo. El ángulo de inclinación de la base será de 7° que quedara compensado con el asiento para generar un ángulo de -5° en la posición del usuario cuando está inclinado hacia delante. La longitud de la zona de apoyo en esta posición es efectiva

entre 150 y 200 mm, aunque cuanto mayor sea más estabilidad, por lo que 180 mm es adecuado. De forma que la base, cuando no este inclinada, tenga apoyo suficiente. La longitud total de la base en el suelo entre 400 y 340mm. Cuanto mayor sea esta dimensión más estabilidad, teniendo en cuenta que la zona funcional estará dividida y no podrá aprovecharse en su totalidad.

Comprobamos que las dimensiones seleccionadas para las medidas que no están recomendadas son aceptables. Las pruebas de 150 mm para la zona de apoyo en la segunda posición es estable al aplicar carga.

Las conclusiones de este ensayo nos han aportado los datos necesarios para continuar con el desarrollo de las propuestas.

En este momento se plantea la realización todas las piezas en madera, por ser un material más noble que aporta una sensación más cálida y agradable tanto visual como sensorialmente. Siguiendo el concepto, se diseñan por dos paneles laterales iguales a los que se une el asiento. Este concepto mantiene la idea de asemejarse estéticamente a los balancines de los parques u otros objetos lúdicos similares.

La anchura en la parte delantera es menor que en la trasera, generando una planta de forma trapezoidal. Estos paneles se cortan con los ángulos necesarios para la rotación y se vaciaraian en el interior.

La planta de la base es de mayor tamaño que la de la parte superior, por lo que los paneles tienen tanto inclinación en planta como observados desde la parte delantera o trasera.

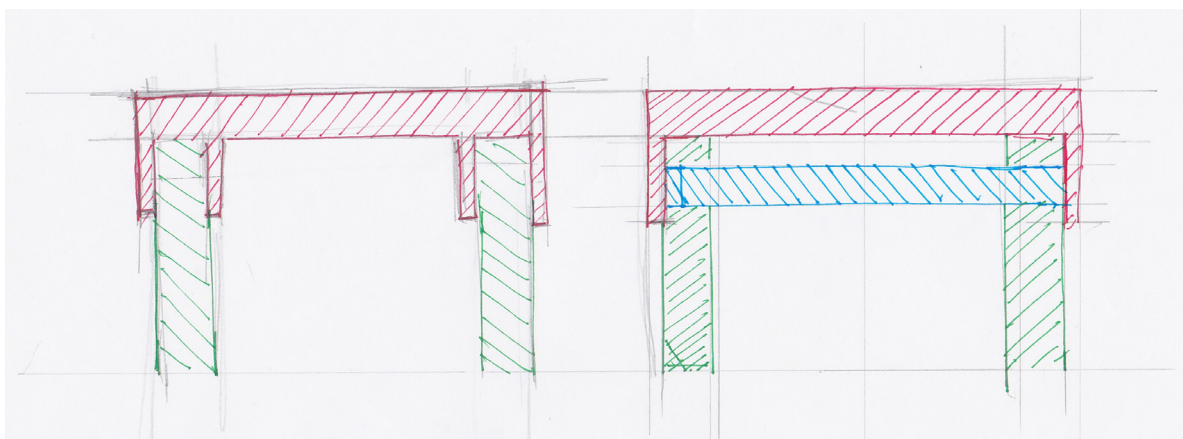


Fig. 43 Bocetos de asiento estructural.

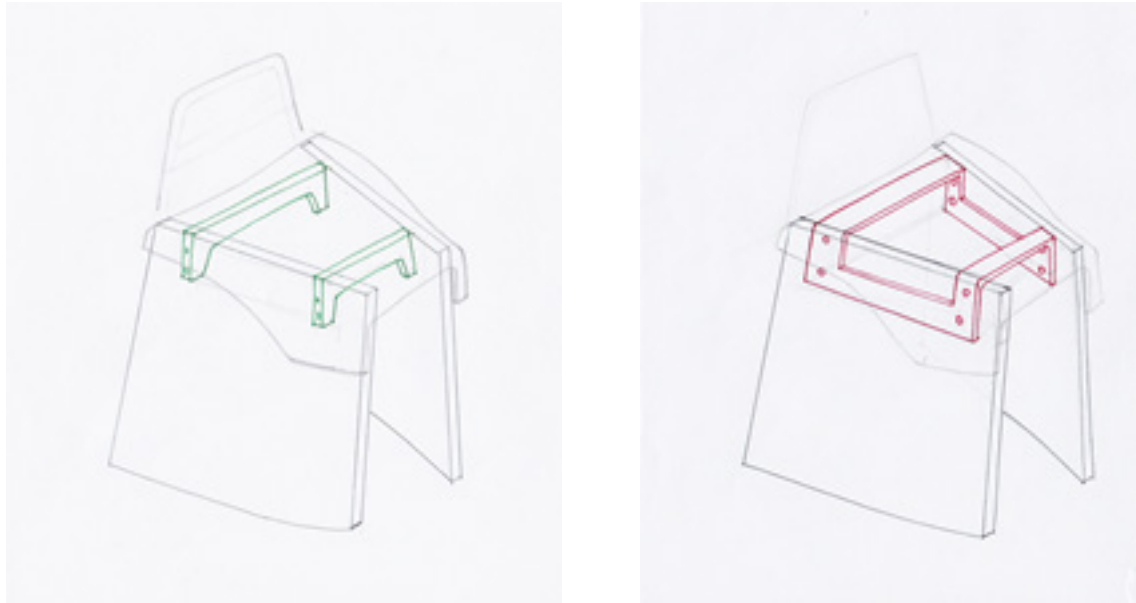


Fig. 44. Propuestas para la estructura de madera

Para resolver la estructura y conseguir la estabilidad y rigidez deseada se plantea si el asiento debe ser elemento estructural o no. Llegando a la conclusión de que sea un elemento separado, pues de esta forma se compromete menos la rigidez y es más sencillo en su construcción. De esta forma el conjunto queda dividido en dos elementos principales.

Para unir los paneles y conformar la estructura se plantean diferentes propuestas añadiendo elementos de madera de forma transversal en varios puntos.

El asiento se genera a partir de una lámina de madera curvada. En la parte frontal esta curvado de forma que cubra en parte los laterales, a modo de "aletas". Su función es proporcionar una superficie continua que evite daños al situar las piernas por el lateral.

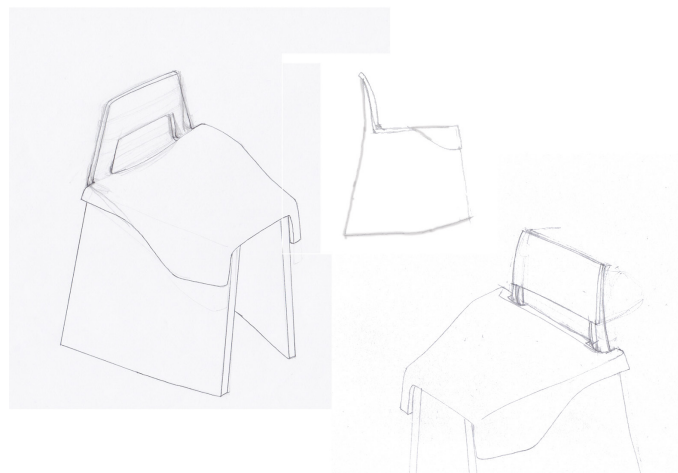


Fig. 45. Propuestas para la integración del respaldo

Estos elementos además nos proporcionan la posibilidad de darles diferentes formas.

Para el respaldo se estudian diferentes opciones, teniendo claro que no será excesivamente alto pero garantizando el apoyo lumbar y que debe de quedar integrado en el conjunto. Podemos dividirlos en dos grupos, con el respaldo separado del asiento fijado mediante soportes unidos a la estructura o integrados en los paneles laterales o formando parte de la misma pieza del asiento. Se realizará también en madera por los motivos ya mencionados buscando también la sencillez constructiva. El aspecto estético es un elemento igual de importante por lo que ha de tener coherencia con el de la estructura, sin que simplemente parezca que se ha colocado uno sobre el otro. La estructura, al ser voluminosa, cobra gran protagonismo, incluso superior al del asiento.

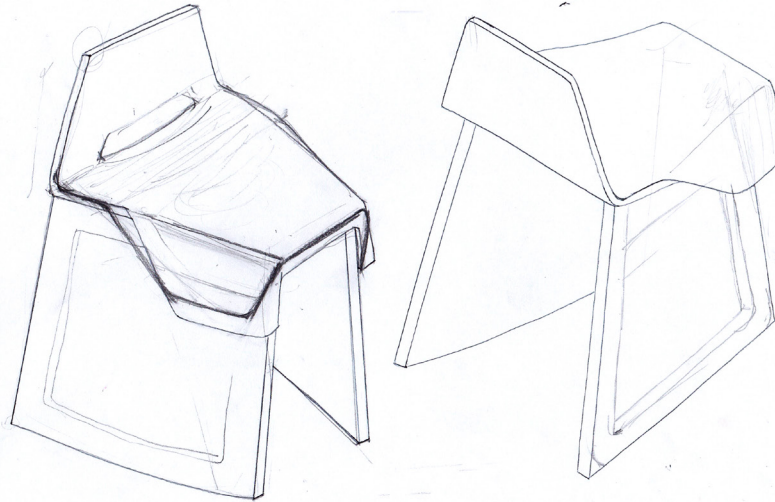


Fig. 46. Ejemplos de los análisis de ángulos realizados

Tras desarrollar estas propuestas se observa que con ellas no se consigue la integridad estética al nivel deseado. Del mismo modo el modelo resulta pesado tanto estética como visualmente sino queremos comprometer su resistencia. Otros objetivos buscados como son la integridad en el espacio o la movilidad perdiendo protagonismo tampoco se resuelven de la mejor forma en su totalidad comprometiéndose el diseño.

Por esto se plantea otra forma de obtener la estructura que mejore estos aspectos. Se escoge por tanto el tubo curvado metálico para su construcción. Siguiendo prácticamente las mismas líneas y geometrías antes estudiadas, este material nos permite obtenerlas mediante una sola pieza continua a la que fijar el asiento. Este tipo de estructuras tubulares se usan de forma muy habitual en la fabricación de mobiliario. Con esto generamos una estructura con la resistencia y estabilidad necesarias pero que nos aporta otra serie de ventajas que se detallan en el apartado Propuesta Final.

Una vez definida la base formal de la estructura, con línea tubular, es necesario definir con precisión sus proporciones y los ángulos de inclinación trasero y delantero de la misma en los alzados, pues además de garantizar la estabilidad son aspectos que influyen en la componente estética. Se trabajan en esta vista las dos posiciones, la de reposo y la activa, ya que son fundamentales a la hora de otorgar una identidad propia al asiento.

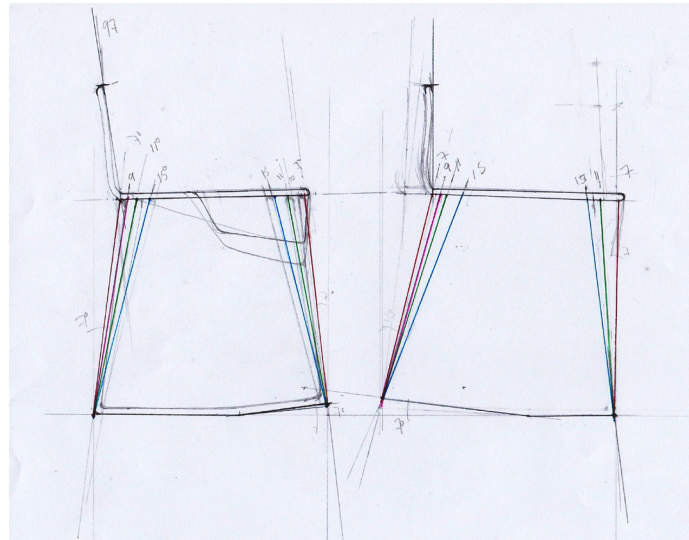


Fig. 47. Ejemplos de los análisis de ángulos realizados

Para ello se ha realizado un estudio compositivo lineal de estos alzados, con el objetivo de reforzar la idea de la que es la característica principal, el movimiento. Es necesario estudiarlo en ambas posiciones, reforzando visualmente cada uno de los estados. Este estudio también pretende mejorar la integración del conjunto. Se prueban diferentes configuraciones, sin obviar que el ángulo de la base limita la amplitud el ángulo a utilizar en la parte delantera de forma que, en la posición activa, la estructura no sobrepase la perpendicular al suelo que pasa por la base, pues generaría problemas de estabilidad al inclinarse demasiado hacia delante.

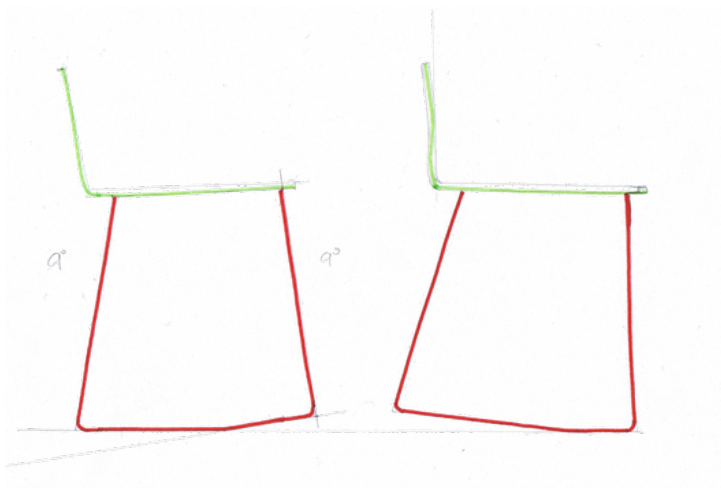


Fig. 48. Ejemplos de los análisis de ángulos realizados

Finalmente se determina una inclinación de 9 grados, hacia el interior del asiento, respecto de la perpendicular al suelo que pasa por los extremos en la posición de reposo es la configuración más adecuada.

Para el diseño de la aleta también se ha realizado un análisis formal, con el objetivo de que la línea quede integrada con el resto del diseño. La superficie funcional necesaria es pequeña por lo que hay mas libertad a la hora de configurarla. En el apartado Propuesta Final se establece la solución adoptada para esta parte.

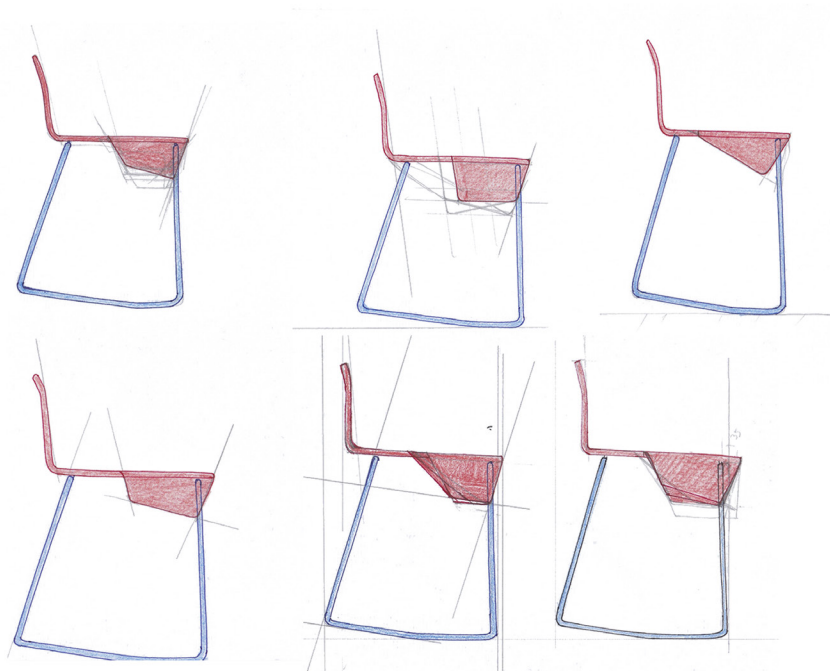


Fig. 49. Ilustraciones de propuestas de "aleta"

5. 5. PROPUESTA FINAL

En este apartado se expone de forma pormenorizada la propuesta final obtenida como resultado del desarrollo realizado de todas las fases anteriores, aúna todos los aspectos tratados y trabajados.



Fig. 50. Perspectivas de la silla..

Como se puede observar la propuesta está formada por dos elementos principales:

La estructura: conformada por una sola pieza tubular de acero. Sobre ella recaen las solicitaciones y es la encargada de proporcionar la estabilidad al conjunto.

El asiento: asiento y respaldo forman una sola pieza continua realizada en madera contrachapada curvada.

Todos los componentes se describen en profundidad más adelante.

La característica principal de la silla la otorga su capacidad de movimiento, esto posibilita la alternancia de diferentes posiciones según las necesidades del usuario dentro del aula. Las ventajas de aumentar la movilidad y de adoptar una posición menos perjudicial se fundamentan en el estudio ergonómico realizado. Como queda definido al definir el concepto, tenemos dos posiciones principales que denominaremos de reposo y activa. La primera corresponde a la posición habitual de un asiento mientras que la segunda está enfocada para el trabajo sobre una mesa.



Fig. 51. Representación visual del desplazamiento.

La alternancia entre estas posiciones se consigue mediante el cuerpo del propio usuario, cuando éste se desplaza hacia delante. La posición activa induce a la adopción de posturas de trabajo más correctas, posibilitado por la geometría del asiento. El ángulo del asiento es de 2° mientras que el de la base es de 7° , de esta forma se evita un posible deslizamiento hacia delante del usuario en reposo y durante la postura activa obtenemos una inclinación negativa del asiento de 5° , favoreciendo la apertura del ángulo entre columna y fémur. En la posición de reposo esto se consigue mediante el ángulo de apertura del respaldo respecto del asiento, de 95° .

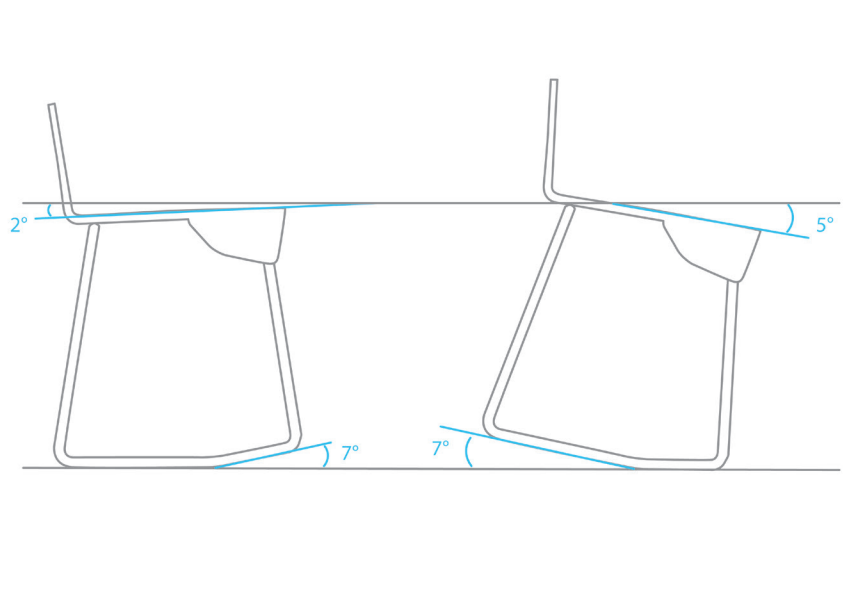


Fig. 52. Ángulos que intervienen en el movimiento y la posición

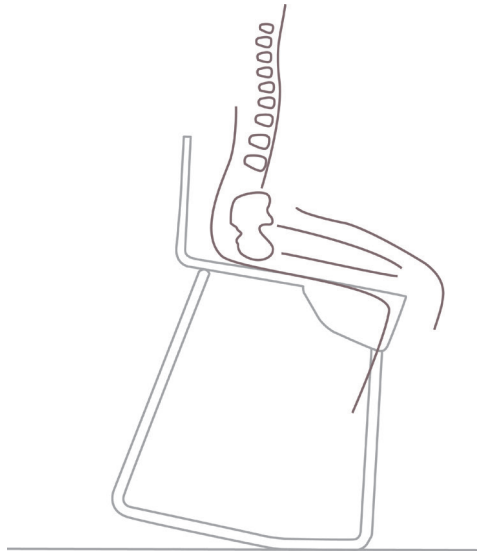


Fig. 53 Posición de pelvis y columna en posición activa

Al situarse hacia delante el usuario sitúa las piernas por los laterales de la silla, aumentando el control en esta posición. Al no existir elementos bajo el asiento también podrían situar los pies en esta zona, si bien el espacio en este caso es más limitado.

La silla, con estas características y funcionamiento, actúa como elemento dinamizador, fomentando la movilidad del usuario, para que no permanezca estático y alterne las posiciones, hecho que como hemos visto en el estudio ergonómico es incluso más importante que una posición “exageradamente” correcta. Del mismo modo es un modelo concebido también para adaptarse al desarrollo de clases más dinámicas, donde el alumno dispone

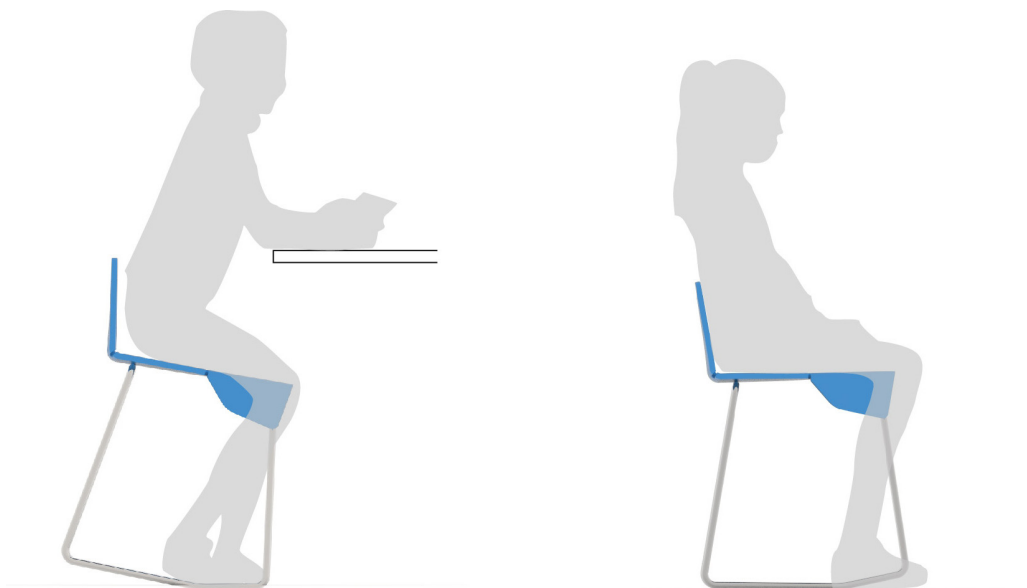


Fig. 54. Ejemplos de uso de las dos posiciones,



Fig. 55. Perspectivas en la posición activa

de mayor libertad de movimiento, levantándose y desplazándose por el espacio. Ya no permanece sentado durante largos periodos de tiempo de forma continuada.

Además la silla es mucho más ligera físicamente, lo que facilita su movilidad dentro del espacio, aumentando su versatilidad. Esto era uno de los requisitos planteados para facilitar tanto la movilidad del alumno como el cambio de configuraciones dentro del aula, lo que como hemos visto repercute directamente en la alternancia de actividades y la posibilidad de aplicar métodos didácticos alternativos.

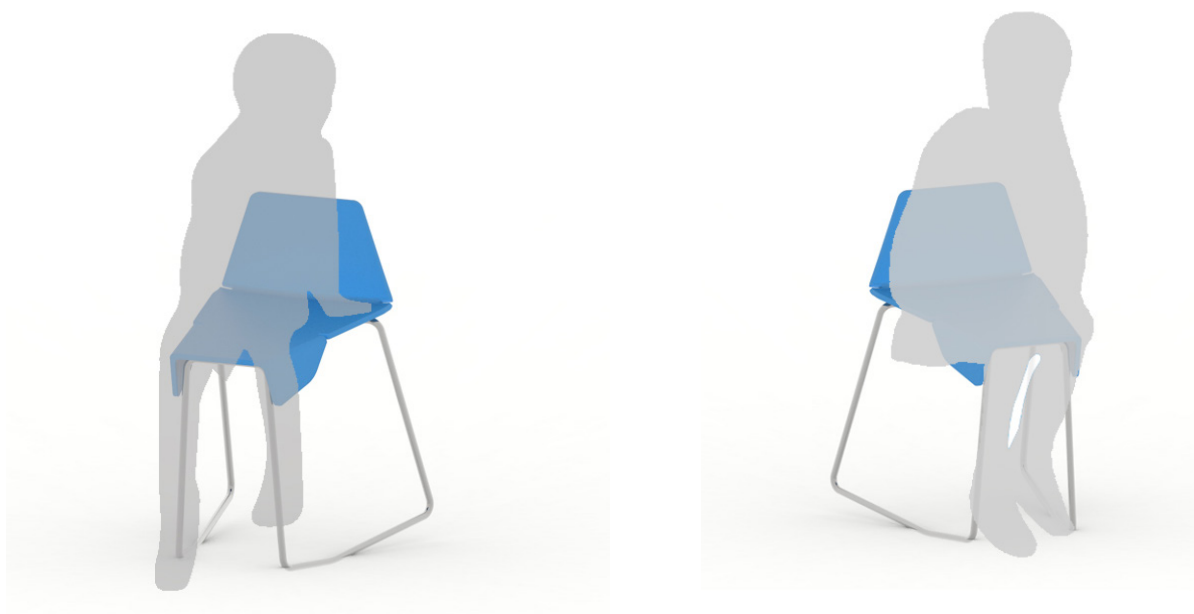


Fig. 56 Ejemplos de uso,

5. 5. 1. ESTÉTICA

A esta ligereza física se le une también la ligereza visual del conjunto, provocando que el asiento ya no sea un elemento central del espacio en este aspecto. Esto por ejemplo es conveniente dentro de espacios donde estén presente un número elevado de alumnos en relación con el espacio disponible, pues un mueble voluminoso se adueñaría en gran medida del espacio, limitándolo en su uso y generando situación de agobio. Esta sensación de ligereza está también relacionada directamente con la de movimiento.

Como hemos analizado anteriormente la sensación de movimiento se acentúa remarcando cada uno de los dos estados de la silla. En posición de reposo la perpendicular al suelo que pasa por el extremo más retrasado del respaldo es el punto más retrasado, hablando siempre en vista de alzado, aportando un peso extra, visualmente hablando, hacia esta zona. A esto se suma la línea del asiento, de inclinación positiva. Sin embargo cuando la silla se encuentra en posición activa, el punto más retrasado se encuentra en la zona inferior de la base. Esto provoca que el peso se desplace hacia delante acompañando el movimiento de la silla. Las superficies que cubren ligeramente los laterales en la parte delantera, suponen una masa extra que aumenta esta sensación. Esto se hace de forma controlada, de forma que en ningún caso provoque sensación de inestabilidad o de que podría caer hacia delante.

Por otra parte, dentro del propio objeto el protagonismo se desplaza al asiento, que se

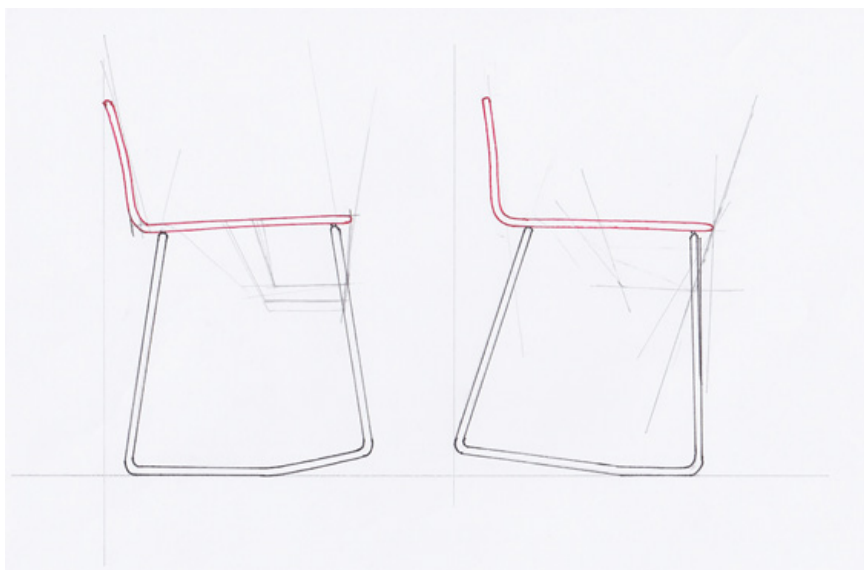


Fig. 57. Estudio compositivo.

convierte en el elemento más destacado. La forma ligeramente trapezoidal de la planta y el peso del respaldo quedan equilibrados con las superficies laterales en la parte delantera. Los cortes formales se han realizado de forma que cumplen su función pero quedan integrados reforzando el hecho de que provienen de un mismo elemento, manteniendo la tipología de líneas unidas por curvaturas de radio bajo. De esta forma la línea del respaldo pasa por el asiento hasta las aletas laterales, y estas terminan en la estructura quedando la pieza unificada. Si observamos la silla por delante, vemos como las aletas están configuradas con el mismo ángulo de apertura que la estructura a, acentuando la sensación de cobertura. A esto se añade que la estructura en sí misma, por ser generada en una sola pieza, tiene continuidad a modo de cuerda para generarla. Todo esto hace que los elementos proporcionen al conjunto una identidad propia y lo doten de continuidad visual.

Como ya se expuso en la fase de concepción, la composición característica dada, donde destaca la forma trapezoide y las aletas, pretende también ser una invitación al usuario

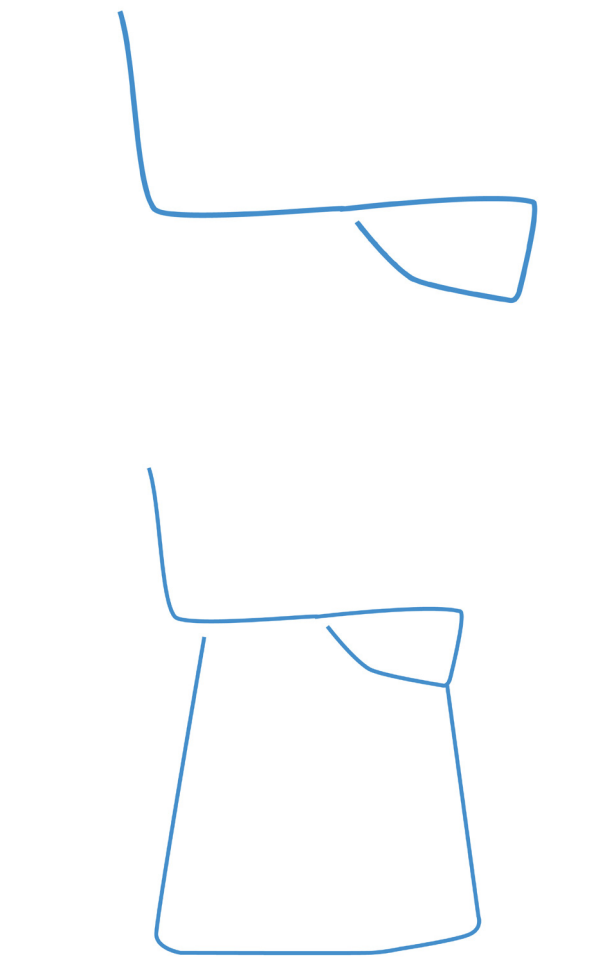


Fig. 58. Perfiles lineales de del asiento

para sentarse y utilizar la silla y su movimiento. Al tratarse de un elemento para centros escolares, quiere pasar a ser un elemento divertido, un elemento de "juego", al mismo tiempo que es completamente funcional. El usuario puede no solo sentarse, sino también "montar" en la silla. Esto nos lleva a relacionarla directamente con otros elementos más dinámicos y lúdicos, como pueden ser los balancines de los parques, los trineos u otros elementos similares. Esta idea, que proviene de la fase conceptual, unida a la utilización de la madera curvada está también influenciada por el trabajo de los reconocidos diseñadores Charles y Ray Eames, quienes desarrollaron un extenso trabajo en relación al curvado de madera contrachapado. Para nuestro caso concreto interesa los trabajos en los que realizaron formas de animales mediante este proceso, en particular el elefante "silla", producido en 1945 y que son comercializados actualmente por la firma especializada en mobiliario Vitra.



Fig. 59. Elefante de los Eames en madera

5.5.2. COLOR Y OPCIONES DE PERSONALIZACIÓN

Como hemos visto, el color y el ambiente generado son otros factores que influyen positivamente en la estimulación hacia el aprendizaje, tanto en el mobiliario como en el espacio. Por ello, los materiales empleados permiten aplicación de color sobre ellos, tanto en la estructura como en el asiento. De esta forma las posibilidades de configuración son muy extensas, y no solo aplicando colores planos. Esto permite la personalización del producto, de forma que la integración con el espacio se incrementa, favoreciendo el desarrollo de estos como ambientes. Pues como se ha extraído de los estudios realizados, la percepción que los alumnos tienen dentro de los espacios de aprendizaje es un factor directamente

ligado a la motivación. Por tanto mediante espacios diseñados con este objetivo conseguiremos este efecto. Y dentro de estos espacios el mobiliario es un elemento descado que no queda ajeno a estos aspectos.

En concreto son cinco los tonos diferentes escogidos, como el asiento está enfocado centros escolares, por os motivos expuestos se ha escogido una gama de colores vivos para la pieza del asiento, que es la principal visualmente hablando, con la estructura en tono gris del acero o pintado con tono neutro.

Esta elección se justifica en el análisis de las nuevas necesidades de mobiliario para los espacios, donde el color también es protagonista. Son colores más atractivos y divertidos pero no excesivamente intensos, de forma que la silla no se convierta en el foco de atención del espacio, sino que sea un componente más, aportando un estímulo visual.

A continuación se muestran los colores seleccionados en código HSV, en los que los valores de brillo y saturación se mantienen constantes y se varía el tono.

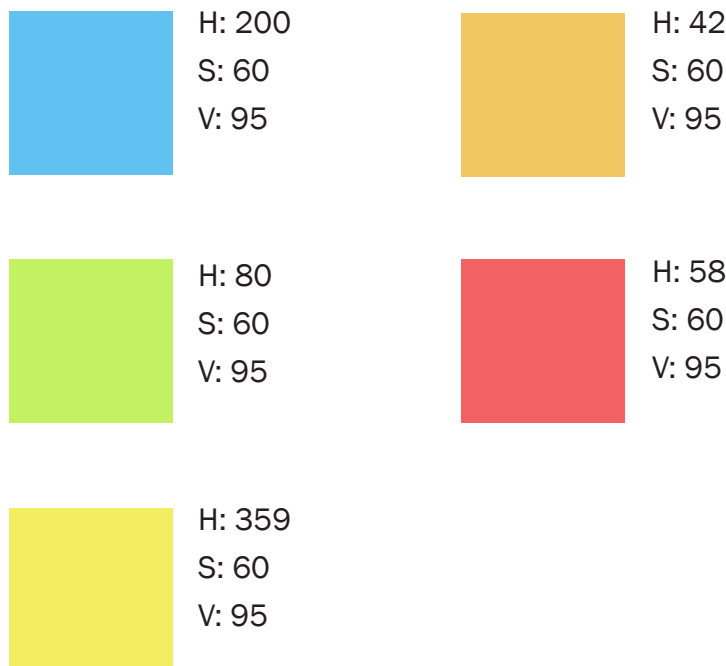


Fig.60. Mestras de color



Fig. 61. Muestra de colores aplicados.

Todos estos aspectos más relacionados con la estética se aplican en consonancia con los requerimientos funcionales. Sabiendo que este es también un factor muy importante a la hora de desarrollar una silla, se ha evitado focalizar simplemente el aspecto estético-formal, evitando caer simplemente en el desarrollo de lo que podríamos denominar comúnmente un objeto “de diseño”, en relación a sus atributos no funcionales.



Fig. 62 Muestra de colores aplicados.

5. 5. 3. ALMACENAJE

Las características geométricas y las dimensiones de la silla le confieren la posibilidad de ser apilable, lo que se ha buscado conscientemente en el diseño pues de esta forma pueden almacenarse de forma sencilla, también por su ligereza, ocupando menos espacio y favoreciendo la liberación del aula.



Fig. 63 Ejemplo de sillas apiladas.

5. 5. 4 DIMENSIONES GENERALES.

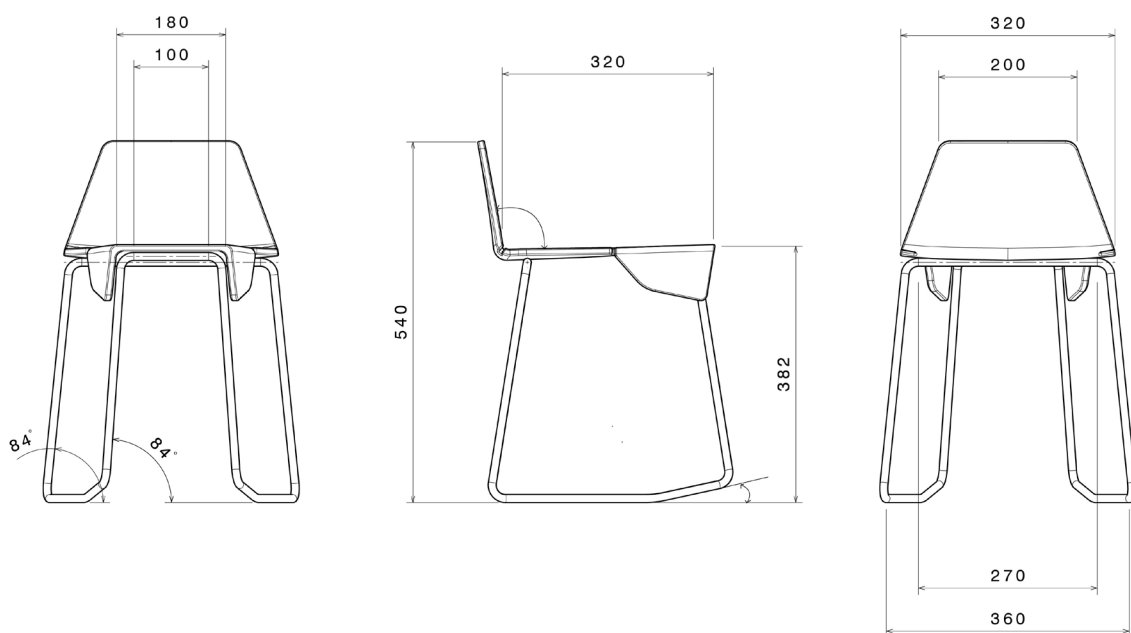


Fig. 65. Dimensiones generales

En las siguientes imágenes se detallan las dimensiones finales del conjunto. Todas se han determinado en base a los estudios realizados previamente, siguiendo tanto las recomendaciones como las normativas EN UNE 1729 -1:2015 de dimensionales funcionales para el diseño mobiliario para centros educativos.

En relación a las dimensiones, como hemos comentado anteriormente, se ha desarrollado el modelo correspondiente al nivel 4 dentro de la categorización establecida por la norma EN UNE 1729 -1:2015, el cual es el intermedio de los 3 que abarca el espectro de la población con la que trabajamos. Por ello el producto se ofrece en otras dos tallas, correspondientes a los niveles 3 y 5, cuyas dimensiones se obtienen por extrapolación, manteniendo las mismas características.



Fig. 66. Tamaños 3, 4 y 5..

5. 5. 5. DESCRIPCIÓN DE COMPONENTES

A la hora de diseñar la silla también se ha buscado minimizar el número de componentes necesarios, intentando simplificar su procesamiento, producción y ensamblaje. Aspectos que repercuten directamente en los costes y lo hace más sostenible, características buscadas también. En relación a los costes, se ha querido evitar el desarrollo de un modelo costoso caracterizado por la exclusividad, como ocurre con otros modelos considerados novedosos. Por ello este diseño está enfocado a maximizar su implantación sin que ello se pueda ver perjudicado por las limitaciones en presupuesto de los centros, en particular de los públicos. De esta forma no se convierte en un elemento de distinción, sino de integración que aporta una serie de beneficios al alcance de todos.

Al tratarse de mobiliario enfocado a centros educativos, es necesario cumplir unos requisitos de seguridad con el objetivo de reducir los riesgos de daños personales o a las prendas de vestir, los cuales se encuentran recogidos en la norma EN UNE 1729-2. El diseño final cumple dichos requerimientos, los bordes del asiento y del respaldo están redondeados, el resto de límites de las superficies se han eliminado las aristas vivas mediante redondeos, la utilización de remaches para la unión de los componentes evita que estos puedan separarse sin emplear herramientas especiales y las superficies de contacto con el usuario no tienen ningún elemento que sobresalga.



Fig. 67 Vista explosionada..

Listado de componentes necesarios para la fabricación de una silla

- 1 Asiento con respaldo
- 1 Estructura
- 4 Tacos amortiguadores
- 4 Antideslizantes
- 2 Antideslizantes para la zona media
- 16 Remaches ciegos standard

Como hemos visto la silla tiene dos componentes principales que son la estructura y el asiento, pero para producción también son necesarios otros elementos. En este apartado se detalla cada uno de ellos.

5. 5. 5. 1 Estructura

El soporte del asiento está formado por un único tubo de acero curvado para darle la forma deseada. Se conforma a modo de cuerda rígida con lo que conseguimos generar la pieza mediante un solo elemento, siendo constructivamente simple. Presenta una sola línea, formando los laterales que se unen mediante los tramos horizontales. En el trasero se situará el comienzo y final del cordón, que se unirán mediante soldadura. Al mismo tiempo es el soporte al que se unirá el asiento. Como ya hemos visto es una estructura ligera tanto física como visualmente, pero con la resistencia y estabilidad suficiente para soportar las solicitaciones a las que se verá sometida, pues actúa como soporte y transmisor directo a la superficie de los esfuerzos. En la base de apoyo presenta una curvatura necesaria para generar el ángulo que permite el cambio de posición, realizándose este de forma suave. Sigue las dimensiones definidas anteriormente, destacando la forma trapezoidal en planta, pero de menor tamaño en la parte inferior generando una inclinación de los laterales hacia el interior. Esto es así para aumentar su estabilidad frente a esfuerzos laterales y desplazamientos. Inclinación lateral aumentar la resistencia a. Para garantizar esto, la proyección en planta del asiento no supera las dimensiones de la parte inferior. Es un material extendido en la fabricación de mobiliario de este tipo. En este caso se ha utilizado tubo hueco de 12mm de diámetro.



Fig. 68. Estructura

5. 5. 5 . 2 Asiento

El asiento y el respaldo se generan a partir de una sola plancha de madera contrachapada, la cual se curva para darle la forma que necesitamos. Posee curvatura en la parte trasera e inclinación positiva para adaptarse más al usuario y evitar un posible deslizamiento hacia delante. En la parte delantera la curvatura de la parte trasera desaparece y en los laterales se forman las aletas, necesarias para evitar daños al situar las piernas hacia atrás, generando una sensación de envolvente de la estructura pero de forma sutil. Las dimensiones se limitan a esta zona, donde son también funcionales, pues en la parte trasera esta curvatura no es necesaria permitiendo realizar la curvatura para obtener el respaldo. Tiene forma trapezoide, donde la parte delantera es de menor anchura para poder situar las piernas en los laterales. En la parte trasera se prolonga la zona con la anchura máxima en para aumentar la superficie de uso. Como hemos dicho el respaldo es una prolongación del asiento.

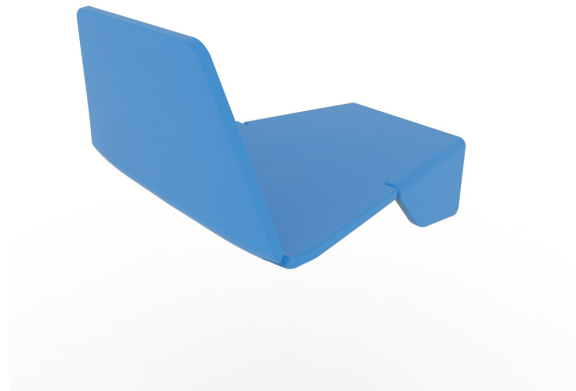
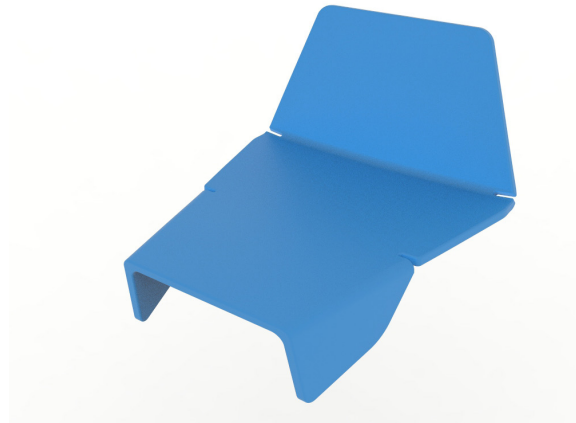


Fig. 69. Perspectivas del asiento



Fig. 70 Detalle de aletas

Esta inclinado hacia atrás para aumentar el ángulo entre respaldo y asiento y posee curvatura en dos direcciones para adaptarse al usuario garantizando el apoyo lumbar. En la parte superior la curvatura es ligeramente mayor quedando el borde más atrás de la línea útil de forme que el usuario no se lo clave, ya que se trata de un respaldo no muy alto, de apoyo lumbar.

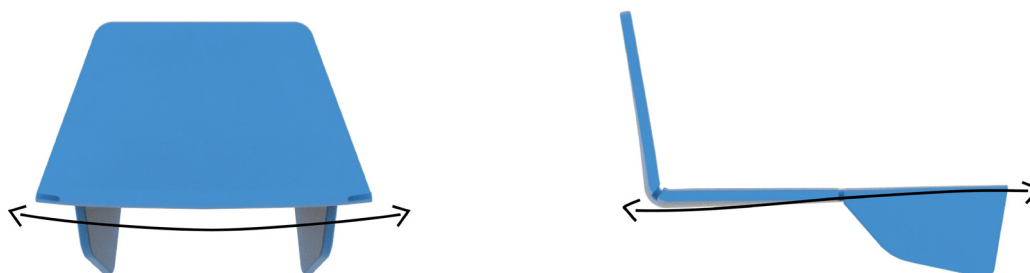


Fig. 71. Líneas de curvatura del asiento

En los puntos de curvado se han efectuado unos pequeños cortes, que son necesarios para efectuar estas operaciones. Esto nos permite mantener la continuidad de la línea lateral y evitar que las aletas sobresalgan. Todos los bordes del asiento están redondeados siguiendo la normativa UNE EN 1729-2 que establece 2mm de radio, evitando dejar aristas vivas.



Fig. 72. Detalle cortes para facilitar el curvado

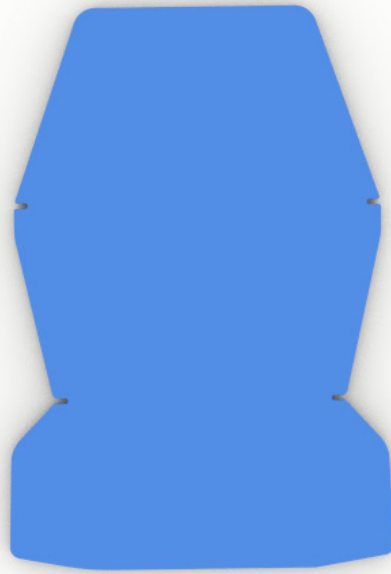


Fig. 73. Asiento antes del curvado

5.5.5.3 Protectores antideslizantes

Para evitar el contacto directo de la estructura metálica con las superficies de apoyo se colocarán en la base unos protectores de goma. Estos además de evitar los daños por rozamiento en ambas superficies actúan como elementos antideslizantes, que evitan desplazamientos indeseados. Además debido a las características de nuestra silla se encargarán de evitar que la silla rote más de lo deseado, efecto que podría darse debido a la línea curva en la parte delantera y trasera. Esto se consigue situando un elemento en cada uno de los puntos.

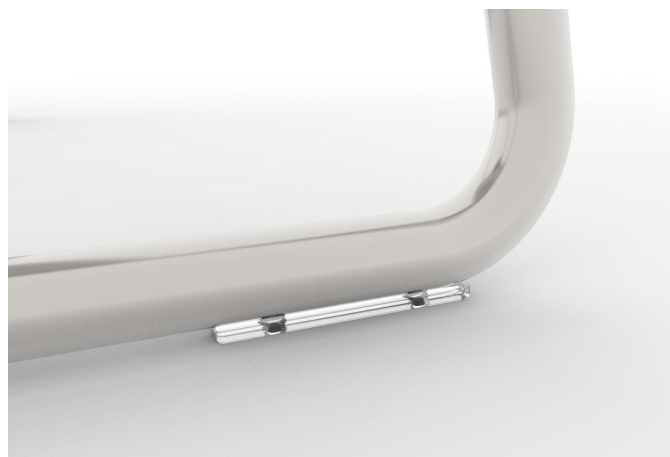


Fig. 74 Goma antideslizante.

Al ser un asiento en el que el cambio de posición es una de sus características principales, el movimiento será una acción constante. Por este motivo es fundamental la incorporación de estas piezas, pues además de lo comentado anteriormente, este material actúa como amortiguador. Con una doble función, hacer las transiciones más suaves y evitar ruidos de apoyo que generarían una elevada contaminación acústica. Por ello además de las otras dos piezas, se añadirá otra en la curva estructural necesaria para el cambio de posición, situada en zona donde comienza el ángulo.

Todas estas piezas son transparentes con el objetivo de limitar en la medida de lo posible la injerencia sobre la estética del conjunto. Se adaptarán formalmente al tubo de acero al que se fijarán mediante remaches ciegos del mismo material.

15.5.5.4 Uniones

En este diseño se ha querido simplificar todo lo posible su construcción y ensamblado, esto se consigue reduciendo el número de componentes. Los dos elementos principales, asiento y estructura, necesitan ser fijados de forma que el conjunto quede sólidamente formado.

Para fijar el asiento a la estructura se emplean cuatro puntos de unión situados en las barras horizontales, respecto al plano, de la estructura metálica, situando dos puntos en cada una de las barras. Estos puntos de apoyo serán los encargados de transmitir la carga del asiento a la estructura, por lo que se situarán maximizando su distancia entre ellos dentro de los límites constructivos disponibles.

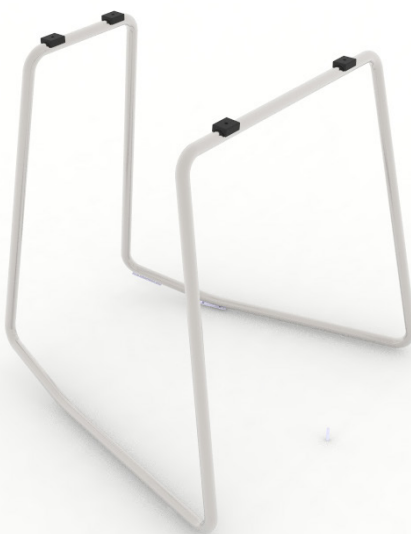


Fig. 75 Situación de los puntos de unión.

Como estamos uniendo elementos de materiales diferentes es necesario que no estén directamente en contacto, pues se podrían producir desgastes y deformaciones indeseadas en el material más débil, en este caso la madera del asiento, debido al rozamiento y las fuerzas que actúan sobre el elemento. Del mismo modo es recomendable que la unión no sea tan rígida, por lo que se necesita un elemento que actúe como amortiguador que absorba las cargas. Para solventar estas dos cuestiones se emplea una goma que funciona como material de transición entre los materiales. Al ser menos rígido admite cierta deformación y su menor dureza provoca que sea el que asuma el rozamiento y el desgaste. Para mejorar la unión el elemento de este compuesto se adapta al diámetro del tubo. Este sistema constructivo está ampliamente extendido en el mobiliario de este tipo. A esto añadimos que aporta el incremento de espesor necesario para situar el elemento de fijación adecuadamente evitando al mismo tiempo que al apretar el mismo se dañe la madera.

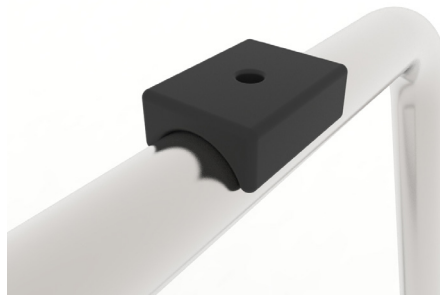


Fig. 76. Taco

Los elementos de fijación serán remaches de acero ciegos de cabeza ancha. Los remaches proporcionan una fijación más estable, sin deformar las superficies de apoyo y no se aflojan ni se producen desajustes. Este tipo de remache permite la unión de dos elementos cuando el agujero no es pasante. Con esto evitamos que sean visibles en la superficie del asiento, pues no atraviesa la plancha. La cabeza ancha aumenta la superficie de apoyo y por eso están recomendados para las uniones entre un material suave o quebradizo con un soporte rígido, como es nuestro caso.

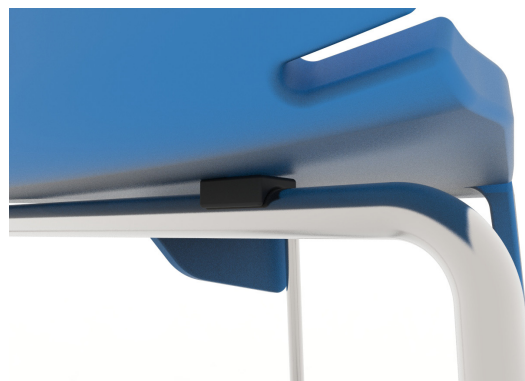


Fig. 77. Detalle unión.



Fig. 78. Vista explosionada del sistema de unión.

5. 5. 6 MATERIALES

Como se ha visto anteriormente, a la hora de seleccionar la tipología de los materiales utilizados para nuestro producto, se han tenido en consideración diversos factores.

Los propiamente constructivos como la resistencia, durabilidad, adaptabilidad al entorno y posibilidades o limitaciones de conformación en base a nuestros requerimientos para que puedan ser adaptarlo al diseño deseado, pero sin obviar la relación mutua de estos con los requisitos de estética y de relación con los usuarios en los diferentes niveles sensoriales y las limitaciones que esta relación directa puede provocar.

A la hora de la selección concreta de los materiales a emplear no es menos importante conocer cuál es su huella en el ciclo de vida del producto y que minimicen el impacto de los diferentes procesos que sufren para su extracción y transformación. Este punto es indispensable a la hora de desarrollar un producto, por este motivo se escogen materiales, que cumpliendo los requisitos anteriores, garanticen su origen ecológico y su sostenibilidad en la medida de lo posible y que del mismo modo se pueda facilitar su reciclaje al finalizar la vida útil del producto. Minimizar el número de elementos y materiales utilizados también disminuye este impacto. En nuestro caso tenemos dos elementos claramente diferenciados, el asiento y la estructura.

MADERA

Para la pieza que forma el asiento y el respaldo se utilizara un solo tablero de madera contrachapada. El uso de este tipo de madera es muy habitual en la producción de mobiliario. Estos tableros se generan pegando láminas de madera mediante resinas sintéticas, calor y presión, de forma que la dirección de las fibras se alternen perpendicularmente. Esto además de favorecer el curvado necesario para generar las formas de nuestro asiento, tiene otras ventajas respecto a la madera natural como son una mayor resistencia y estabilidad dimensional o su mayor ligereza. Además es más económico y rentable. Respecto al aspecto estético el acabado exterior ofrece diferentes opciones, permitiendo el pintado y los tratamientos superficiales.

A estas propiedades hay que añadir que la madera, como materia prima, es un producto reciclable y altamente sostenible. Las láminas de abedul(maderas laminares) provienen de explotaciones controladas que realizan una gestión sostenible certificada por los organismos PEFC y FSC.

Se utilizará un chapa de 10 mm de espesor, a la que se le aplicará el color y los tratamientos necesarios para para aumentar su protección y durabilidad.

Mechanical Properties	Metric
Tensile Strength	27.6 - 34.5 MPa
Modulus of Rupture	0.0483 - 0.0689 GPa
Flexural Modulus	8.20 - 10.3 GPa
Compressive Strength	31.0 - 41.4 MPa
Shear Modulus	0.138 - 0.207 GPa
	0.586 - 0.758 GPa
Shear Strength	1.72 - 2.07 MPa
	5.52 - 6.89 MPa

Fig. 79. Tabla propiedades madera contrachapada. Extraída de <http://www.matweb.com/search/DataSheet.aspx?MatGUID=bd6620450973496ea2578c283e9fb807&ckck=1>

ACERO

La estructura que soporta el asiento está conformada por una sola pieza continua de tubo hueco de acero de 15mm de diámetro, que se curvará para obtener la forma deseada. El uso de este material es habitual en la fabricación de sillas y otro tipo de mobiliario debido a sus buenas propiedades para este fin.

Se utilizará un acero al carbono de los denominados como suaves, que presentan una resistencia mecánica de entre 48-55 kg/mm² y una dureza de 135-160 HB. Este material es adecuado para piezas fabricadas por plegado y soldadas y se aplica a piezas de

resistencia media. Dentro de sus características destaca su buena tenacidad. Esto lo hace adecuado para nuestro modelo. Además el acero es además un material altamente reciclable lo que no compromete la sostenibilidad del producto al ser uno de los componentes principales.

Este tubo de acero se tratará con un recubrimiento de poliéster en polvo, obteniendo así un mejor acabado superficial y la protección del material base. Además puede aplicarse en una amplia variedad de colores y texturas. Se caracteriza por una buena adherencia; resistencia a la corrosión, a la abrasión, a químicos y manchas; resistencia a los impactos; y espesor homogéneo. Todo esto le confiere una gran durabilidad. Se los considera como ecológicos por no contener componentes muy perjudiciales.

5.5.7 ENSAYOS DE RESISTENCIA

Con el objetivo de comprobar la resistencia de la silla, se han realizado unos ensayos virtuales mediante la utilización de software de análisis mediante elementos finitos. Estos ensayos se efectúan sobre la estructura y sobre el asiento siguiendo los parámetros establecidos en la norma EN-UNE 1729-2: 2012 +A1

Para ello se desarrollarán tres tipologías de ensayo. En primer lugar se realizará el análisis de la estructura de forma aislada, a continuación se aislará el asiento, al que se le aplicarán cargas en el respaldo y el asiento propiamente dicho, y por último se analizará el conjunto montado.

En la simulación sobre la estructura se ha aplicado cargas sobre los cuatro puntos de union, se ha fijado la estructura al suelo. Las cargas segun la norma son de 2000N. La tensión máxima no supera el límite del material por lo que no plastifica y los desplazamientos máximos son de 2mm.

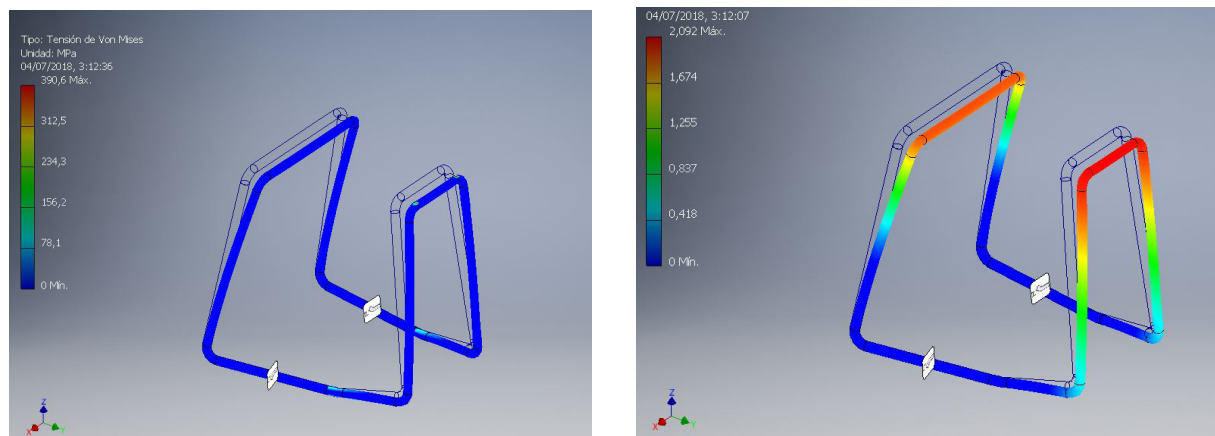


Fig. 80. Resultados simulación estructura.

Sobre el respaldo se aplica una carga de 700N. Las restricciones se aplican en los cuatro puntos de union con la estructura. El material aplicado, madera contrachapada, de caracte-

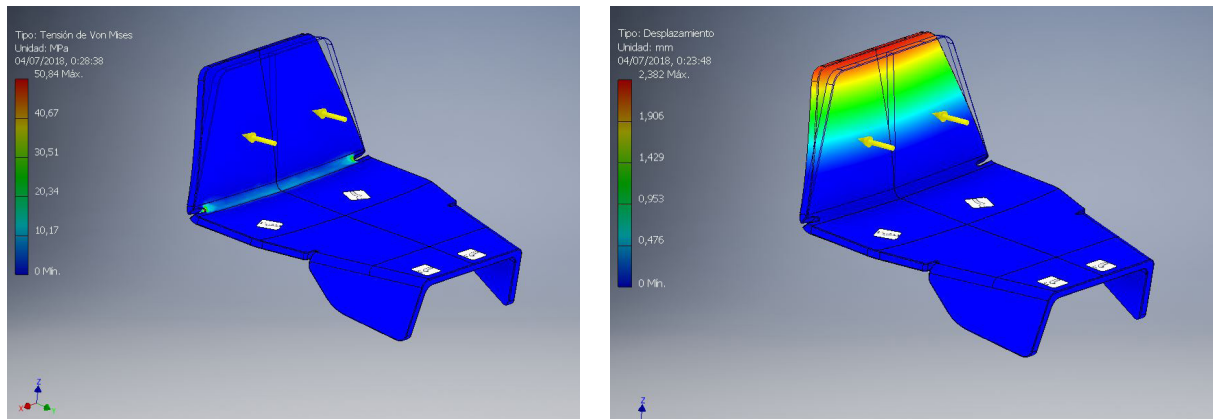


Fig. 81. Resultados simulación respaldo.

terísticas isotropicas no rompería al no superar el limite elastico máximo. Los desplazamientos máximos de 2.3 mm son asumibles.

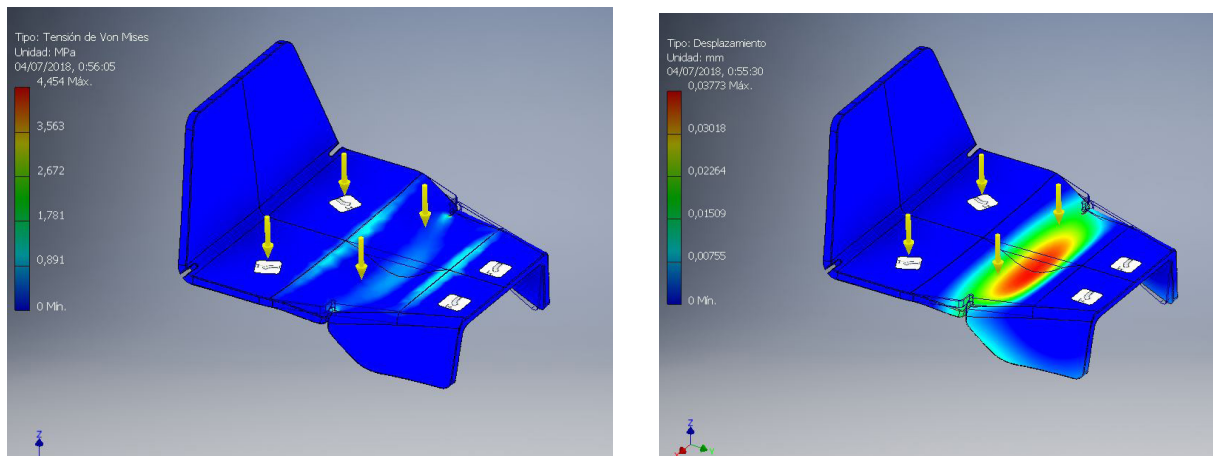


Fig. 82. Resultados simulación asiento.

En la tercera simulación se aplica la carga de 2000N sobre el asiento, restringido en los cuatro puntos de unión. La tensión queda muy por debajo de la máxima y los desplazamientos máximos son mínimos, inferiores a 0.05mm.

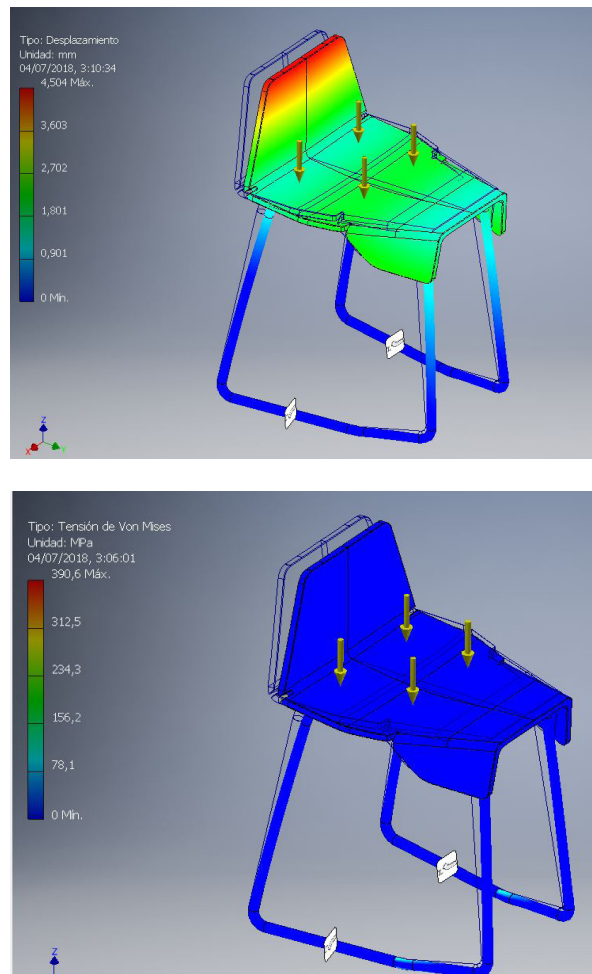


Fig.83. Resultados simulación conjunto.

Por último, tras comprobar los componentes por separado, se ha querido comprobar las cargas sobre el conjunto ensamblado. Aplicando de nuevo la carga de 2000N no se supera el límite de plastificación de la estructura, si bien el desplazamiento en el asiento es mayor, en torno a 4mm.

La realización de estos análisis de tensiones nos ha permitido comprobar como se comportara la silla frente a las sollicitaciones requeridas. Los diferentes ensayos nos muestran que las tensiones máximas sobre los elementos no superan los límites elásticos del material, por lo que no se produciría la plastificación del mismo. Los desplazamientos que se producen son pequeños, por lo que serian asumibles asumibles. Aunque estas conclusiones nos permitan afirmar que el modelo supera las pruebas de una forma teórica y la simulación sea un metodo predecitivo cada vez mas extendido y fiable, para poder afirmar el cumplimiento de los requerimientos sería necesario realizar todos los ensayos requeridos sobre el modelo real.

5. 5. 8 IMAGEN CORPORATIVA



Fig. 8. Logo silla SWIN

El nombre SWIN es una versión acortada de la palabra anglosajona SWING, suprimiendo el carácter g, pero manteniendo la pronunciación, cuya traducción al casatellano es balancin o balancearse. Que es un concepto que hemos venido trabajando durante todo el proyecto. La propia palabra te invita al movimiento con su fonética. Y además es una de las características que destaca de la silla es precisamente su capacidad de balanceo para adoptar las dos posiciones. Y de nuevo aquí aparece la idea que relaciona la silla con los juegos o parques.

Para representar el modelo, se ha decidido utilizar un logotipo. Para su diseño no se ha utilizado ninguna tipografía existente, pues los caracteres están diseñados a mano expresamente para esta composición. Con esto se ha querido destacar que son manuscritos, lo que supone un elemento más de relación con las escuelas y por tanto con nuestro diseño por su otra vertiente.

Formalmente estos caracteres siguen la misma tipología de líneas que la silla, líneas unidas por curvas, con una marcada sensación de continuidad. Esta relación se acentúa en la letra W, cuya línea recuerda al perfil de la aleta de nuestro modelo, lo que supone una referencia a otro elemento particular de este diseño, y al igual que este tiene un diseño desenfadado pero funcional y sencillo. El ángulo de inclinación que sigue la base de apoyo sigue también la filosofía de la zona del ángulo de la silla.

A continuación se muestran las distintas formas de utilización del logotipo. La marca SWIN- deberá mantenerse en el color principal cuando sea posible, pero también podrá utilizarse cuando sea necesario la versión en formato blanco y negro y los respectivos negativos de ambas.



Fig. 85. Logo silla SWIN. Positivo y negativo



C 91
M 0
Y 6
K 0

El color principal utilizado es un tono azul, a semejanza del de la silla, cuyos valores se muestran a la izquierda en formato CMYK.

Fig. 86. Color principal de la imagen corporativa

5.9 MODELOS GRÁFICOS DE INTEGRACIÓN



Fig. 87. Línea



Fig. 88. Línea vista trasera



Fig. 89 Semicirculo monocromático



Fig. 90. Doble fila.



Fig. 91. Swin jugando "a las sillas"



Fig. 92. Semicirculo color



Fig. 93. Back view



Fig. 94 .Swin-Swin



_____ conclusiones

Conclusiones

Tras la finalización de la última de las fases de desarrollo que recoge este proyecto, se procede a hacer un balance de los objetivos establecidos al comienzo del mismo, para comprobar si el diseño cumple dichos requisitos o no.

1. Se ha desarrollado una silla que si consigue ser una herramienta para flexibilizar el aula, permitiendo adoptar diferentes configuraciones en el mismo. Es ligera, lo que permite su movilidad de manera sencilla por el espacio. Si bien lo ideal sería que el resto de elementos del aula compartiesen estas características.

2. El cumplimiento del objetivo anterior junto a sus características hacen que si sea una herramienta que ayude al desarrollo de nuevos métodos de enseñanza, y que se adapte a los mismos.

3. El sistema de rotación para el cambio de postura, aumenta la movilidad del usuario durante su utilización, alternando entre las dos posiciones definidas. Posibilita un aumento de la movilidad mientras se está sentado.

4. Si se ha conseguido desarrollar una silla que induce a posturas sedantes más correctas, sobre todo a la hora de trabajar sobre otras superficies.

5. El diseño influenciado por elementos lúdicos, unido a los colores y formas definidas hacen que se pueda considerar como atractivo, con un diseño que invita a la movilidad. A pesar de esto no es un elemento que se adueñe del espacio, lo que aumenta sus posibilidades de integración. Estas también se refuerzan con las opciones de personalización.

6. A la hora de diseñar y definir la silla se ha seguido la normativa vigente aplicable, y se ha conseguido desarrollarlo completamente cumpliendo la misma.

7. Se ha realizado un estudio económico para conocer el precio unitario de la silla. El valor obtenido se considera aceptable para una silla de estas características, aunque es competitivo convendría reducirlo, esto se podría hacer aumentando la producción para asumir las amortizaciones.

8. No se ha realizado un estudio de sostenibilidad que nos permita conocer si el diseño es o no sostenible. Pero también ha sido un factor tenido en consideración, por ejemplo maximizando la simplificación del diseño en relación al número de componentes,

elección de materiales y sencillez constructiva.

9. La geometría del diseño se ha definido de forma que pueda ser apilable, por lo que ocupa un espacio más reducido al almacenarla, cumpliendo este objetivo

10. Aunque no podemos saber si el diseño es industrializable o no, se ha diseñado con este objetivo y sus características nos indica que podría ser factible.

El análisis del cumplimiento de los objetivos se ha realizado desde un punto de vista teórico, que es como se ha desarrollado el proyecto, aunque siempre con miras a su ejecución real. Pues para conocer fehacientemente si cumple con los puntos marcados anteriormente sería preciso realizar dichas evaluaciones con un modelo real en condiciones tanto de simulación y experimentación como de servicio. En este sentido lo recomendable sería trabajar directamente en colaboración con los centros escolares, y tener la posibilidad de testear con los miembros de la comunidad educativa. De igual modo, trabajar directamente con los productores y procesadores de los materiales y componentes necesarios nos permitiría garantizar el desarrollo del proyecto y verificar si los planteamientos expuestos son correctos.

Por tanto podemos determinar que si bien en el marco teórico se han cumplido los objetivos marcados en su mayoría, sería necesaria una verificación más explícita. A esto hay que añadir que lo conveniente, para llegar a obtener un mejor resultado, sería complementar este diseño con otros elementos del espacio educativo con los que se relaciona directamente, como son las mesas u otras posibles superficies de trabajo o elementos.

bibliografía

bibliografía

LIBROS

Bustamante, A. (2004). *Mobiliario escolar sano*. Madrid: Fundación Mapfre.

Bustamante, A. (2008). *Ergonomía para diseñadores*. Madrid: Fundación Mapfre.

Freeman, A.; Adams Becker, S.; Cummins, M.; Davis, A.; Hall Giesinger, C. (2017). *NMC/CoSN Horizon Report: 2017 K-12*. Austin: The New Media Consortium.

Fiell, C (1977). *1000 chairs*. Köln: Benedikt Taschen.

García, Carlos; Moraga, Ramón; Page, Álvaro; Tortosa, Lourdes; Verde, Vicente. (1992), *Guía de recomendaciones para el diseño de mobiliario ergonómico*. Valencia: IBV.

Hernando Calvo, A. (2015). *Viaje a la escuela del siglo XXI*. Madrid: Fundación Telefónica.

Instituto Biomecánica Valencia (1995), *Guía de recomendaciones para el diseño y selección de mobiliario docente universitario*. Valencia: IBV.

Johnson, L.; Adams Becker, S.; Estrada, V.; Freeman, A.; Kampylis, P.; Vuorikari, R.; Punie, Y. (2014). *Horizon Report Europe: 2014 Schools Edition*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

Martínez-Celorrio, X. (2016). "Innovación y reestructuración educativa en España". En: Blanco, A.; Chueca, A.; *Informe España 2016*, pp. 43-84. Madrid: Universidad Pontificia Comillas.

Scriven, F.B. (1975). *Concepción y fabricación de mobiliario escolar: una evaluación*. Paris: UNESCO

Wilhide, E. (2012). *Como diseñar una silla*. Barcelona: Gustavo Gili.

ARTÍCULOS

Barret, P.; Davies, F.; Zhang, Y.; Barret, L. (2014). The impact of classroom design on pupils' learning: Final results of a holistic, multi-level analysis. *Building and Environment*, n. 89 , pp. 118-133.

Concepción Domínguez, M.C; Medina Rivilla, A; Sánchez Romero, C. (2014) La innovación en el aula: referente para el desarrollo curricular. *Perspectiva educacional*, n. 50, pp. 61-86.

Dacko, A. J.; (2013). A New Direction for the Learner Experience. Engaging Students in Participatory Design of a 21st Century Classroom Chair-Desk. *eLearning Papers*, n. 34.

Garibaldi, M; Josias, L.; (2015). Designing schools to support socialization processes of students. *Procedia Manufacturing*, n. 3, pp. 1587-1594

Lueder, R. (2010). Ergonomics review Balans seating for Varierusa.

Mandal, A. C. (1981). The seated man (Homo Sedens). *Applied Ergonomics*, 12.1, pp. 19-26.

Markkuola, M.; Lappalainen, P.; Mikkilä, K. (2013). Learning Spaces as Accelerators of Innovation Ecosystem Development. *eLearning Papers*, n. 34.

Moslemi Haghighi, M; Mohd Jusan, M. (2011). Exploring Students Behaviour on Seating Arrangemets in Learning: A Review. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, n. 36, pp. 287 – 294.

Nachemson, A. L. (1981). Disc pressure measurements. *Spine*, n6, pp.93-97.

Rosal López, G. A. (2011). Elaboración de metodología basada en la ergonomía de producto y ecodiseño aplicada al mobiliario escolar. Validación metodológica del producto. [Tesis doctoral] Universidad de Oviedo.

Ramli, N.; Ahmad, S.; Masri, M.; (2013). Improving the Classroom Physical Environment: Classroom users' perception. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, n. 101 , pp. 221 – 229.

Ramli, N.; Ahmad, S.; Mohd Taib, M.; Masri, m.; (2014). Principals' Perception on Classroom Physical Environment. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, n. 153, pp. 266 – 273.

Rodríguez Jácome, P; González Torre, P. (2011). La evolución del mobiliario escolar. Recuperado el 24 del 5 de 2018 de <http://www.tecnicaindustrial.es/TIFrontal/a-3358-la-evolucion-mobiliario-escolar.aspx>

WEB

Active learning spaces (2018). K12blueprint.com. Obtenido el 14 de marzo de 2018 desde <https://www.k12blueprint.com/toolkits/active-learning-spaces>

Diseñar un mundo mejor comienza en las aulas (2017) educaixa.com. Obtenido el 20 de marzo de 2018 desde <https://blog.educaixa.com/-/rosan-bosch-disenar-un-mundo-mejor-empieza-en-la-escuela>

Education breaking down the walls (2017). Pwc.com. Obtenido el 15 de abril de 2018 desde <https://www.pwc.com.au/education/breaking-down-the-walls-2017.pdf>

El plywood o madera contrachapada. (2014). Mundodearquitectura.com. Obtenido el 27 de mayo de 2018 desde <http://www.mundodearquitectura.com/el-plywood-o-madera-contrachapada/>

Espacios de aprendizaje en las aulas (2018). Steelcase.com. Obtenido el 12 de abril de 2018 desde https://www.steelcase.com/eu-es/espacios-de-aprendizaje-aulas/#investigacion_observaciones

Infographic: Design engaging learning spaces (2016). iste.org. Obtenido el 20 de abril de 2018 desde <https://www.iste.org/explore/articleDetail?articleid=650>

Madera contrachapada (). Klingspor.de. Obtenido el 28 de mayo de 2018 desde <https://www.klingspor.de/es-es/nociones-en-abrasivos/madera-contrachapadaa>

Materiales (2018). Display.3acomposites.com. Obtenido el 25 de mayo de 2018 desde <https://www.display.3acomposites.com/es/banova.html>

Matweb (sin fecha). matweb.com. Obtenido el 24 de mayo desde <http://www.matweb.com/search/DataSheet.aspx?MatGUID=bd6620450973496ea2578c283e9fb807&ckck=1>

Metales (2015). inoxman.es. Obtenido el 6 de junio de 2018 desde <http://www.inoxman.es/curvado/>

Montajes urbanos (2010). Montajesurbanos.com Obtenido el 10 de junio de 2018 desde <http://montajesurbanos.com/aceroalcarbon.html>

Project escuela vittra-s (2012). Rosanbosch.com. Obtenido el 13 de marzo de 2018 desde <http://www.rosanbosch.com/es/project/escuela-vittra-s%C3%B6dermalm>

Project escuela vittra-telefonplan (2011). Rosanbosch.com. Obtenido el 13 de marzo de 2018 desde <http://www.rosanbosch.com/es/project/escuela-vittra-telefonplan>

Recurval (sin fecha). recurval.com.Obtenido el 25 de mayo de 2018 desde <http://www.recurval.com>

Remaches y tuercas bralo (2011). Bralo.es. obtenido el 15 de junio de 2018 desde <http://www.bralo.es/es/productos/remaches-ciegos/estandar>

Study proves classroom design really does matter (sin fecha). Salford.ac.uk. Obtenido el 10 de abril de 2018 desde <http://www.salford.ac.uk/built-environment-old/about-us/news-and-events/news/study-proves-classroom-design-really-does-matter>

The secret to architectures pivotal role in the future (2016). Edsurge.com. Obtenido el 12 de abril de 2018 desde <https://www.edsurge.com/news/2016-07-11-the-secret-to-architecture-s-pivotal-role-in-the-future-of-k-12-learning>

Tableros contrachapado (sin fecha). Construmatica.com. Obtenida el 25 de mayo de 2018 desde https://www.construmatica.com/construpedia/Tableros_Contrachapados

Un plan de estudio modificado para mejorar el éxito de los estudiantes (sin fecha). Steelcase.com. Obtenido el 22 de abril de 2018 desde <https://www.steelcase.com/eu-es/investigacion/articulos/temas/involucion-de-los-estudiantes/plan-estudio-modificado-mejorar-exito-estudiantes/>

Wisaplywood.com. Obtenido el 28 de mayo de 2018 desde <http://www.wisaplywood.com>

ARTÍCULOS DE PRENSA

Ayala, A. (Febrero 2018). Pedagogías del siglo XXI. Educación 3.0, n. 29, pp. 26-27.

Barnés, H. G. (10 Mayo 2017). Los colegios más innovadores de España: esto es lo que están haciendo 114 escuelas. El Confidencial. Recuperado de https://www.elconfidencial.com/alma-corazon-vida/2017-05-10/decalogo-escuelas-innovadoras-espana_1379726/

Barnés, H. G. (13 Marzo 2015). Cómo los jesuitas van a acabar con el “agotado” modelo educativo español. El Confidencial. Recuperado de https://www.elconfidencial.com/alma-corazon-vida/2015-03-13/como-los-jesuitas-van-a-acabar-con-el_726845/

Educación 3.0. (23 Enero 2018). 25 escuelas que emplean pedagogías activas en España. Educación 3.0. Recuperado de <https://www.educaciontrespuntocero.com/experiencias/escuelas-que-emplean-pedagogias-activas-en-espana/27942.html>

EFE. (14 Septiembre 2016). El número de estudiantes por aula ha aumentado cinco veces más en los centros públicos que privados. eldiario.es. Recuperado de https://www.eldiario.es/sociedad/aumento-alumnos-superior-educacion-publica_0_558894381.html

Montero, Anna (5 de febrero de 2017). El diseño se cuele en las aulas. Diario de innovación y tecnología en educación. Recuperado de <http://www.aikaeducacion.com/tendencias/disenosecuela-lasaulas/>

Montero, Anna (8 de julio de 2018) Rosan Bosch: “En Latinoamérica, la gente va por delante del cambio educativo; en España se habla más de lo que se actúa.” Diario de

innovación y tecnología en educación. Recuperado de <http://www.aikaeducacion.com/entrevistas/rosan-bosch-latinoamerica-la-gente-va-delante-del-cambio-educativo-espana-se-habla-mas-lo-se-actua/>

Montero, Anna (8 de julio de 2018) Carles Francesch: “Los ambientes confortables y personalizados incrementan un 25% el rendimiento de los alumnos”. Diario de innovación y tecnología en educación. Recuperado de <http://www.aikaeducacion.com/entrevistas/carles-francesch-los-ambientes-confortables-personalizados-incrementan-25-rendimiento-los-alumnos>

Montero, Anna (8 de julio de 2018). Antonio Martire: “El contexto físico y tecnológico debe responder a un diseño didáctico compartido”. Diario de innovación y tecnología en educación. Recuperado de <http://www.aikaeducacion.com/entrevistas/antonio-martire-contexto-fisico-tecnologico-responder-diseno-didactico-compartido/>

Portales, Marta (6 de febrero de 2017). Cuatro colegios que asombran por su arquitectura. Diario de innovación y tecnología en educación. Recuperado de <http://www.aikaeducacion.com/tendencias/cuatro-colegios-asombran-arquitectura/>

Sánchez Caballero, D. (15 Agosto 2016). El tamaño de las aulas importa: más alumnos, más burocracia y menos tiempo para aprender. eldiario.es. Recuperado de https://www.eldiario.es/sociedad/importancia-tener-pocos-alumnos-clase_0_670883145.html

Zuil, M. (24 Diciembre 2016). Sin deberes, exámenes ni asignaturas: la enseñanza alternativa llega a la pública. El Confidencial. Recuperado de https://www.elconfidencial.com/alma-corazon-vida/2016-12-24/ensenanza-alternativa-colegios-publica_1308699/

MEDIA

Bosch, R. [TEDx Talks]. (2013, Noviembre 17). Designing for a better world starts at school: Rosan Bosch at TEDxIndianapolis [Archivo de video]. Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=q5mpeEa_VZo

Monsen, F. [TEDx Talks]. (2013, Junio 27). What If the School of Tomorrow Is Already Here? Frida Monsen at TEDxTallinn 2013 [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=Ijp5P3F>

TVE (Productor). (2017). Maneras de educar. [Programa de televisión]. Madrid: TVE

TVE (Productor). (2018). Maneras de educar. [Programa de televisión]. Madrid: TVE

TVE (Productor). (2011). Redes para la ciencia 87: El sistema educativo es anacrónico. [Programa de televisión]. Madrid: TVE

TVE (Productor). (2011). Redes para la ciencia 64: La revolución educativa. [Programa de televisión]. Madrid: TVE

LEYES Y NORMAS

NORMA UNE-EN1729-1:2015. Mobiliario, mesas y sillas para centros de enseñanza parte1: dimensiones funcionales.

NORMA UNE-EN 1729-2:2012+A1 2015. Mobiliario. Sillas y mesas para centros de enseñanza. Parte 2: requisitos de seguridad y métodos de ensayo.

anexos

_____ pliego de condiciones

1 CONDICIONES GENERALES

1. 1. OBJETO

El siguiente pliego de condiciones recoge todas las especificaciones técnicas, legales y económicas, referentes a materiales, equipos y sistemas de ejecución, necesarias para una correcta ejecución del proyecto.

En este documento se establecen las condiciones generales, sus características principales y los aspectos legales y administrativos en relación a la normativa vigente para mobiliario escolar.

1. 2. NORMATIVA

UNE EN-1729-1:2015 "mobiliario y sillas para centros de enseñanza. Dimensiones funcionales".

UNE EN-1729-2+A1 "mobiliario y sillas para centros de enseñanza. Parte 2 Requisitos de y métodos de ensayo"

1. 3. PREFERENCIAS Y COMPATIBILIDADES ENTRE DOCUMENTOS

Para una correcta comprensión de todos los documentos de este proyecto y ante la posibilidad de que surjan contradicciones y/o incompatibilidades entre ellos se han establecido las siguientes relaciones de preferencias.

1. 3. 1. DIMENSIONES

Se establece que de cada una de las piezas no comerciales de este producto vengan definidas por el documento "Planos" del proyecto.

1. 2. 2. MATERIALES Y EJECUCIÓN

Se establece que los materiales y la ejecución estén definidos en el documento "Pliego de condiciones" del proyecto.

Todos los materiales deberán tener certificado de sostenibilidad, siempre que sea posible, en el caso de la madera certificado PEFC o FSC.

2. CONDICIONES ESPECÍFICAS

Para la realización del proyecto serán necesarios tanto productos semielaborados como componentes comerciales que no requieren ninguna operación previa a su instalación.

Los proveedores seleccionados deberán garantizar su calidad y experiencia. Se deberá optar por proveedores de primer nivel teniendo en cuenta su localización.

Del mismo modo se verificará que pueden cumplir con las especificaciones establecidas en la fase de diseño. Para ello se les aportará toda la documentación necesaria.

A la hora de realizar los trabajos especificados para la producción se garantizará contar con mano de obra especializada y experimentada en las tareas requeridas. La manipulación se desarrollará cumpliendo todas las normativas de seguridad vigentes.

El transporte de los materiales se realizará bajo condiciones que garanticen que no sufrán ningún tipo de desperfecto.

Una vez recibidos se supervisan todos los materiales y componentes, rechazando aquellos que pudieran ser defectuosos, asegurando así la calidad de los mismos.

2.1 MATERIALES

En la descripción de materiales se especifican los componentes que constituyen el objeto del proyecto, los cuales pertenecen a dos grupos: materiales para la fabricación de piezas y los elementos comerciales adquiridos de proveedores.

Tableros contrachapados de madera de abedul.

Dichos tableros son productos compuestos con una relación resistencia/peso muy positiva, que se utilizan de forma habitual en fabricación y construcción de numerosos productos industriales y ebanistería.

Este tipo de madera artificial se realiza mediante la unión de finas láminas de madera de abedul, entre otros, pegadas con resinas sintéticas mediante la aplicación de presión y calor. Las láminas están colocadas una sobre la otra con las fibras de modo transversal para aumentar la resistencia del conjunto. De entre sus características destaca la resistencia uniforme que posee, su flexibilidad y su facilidad de mecanizado. También el remachado es más fácil respecto a otros tipos de materiales.

Las planchas utilizadas serán de 10 mm de espesor y de dimensiones suficientes para obtener las piezas completas desperdiciando la mínima cantidad de producto.

Tubo de acero.

La estructura del conjunto se fabricará con tubo de acero suave de 12 mm de diámetro. El acero es ideal para las fabricaciones de estructuras y mecanismos dadas sus características de resistencia

2.2 ELEMENTOS COMERCIALES

Para la realización del producto se utilizarán los siguientes elementos comerciales:

Remaches ciegos ranurados de rotura de vástago de 3,2 mm. Los remaches ciegos son idóneos para la fijación rápida, sólida y de calidad de superficies metálicas a madera.

Tacos de goma o conteras

Se incorporarán tacos de goma para amortiguar y evitar rozamiento entre los materiales.

Gomas antideslizantes.

Se adaptarán conteras especiales para sillas, como elemento de seguridad para evitar el deslizamiento.

3. EJECUCIÓN DEL PROYECTO

El equipo de diseño acompañado de los encargados de la fabricación del producto elaborarán un plan para la realización del proyecto considerando a todos los agentes que intervienen en el proceso, tales como proveedores, encargados de montaje y distribución, así como la mano de obra cualificada y el acabado final.

Se tendrá en cuenta el control de calidad tanto de los materiales como del proceso de montaje para obtener el resultado de calidad deseado, para ello se llevará a cabo un control de las pruebas de ensayo con arreglo a las especificaciones recogidas en los distintos documentos del proyecto.

Se exigirá una calidad mínima determinada a todos los productos excluyendo a todos aquellos que no alcancen un resultado óptimo.

presupuesto

presupuesto

Coste directo

Se ha calculado el coste de los componentes necesarios para elaborar el producto. Por un lado se ha calculado el coste de los materiales para las piezas que se van a fabricar, así como las cantidades necesarias para ello y por otro, el precio total de los componentes adquiridos a proveedores. Además se ha calculado el coste de aquellos elementos que pese a que no forman parte directa de los productos son necesarios para su fabricación y el coste de la mano de obra necesaria para la fabricación y ensamblaje

Costes de los materiales			
Material	Cantidad	Precio unidad	Coste
Contrachapado laminado	1,8 m2	21,42 €/m2	6,2€
Tubo acero ø 12	2,6 m	1,65 €/m	4,29€
Total			10,49 €

Costes elementos comerciales			
Componente	Cantidad	Precio unidad	Coste
Contera /taco de goma	4	14,54 €/200 uds	0,29 €
Contera/ tope-guia	6	0,50€	3,00€
Remaches	16	0,15€	2,4€
Total			5,69€

Coste elementos auxiliares			
Componente	Cantidad	Precio unidad	Coste
Imprimación madera	0,1 l	5,6 €/l	0,56 €
Laca fondo	0,1 l	1,20 €/l	0,12 €
Pintura metal	0,5 l	4,17 €/l	2,08 €
Total			2,76€

Coste de mano de obra (fabricación y ensamblaje).				
Operación	Operario	Coste del operario	Tiempo empleado	coste final
Corte de las piezas de madera	Taller madera	15 €/h	0,1h	1,5€
Mecanizado y curvado piezas madera	Taller madera	15 €/h	0,2 h	3 €
Corte piezas metal	Taller metal	15 €/h	0,1 h	1,5€
Mecanizado piezas metal	Taller metal	15 €/h	0,3 h	4,5 €
Ensamblaje	Soldador	15€/h	0,2 h	3 €
Pintado y acabado	Pintor	15€/h	0,2 h	3 €
Total				16,15€

Coste de taller (elaboración de piezas).			
Precio taller	Tiempo empleado		Coste
Madera	5,6 €/h	0,5 h	2,8 €
Metal	6,4 €/h	0,5 h	3,2 €
Pintura	4,6 €/h	0,2 h	0,92 €
Total			6,92€

Coste de Fabricación (unidad)	
Coste de materiales	10,49 €
Coste de elementos comerciales	5,69 €
Coste elementos auxiliares	2,76 €
Coste Taller	6,92 €
Mano de obra directa	16,15€
Total	42,01

Coste indirecto

Los costes indirectos son los que derivan de la producción de una empresa. Para calcularlos se utiliza un ratio estimado ya que este valor es difícil de conocer. Se ha aplicado un sobrecoste del 20% del coste directo.

MOI mano de obra indirecta	
Mano de obra	16,15€
20% de mod	3,23 €
Mano de obra indirecta	3,23€

GG gastos generales	
Mano de obra	16,15€
15% de mod	2,42 €
Gastos Generales	2,42€

CS cargas sociales	
MOD+MOI	16.15€ + 3,23€ = 19,38€
20% MOD+MOI	3,87€
Cargas Sociales	3,87€

Maquinaria (amortización en 10 años)	
Plegadora	150.000€
Moldeadora	200.000€
Molde	50.000€
Coste total	400.000€
Amortización/año	40.000€

Para calcular el coste de la amortización de la maquinaria se ha establecido una producción de 2500 unidades.

Coste Total	
Coste fabricación	42,01€
Maquinaria	40.000€/2.500uni.= 16€ unidad
Mano de obra indirecta	3,23€
Coste Social	3,87€
Gastos Generales	2,42€
Total	67,52€

Beneficio industrial: 15% Coste Total = 10.12 €

Precio Venta Público: CT + 21%CT = 82.70 €

La realización de este presupuesto nos ha permitido conocer el coste final que tendrá nuestro producto. Para calcularlo se ha establecido una producción anual de 2500 unidades, de esta forma cubrimos la amortización de la maquinaria a lo largo de los diez años de la misma.

El precio unitario se sitúa en 67,52 euros y el precio de venta al público tras impuestos es de 82.70 euros. En este punto podemos decir que el precio de esta silla es bastante objetivo.

Si se pudiese aumentar la producción, la parte de la amortización correspondiente se vería reducida lo que nos permitiría reducir el coste total del producto. Esto nos ofrecería dos posibles alternativas, o bien disminuir el precio de venta para ser más competitivos u obtener un mayor margen de beneficios con cada unidad.

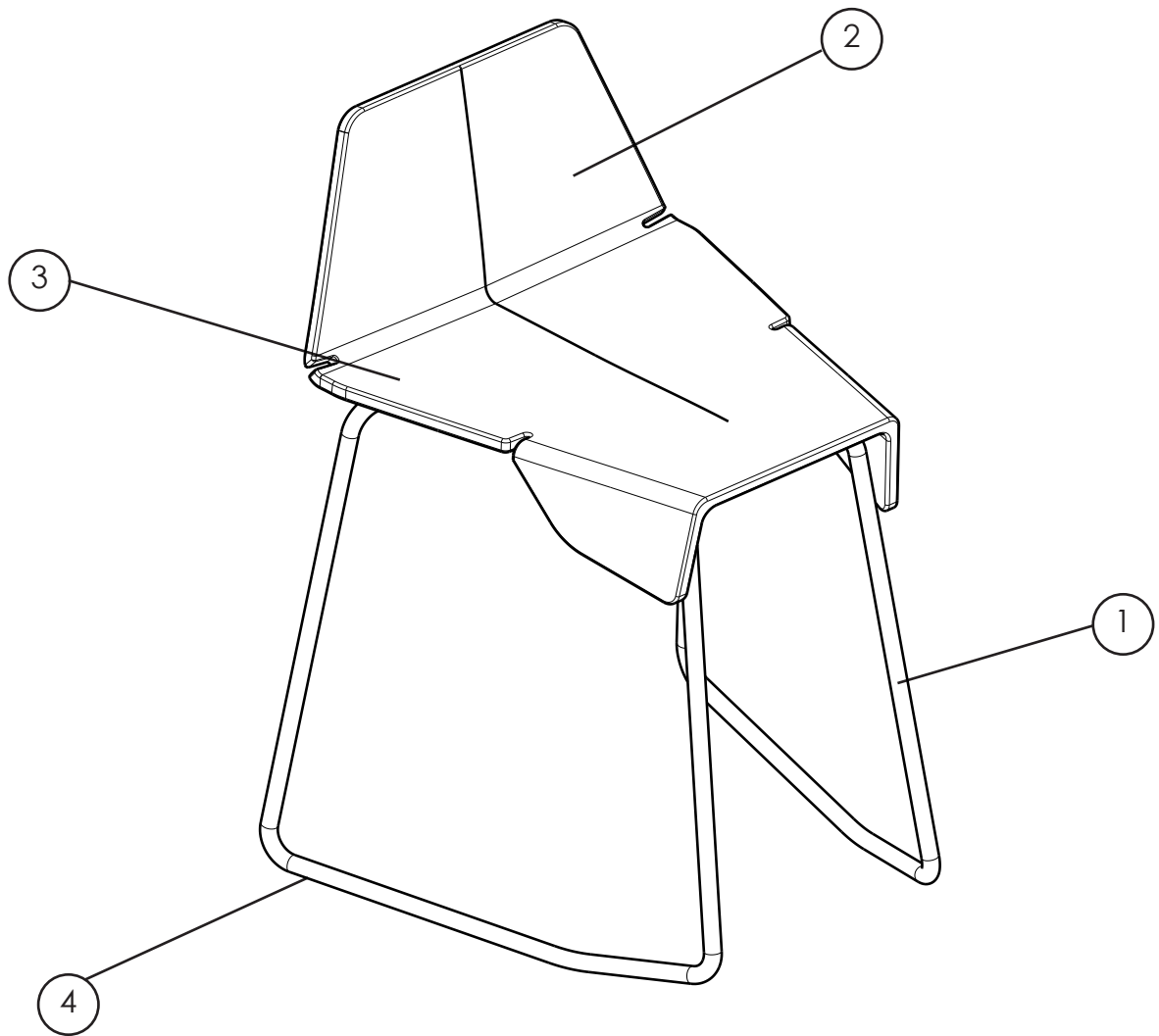
planos


planos técnicos

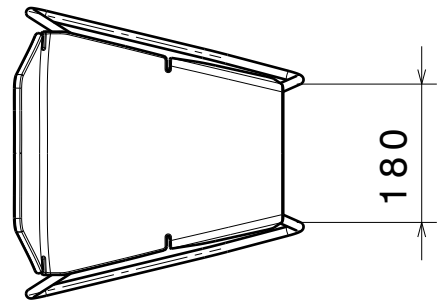
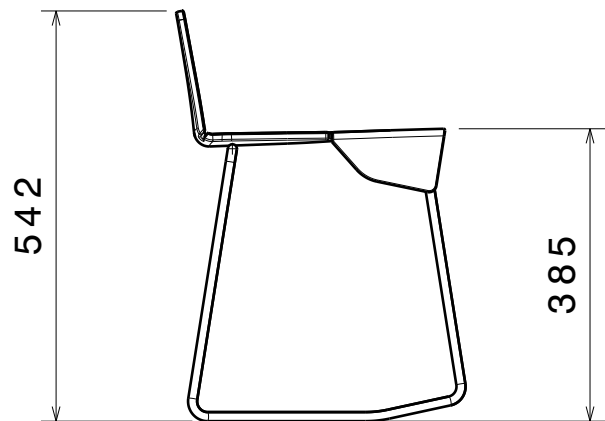
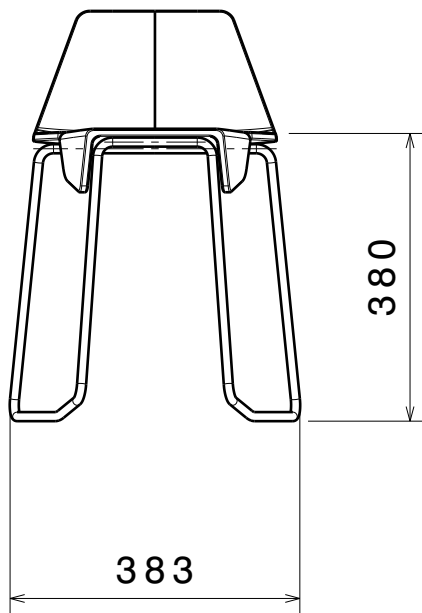
En este apartado del proyecto se adjuntan los planos necesarios para la ejecución del mismo. Se han realizado planos de las piezas que necesitan de producción y del modelo ensamblado, en ellos se detallan las dimensiones y geometría necesarias para definir cada componente de la silla.


INDICE

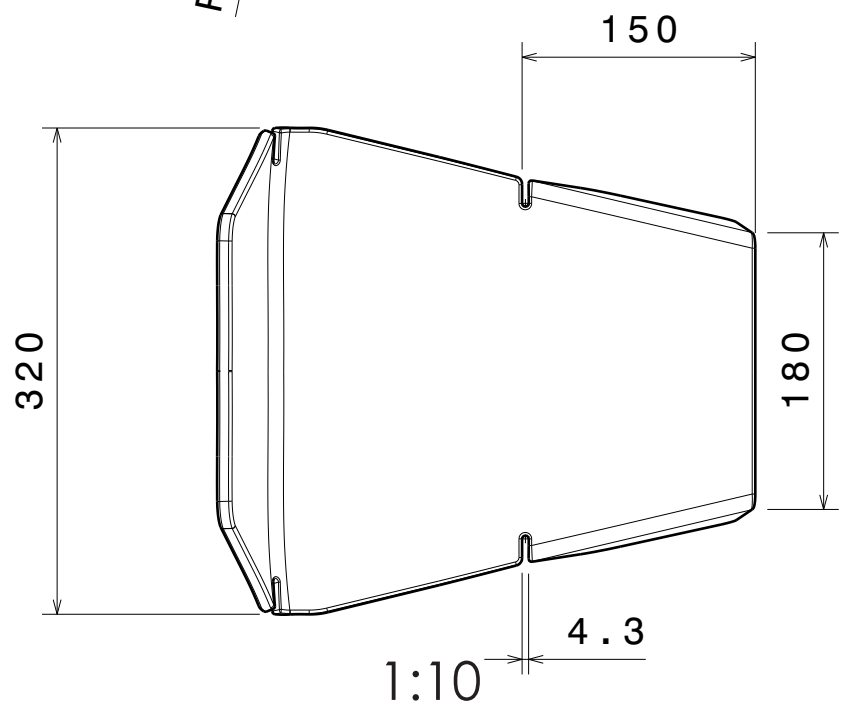
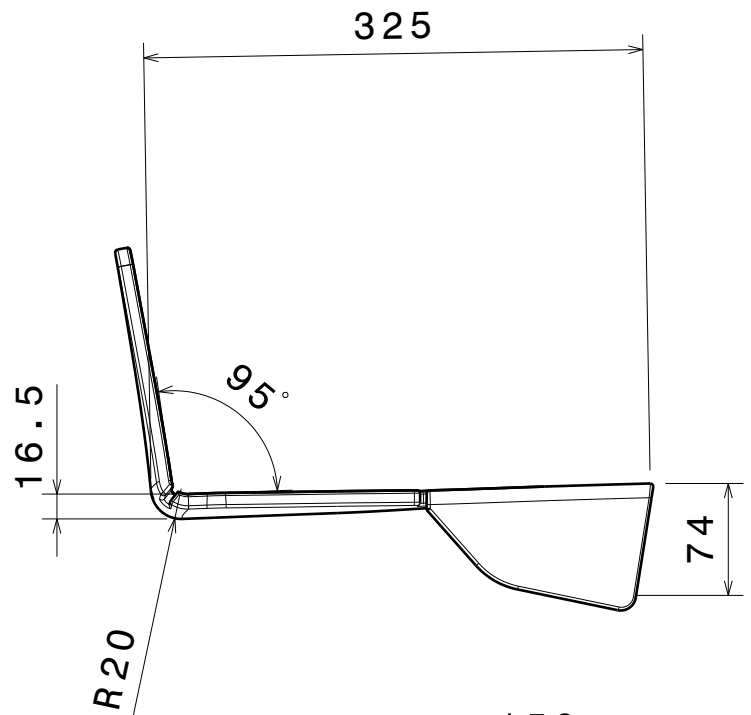
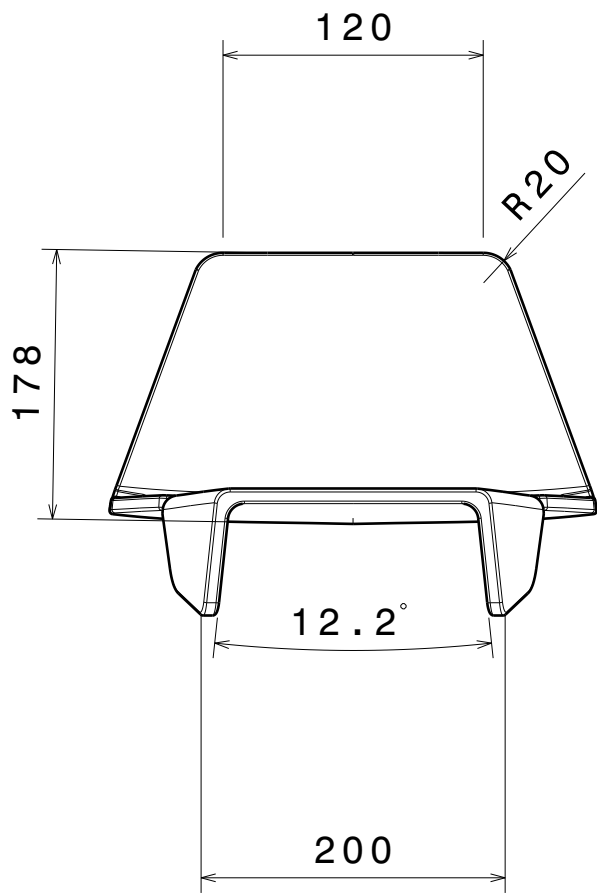
1. Plano 1 Componentes
2. Plano 2 Conjunto
3. Plano 3 Asiento
4. Estructura
6. Despliegue del asiento




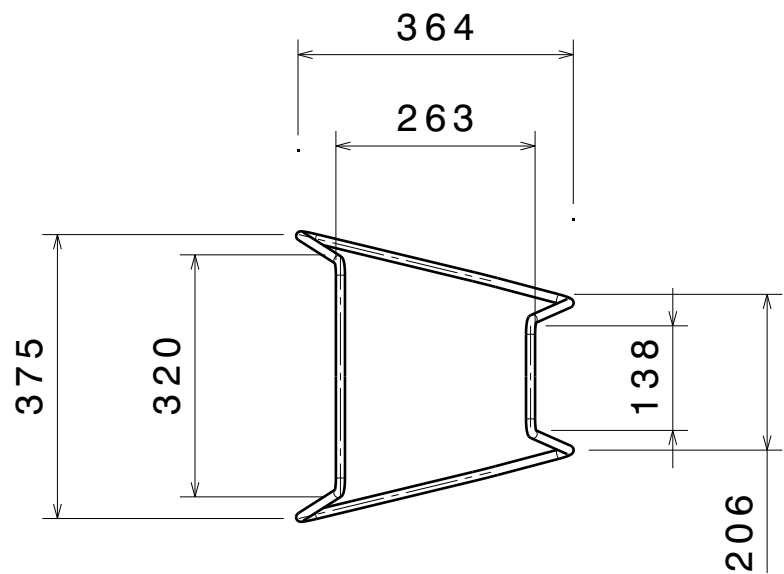
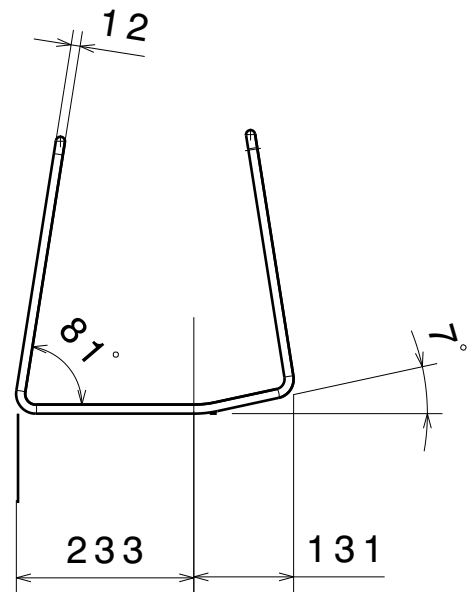
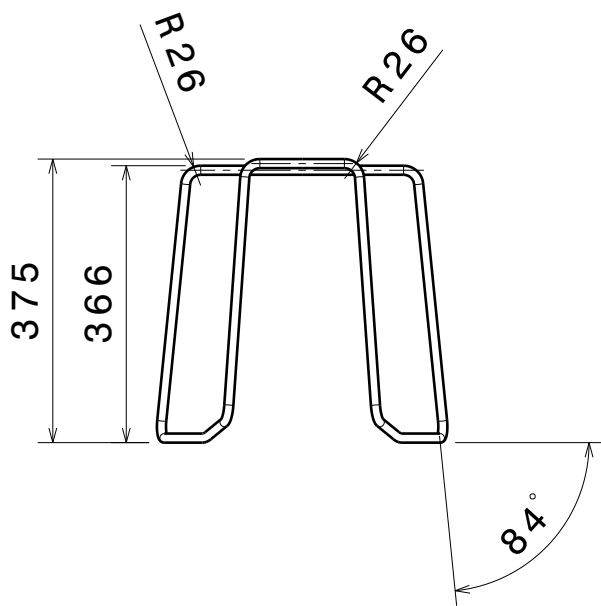
MARCA	DENOMINACIÓN	Nº PIEZAS	PLANO
5	REMACHE	16	-
4	GOMAS ANTIDESLIZANTES	6	-
3	GOMA AMORTIGUADORA	4	-
2	ESTRUCTURA	1	4
1	ASIENTO	1	3
PLANO	CONJUNTO		PROYECTO SWIN
AUTOR Y FIRMA		FECHA	Nº PLANO
ALVARO VAZQUEZ ELENA		07/2018	1
ESCALA	MATERIAL		
1:5	Tolerancias generales según norma ISO 2768. Clase media		




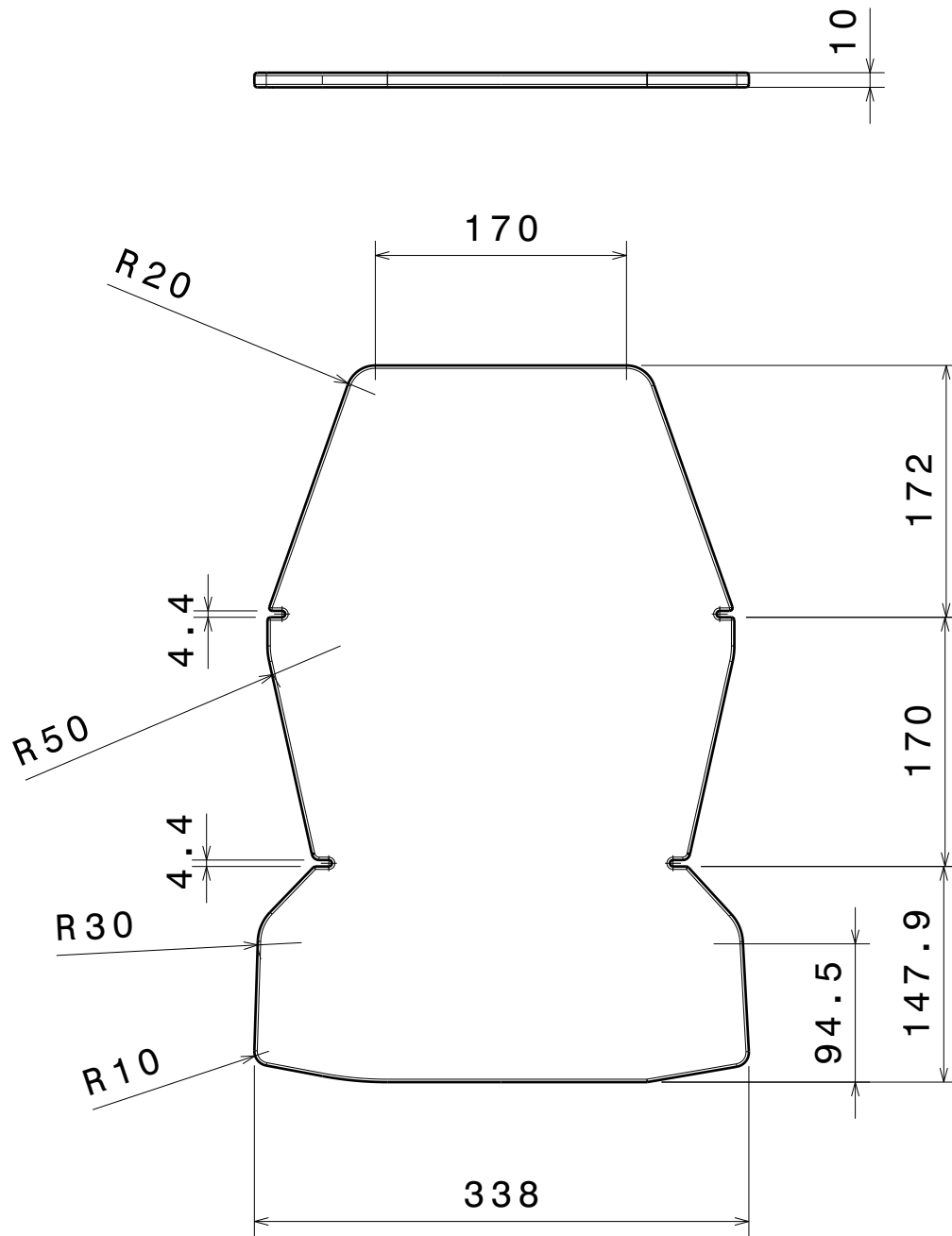
PLANO	SWIN		PROYECTO	SWIN	
AUTOR Y FIRMA	ALVARO VAZQUEZ ELENA		FECHA	07/2018	Nº PLANO 2
ESCALA	1:20	Tolerancias generales según norma ISO 2768. Clase media	MATERIAL	-	



PLANO	ASIENTO	PROYECTO	SWIN
AUTOR Y FIRMA	ALVARO VAZQUEZ ELENA	FECHA	Nº PLANO
		07/2018	3
ESCALA	Tolerancias generales según norma ISO 2768. Clase media	MATERIAL	
1:10		MADERA	



PLANO	ESTRUCTURA	PROYECTO	SWIN
AUTOR Y FIRMA	ALVARO VAZQUEZ ELENA	FECHA	Nº PLANO
		07/2018	4
ESCALA	Tolerancias generales según norma ISO 2768. Clase media	MATERIAL	
1:10		ACERO	



PLANO CONJUNTO		PROYECTO SWIN	
AUTOR Y FIRMA		FECHA 07/2018	Nº PLANO 5
ESCALA 1:5	Tolerancias generales según norma ISO 2768. Clase media	MATERIAL MADERA	

