



Consejería de Educación,  
Cultura y Deporte



Instituto de Educación  
Secundaria Zapatón

# Proyecto de Innovación Tecnológica en Formación Profesional

## *BENEFICIOS DEL RUIDO*

Curso 2011 - 2012

## ÍNDICE

A.- Presentación	2
B.- Antecedentes	3
- Penúltimo estudio de investigación	6
C.- Definiciones	8
- Ruido de color	8
- Ruido Blanco	8
- Ruido Rosa	9
- Ruido Rojo	9
- Resonancia Estocástica	10
- Dopamina	12
D.- Objetivos y grado de consecución	13
E.- Proceso/Desarrollo del proyecto	14
- Bloque1	14
- Fase1.- Documentación, definiciones, bibliografía y puesta en común	14
- Fase 2.- El equipo de audio y la preparación de la Prueba	15
- Bloque 2	17
- Fase 3.- Definición de la prueba	17
- Fase 4.- La prueba	18
- Bloque 3	19
- Fase 5.- Los Resultados	19
- Resultados y exposición de datos globales	20
- Resultados y exposición de datos según el sexo	22
- Resultados y exposición de datos por cursos	24
F.- Conclusiones y limitaciones	26
- Conclusiones	26
- Limitaciones	27
G.- Memoria Económica	28
Anexo 1.- Experiencia de sonido blanco en un vehículo	29
Anexo en CD: Los archivos de reproducción de la prueba	

## A.- PRESENTACIÓN

Denominación del Proyecto de Innovación Tecnológica en Formación Profesional: BENEFICIOS DEL RUIDO

Coordinador del Proyecto: Eduardo Solís Muñoz

Participantes: Pedro Fernández Rey

Juan Carlos Jorge Monllor

Jesús Elías Urbistondo Pérez

Colaboradores: Alumnado de Instalaciones de Megafonía y Sonorización del Ciclo Formativo de Grado Medio Instalaciones de Telecomunicaciones:

Carlos Falagán González

Álvaro Inguanzo Macho

Álvaro Llaca Ruiz

Jacobo Sánchez Saiz

Aurelio Sañudo Toca

Colaboración puntual: Los Orientadores del Instituto Emilio Saro Cobo y Eva María Novoa Pérez y el alumnado de Psicología de 1º de Bachillerato.

## B.- ANTECEDENTES

Durante siglos las madres y los padres han calmado a sus hijos a través de las canciones o nanas. La música calma de una forma natural al niño gracias a sus propiedades estructurales y secuenciales. Cuando la música que utilizamos es continua, con un ritmo y una melodía calmada, provoca un ambiente tranquilizador. Hay estudios que demuestran que este ambiente beneficia de una manera clara la salud de un niño prematuro.

La exposición del bebe al ruido blanco (\*) comienza temprano durante el desarrollo del feto. Ya a las 29 semanas de vida el feto puede escuchar los sonidos dentro del vientre de la madre, se beneficia del ruido blanco existente en el útero debido a los sonidos de la sangre corriendo por el cuerpo, los latidos del corazón, los sonidos del tracto digestivo, el sonido de la respiración, etc. El feto se siente cómodo con estos sonidos. En su ambiente oscuro y mojado este sonido es una sinfonía melodiosa constante. Sin embargo, un bebe prematuro no tuvo la oportunidad de beneficiarse completamente del sonido medioambiental intrauterino. Es por esto que el sonido de ruido blanco ayuda de una forma considerable a mejorar la salud de los bebes prematuros. Hay estudios que demuestran que con el uso de ruido blanco en combinación con melodías musicales especiales, los bebes prematuros, todavía en la incubadora, mejoran su nivel de saturación de oxígeno en la sangre, consiguen un patrón de sueño, ganan peso, facilita el instinto de succión y se produce un crecimiento más rápido del cerebro, y por otra parte, se reduce drásticamente el tiempo de hospitalización del bebe.

Esta técnica es utilizada por muchos padres en los primeros meses del bebe y existen muchas evidencias anecdóticas (ver video 1 y video 2) sobre la utilidad del ruido blanco como técnica para tranquilizarlos y también para dormirlos. Las explicaciones para este fenómeno no sólo es la de que ese

ruido les recuerda a su estancia en el útero y por eso se calman. Hay quién dice que, debido a que el ruido blanco tiende a enmascarar el resto de sonidos, el bebé deja de oírse llorar así mismo y, por tanto, deja de hacerlo. También ocurre que, al estar el bebé ya dormido, el ruido blanco dificulta que el bebé se despierte al escuchar otros sonidos repentinos.

De todas formas, sea cual sea la explicación, lo cierto es que aún son escasas las investigaciones que han estudiado la eficacia del ruido blanco como método para tranquilizar/dormir a bebés aunque, eso sí, respaldan hasta cierto punto los beneficios que nos señalaban los vídeos anteriores.

De los estudios llevados a cabo (la mayoría muy modestos, con pocos participantes y en revistas de escaso impacto) destacamos los siguientes por aportar algo de información sobre el tema:

*Ruido blanco e inducción del sueño:* Se crearon dos grupos de 20 neonatos, entre 2 y 7 años en un experimento aleatorizado. El 80% de los bebés se quedaron dormidos a los 5 minutos en respuesta al ruido blanco en comparación con el 25% que se quedó dormido espontáneamente en el grupo de control. Como conclusión, los autores del estudio recomiendan el ruido blanco como una forma de ayuda para las madres de bebés difíciles.

*Los efectos del ruido blanco en el sueño REM:* Los investigadores observaron un aumento del sueño en fase REM en aquellos individuos expuestos a ruido blanco, sugiriendo la posibilidad de que este ruido participa en la estimulación cerebral y en el procesamiento de información del cerebro durante el sueño.

Con todo lo anterior, podríamos decir que existe alguna evidencia de que el ruido blanco puede ser una medida efectiva para tranquilizar y dormir a los bebés.

Aun así, no se debe abusar de esta técnica especialmente en los recién nacidos. En un experimento que se llevó a cabo sobre crías de ratones se comprobó que aquellas que habían estado expuestas constantemente a un ruido blanco lo suficientemente alto como para enmascarar los sonidos del ambiente pero no lo bastante como para causar daños en la audición, sufrían un retraso en el desarrollo de la región auditiva del cerebro comparado con los ratones que no habían estado expuestos al ruido blanco. ¿Hasta qué punto estos resultados son extrapolables al ser humano? Es muy difícil saberlo. Pero si se abusa del ruido blanco y se aplica constantemente en bebés podría existir una interferencia en la habilidad para escuchar y, por tanto, un retraso en la aparición de sus primeras palabras y causar posibles problemas de aprendizaje.

Es obvio que el ruido blanco de baja intensidad puede favorecer la relajación y el sueño. Es un ruido calmante que puede ayudar a relajarse y dormir. Hay estudios que lo recomiendan como tratamiento simple para algunas personas que tienen insomnio.

También ayuda a aumentar su "umbral de excitación". Esto significa que una persona puede dormir con los ruidos que, de otro modo, le despiertan. El ruido blanco ayuda a cubrir otros ruidos molestos como el tráfico o un vecino ruidoso. Puede ser una solución para algunas de las causas ambientales de los trastornos del sueño.

. Un estudio de 2002 informa de que puede ayudar a las personas con trastorno de estrés agudo o estrés postraumático. También puede ayudar a los trabajadores por turnos que deben dormir durante el día, mejorando la calidad y cantidad de sueño.

Un trabajo de 2005 encontró que el ruido blanco puede reducir los trastornos del sueño en la unidad de cuidados intensivos (UCI) de los pacientes.

Un informe de 2008 concluyó que podría ser útil para estudiantes universitarios.

### **Penúltimo estudio de investigación.**

El 29 de septiembre de 2010, se publicó en la revista de medicina "Behavioral and Brain Functions", el estudio de investigación: "Los efectos del ruido blanco en el rendimiento de la memoria en escolares de falta de atención".

Este trabajo nos ha servido de fundamento para nuestro Proyecto de Innovación, del cual exponemos un extracto y sus conclusiones:

Göran Söderlund de la Universidad de Estocolmo, Suecia, trabajó con un equipo de investigadores sobre los efectos del ruido blanco en niños de edad escolar, y averiguó que reproduciendo ruido blanco en la clase puede ayudar a los niños con falta de atención.

El ruido es considerado, normalmente, como un elemento negativo para el desempeño cognitivo, pero cuando los científicos han relacionado el concepto de resonancia estocástica (\*) y la dopamina (\*) en una instalación con un ruido moderado, se ha comprobado que una cantidad razonable de ruido es beneficiosa para los niños con falta de atención. En realidad se observó que el rendimiento de los niños atentos se ve afectado por el ruido blanco, mejorando el rendimiento de los niños que no pueden ser atentos.

Los investigadores habían probado el efecto del ruido aleatorio en 51 niños de una escuela secundaria en Noruega y, a continuación, retaron a los niños a recordar tantos elementos como fuera posible de una lista que ellos leyeron, en presencia o ausencia de ruido blanco.

Söderlund llegó a la conclusión de que "hubo importantes mejoras en el rendimiento para los niños calificados con falta de atención por sus maestros, y una disminución significativa en el rendimiento para aquellos calificados como atentos cuando aumentaron los niveles de ruido". "Este hallazgo podría tener

aplicaciones prácticas ofreciendo ayuda no invasiva y no-farmacológica para mejorar los resultados académicos de los niños con problemas atencionales".

La explicación que encontraron los científicos es que el fenómeno llamado 'resonancia estocástica' podría ser lo que permitió la mejora en el rendimiento de los niños con falta de atención.

Söderlund dice que "cuando se presenta una señal débil, por debajo del umbral de audición, pasa a ser detectable cuando se agrega el ruido blanco o aleatorio a la señal".

"Nuestro estudio es el primero en enlazar el ruido y la resonancia estocástica a las funciones cognitivas superiores y a la atención".

El científico llegó a la conclusión de que el desempeño cognitivo puede ser influenciado por la estimulación con ruido blanco en un grupo de participantes no clínicos que sufren de falta de atención.

El trabajo de investigación recomienda seguir con los estudios, utilizando más niveles de ruido y añadieron que, si los resultados son positivos, estos podrían ofrecer una forma de mejorar los resultados escolares en los niños con problemas de atención.



(\*)

## C.- DEFINICIONES

### Ruido de Color

Aunque el ruido es una señal aleatoria, puede tener características y propiedades estadísticas. La densidad espectral (potencia y distribución en el espectro de frecuencia), es una de esas propiedades, que pueden ser utilizadas para distinguir los diferentes tipos de ruido. Esta clasificación por densidad espectral da la terminología, con el nombre de diferentes tipos diferentes colores, y es común en diferentes disciplinas, donde el ruido es un factor importante (como en acústica, ingeniería eléctrica y física).

Dependiendo de la forma concreta que tenga su densidad espectral de potencia (PSD, Power Spectral Density), se definen varios "colores" para el ruido, haciendo un paralelismo entre las longitudes de onda del espectro visible y las del espectro audible. De esta forma, los infrasonidos (por debajo de 20 Hz) se equipararían al infrarrojo y los ultrasonidos (>20 KHz) con los ultravioleta.

De esta forma se encuentran y definen ruidos de color: blanco, rosa, rojo, azul, violeta o gris. Existen otros colores como el ruido negro, marrón, etc., pero no existe un amplio consenso sobre cuáles deberían ser sus características espectrales.

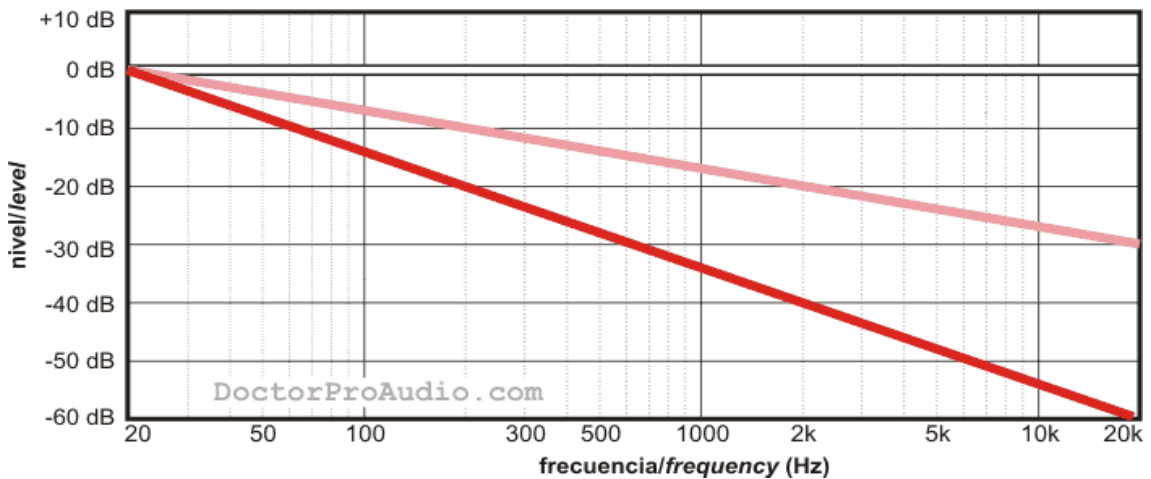
Una vez comprobados todos los ruidos de color, nos hemos centrado en los más comunes en acústica:

**Ruido blanco:** Se define como ruido aleatorio que contiene energía constante a cada frecuencia o más preciso una distribución uniforme de la energía sobre el espectro de frecuencias. El ruido que se oye en una radio FM cuando se sintoniza fuera de una estación emisora, es aproximadamente ruido blanco.

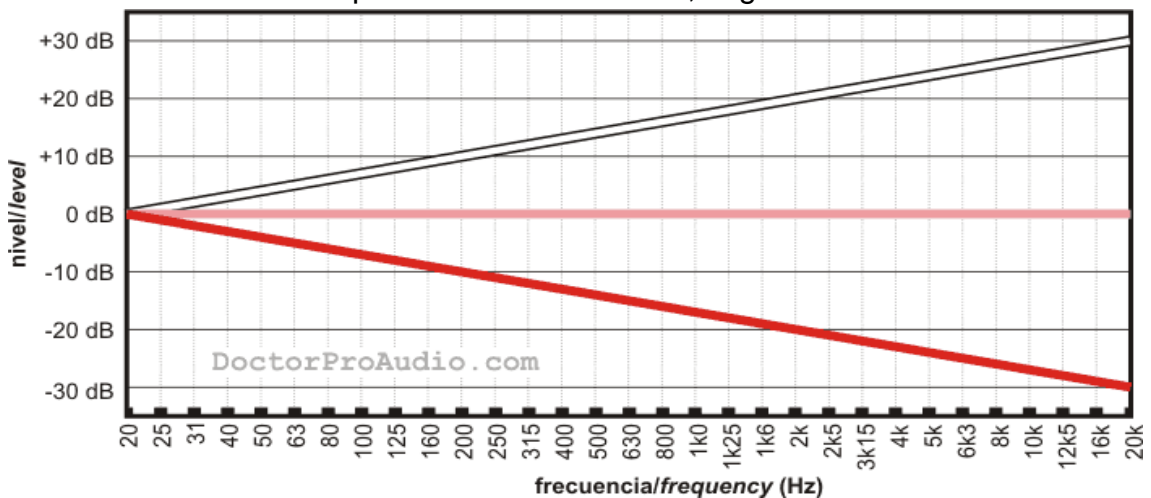
**Ruido Rosa:** Se define como ruido aleatorio con un espectro de frecuencias tal que su densidad espectral de potencia es proporcional al recíproco de su frecuencia, es decir, aquel en el cual su contenido de energía disminuye 3 dB por octava.

**Ruido Rojo:** Se define como un ruido aleatorio con frecuencias predominantemente bajas y medias. Su contenido de energía disminuye 6 dB por octava.

Estos ruidos, si los estudiásemos de una forma física, se representarían gráficamente así:



Si los estudiásemos de una forma fisiológica, es decir, si los estudiásemos como los percibe el oído humano, el gráfico sería:



## Resonancia Estocástica

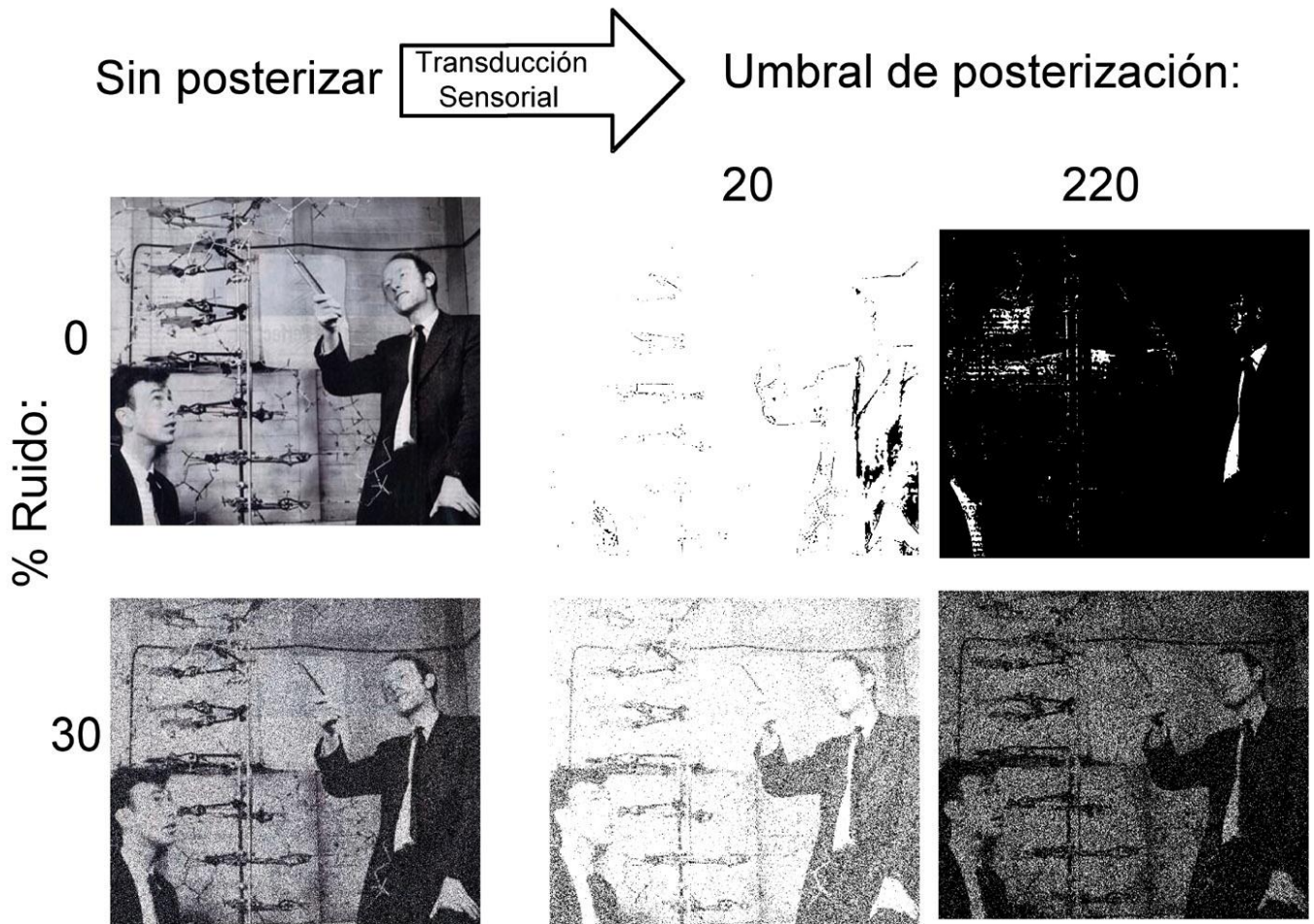
La Resonancia Estocástica es un fenómeno en el cual la respuesta de un Sistema Dinámico a una Perturbación Externa es optimizada por la presencia de un cierto nivel de Ruido.

Para entender el concepto de Resonancia Estocástica, hemos encontrado una definición, con un ejemplo ilustrado muy intuitivo, en un artículo denominado “Ruido Vital” de Juan Carlos Aledo, Profesor titular del Departamento de Biología Molecular y Bioquímica. Facultad de Ciencias. Universidad de Málaga, que dice así:

*“El término resonancia estocástica (RE) fue acuñado por físicos italianos y belgas en la década de los ochenta, en el transcurso de estudios sobre climatología. Hoy día lo empleamos para referirnos a aquellas situaciones en las que el ruido tiene un papel constructivo. Las características del sistema receptor son: a) se trata de sistemas biestables (respuesta de todo o nada), b) existe un umbral, de forma que cuando la intensidad de la señal sobrepasa dicho valor, el sistema evoluciona de inactivo a activo. Ni que decir tiene, que tales requisitos recuerdan las condiciones que se dan en la transmisión del impulso nervioso y, muy posiblemente, la RE está presente en los mecanismos de percepción de los seres vivos (Hänggi 2002, Chemphyschem 3 : 285-290). Pero antes de pasar a ocuparnos de tan complejos sistemas, como son los seres vivos, demos paso a un modelo simple pero ilustrativo de lo que es la RE.*

*Si tienes a mano un ordenador con algún programa de tratamiento de imagen y fotografía, te propongo que lleves a cabo el siguiente experimento. Toma una fotografía y preséntala empleando una gama de grises. Yo he escogido una conocida foto de Watson y Crick junto a su modelo de doble hélice (panel superior izquierda de la figura 1). En esta imagen digital, cada píxel presenta un número comprendido entre 0 (negro) y 255 (blanco). Ahora, imaginemos que esta imagen es un objeto real, del mundo real. ¿Cómo sería percibido por un sistema sensorial que presentara las características antes mencionadas (biestabilidad y umbral)? La biestabilidad implica que cada píxel del objeto real, que recordemos tiene un determinado valor de gris, se va a percibir o bien como blanco o bien como negro, dependiendo de que el valor que tiene asignado en el objeto real supere o no un determinado umbral. Esta transformación de un gris a bien blanco o bien negro, se realiza a veces para conseguir imágenes con mucho contraste, y en la jerga del diseño gráfico se denomina posterizar.*

*En nuestro modelo-metáfora la posterización la identificamos con el proceso de transducción sensorial. Evidentemente, la imagen que el sistema sensorial reconstruya dependerá del umbral de posterización. Si dicho umbral es muy bajo (por ejemplo 20) se obtendrá una imagen muy débil, solamente los píxeles que en el original son muy oscuros (valor inferior a 20) aparecerán reflejados (figura 1, panel central de la fila superior). Si por el contrario, el umbral es alto (por ejemplo 220), prácticamente todos los píxeles del original tendrán un valor de gris inferior a 220 por lo que aparecerán como negro en la posterización (figura 1, panel superior derecho). Tanto si el umbral es alto como si es bajo, la pérdida de información, como se puede apreciar en la figura, es notable.*



**Figura 1.** Papel constructivo del ruido en la percepción. Explicación en el texto.

*¿Qué ocurrirá, cuando en el mundo real (la foto original) además de la señal tengamos algo de ruido? Para averiguarlo, tomemos el original y añadamos ruido. Si utilizas Photoshop ve a filtro y pica en añadir ruido. El programa informático sumará un número aleatorio (positivo o negativo) al número original de cada píxel (panel inferior izquierdo de la figura). Como puedes comprobar, aunque el original pierde, la percepción (posterización) que del mismo se logra tras añadir un 30 % de ruido, mejora considerablemente con respecto a la percepción del original sin ruido (en la figura 1, compárense los paneles de la fila superior con los de la inferior).*

*La explicación a tan espectacular resultado es sencilla. Al valor de gris que tiene asignado cada píxel, el ruido le suma o resta al azar una determinada cantidad. Así, pues, cuando el umbral de posterización es bajo, en las zonas de gris oscuro que están con un valor ligeramente por encima del umbral, aparecerán como blanco en ausencia de ruido. El ruido hace que algunos de estos puntos queden por debajo del umbral y aparezcan negros tras posterizar. Cuando el umbral es alto, una explicación similar da cuenta del fenómeno. En pocas palabras, la RE es esencialmente un fenómeno estadístico.”*

## Dopamina

La Dopamina es una hormona y neurotransmisor producida en una amplia variedad de animales, incluyendo tanto vertebrados como invertebrados.

En el sistema nervioso, la dopamina cumple funciones de neurotransmisor, activando los cinco tipos de receptores celulares de dopamina D1 (relacionado con un efecto activador), D2 (relacionado con un efecto inhibitor), D3, D4 y D5, y sus variantes. La dopamina es producida en muchas partes del sistema nervioso, especialmente en la sustancia negra (zona del cerebro).

La dopamina fue sintetizada artificialmente por primera vez en 1910 por George Barger y James Ewens en los Laboratorios Wellcome en Londres, Inglaterra. Fue llamada Dopamina porque es una monoamina, y su precursor sintético es la 3,4-dihidroxifenilalanina (L-Dopa). En 1952, Arvid Carlsson y Nils-Åke Hillarp, del Laboratorio de Farmacología Química del Instituto Nacional del Corazón en Suecia, pusieron de manifiesto su importante papel como neurotransmisor. Este y otros logros en transducción de señales en el sistema nervioso le valieron a Carlsson el Premio Nobel en Fisiología o Medicina en 2000.

Investigadores argentinos y brasileños de la Facultad de Medicina de la Universidad de Buenos Aires y de la Universidad Católica de Río Grande del Sur determinaron en 2009, que el neurotransmisor dopamina es el responsable de modular la persistencia de la memoria. Esta sustancia es la señal química que sintetiza el cerebro y que actúa en el hipocampo para controlar su perdurabilidad. El hallazgo permitiría que una memoria persista por mayor o menor tiempo y facilitaría el tratamiento de memorias traumáticas. Además, brinda múltiples aportes en el campo del aprendizaje pedagógico.

## D.- OBJETIVOS Y GRADO DE CONSECUCCIÓN

Se han mantenido los mismos objetivos planteados en el Proyecto.

Objetivos	Grado de Consecución
Motivar al alumnado mediante un reto experimental real	Muy satisfactorio
El reto experimental pretende formar al alumnado de una forma integral, no sólo en la capacidad profesional, sino también en aspectos como: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Integración en el Instituto.</li> <li>- Investigación mediante Internet.</li> <li>- Traducción de documentos en inglés.</li> <li>- Preocupación por los demás</li> </ul>	Muy satisfactorio
Adquirir, estudiar e instalar equipos de última generación necesarios para el desarrollo del nuevo módulo de Instalaciones de Megafonía y Sonorización	Muy satisfactorio
Realizar un estudio sobre los beneficios de los diferentes ruidos sobre el desempeño cognitivo del alumnado de diferentes edades.	Muy satisfactorio
Proponer aplicaciones, con ciertos niveles de ruido concreto, en diferentes instalaciones del Centro, como aulas, laboratorios, talleres, gimnasio, etc	Satisfactorio
Realizar un estudio sobre la posible mejora de atención de un conductor sometido a un ruido concreto a bajo nivel	Satisfactorio

## E.- PROCESO/DESARROLLO DEL PROYECTO

El Proyecto se ha dividido en cuatro grandes bloques. El primero transcurrió durante el primer trimestre de curso y fue de preparación. En el segundo bloque, de enero a marzo de 2012, se llevó a cabo la investigación con el alumnado de Educación Secundaria Obligatoria del IES Zapatón, en el tercer bloque, de marzo a junio, se concluyó el estudio estadístico y su valoración y por último, se realizó una experiencia en un vehículo con una muestra de 10 individuos.

### BLOQUE 1

#### Fase 1.- Documentación, definiciones, bibliografía y puesta en común.

A.- En primer lugar se hizo una puesta en común del Proyecto. Se presentó un resumen de la investigación realizada por Göran Söderlund de la Universidad de Estocolmo, Suecia, titulada “Los efectos del ruido blanco en el rendimiento de la memoria en escolares de falta de atención” y se extrajo el documento completo de la revista “Behavioral and Brain Functions”, donde se publicó la investigación el 29 de septiembre de 2010. Este documento se tradujo del inglés y se estudió a fondo. La última conclusión del estudio dice: “De acuerdo con la investigación, nuestros datos muestran que el rendimiento cognitivo puede ser moderado por la estimulación de ruido exterior de fondo blanco en un grupo no clínico de participantes. Esta experiencia debe repetirse en una muestra más grande con más niveles de ruido, pero se ha conseguido una gran aplicación práctica, ofreciendo una forma no invasiva para mejorar los resultados escolares de los niños con problemas de atención”.

B.- Posteriormente, mediante internet, se obtuvieron documentos donde se reflejase los beneficios del ruido, se comentaron y nos dieron una visión histórica de nuestro Proyecto “Los Beneficios del Ruido”.

C.- Al estudiar la investigación de la Universidad de Estocolmo comprobamos que teníamos que buscar definiciones y explicaciones sobre Resonancia Estocástica, Dopamina y Ruido de Color. Se creó una base de datos con documentos explicativos y ejemplos.

D.- Se solicitó al Departamento de Orientación su colaboración para la confección de la prueba que se iba a presentar al alumnado. Les solicitamos la redacción de 96 frases agrupadas en ocho temáticas diferentes (12 por cada tema), cada una consta de un único verbo y un sustantivo singular (por ejemplo, “hacer rodar la pelota”). Este trabajo lo realizaron los profesores Emilio Saro Cobo y Eva María Novoa Pérez con el alumnado de Psicología de 1º de Bachillerato.

E.- Se hizo una búsqueda de todos los ruidos de color que había en Internet. Se escucharon y estudiaron, llegando a la conclusión de que, a priori, sólo experimentaríamos con los ruidos blanco, rosa y rojo. El resto de ruidos tienen una gama de frecuencias demasiado extremas, dando una sensación de intranquilidad y distracción más que otra cosa.

#### Fase 2.- El equipo de audio y la preparación de la Prueba.

A.- Se hizo un estudio con los equipos de audio que había en el Laboratorio de Sonido. Se comprobó las necesidades que existía para conseguir que tres espacios cerrados fueran reverberantes al mismo tiempo, es decir que la presión sonora fuera la misma en todos los puntos de las tres aulas y al mismo tiempo. Se obtuvieron unas conclusiones que nos llevaron a la adquisición de los equipos necesarios y relacionados en la Memoria Económica. En resumen se buscó un equipo de sonorización distribuida de última generación para llegar con la misma presión sonora a cada espacio y luego, equipos 2.1 y 5.1 para el reparto perfecto de audio, es decir, conseguir el espacio cerrado reverberante en cada aula.



G.- Cuando se consiguió el equipamiento se hicieron innumerables pruebas logrando la reverberación perfecta, llegando a las siguientes conclusiones:

Se paso la prueba de recuerdo verbal episódica, con las 12 listas de ocho frases, al alumnado del módulo de Instalaciones de Megafonía y Sonorización. Se utilizó el Programa de Sonido Audacity, mezclando las frases con los tres diferentes ruidos: blanco, rosa y rojo y a distintos niveles de ruido y con diferentes relaciones de señal-ruido.

Se despreció el ruido rojo por tener una gama de frecuencias demasiado basculadas a los bajos produciendo demasiada vibración.

En cuanto a los ruidos blanco y rosa, el alumnado no era capaz de distinguir uno de otro, con lo que llegamos a la conclusión de utilizar el mismo ruido que utilizó el investigador Göran Söderlund, el blanco.

Para los niveles de ruido y señal se experimentó con niveles de 65 dB hasta 95 dB y una diferencia entre ruido y señal, es decir una relación señal-ruido entre 5 dB y 20 dB. Se hicieron diferentes pruebas, se hizo una base de datos y se llegó a la siguiente conclusión: la forma de conseguir los mejores resultados fue teniendo un nivel de señal de voz a 72 dB y un ruido blanco de 77 dB, es decir una señal-ruido de 5 dB. De esta forma la señal era lo suficientemente fuerte para que todos los participantes pudieran percibir el contenido de las frases en ambas condiciones sin error, con ruido y sin él.

H.- Se solicitó colaboración a los tutores de los 12 grupos de la ESO para que nos valorasen el grado de atención de sus tutorados, mediante una escala de siete puntos donde el 1 es “nada atento” y el 7 es “muy atento”.

## BLOQUE 2

### Fase 3.- Definición de la Prueba.

#### A.- Los participantes.

Participaron en el estudio 229 alumnos de Educación Secundaria Obligatoria (118 niñas y 111 niños) de entre 12 y 18 años (media = 15,1). El alumnado pertenece a 12 grupos del IES zapatón, 4 de primero, 3 de segundo 2 de tercero y 3 de cuarto. Los participantes fueron evaluados por sus tutores según sus habilidades de atención, mediante una escala de siete puntos (1 nada atento, 7 muy atento), dando los siguientes resultados:

1	16
2	40
3	43
4	38
5	26
6	40
7	26
	229

La investigación realizada por la Universidad de Estocolmo tiene en cuenta diferentes estudios sobre atención y memorización y divide al alumnado en dos grupos: atentos (escalas 6 y 7) y no atentos (escalas 1 a 5). En nuestro caso: 66 alumnos, el 28,82 % pertenece al grupo de atentos y 163, el 71,18 % al no atentos.

#### B.- Diseño.

Se utilizó un diseño de 2 x 2, donde se compararon los dos grupos de alumnado (atentos y no atentos) con los resultados obtenidos en la prueba con ruido y sin ruido.

También se obtuvieron diferentes gráficas y comparaciones por curso, grado de atención y sexo.

### **C.- Materiales.**

Todos los participantes realizaron una prueba de recuerdo verbal episódica. La propuesta que se tenía que recordar consistió de 96 oraciones, divididas en 12 listas de 8 frases cada una. Cada frase constaba de un único verbo y un sustantivo singular (por ejemplo, “hacer rodar la pelota”). Las frases fueron colocadas de forma aleatoria. En cada lista tenía que haber una frase de cada tema. Cada lista, con sus ocho frases, se grabó en formato mp3 en el estudio de sonido del IES Zapatón, con 2 segundos de silencio entre frase y frase.

Las listas de frases se numeraron del 1 al 12 y se fueron reproduciendo al alumnado. Las listas impares se reprodujeron con un nivel de voz de 72 dB y sin ruido. Las pares se reprodujeron con el mismo nivel de voz mezclado con un ruido blanco de 77 dB, es decir con una relación de señal-ruido de 5 dB. La señal es lo suficientemente fuerte para que todos los alumnos pudieran percibir el contenido de la oraciones en ambas condiciones sin error (es decir el ejercicio fue una prueba de memoria cognitiva, y no una prueba de percepción).

## **Fase 4.- La prueba.**

### **A.- Realización de la prueba.**

Las pruebas se realizaron en aulas generales del IES Zapatón preparadas para que la presión sonora fuera idéntica en todos los puntos de las mismas, es decir eran campos cerrados reverberantes. Los participantes se evaluaron por grupo. Se utilizaron las horas de tutoría de los diferentes grupos, confeccionándose un calendario para la investigación.

La prueba duró 45 minutos, incluyendo la presentación de las instrucciones. Antes de comenzar el experimento propiamente dicho, se reproducían dos frases, con y sin ruido.

El tiempo necesario para reproducir cada lista fue de aproximadamente 1 minuto y 40 segundos. Inmediatamente después de la presentación del último elemento de una lista, el alumnado realizaba una prueba de recuerdo libre en el que escribían, en la cuadrícula correspondiente a cada lista, tantas frases como fuera posible en cualquier orden y en un tiempo aproximadamente igual al de reproducción. El proceso de recordar y escribir se realizaba, también con o sin ruido alternativamente. Así 12 veces, 6 sin ruido y 6 con ruido.

### **B.- Corrección de la prueba.**

Para la corrección del ejercicio, se utilizó un sistema estándar de calificación de la memorización en literatura, donde se califica con 1 punto si el sustantivo coincide exactamente y otro punto si el verbo es parecido. De esta manera cada frase se califica con un máximo de 2 puntos y cada lista con un máximo de 16 puntos. La máxima puntuación que se puede obtener con o sin ruido es de 96 puntos.

## **BLOQUE 3**

### **Fase 5.- Los resultados.**

Los resultados se introdujeron en una hoja de cálculo Excel adjunta a la memoria. Los datos obtenidos nos dan las siguientes gráficas y diagramas divididos en tres exposiciones en documentos anexos:

- Resultados y exposición de datos globales.
- Resultados y exposición de datos por sexo.
- Resultados y exposición de datos por cursos.

## RESULTADOS GLOBALES

Los resultados globales se han representado de tres formas:

- Alumnado según su grado de atención. Gráfico circular.
- Rendimiento: atentos contra no atentos. Gráfico de área.
- Rendimiento en función del ruido y la atención. Gráficos de área y radial.

### Alumnado según su grado de atención

El alumnado de Educación Secundaria Obligatoria del IES Zapatón, en total 229, fue evaluado por sus tutores según su capacidad de atención. Utilizaron una plantilla con sus tutorados en la que había una escala del 1 al 7, donde el 1 era nada atento y el 7 muy atento.

Hemos utilizado el mismo sistema que en la investigación original de la Universidad de Estocolmo. En este estudio hicieron dos grupos: atentos, los que tenían una calificación de 6 y 7; y no atentos, todos los demás.

En nuestro gráfico podemos observar que el 27,9 % lo consideramos atentos y el resto, el 72,1 %, no atento.

### Rendimiento: atentos contra no atentos

En este gráfico hemos enfrentado al alumnado atento contra el no atento, en las dos situaciones posibles: sin ruido y con ruido.

Se observa que el alumnado atento empeora sus resultados un 2,09 % mientras que el alumnado no atento mejora un 6,87 %.

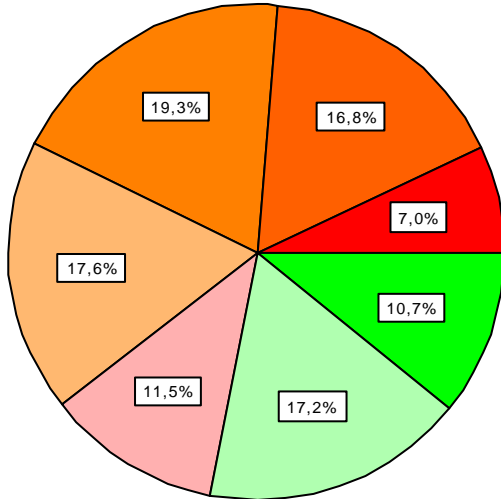
### Rendimiento en función del ruido y la atención

Utilizamos dos gráficos para observar mejor el efecto de ruido en el alumnado atento y no atento.

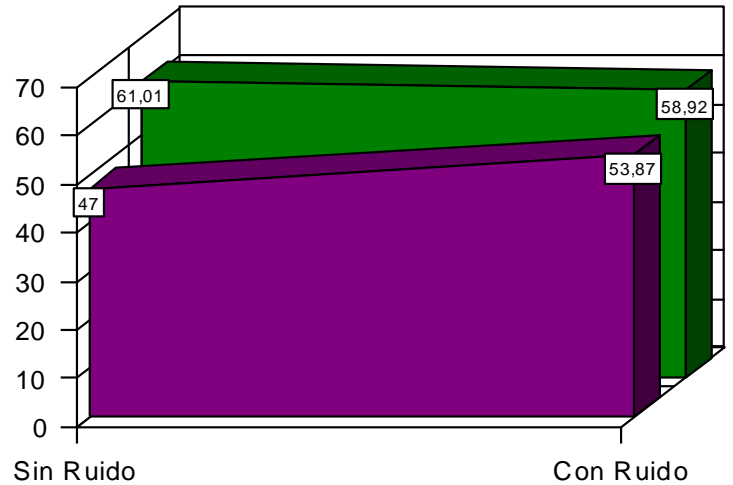
Observamos que el alumnado con una atención de 1, 2, 3, 4 y 5 mejoran sus resultados claramente con diferencias de 9,7%, 6,09%, 7,5%, 7,54% y 3,44%. No es una mejora lineal, pero se observa que los que más mejoran son los nada atentos. Por otro lado, los calificados con 6 y 7 empeoran sus resultados con unas diferencias de 3,1% y 0,56%. Al muy atento no le perjudica prácticamente el ruido.

## EXPOSICIÓN DE LOS RESULTADOS GLOBALES

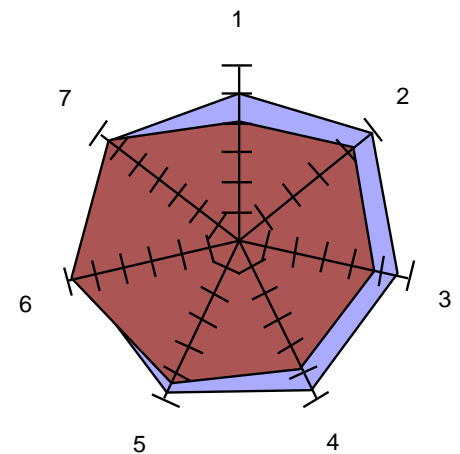
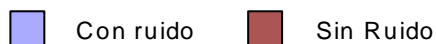
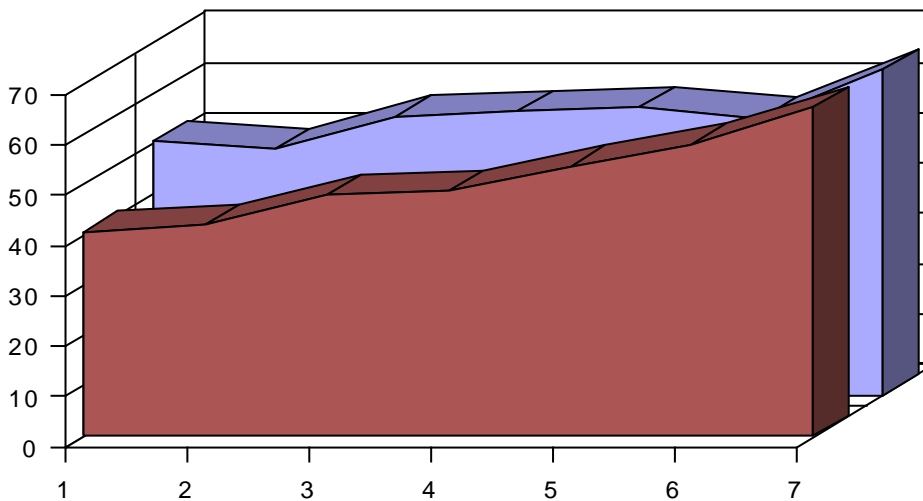
ALUMNADO SEGÚN SU GRADO DE ATENCIÓN



RENDIMIENTO ATENTOS CONTRA NO ATENTOS



RENDIMIENTO EN FUNCIÓN DEL RUIDO Y EL GRADO DE ATENCIÓN



## RESULTADOS SEGÚN EL SEXO

Los resultados según el sexo se han representado de tres formas y cada una dividida en alumnas y alumnos:

- Alumnado según su grado de atención. Gráfico circular.
- Rendimiento: atentos contra no atentos. Gráfico de área.
- Rendimiento en función del ruido y la atención. Gráficos de área y radial.

### Alumnado según su grado de atención

Los tutores evaluaron a 118 alumnas y a 111 alumnos. Consideraron que el 35,6 % de las alumnas son atentas, sin embargo sólo el 21,6 % de los alumnos lo es. Por otro lado el 4,2 % de las alumnas son nada atentas, mientras que en los alumnos hay un 9,9 %.

### Rendimiento: atentos contra no atentos

En los dos gráficos se observa que con ruido hay un empeoramiento en el alumnado atento pero más agudizado en ellas que en ellos. Las alumnas empeoran en un 2,73 % y los alumnos el 1 %.

En cuanto a los no atentos, las alumnas mejoran con ruido en un 7,67 % y los alumnos el 6,17 %.

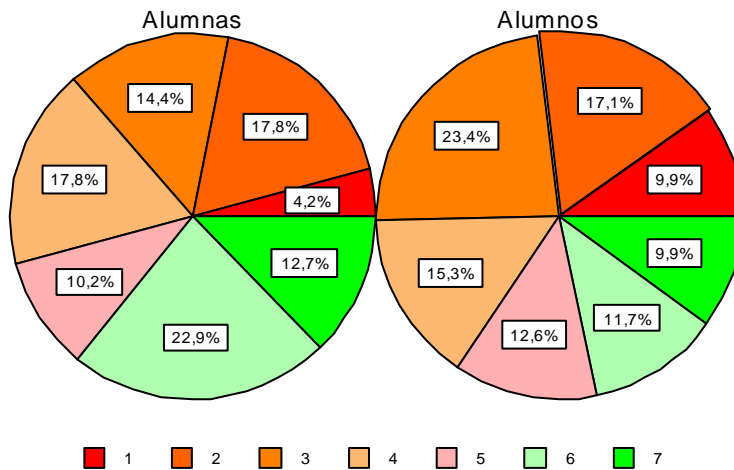
### Rendimiento en función del ruido y la atención

Si comparamos la diferencia entre la prueba sin ruido y con ruido de las alumnas no atentas (1, 2, 3, 4 y 5): 13,75%, 7,24%, 8,09%, 7,58 y 5,47% respectivamente con la de los alumnos: 7,86%, 6,52%, 6,73%, 7,28% y 1,71%, se observa que las alumnas mejoran más en todos los sectores. Más lineal en ellas que en ellos.

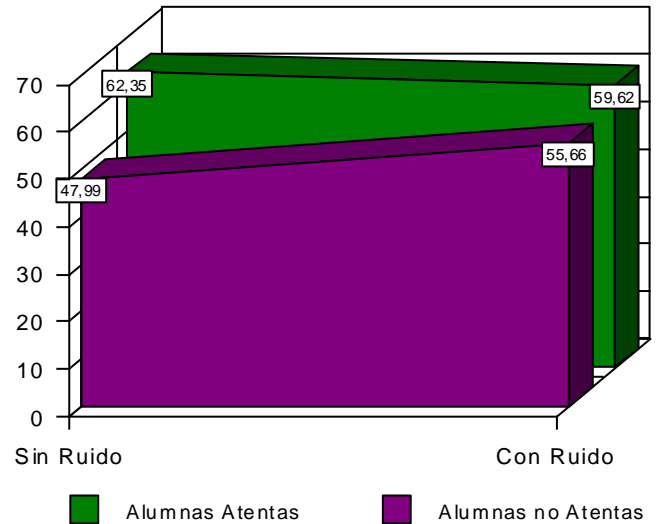
En el caso del alumnado atento (6 y 7), las alumnas con 6 empeoran en un 4,32% y las de 7 mejoran en un 0,14%. A estas últimas no les influye el ruido. Por otro lado los alumnos con 6 bajan su rendimiento en un 0,57%, mientras que los de 7 bajan un 1,51%.

## EXPOSICIÓN DE LOS RESULTADOS SEGÚN EL SEXO

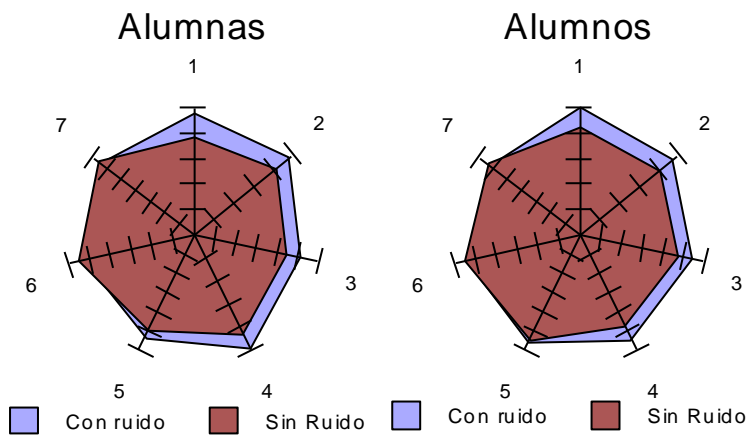
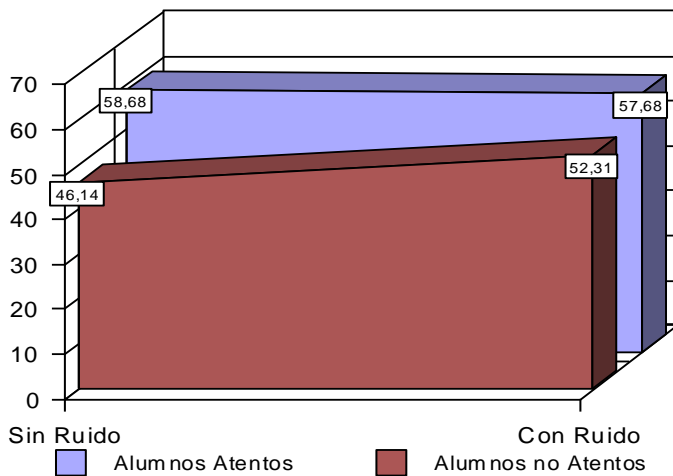
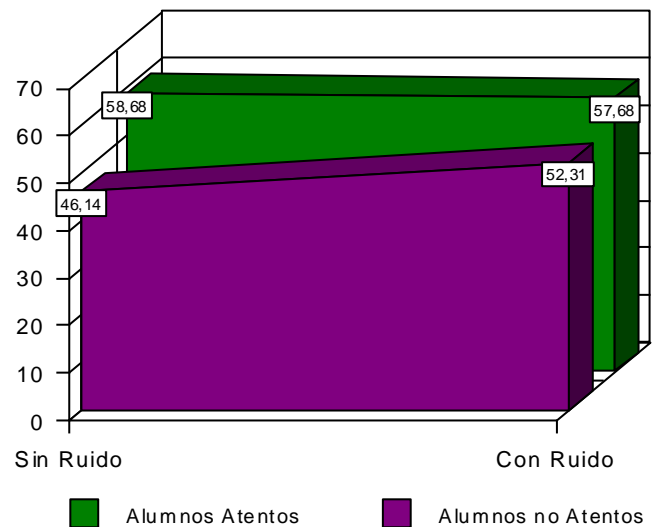
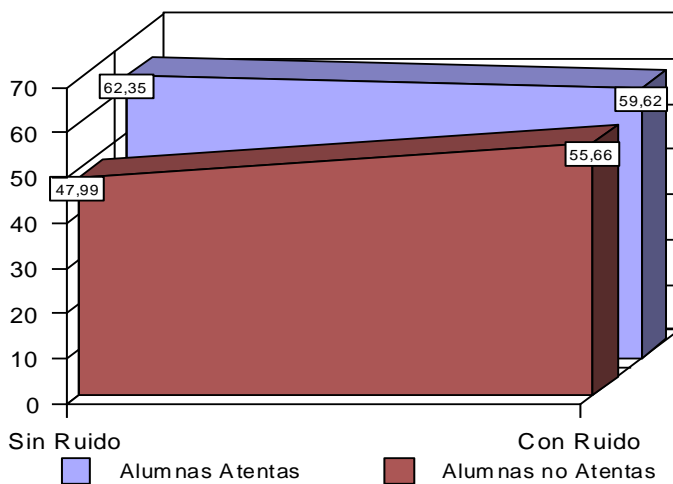
ALUMNADO SEGÚN SU GRADO DE ATENCIÓN



RENDIMIENTO EN FUNCIÓN DEL RUIDO Y EL GRADO DE ATENCIÓN



RENDIMIENTO ATENTOS/AS CONTRA NO ATENTOS /AS





## RESULTADOS POR CURSOS

Los resultados por cursos se han representado de tres formas y cada una dividida en alumnas y alumnos:

- Alumnado según su grado de atención. Gráfico circular.
- Rendimiento: atentos contra no atentos. Gráfico de barras.
- Rendimiento en función del ruido y la atención. Gráficos de barras.

### Alumnado según su grado de atención

Según los tutores el curso con alumnado más atento es 1º ESO con un 32,8% y el que menos 4º ESO con el 20,6%. 2º ESO y 3º ESO tienen unos porcentajes de 32,1% y 30,4 % respectivamente.

### Rendimiento: atentos contra no atentos

En todos los cursos el alumnado, considerado como no atento, mejora el rendimiento con el ruido. En 1º un 5,17%, en 2º el 5,99%, en 3º 5,6% y en 4º 9,86%.

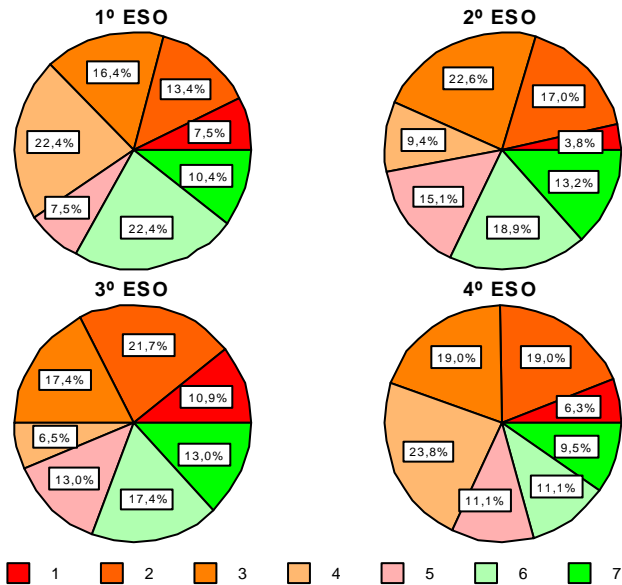
El alumnado atento empeora con el ruido en todos los cursos, menos en 1º ESO, que mejora en un 0,52%. En 2º y 3º empeora un 2,45% y un 2,09% respectivamente, mientras que en 4º empeora el 6,09%.

### Rendimiento en función del ruido y la atención

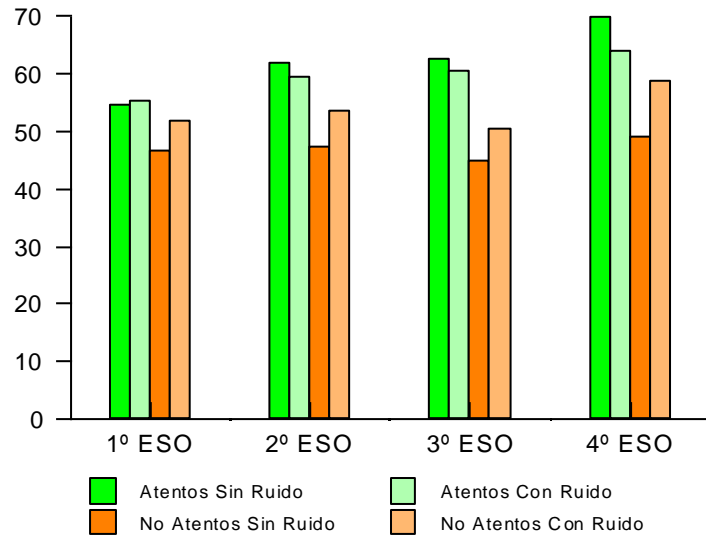
Al observar los gráficos de barras, destacar las pequeñas variaciones que se ven en 1º ESO. Más escalonadas en 2º y 3º y grandes diferencias entre los valores con ruido y sin ruido en 4º ESO.

## EXPOSICIÓN DE LOS RESULTADOS POR GRUPOS

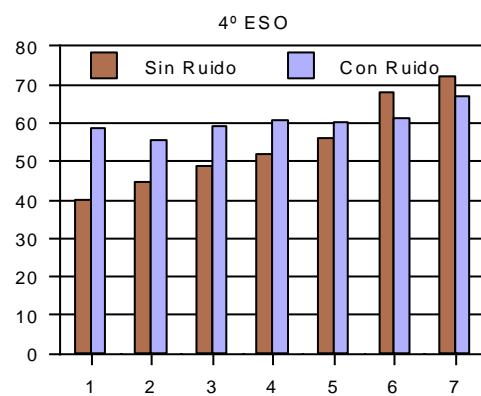
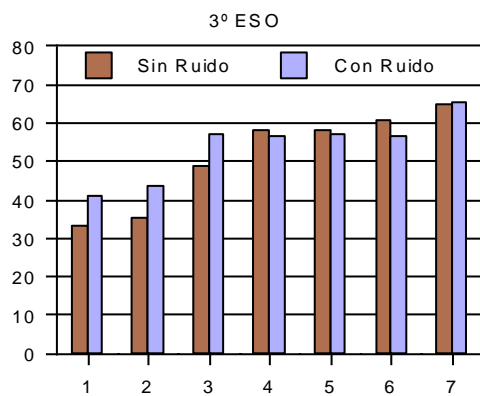
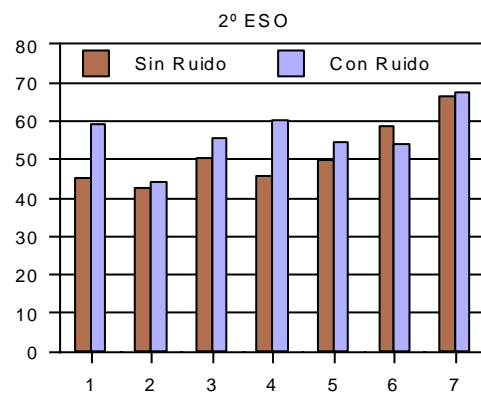
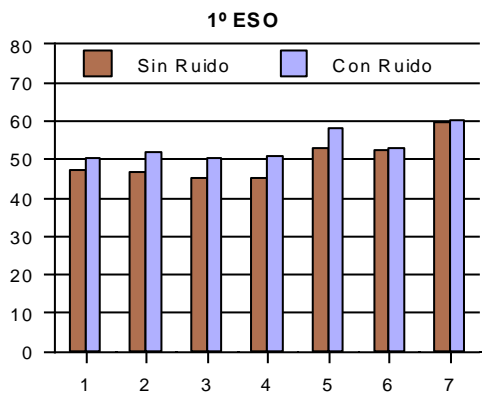
### ALUMNADO SEGÚN SU GRADO DE ATENCIÓN



### RENDIMIENTO ATENTOS CONTRA NO ATENTOS



### RENDIMIENTO EN FUNCIÓN DEL RUIDO Y LA ATENCIÓN



## E.- CONCLUSIONES Y LIMITACIONES

### Conclusiones

El presente estudio sugiere que el rendimiento cognitivo del alumnado puede ser modificado por la estimulación de ruido exterior de fondo blanco.

El alumnado calificado como no atento mejora claramente en todos los casos, habiendo grupos que mejoran más del 13 %. Por otro lado, se comprueba que, en cierta medida, se perjudica al alumnado atento, en casi todos los casos es muy pequeña, pero perceptible. Queda claro, que los grupos atentos y no atentos se igualan en rendimiento utilizando niveles ajustados de ruido blanco en estos últimos.

Podría tener aplicaciones prácticas ofreciendo una ayuda no invasiva para mejorar los resultados académicos del alumnado con problemas de atención.

Para casos individuales de falta de atención, se podría actuar medioambientalmente con un nivel de ruido blanco específico para cada caso, mejorando el rendimiento en tareas cognitivas. En el mercado existen equipos de ruido blanco o se puede conseguir el archivo de audio en internet y reproducirlo por un equipo, pero consideramos que esta es una medida buena para otros casos. Para un alumno de secundaria recomendamos reproducir una música a un nivel sonoro muy moderado y de ritmo repetitivo, constante y con un rango dinámico muy estrecho, es decir que haya muy poca diferencia entre el sonido más fuerte y el más débil.

Para un grupo, ante una tarea cognitiva, sería beneficioso un ruido blanco de nivel bajo. Hay que tener la precaución de que todo el alumnado del grupo debe tener problemas de atención.

Es obvio, que tener la posibilidad de mejorar la atención por la audición, cuidadosamente controlada, de ruido blanco en el alumnado distraído, tiene una enorme importancia.

### Limitaciones

El presente estudio tiene varias limitaciones.

En primer lugar, las calificaciones de los grados de atención del alumnado, se fundamentan en un solo elemento: la opinión de los tutores.

En segundo lugar, sólo se investigó profundamente con un nivel de ruido. Sería interesante incluir diferentes niveles de ruido para comprobar con más datos la resonancia estocástica.

·En tercer y último lugar, sólo se experimentó con una prueba de la capacidad cognitiva. En futuras investigaciones se podría estudiar, si los efectos encontrados en este estudio, se generalizan a otro tipo de tareas como las que comprueban las funciones ejecutivas o la inhibición.

## G.- MEMORIA ECONÓMICA

El 25 de marzo de 2011 se selecciona por parte de la Dirección General de Formación Profesional y Educación Permanente el proyecto de este Instituto “Beneficios del Ruido”, con un presupuesto de 4.400 €.

Los gastos se han ajustado prácticamente a lo previsto, necesitándose una pequeña aportación del Departamento de la Familia Profesional de Electricidad y Electrónica de 386,46 €, cubriéndose las siguientes fases:

1.- Equipo de última generación para la distribución correcta de la señal de audio entre diferentes aulas.

2.- Equipos 2.1 y 5.1 para conseguir que en todos los puntos del aula exista la misma presión sonora.

3.- Equipo de audio para coche.

### Gastos realizados:

1.- Equipamiento modular de la Serie Demos2 de EGI	2.108,83.
2.- Equipamiento 2.1 y 5.1 PIXMANIA	1.282,36.
3.- Equipamiento para coche WORTEN	665,13.
	Total 4.056,32.
	+ 18% IVA 730,14.

Nota: Se adjunta comprobantes.

## **ANEXO 1.- Experiencia de sonido blanco en un vehículo.**

Se adquirió un equipo de coche, con el que se experimentó en el laboratorio, simulándose situaciones reales. Se mejoró la concentración con pequeños niveles de sonido de ruido blanco.

Posteriormente se preinstaló este equipo en un vehículo y se sometió a 5 alumnos a una conducción con y sin ruido blanco. Terminado el ejercicio se les sometió a una prueba oral en la que se tenía que recordar las señales de tráfico verticales que había en el trayecto.

En la experiencia no han participado más alumnos por falta de carné de conducir, resultando escasa la muestra.

Los resultados obtenidos no son concluyentes, debiéndose replantear la experiencia con mayor número de participante y con un trayecto mejor diseñado.