

APRENDIENDO A SER CIENTÍFICO

HACIENDO INVESTIGACIÓN:

INFLUENCIA DEL DESAYUNO

Y DEL DORMIR EN

EL RENDIMIENTO INTELECTUAL

# **INDICE**

## **1. APRENDIENDO A SER CIENTÍFICO**

### **1.1 COMO TRABAJA LA CIENCIA**

### **1.2 COMO TRABAJAN LOS CIENTÍFICOS**

### **1.3 UN EJEMPLO DE INVESTIGACIÓN REAL EN CLASE**

## **2. HACIENDO INVESTIGACIÓN**

### **2.1 INVESTIGACIÓN 1: INFLUENCIA DEL DESAYUNO EN EL RENDIMIENTO INTELECTUAL**

### **2.2 INVESTIGACIÓN 2: INFLUENCIA DEL TIEMPO DORMIDO EN EL RENDIMIENTO INTELECTUAL**

## **3. EPÍLOGO**

## **4. APÉNDICES**

# **1. APRENDIENDO A SER CIENTÍFICO**

*(El alma del poeta se orienta hacia el misterio, solo el poeta puede mirar lo que está lejos)*

Nuestra aventura científica comenzó el primer día del curso, en clase de Química, cuando nuestro profesor comenzó explicando: la Química es una Ciencia Experimental que estudia. . . De lo que estudia la Química nos ocuparemos todo el curso, afirmó el profesor, pero en estos 3 primeros días vamos a dedicarnos a llenar de contenido, a dar significado, a esas 2 primeras palabras, CIENCIA y EXPERIMENTAL, que introducen el concepto de lo que es Química.

Y efectivamente dividió el contenido de estas explicaciones en 3 apartados que desarrollamos en esos 3 primeros días:

1º) Cómo trabaja la CIENCIA (con mayúsculas): su filosofía, su método de trabajo, la forma en que debe conducirse para poder afirmar que un conocimiento es científico, cómo avanza ese conocimiento y sus limitaciones, . . .

2º) Cómo trabajan los científicos: como ser científico es ser investigador, seguiremos el recorrido de un investigador imaginario, los caminos que tiene que seguir y los pasos que tiene que dar cuando en su laboratorio o en el campo realiza sus investigaciones.

3º) Realización de una investigación real en nuestra propia aula: que permitirá ver la realidad de lo que es una investigación, los pasos a seguir y los documentos a cumplimentar en la redacción del informe experimental, a la vez que se inculca la idea de que cualquier cosa o fenómeno puede ser objeto de investigación y de que cualquiera, incluidos nosotros, podemos ser investigadores científicos, que investigar no es sólo cosa de unos "científicos" un poco locos que trabajan en unos laboratorios con aparatos muy raros.

El contenido de estos apartados, de lo que se explicó y se discutió en clase, se desarrolla a continuación:

## **1.1 CÓMO TRABAJA LA CIENCIA**

*(La tormenta es presagio de bonanza, del desengaño surge la esperanza...)*

¿Qué es la Ciencia?. ¿Qué es lo que distingue a una disciplina científica de otra que no lo es?. ¿Qué tienen en común la Física, la Química, la Biología, la Geología, la Sociología, la Psicología, etc., además de que a todas las llamamos Ciencias? Lo que es Ciencia, lo que distingue a una disciplina

científica de otra que no lo es, lo que todas Ciencias tienen en común es que todas siguen, en la adquisición de sus conocimientos, el mismo método, el método que denominamos CIENTÍFICO o HIPOTÉTICO-DEDUCTIVO-EXPERIMENTAL y que podemos decir, de forma resumida, que sigue los cuatro pasos siguientes:

**1º) Observación y medida de lo que ocurre en el entorno.**

El hombre tiene sentidos y no puede sustraerse a la observación de lo que sucede a su alrededor. Incluso, inventa aparatos para observar mejor, como microscopios, telescopios, espectrógrafos etc. Además, para hacer las observaciones con mayor precisión utiliza aparatos de medida como la balanza, el reloj, la probeta, etc. La Ciencia no sólo observa, también toma nota y cuantifica para, así, poder hacer comparaciones.

Vamos a seguir como ejemplo, los pasos que el hombre (la humanidad), como científico, ha seguido para estudiar y comprender un fenómeno tan cercano a nosotros, como es el movimiento de los cuerpos. Desde el momento en que el hombre observa que los cuerpos de su entorno y él mismo se mueven, enseguida se da cuenta de que si quiere dar sentido al movimiento de los astros en el firmamento, de un cuerpo que cae en la Tierra o a cualquier otro tipo de movimiento, no le queda otra alternativa que la de que esas observaciones queden plasmadas en unos datos recogidos a partir de unas medidas. Es decir, observación y medida van juntas, si queremos hacer Ciencia.

Hemos tomado como ejemplo el movimiento, fenómeno que estudia la Física, pero igual podríamos haber tomado la constitución de las sustancias y su transformación, que estudia la Química, o la formación de tribus, poblados, ciudades, grandes urbes, etc., que estudiaría la Sociología, etc., el método sería el mismo.

**2º) Elaboración de teorías.**

Pero el hombre, además de observador de su realidad circundante, es sujeto pensador, y consecuentemente, tampoco puede evitar el hacerse preguntas de por qué las cosas suceden así y no de otra manera, de explicarse las causas de los fenómenos observados. Para ello se elaboran las Teorías, que contienen los conceptos, leyes, principios, modelos, etc., con los que se da explicación a los acontecimientos que suceden.

Así, para explicar el movimiento, utilizamos, conceptos (masa, tiempo, velocidad, aceleración, fuerza, etc.), leyes (como la de la Gravitación Universal o las de Newton), principios (como el de la conservación de la energía), modelos (como el del cuerpo rígido), etc. Por ejemplo: para explicar el

movimiento de caída de los cuerpos en la Tierra decimos que, según la ley de la "Gravitación Universal", la "fuerza" gravitatoria, hace que los cuerpos adquieran una "aceleración", aumentando progresivamente su "velocidad".

En este punto conviene insistir en la distinción entre lo que es observación, que pertenecen al mundo de la realidad, y lo que es teoría, que pertenecen al mundo del pensamiento (no tienen realidad manifiesta), ya que muchas veces se confunden. Por ejemplo: si 2 coches chocan contra una pared y el uno rompe 20 ladrillos y el otro 50, decimos que el golpe del 2º coche ha sido más "fuerte", pero la fuerza no tiene existencia real, lo único real son los ladrillos rotos y la "fuerza" no es más que el concepto con el que damos explicación a los ladrillos rotos.

Igualmente podríamos argumentar si queremos explicar, por ejemplo, la oxidación del hierro. Lo real es que el hierro se oxida y forma un polvillo que llamamos óxido de hierro, y otra cosa es la teoría que lo explica y que incluye conceptos como el de oxidación y reducción, modelos como los de átomos, moléculas o iones, leyes como las que rigen la unión entre átomo o iones, etc.

### **3º) Formulación de hipótesis.**

Pero el hombre no elabora teorías sólo para explicar lo que ya ha sucedido, lo que ya se ha observado. Más bien, tenemos que decir, que aunque las teorías se inducen a partir de los datos recogidos de lo observado, a la vez que se les da explicación, el auténtico sentido de las teorías es que puedan predecir, mediante deducciones, lo que sucederá en el futuro o cómo puede comportarse un fenómeno no observado hasta ahora. Cuando un científico formula una hipótesis, lo que hace es una conjetura, una proposición, deducida de la teoría, acerca de qué o cómo sucederá algún fenómeno.

Por ejemplo, siguiendo con el ejemplo del movimiento, si un móvil va a 10 m/s y otro va a 8 m/s y los dos salen del mismo punto y en la misma dirección y sentido, podremos formular la siguiente hipótesis:

"El primer móvil se aleja del segundo 2 m cada segundo".

Otra hipótesis semejante que podría formularse, si uno de los cuerpos es la luz (que viaja a 300.000 km/s) y el otro un astro que se mueve desde el mismo punto a 100.000 km/s en la misma dirección y sentido, es:

"La luz se aleja del astro 200.000 kilómetros cada segundo".

Para que la predicción sea completamente precisa, no basta con decir que un cuerpo se aleja del otro, tenemos que indicar la cantidad de lo que se aleja y en cuanto tiempo, sólo si decimos que se aleja 2

m (u otra cantidad) cada segundo la predicción es completa. Es decir, para que una hipótesis pueda ser considerada como científica, con suficiente valor de predicción, debe contener variables que de una u otra forma puedan medirse. Además, sólo si las variables de la hipótesis se pueden medir, estaremos en condiciones de poder comprobar si lo que se formula en la hipótesis es verdadero o falso, si nos hemos equivocado o no en nuestras predicciones hipotéticas.

#### **4º) Realización del experimento.**

Pero, ¿para qué comprobar si la hipótesis es verdadera o falsa?. ¿Es que tenemos dudas de sí los razonamientos realizados a partir de la teoría son los adecuados o de sí la misma teoría es válida?. Efectivamente, y es que, aunque tanto las inducciones para pasar de las observaciones a las teorías como las deducciones para pasar de las teorías a las hipótesis, se hayan realizado siguiendo las más estrictas normas de la lógica, hemos de admitir, que en este mundo nada hay perfecto, y que, por tanto, ni siquiera las teorías científicas tienen la garantía de la perfección. Cuando un científico realiza un experimento, lo que hace es tratar de comprobar, con la realidad de los hechos, si lo que predice la hipótesis es verdadero o falso, y lo hace porque la Ciencia no se fía de sus razonamientos y teorías, necesita comprobar si sus predicciones hipotéticas son, efectivamente, ciertas.

Cuando a partir de una teoría un científico formula una hipótesis y, a continuación, realiza el experimento para comprobar si se verifica o no, pueden suceder, naturalmente, 2 cosas:

a) Que la hipótesis se confirme con el experimento. En este caso no sólo se habrá confirmado la hipótesis concreta, también se habrá confirmado que la teoría general de la que se dedujo sigue siendo válida para la explicación y predicción de fenómenos.

b) Que la hipótesis no se confirme con el experimento. En este caso, no sólo no se habrá confirmado la hipótesis concreta, también se habrá llegado a la conclusión de que la teoría, origen de la hipótesis, no es válida, al menos para explicar el fenómeno al que se refiere la hipótesis.

Es preciso destacar que para la Ciencia es más importante que surja la sorpresa de que una hipótesis no se confirme, ya que, una hipótesis no confirmada es el medio en el que se basa la Ciencia para avanzar. Si una hipótesis se confirma, también pensaremos en la bondad de la teoría de la que se dedujo y que, por tanto, no hay que modificarla. Pero si una hipótesis no se confirma, de la misma manera, pensaremos que la teoría de que procede no es suficientemente válida y que, por tanto, hay que modificarla o cambiarla por otra que, necesariamente, será mejor que la anterior, ya que deberá explicar tanto lo que ya explicaba la anterior teoría como el nuevo fenómeno a que se refiere la hipótesis no

confirmada. El descubrimiento científico que supone una hipótesis que, sorprendentemente, va en contra de lo esperado, hará posible el avance teórico de la Ciencia Y así, sucesivamente, ha de suceder con cada nueva teoría: en un principio todas las hipótesis deducidas de ella se confirmarán, pero, más tarde o más temprano, se formulará una que no se confirme, y esto posibilitará la elaboración de otra nueva teoría que será mejor que la anterior. Así progresa la Ciencia, invalidando unas teorías, para elaborar otras mejores, otras con mayor poder explicativo y predictivo.

Volviendo a los ejemplos de las hipótesis sobre el movimiento, para el primer ejemplo, si en un laboratorio ponemos un móvil a 10 m/s y otro a 8 m/s, partiendo ambos del mismo punto, probablemente, no tendríamos muchas dificultades en comprobar que eran 2 m la distancia, que cada segundo, se aleja el 1º móvil del 2º, y aunque, no se comprobara con total exactitud que eran 2 m, diríamos que los pequeños errores encontrados eran debidos a la imperfección de los aparatos experimentales e instrumentos de medida. Es decir, diríamos que el experimento había servido para confirmar la hipótesis y, consecuentemente, dar validez a la teoría newtoniana en que se basa.

Pero si dispusiéramos de las condiciones e instrumentos para la realización del experimento con el que verificar la segunda hipótesis, comprobaríamos (¡sorpresa!) que no se confirma. Lo que los científicos han comprobado es que la luz se aleja de cualquier cuerpo, independientemente de su estado de movimiento, siempre a 300.000 km/s, y consecuentemente, nuestra hipótesis, lógica dentro de la teoría de Newton, no se confirma. Este descubrimiento será el origen de una revolución científica.. La teoría de Newton ya no es válida para explicar todo tipo de movimientos y, consecuentemente, necesitaremos de una nueva teoría que cambiará los modos de pensar del hombre sobre el movimiento, dando lugar a la teoría de la Relatividad de Einstein. Pero la historia no acaba aquí, aunque de momento todas las hipótesis formuladas dentro de la teoría de la relatividad se han ido confirmando, es seguro que más tarde o más temprano un nuevo "Einstein" formulará una hipótesis, lógica dentro de la teoría de la relatividad, que no se confirmará y que, por tanto, dará lugar a otra nueva teoría, a otro descubrimiento, a otra revolución científica, y así sucesivamente.

Lo mismo sucede con todas las demás teorías, como por ejemplo la teoría atómica, que ha ido necesariamente variando el concepto de átomo conforme se han descubierto nuevos fenómenos que no podían ser explicados por el modelo de átomo anterior y que veremos a lo largo del curso en las clases de Química.

Llegados a este punto, mas o menos a mitad de clase, a muchos de nosotros nos surgieron dudas acerca de si todas estas explicaciones no eran mas que puras filosofías que, como tales estaban bien, pero que estaban "tan por las nubes" que sólo servirían para eso, para poder filosofar acerca del conocimiento científico, pero no para descubrir o inventar nuevas cosas. Alguno de nosotros realizó una pregunta parecida a la siguiente:

*- Oiga, profe, ¿y esto para qué sirve? Yo creía que los científicos se dedicaban a inventar la televisión, a mejorar el rendimiento de los coches, a descubrir métodos para curar el sida o cosas así y no a filosofar y a andarse por las ramas -*

*- Buena pregunta-* contestó el profesor un poco confundido y disimulando su enfado, pero te voy a responder.

Empecemos desmitificando lo que la palabra Ciencia y lo científico lleva consigo. Y es que la Ciencia no trabaja de forma muy diferente a como, por ejemplo, lo hacen los policías, en sus investigaciones sobre delitos:

1º) Observación de fenómenos. A lo largo de su experiencia, el policía seguro que ha tenido la oportunidad de observar (o estudiar lo que otros han observado) numerosos delitos.

2º) Elaboración de teorías. El policía, como cualquier otra persona, habrá sentido la necesidad de elaborar unas "teorías" que den explicación a las motivaciones de los delincuentes para cometer delitos, a las causas, externa e internas que llevan a cometerlos, etc.

3º) Formulación de la hipótesis. Ante un delito, por ejemplo, un asesinato, habiendo recogido todos los datos y partiendo de la "teoría" anterior, el policía estará en condiciones de formular una hipótesis:

"El asesino ha sido Fulanito"

4º) Realización del experimento. El juez le dirá al policía que no basta con los razonamientos, aunque sean muy lógicos, que hay que buscar las pruebas que confirmen, sin ningún género de dudas, que Fulanito es el asesino. Si las pruebas confirman la hipótesis, el policía, no sólo habrá encontrado al asesino, también habrá confirmado que es un buen policía, que su "teoría" sobre los delitos es útil para resolver casos de delitos. Pero si las pruebas no confirman la hipótesis, lo que el policía tendrá que admitir es que su "teoría" no era tan buena como pensaba y que, por tanto, tendrá que mejorarla, esperando que, cuando formule otra nueva hipótesis, a partir de la nueva teoría, entonces sí se confirme su

hipótesis. En este último caso, el policía habrá aprendido algo nuevo a partir de sus errores, habrá evolucionado, habrá mejorado su "teoría".

Aún podemos desmitificar más lo científico si logramos entender, que, en realidad, el camino que sigue la Ciencia no es muy diferente del que todos seguimos en la adquisición de nuestros conocimientos más vulgares. Supongamos un muchacho que quiere "ligar" con la chica que le gusta:

1º) Observación de fenómenos. El muchacho, seguro que ha tenido experiencias en interacciones con personas del sexo femenino, hermanas, amigas, compañeras, etc.

2º) Elaboración de teorías. Es seguro que a partir de lo observado en esas interacciones, tiene ideas acerca de cómo son las chicas, de cuáles son sus gustos, de lo que hay que hacer para ser atractivo, etc.

3º) Formulación de la hipótesis. Ante la chica que le gusta, y utilizando la teoría anterior, formulará una hipótesis:

"A esta chica puedo "ligarla" invitándola al cine"

4º) Realización del experimento. Es evidente que sólo formulando hipótesis nunca "ligará". El siguiente paso que debe realizar, si quiere llevar a cabo sus propósitos, es llamarla por teléfono y comprobar si la hipótesis se confirma o no. Si la chica acepta, el muchacho pensará que es un "ligón", que su "teoría" sobre el "ligue" es buena, que no hay chica que se le resista. Y si recibe "calabazas" y no quiere renunciar a ser un "ligón", está claro que lo más adecuado será reconocer que su "teoría" no era tan buena como pensaba y que deberá elaborar una nueva teoría, que, además de explicar todas las experiencias anteriores con personas del sexo opuesto, también permita la explicación de este reciente fracaso. Sólo así estará en condiciones de formular una nueva hipótesis con mayores garantías de éxito, pero teniendo presente que si vuelve a recibir "calabazas", deberá volver a modificar "su teoría" para mejorarla, y así sucesivamente.

Entonces, ¿en qué se diferencia el conocimiento científico del que no lo es?. La diferencia no está tanto en los pasos que se siguen, sino en el modo en el que se siguen. En Ciencia, los datos recogidos de la observación y de la experimentación deben ser contables o medibles de forma válida y fiable, las teorías deben estar elaboradas para que puedan dar lugar a hipótesis que contengan variables también medibles y las operaciones lógicas que se realizan en la elaboración de las teorías, en la formulación de las hipótesis o en el diseño de los experimentos, deben seguir las más estrictas normas de la lógica. Es decir, podemos afirmar, que lo científico es una cuestión de grado; un conocimiento será más científico,

cuanto mayor sea el rigor que se ha empleado, tanto en las operaciones lógicas, como en las manipulaciones experimentales.

Conclusión, lo científico es más una forma de ser o de acercarte al mundo que una forma de trabajo que sólo se hace en los laboratorios, científicos somos todos, podemos serlo todos, lo seremos más o menos dependiendo de la objetividad, del imprescindible rigor científicos con el que tratemos los fenómenos. A la educación en ese rigor en el acercamiento al mundo real que nos rodea nos dedicaremos, después de estas primeras explicaciones sobre "CÓMO TRABAJA LA CIENCIA" en las siguientes partes de esta experiencia didáctica y que expondremos más adelante en el apartado "CÓMO TRABAJAN LOS CIENTÍFICOS" y con la realización de un "EJEMPLO DE INVESTIGACIÓN REAL" en nuestra propia aula.

- Buena pregunta esa de que para qué sirve toda esta filosofía sobre lo científico- repite el profesor un poco más seguro.

Sirve para que, cada día, querido alumno, seas un poco más "ligón", sirve para que el policía sea cada día más eficaz en su labor, sirve para que, cualquiera que adquiera la metodología científica como forma de actuación en la vida, se enfrente a su realidad, cada día, con mayores probabilidades de éxito. Sirve para que, aunque te puedas considerar muy "ligón, hagas ejercicios de humildad, reconociendo que siempre se puede mejorar y sirve, para que, cualquier fracaso que tengas (hipótesis no confirmada), sea motivo para mejorar tus "teorías" y no para abandonar o deprimirte, diciéndote a ti mismo que no vales para eso. Y también serás tolerante, porque como científico reconocerás que la perfección no existe, que tu VERDAD es sólo una verdad relativa.

Y si te conduces, cada día, de forma más científica, también exigirás que los demás lo hagan. Por ejemplo, no serás tan ingenuo de creer, por las buenas, que por llevar el perfume de una determinada colonia vas a "ligar" más, exigirás información objetiva, exigirás el experimento que demuestre la hipótesis que se dice o se sugiere en la propaganda. En este mundo, en el que la información cada vez va a tener mayor influencia, sólo los mecanismos de formación personal te harán libre, evitarán que te manipulen (y no me digas que tú ya no te creías lo de la colonia, porque si el anuncio está es porque funciona).

Y si todos actuamos, cada día, un poco más de modo científico, también funcionarán mejor las empresas y las organizaciones, los pueblos y las ciudades; toda la sociedad, en definitiva, se beneficiará de ese mejor funcionamiento.

Pero no sólo se intentará cambiar tus actitudes ante el mundo por otras más eficaces e integradoras, también se intentará que mejores en tus aptitudes, ya que, en la última parte de esta experiencia didáctica, tendrás que realizar una investigación sobre aspectos del mundo que te rodea y, en ella, tendrás la oportunidad de poner a prueba tu creatividad cuando realices el proyecto investigador, de utilizar tus aptitudes de razonamiento lógico en los planteamientos, de dar constancia de tus habilidades manipulativas y capacidad de iniciativa cuando realices los experimentos y de mostrar tu formación lingüística cuando redactes el informe experimental, y todo esto, no de una manera abstracta, sino aplicada a tu mundo real circundante y en la que tú serás el principal protagonista, ya que la investigación te pertenecerá a ti y sólo a ti, ya que tendrás que llevarla a cabo desde los primeros planteamientos hasta las últimas conclusiones.

Después de estas últimas argumentaciones no exentas de emoción, comprendimos que esto iba en serio, que no nos íbamos a quedar en las nubes sino que aterrizaríamos y que en la pista de aterrizaje nos esperaba un trabajo real, por un lado ilusionante, pero por otro también no exento de cierto temor:

*-¿Seré capaz de trabajar como un científico? ¿Será todo esto muy difícil? - nos preguntábamos.*

La clase terminó realizando ciertas consideraciones acerca de las limitaciones de la Ciencia y es que la Ciencia también tiene sus limitaciones, la Ciencia no es la solución a todos los problemas, ni mucho menos. Hemos dicho que lo científico exige el uso de variables que puedan medirse de forma objetiva, esto supone que hay que eliminar lo subjetivo, lo emocional, aquello, que de una u otra forma no se puede medir.

¿Qué diríamos de una persona que al oír una bella melodía, sólo le preocupara la frecuencia de las vibraciones del instrumento musical o la longitud de onda que se trasmite, o de un enamorado que lo único que ve en un amada son medidas de longitud o moléculas de proteínas y ADN?. Y sin embargo, el sentido artístico y el amor existen, están en nuestro mundo, pero como pertenecen al mundo de lo emocional, de lo subjetivo, de lo no medible, la Ciencia no puede tratarlo, no entra ni siquiera a considerarlo. Lo mismo ocurre con temas como los O.V.N.I.s, que en la medida en que son "no identificados", no pueden tratarse en Ciencia; cuando los O.V.N.I.s sean O.V.S.I.s (objetos voladores sí identificados) podrán tratarse en Ciencia. Y lo mismo ocurre con temas tan trascendentales como la existencia de Dios; si alguien te dice que se ha demostrado científicamente que Dios no existe, te está engañando, y si alguien te dice que se ha demostrado que Dios existe, también te está engañando. Dios no puede ser objeto de la Ciencia, por su propia definición, la Ciencia no entra a considerarlo. Además la

Ciencia admite que nunca puede alcanzar la VERDAD absoluta, y, precisamente, en eso basa su progreso; si admitiéramos que una teoría es tan perfecta que no pudiera invalidarse, ya no se podría mejorar y, consecuentemente, ya no se podría avanzar.

Concluyendo, podemos decir que la Ciencia nos proporciona el mejor método para acercarnos al mundo que nos rodea, pero sólo al mundo objetivo, material y medible. Dejemos a la Ciencia en el lugar que le corresponde, no sea que queramos encontrar en ella respuestas a problemas que ni siquiera aborda.

## **1.2 COMO TRABAJAN LOS CIENTÍFICOS**

*(¿Adónde el camino irá?. Yo voy cantando, viajero a lo largo del sendero)*

En el segundo día de explicaciones comenzamos a descender de las más altas nubes de la filosofía, aunque aún nos mantuvimos volando porque seguimos los pasos de un muchacho que soñó con ser investigador y analizamos los planteamientos que tuvo que realizar y las decisiones que tuvo que tomar.. Sin embargo el vuelo no era muy alto ya que esos pasos, más o menos imaginados, son los mismos por los que tiene que pasar cualquier investigador, sea profesional o aprendiz.

Los primeros planteamientos del profesor estuvieron, sin disimulo, en la línea de motivarnos a seguir sus explicaciones con argumentos como el siguiente: partiendo de la idea de que cualquiera puede ser investigador científico y siendo la aportación de conocimientos a la sociedad una de las tareas más nobles a la que el hombre puede dedicarse, cualquiera de vosotros podría plantearse la posibilidad de llegar a ser investigador profesional. Esto que para un alumno de 2º de Bachiller pudiera parecer una ilusión, no está exenta de realismo, pues es seguro que alguno de vosotros se dedicará a ello.

Sumergidos, así, en esa ilusión, seguimos, a modo de ejemplo imaginado, los pasos de ese muchacho que, cargado de los más nobles sentimientos, sueña con contribuir a la humanidad investigando sobre el cáncer (a cualquiera le gustaría pasar a la historia por haber contribuido a solucionar este problema). El análisis de estos pasos tiene por objetivo fundamental el proporcionarnos unas orientaciones iniciales para que cuando tengamos que realizar nuestra propia investigación nos enfrentemos a ella con las suficientes garantías de éxito.

Los pasos a seguir podrían ser los siguientes y estas fueron las explicaciones del profesor:

### **1º Elección del fenómeno a investigar.**

Investigar se puede investigar de todo, aunque, naturalmente, siempre habrá temas más relevantes que otros. Entre investigar sobre el cáncer (que es el ejemplo que vamos a seguir) o sobre la

acción de los caracoles sobre las lechugas (por poner otro ejemplo), resulta evidente la mayor relevancia de lo primero (aunque habría que preguntar al agricultor que pierde una buena parte de su cosecha de lechugas por los caracoles); sin embargo, también hay que decir que la historia de la Ciencia está llena de ejemplos de investigaciones, que en principio no parecían tener importancia, pero que han dado lugar a grandes descubrimientos. Aunque importante es a la hora de elegir el tema a investigar tener en cuenta su relevancia, esto no debe preocupar en exceso ya que lo verdaderamente importante es hacer investigación y que la investigación sea de calidad y no tanto la mayor o menor relevancia, muchas veces aparente, de lo investigado. Algo semejante puede decirse cuando se discute sobre la conveniencia de realizar investigación aplicada, que busca conocer para sacar rendimiento económico o de otro tipo, o investigación pura, que busca conocer, simplemente, por conocer.

Preguntando al profesor sobre qué es lo que podríamos elegir para investigar nosotros, nos contestó que no convenía que nos diera muchas pistas, pues limitaría nuestra creatividad. Así comentó que una vez en una clase habló sobre la variable ritmo cardiaco y se presentaron hasta 14 investigaciones que de una forma u otra trataban sobre esa variable. Sin embargo sí que nos dijo que no nos preocupáramos ya que nuestra tarea no sería tan difícil pudiendo consistir básicamente en encontrar relaciones entre variable cercanas a nosotros, haciéndote preguntas como ¿piensas que el rendimiento escolar es función del número de horas de estudio o del coeficiente de inteligencia?, o ¿estos factores influyen de distinta forma según la asignatura?, o ¿varía el rozamiento de una superficie con otras cuando están mojadas?, etc. En cualquier caso, en el ambiente que nos rodea existen infinidad de relaciones entre variables y una de tus misiones será decidir cuál es la más adecuada, original, creativa o relevante para que investigues sobre ella, dentro de tus posibilidades.

## **2º) Estudio y documentación sobre el fenómeno a investigar .**

Si lo que se quiere es llegar a ser investigador, de lo que nadie se va a poder liberar es de estudiar, y así, el camino, que nuestro ilusionado muchacho podría seguir, para llegar a ser investigador sobre cáncer podría ser el siguiente: al terminar sus estudios de Bachillerato, seguir con estudios de Licenciatura, por ejemplo, en Medicina, y después, realizar los cursos de Doctorado, por ejemplo, en un departamento de Oncología. Los cursos de Doctorado tienen por principal misión formar investigadores, que es, a su vez, la principal misión de la Universidad. La verdad es que el fenómeno del cáncer, es tan amplio que podría estudiarse e investigarse desde muchos puntos de vista y lo mismo un químico (los

aspectos bioquímicos del cáncer) que un matemático (la estadística del cáncer, por ejemplo) o un antropólogo (incidencia del cáncer en restos arqueológicos, por ejemplo), por poner sólo tres disciplinas, podrían investigar sobre él. Terminado el Doctorado, la realización de la investigación exige, en la mayoría de los casos, un gran esfuerzo previo de obtención de documentación que nos informe sobre los aspectos, ya más concretos y específicos, a los que se refiere la investigación. Todo este esfuerzo de estudio y documentación tiene por objetivo el convertirnos en expertos en el tema a investigar, ya que en la medida en que seamos más expertos, estaremos en mejores condiciones para realizar el siguiente paso, que es, la formulación de la hipótesis. (Estos aspectos de los estudios y documentación expuestos aquí de forma escueta nos interesaron mucho y dieron lugar a numerosas preguntas que el profesor no contestó indicando que lo haría más tarde, pues había que seguir con el tema).

Algo que acogimos con agrado fue el comentario de que para hacer nuestra investigación, este estudio previo (imprescindible en una investigación de nivel) no tendríamos necesidad de realizarlo, ya que como íbamos a investigar sobre aspectos de nuestro entorno más cercano, supondríamos que ya disponíamos de los suficientes conocimientos "teóricos" como para poder formular nuestras hipótesis. Naturalmente si se aportaba documentación de alguna revista científica (es bueno acostumbrarse a buscar información científica) que tratara sobre el tema mejor, pero no sería imprescindible. Nuestro mayor esfuerzo no lo pondríamos en la búsqueda de la información previa o de lo que ya se sabe sobre el fenómeno, el mayor esfuerzo lo pondríamos en descubrir cosas nuevas, es decir, en los planteamientos y pasos a seguir para conseguir una investigación de suficiente calidad.

### **3º) Formulación de la hipótesis.**

En la formulación de la hipótesis, junto con la elección del tema, es donde se encuentra la labor creativa del científico. Aunque la formulación de la hipótesis estará muy condicionada por la línea de investigación del departamento en el que se trabaje, por el tema elegido para investigar e, incluso, por su condición de experto, es en este punto en donde se podrá distinguir al genio del simplemente experto (que no es poco), es aquí donde podrán exponerse las ideas productivas e ingeniosas de científico. No veamos en el científico sólo a un sabio, con autoridad en un tema, el científico es también, al igual que el poeta o artista, un creador.

Además, las hipótesis científicas tienen otro condicionante (en esto insistió mucho nuestro profesor): la hipótesis tiene que ser formuladas para que se pueda comprobar su falsedad o veracidad y,

por tanto, debe de contener variables que se puedan cuantificar o medir (de forma válida y fiable). Es decir, cuando se formula una hipótesis, se debe estar pensando también en el experimento que la verificará y en cómo se van a medir las variables.

Habiendo estudiado todas las teorías existentes sobre el cáncer y habiéndose documentado convenientemente en otros aspectos más concretos, nuestro experto, podría formular la siguiente hipótesis:

"La radiación de longitud de onda de 5890 angstroms es causa de la conversión de células epiteliales normales en cancerosas".

Nuestra hipótesis contiene dos variables medibles: la radiación de 5890 angstroms, que podríamos manipular, haciendo que tome distintos valores de intensidad (o valores de "radiación si" y "radiación no"), y la conversión de células normales en cancerosas, que podríamos medir contando el número de células normales transformadas en cancerosas. Como también se puede diseñar un experimento para la verificación de la hipótesis, manipulando la primera variable y viendo el efecto que se produce en la segunda, podemos concluir que nuestra hipótesis puede considerarse científica.

Las variables deben ser medidas de forma válida y fiable. La validez se refiere a si el instrumento de medida mide, realmente, lo que se quiere medir; por ejemplo, para medir el grado de afición de las personas por un tipo de música, podríamos medirlo a partir de las puntuaciones valorativas que las personas nos proporcionan, o a partir del tiempo que utilizan escuchando ese tipo de música al mes, o a partir del dinero que estarían dispuestos a pagar por ver un concierto de ese tipo de música; pero, ¿cuál de esos procedimientos mide mejor, es más válido para medir, la afición por ese tipo de música?. La fiabilidad se refiere a que siempre que se realice una medida de una variable con un instrumento, a las mismas magnitudes de la variable le correspondan el mismo resultado en la medida; por ejemplo, medir la inteligencia de una persona con tests, puede no ser muy fiable, porque puede depender del estado emocional de la persona, o de otros factores, el que esa persona obtenga unas puntuaciones u otras.

La hipótesis, además de las variables, también contiene una relación entre ellas. Hipotéticamente, las variaciones de la primera variable (que se denomina variable independiente) causa variaciones en la segunda (que se denomina variable dependiente). En Ciencia se puede hablar de dos tipos de causas, que podríamos llamar causa "esencial" y causa "múltiple". En la primera sólo existe una causa, de tal forma que la variable dependiente depende de la variable independiente y sólo de ella. Por ejemplo, la dilatación de una varilla metálica depende de la temperatura y sólo de ella, es decir, la temperatura es condición

necesaria y suficiente para que se produzca la dilatación. En la causa "múltiple" son 2 o más las variables independientes que pueden afectar a la variable dependiente. Por ejemplo, el mayor o menor ruido ambiental puede ser causa de cometer más o menos errores en una prueba de atención, pero también podrían variar estos con la mayor o menor iluminación, con el mayor o menor cansancio del sujeto que realiza la prueba, etc. Es decir, sobre la variable errores cometidos en la prueba de atención pueden estar influyendo muchos factores, de tal forma que podremos decir que la variable ruido ambiental es condición suficiente para producir variaciones en los errores pero no es necesaria, ya que otras variables también pueden producir esas variaciones. La existencia de causas "múltiples", que es el caso más frecuente con el que se van a encontrar los alumnos, va a tener importantes repercusiones en el diseño del experimento, repercusiones que explicaremos más adelante.

Otro tipo de relación que puede buscarse entre variables es la correlación. Si por ejemplo, se quiere comprobar los efectos de la variable coeficiente intelectual o de la variable estado de salud sobre el rendimiento escolar, nosotros no podemos manipular las variables independientes ya que no podemos hacer variar la inteligencia en las personas (impedimento natural) o su estado de salud (no sería ético), pero lo que sí podemos hacer es formar grupos de personas que varíen en inteligencia o en estado de salud y comprobar si también, esos grupos, se diferenciaban en el rendimiento escolar. Aún en el caso de que se obtuvieran diferencias significativas en rendimiento escolar entre los grupos de más y menos inteligentes (o de mejor y peor estado de salud), no podríamos estar seguros de que las variaciones de inteligencia son causa de las variaciones en el rendimiento escolar, ya que, los grupos que se diferencian en inteligencia, también podrían diferenciarse en otras variables como la condición social, el grado de motivación, en las calificaciones del curso anterior, etc., y podrían ser éstas y no la diferencia de inteligencia, las que verdaderamente causan las diferencias en rendimiento escolar. Naturalmente, no podríamos estar seguros, pero sí constituiría un indicio, más o menos importante, dependiendo de la significación de las diferencias encontradas, de causalidad. Por otro lado, en las correlaciones puede ocurrir que no sepamos qué variable hace de dependiente y cuál de independiente; por ejemplo, si encontráramos correlaciones entre inteligencia y nivel social, ¿es la mayor o menor inteligencia causa del mayor o menor nivel social o lo contrario?

El planteamiento de investigaciones con variables independientes manipulables que nos conduzcan a relaciones de causalidad son, desde el punto de vista científico-experimental más interesantes, sin embargo, no debemos despreciar los planteamientos de búsqueda de correlaciones entre

variables, que además de proporcionarnos valiosos indicios de causalidad, pueden constituir un importante punto de partida para el acercamiento a fenómenos complejos, para después poder plantear investigaciones con variables si manipulables o que nos proporcionen mayores indicios de causalidad. Por ejemplo, para un primer estudio acerca de los factores que pueden influir en el consumo de drogas, podríamos plantear la búsqueda de correlaciones con muchas variables, tanto personales, como sociales o políticas y económicas, lo que podría ser un buen punto de partida para nuevos planteamientos, en los que se comprobara con, mayor rigor, la posible causalidad de estos factores.

#### **4º) Diseño y realización del experimento.**

Muchas veces se diseñan los experimentos para que "salgan" como predice la hipótesis (sobre todo si el científico tiene interés en defender una idea o criterio preconcebido). Los experimentos no hay que diseñarlos para que "salgan", hay que diseñarlos para someter a la hipótesis a contrastación "dura", imaginándose en las peores condiciones, es decir, en aquellas situaciones que hagan que la hipótesis más fácilmente no se confirme, de tal forma que si, a pesar de ello, se confirma, no nos quede ninguna duda de su verificación. Si además queremos estar seguros de que la relación es de causalidad, debemos diseñarlo para que se eliminen todas las variables "extrañas" que pudieran, de una forma u otra, estar influyendo (salvo que se trate de una relación de causa "esencial").

En nuestra investigación sobre el cáncer, que es un caso de posible causa "múltiple", un diseño adecuado para eliminar el posible efecto de las "otras variables" sería formar dos (o más) grupos de, por ejemplo, ratas, igualados en todos los factores (genéticos, alimenticios, de movilidad, etc.) que presumiblemente pudieran afectar a la variable dependiente, de tal forma que únicamente se diferenciaron en la variable intensidad de radiación de 5890 angstroms. En el caso más sencillo, en el que la variable independiente tomara sólo dos valores, podríamos poner un grupo de ratas sometido a radiación natural pero con un filtro que evitara la exposición de las ratas a la radiación de 5890 angstroms (grupo no irradiado) y otro grupo, en el que, además de la radiación natural, estuviera expuesto a una determinada intensidad de la radiación que constituye la variable independiente (grupo irradiado). Sólo la seguridad de que es esta la única variable en la que se diferencian los dos grupos de ratas, nos llevaría a la seguridad de que las diferencias encontradas en el número de cánceres en uno y otro grupo, se deben, a las variaciones en la intensidad de radiación. Como puede entenderse, todas estas precauciones no sería necesario

tomarlas en los casos de causa "esencial" ya que no habría otras posibles causas "extrañas" que pudieran estar afectando, pero es difícil que en nuestro entorno más cercano encontremos relaciones de este tipo.

También podríamos haber utilizado monos en vez de ratas, ya que, de cara a generalizar los resultados al hombre, tendría mayor interés al estar más cercanos en la escala filogenética, pero también sería más caro. Esto se plantea porque el científico, sea del nivel que sea, siempre se tendrá que enfrentar con el problema económico. Desde el científico de alto nivel, que utiliza instrumentación de alta precisión, hasta el alumno que hace fotocopias de un cuestionario para medir cierta variable, casi nunca disponen del presupuesto que sería deseable; sin embargo, ni el uno ni el otro deben renunciar a la realización de la mejor investigación posible con los medios reales disponibles. Y otro tanto cabe decir con lo que podríamos llamar la economía del tiempo; sobre este aspecto nos dijo el profesor que había tenido alumnos de todo tipo, desde los que empezaban a hacer el trabajo 2 días antes de la fecha límite de entrega, hasta los que se sumergían tanto en la investigación que no hacían otra cosa, dejando abandonadas otras asignaturas. Naturalmente que ninguno de estos 2 extremos es deseable.

Y también podríamos haber utilizado seres humanos en vez de ratas, pero, naturalmente, no sería ético. La ética, al igual que en cualquier otro aspecto de nuestra vida, debe siempre estar presente en la conducta del científico, que debe hacerse siempre responsable, no sólo de sus descubrimientos, también de sus planteamientos y manipulaciones de las variables ambientales. En los niveles en los que se investiga en esta experiencia didáctica no suelen ser frecuente los problemas éticos, aunque conviene advertir que si la medida de alguna de las variables implica la observación de la conducta de personas concretas (por ejemplo, si se quiere investigar acerca de diferencias en conducta pedagógica entre profesores y profesoras), éstas deben ser conscientes de esa observación (aunque ese conocimiento reste validez a la observación) y también, que si se recogen datos que pertenecen a la intimidad de las personas (por ejemplo, si se quiere investigar acerca de la influencia de algún factor en la conducta sexual de las personas), se debe garantizar el anonimato de los datos.

La realización del experimento debe corresponderse, punto por punto, con lo diseñado. Cuanto más celosos seamos en la realización de los experimentos, de acuerdo con lo diseñado, menos probabilidad tendremos de que surjan imprevistos que deterioren la calidad o, incluso, invaliden la investigación, aunque en muchas ocasiones, éstos imprevistos surgen de forma inevitable. Cualquier modificación en el experimento, respecto de lo diseñado, que como consecuencia de circunstancias no previstas, tuviera que realizarse, deberá comunicarse y valorarse en el informe experimental, pudiendo

incluirse en esta valoración la posibilidad de abandono de la investigación en el caso de que las modificaciones sean lo suficientemente importantes. Por ejemplo, si los dos grupos de ratas fueran atacados por una enfermedad (como la fiebre aftosa, por ejemplo) que disminuyera su población, habría que valorar hasta qué punto esta circunstancia podría afectar a los resultados experimentales (aunque los dos grupos fueran afectados por igual) e incluso plantearse la posibilidad de abandono de la investigación.

#### **5º) Obtención de resultados y cálculos experimentales**

De la realización del experimento se obtendrán unos datos que será preciso procesar convenientemente.

En muchas ocasiones, la verificación de la hipótesis en las investigaciones más formales puede requerir la realización de complicados cálculos experimentales, sin embargo, todo Centro de Investigación importante o Universidad dispone de un Centro de Cálculo con personal especializado que ayuda y asesora al investigador, y es que, la principal labor del investigador no debe centrarse en el cálculo, sino en la formulación de las hipótesis y en la realización de los experimentos. En otras ocasiones los cálculos pueden ser muy sencillos, como en nuestro ejemplo de investigación, en el que podría ser suficiente con el recuento de ratas que desarrollaron cáncer en cada grupo y su comparación.

En las investigaciones que los alumnos planteen en esta experiencia didáctica, los cálculos, aún dependiendo del nivel educativo de los alumnos, no conviene que sean excesivamente complicados, pues podrían distraer la verdadera labor investigadora, siendo suficiente, en la mayoría de los casos, la realización de recuentos, medias aritméticas, correlaciones, regresiones y poco más. Lo que sí parece conveniente es estimular la presentación de los resultados en tablas y gráficos que permitan una mejor visualización de los datos. En este sentido, el uso del ordenador, tanto para el cálculo como para la presentación de los resultados, puede ser una herramienta muy útil, siendo, en muchas ocasiones, la primera vez en la que tienen la oportunidad de comprobar las ventajas de sus conocimientos en el manejo de una Hoja de Cálculo. En cualquier caso, puede considerarse conveniente el uso del ordenador, pero nunca imprescindible.

#### **6º) Valoración del experimento y de los resultados experimentales.**

Terminado el experimento y realizados los cálculos oportunos, se habrán obtenido unos resultados que habrá que valorar, al menos, en dos sentidos: 1º) ¿Hasta qué punto se diseñaron y llevaron

a cabo todas las manipulaciones experimentales, de tal forma que no podamos dudar de la validez de los resultados obtenidos?, y 2º) ¿Hasta qué punto permiten los resultados obtenidos confirmar la verdad o falsedad de la hipótesis?.

En nuestro ejemplo, para realizar el primer tipo de valoración habría que contestar a preguntas como: ¿hasta qué punto se diseñó el experimento en las condiciones mas "duras" posibles?, ¿hasta qué punto se midieron las variables de forma válida y fiable?, ¿hasta qué punto los dos grupos de ratas estaban igualados en todas variables "extrañas" para poder afirmar que únicamente se diferenciaban en la variable intensidad de radiación?, ¿hasta qué punto circunstancias no previstas en la realización del experimento han podido alterar o invalidar los resultados obtenidos?, etc.

En la realización del segundo tipo de valoración, conviene distinguir entre tres tipos de posibles resultados:

a) Si en el grupo no irradiado no se produce ningún cáncer y en el grupo irradiado todas o un número apreciable de ratas lo desarrollan, o bien, si la diferencia entre el número de cánceres desarrollados en el grupo irradiado y el no irradiado fuera lo suficientemente grande, se podría afirmar que la hipótesis se confirma. También habría que valorar hasta qué punto la radiación de 5890 angstroms puede considerarse como causa "esencial" o "múltiple" en la formación de cánceres de piel. Igualmente, valoraciones sobre la validez de la "teoría" de la que partió la hipótesis podrían ser adecuadas

b) Si en ninguno de los grupos se desarrollan cánceres, o si se desarrollan en los dos grupos el mismo número o las diferencias son despreciables, estaríamos en condiciones de afirmar que la hipótesis no se confirma. Cuando aparecen resultados de este tipo, no debe decirse que el experimento "no me ha salido", lo que es totalmente incorrecto, ya que tan importante es saber que la radiación de 5890 angstroms no es causa del cáncer como que sí lo es (recuérdese que, desde el punto de vista científico, este resultado puede ser, incluso, más interesante) También convendrá hacer valoraciones acerca de la posible invalidez de la "teoría" que dio lugar a la hipótesis.

c) Sin embargo, es muy frecuente en investigación, que los resultados no salgan tan claros como para poder afirmar, de manera rotunda, que la hipótesis se confirma o no; muy a menudo suele ocurrir que los resultados pueden ir en la línea de lo esperado, pero con diferencias poco significativas, lo que nos llevará a la necesidad de valorar hasta qué punto esas pequeñas diferencias nos permiten afirmar que la hipótesis se verifica.

Nuestro profesor dio una importancia fundamental a todas estas valoraciones, pues, nuestro trabajo científico estaría incompleto sin estos juicios de valor. Por otra parte, también se potencia nuestra capacidad de crítica, en muchas ocasiones superdesarrollada, pero no siempre juiciosa.

Un tercer tipo de valoración, que podría incluirse, se refiere a las posibilidades de generalización. Muy a menudo se tiende a realizar generalizaciones con mucha ligereza, pensando que, por ejemplo, lo descubierto en una pequeña muestra muy específica, puede generalizarse a otras muchas poblaciones. Así, en nuestro ejemplo, lo único que podríamos decir, con suficiente rigor, es que lo que hayamos encontrado en nuestra investigación, se refiere en exclusiva a las ratas y a la intensidad de radiación utilizada y no a otros animales o al hombre, ni a otras intensidades de radiación. En todo caso, las posibles generalizaciones, podrían proponerse como objeto para otras investigaciones.

#### **7º) Propuesta de nuevas investigaciones**

Generalmente, cuanto más se investiga o se profundiza en un asunto, más nos damos cuenta de que fenómenos, que en principio parecían sencillos son, en realidad más complejos de lo esperado, lo que nos hace, también, darnos cuenta de lo poco que sabemos sobre esos fenómenos. Supongamos, por poner un ejemplo, que, a pesar de haber confirmado nuestra hipótesis inicial, el fenómeno se nos complica porque encontramos que antes de producirse los cánceres en el grupo irradiado, las ratas afectadas hubieran desarrollado unas infecciones víricas que nos pudieran hacer sospechar que los mencionados virus pudieran estar mediando en el desarrollo de los cánceres. Es decir, ante la sospecha de que la radiación fuera, en realidad, la causa del desarrollo de los virus, y que los virus fueran la verdadera causa del desarrollo de los cánceres, sería adecuado proponer investigaciones concretas que precisaran esta posibilidad.

Otro tipo de investigaciones que podrían proponerse, mencionadas anteriormente, son las conducentes a dar mayor generalización a los resultados. En nuestro ejemplo, se podría proponer la realización de experimentos semejantes con otros animales y con otras intensidades de radiación.

Y también podría ocurrir que observaciones, más o menos imprevistas, que en principio no tenían nada que ver con lo investigado, pudieran ser motivo para la propuesta de nuevas líneas de investigación. Imaginemos que, por ejemplo, en el grupo no irradiado se observa que las ratas fueron progresivamente perdiendo su pelo, y que en el grupo irradiado, por el contrario, desarrollaron una mayor

cantidad de vello. ¿No sería adecuado proponer nuevas líneas de investigación que confirmaran la posibilidad de que la radiación fuera un factor importante en el crecimiento capilar?

### **1.3 UN EJEMPLO DE INVESTIGACIÓN REAL EN CLASE**

*(Caminante no hay camino se hace camino al andar...)*

Las explicaciones del tercer día nos fueron acercando poco a poco a la realidad, a la pista de aterrizaje de la que hablábamos antes y es que, en palabras del profesor, no basta con el convencimiento de que la actitud científica es la forma más eficaz para enfrentarnos a nuestro mundo medible siguiendo los pasos del Método Científico, no basta con soñar con un mundo cada día más eficaz, porque los demás son científicos, no basta con saber como actúan los científicos, también nosotros, cada uno de nosotros, tenemos que aprender a ser y a actuar como científicos. Y es que, tanto la observación y la experimentación como la elaboración de teorías y la formulación de hipótesis exigen una serie de actuaciones concretas que requieren de unas técnicas que conviene entrenar. Tanto las operaciones lógicas como las manipulaciones experimentales tienen dificultades, problemas y limitaciones y sólo enfrentándonos a ellas, mediante el planteamiento y realización de investigaciones concretas, aprenderemos a superarlas.

El propósito a conseguir en este tercer día de explicaciones es comprender que idear, plantear y realizar una investigación por sí mismo no es difícil, que no hay que tenerle miedo. La realización de una investigación concreta, realizada con los mismos alumnos en la propia aula, nos permitirá seguir los pasos del Método Científico, a la vez que sirva de modelo para indicar los contenidos de los documentos que se deben redactar en el informe experimental. Naturalmente que no vamos a investigar sobre la naturaleza de los quarks o sobre los efectos de la manipulación genética, bastará una sencilla investigación en la que participen los propios alumnos, para comprender que a investigar se aprende investigando.

Hacer investigación en el aula con alumnos se puede hacer sobre innumerables temas, desde comprobar el efecto de la "práctica distribuida" de las horas de estudio en el rendimiento escolar, hasta averiguar el efecto de la "permisividad" familiar en el consumo habitual de tabaco, desde comprobar el efecto del mayor o menor hábito de cepillado de dientes sobre la salud dental, hasta averiguar los efectos de diferentes métodos de distracción sobre una tarea de atención, etc. Bastaría con pedir a los alumnos

que proporcionaran los datos de las variables mencionadas y realizar los cálculos y comprobaciones adecuadas.

Nosotros realizamos una muy sencilla, correlacional, consistente en medir posibles diferencias en aptitudes espaciales y verbales entre sexo masculino y femenino y que se desarrolló haciendo especial énfasis en los documentos que debe contener el informe experimental.

Los apartados que un informe experimental podría contener son los siguientes:

a) **Título,**

Lo más conciso e informativo posible. El título de nuestro ejemplo de investigación va a ser:

"Diferencias sexuales en memoria espacial y verbal".

b) **Introducción**

En la introducción se deberían mencionar, al menos, dos tipos de exposiciones: unas dirigidas a destacar la importancia del tema que se ha elegido para la investigación ("vender" nuestra investigación), y otras, que incluyan los fundamentos teóricos que dieron lugar a la hipótesis.

En cuanto al primer tipo, en nuestro modelo de investigación, se podría, por ejemplo, destacar la importancia social, económica e incluso política que hoy día tiene la legítima lucha por la igualdad de derechos entre sexos, incluyendo datos concretos que reflejaran esta importancia (que no vamos a tratar aquí), pero que no debería evitar la aceptación de la existencia de diferencias entre hombres y mujeres en determinados caracteres, y de ahí, destacar lo oportuno o apropiado de nuestra investigación

En cuanto a los fundamentos teóricos, en nuestro ejemplo de investigación, basándonos en la teoría de la selección natural, podríamos argumentar de la siguiente manera: los hombres, que tradicionalmente se han dedicado a tareas como la caza o la guerra, que requieren de habilidades espaciales, habrían sido seleccionados preferentemente (elegidos por las mujeres para tener hijos) en esta habilidad; las mujeres, dedicadas, tradicionalmente a tareas domésticas, entre las que se encuentra la transmisión del lenguaje a los hijos, que requiere de habilidades verbales, habrían sido seleccionadas (elegidos por los hombres para tener hijos) en esta habilidad. Concluyendo, si esta argumentación es cierta, podríamos pensar que los hombres poseerían mejores habilidades para la memorización de estímulos espaciales, mientras que las mujeres poseerían mejores habilidades para la memorización de estímulos verbales.

Es preciso advertir que este apartado introductorio, a pesar de la importancia que puede tener el estudio de las teorías y de la documentación previa para el adecuado planteamiento de las investigaciones,

no debe convertirse en una tarea fundamental, ya que la verdadera labor investigadora, en la que vamos a poner el mayor empeño, viene en los apartados siguientes.

c) **Hipótesis**

Las hipótesis que van a guiar nuestro ejemplo de investigación van a ser las siguientes:

"Los hombres, como grupo, respecto de las mujeres, presentan mayor retención memorística para estímulos que requieren procesamiento espacial".

"Las mujeres, como grupo, respecto de los hombres, presentan mayor retención memorística para estímulos que requieren procesamiento verbal".

Las variables que intervienen en las hipótesis son:

- El sexo, con dos valores: masculino y femenino
- Retención memorística, que se medirá a partir de los aciertos en una prueba de memoria que se explicará en el siguiente apartado

Ya se ha explicado que la relación entre las variables es correlacional

c) **Diseño y realización del experimento**

La investigación se ha realizado en un curso de 2º de Bachillerato LOGSE. con 24 alumnos, 12 chicos y 12 chicas, a los que se les ha realizado dos pruebas de memoria, una con estímulos espaciales y la otra con estímulos verbales. La primera pruebas consistió en presentar en pizarra 14 estímulos espaciales como los siguientes



Y la segunda en la presentación de otros 14 estímulos verbales como los siguientes

ALO, ICU, APE, ETI, ERO, OSE, IDU

Pasado un periodo de dos minutos, tanto los chicos como las chicas, tuvieron que escribir de forma individual, en un papel preparado al efecto, los estímulos espaciales, en la primera prueba, y los estímulos verbales, en la segunda, y colocados en el mismo orden en que se habían escrito en la pizarra.

Aunque por razones de espacio, aquí expliquemos este apartado de forma escueta, conviene indicar que el desarrollo de la realización del experimento debería redactarse de tal forma que otro investigador que quisiera replicar la experiencia no tuviera ningún problema en llevarla a cabo.

d) **Obtención de resultados y cálculos experimentales**

Los resultados obtenidos pueden resumirse en las siguientes tablas:

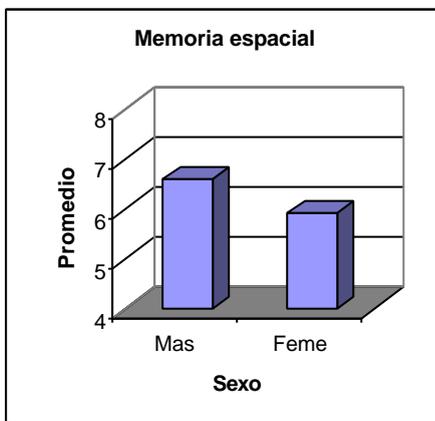
- Para los estímulos espaciales:

Alumnos	7	5	8	4	9	8	8	4	4	5	9	8	Promedio = 6,583
Alumnas	6	6	6	4	7	4	12	2	6	5	10	7	Promedio = 6,250

- Para los estímulos verbales:

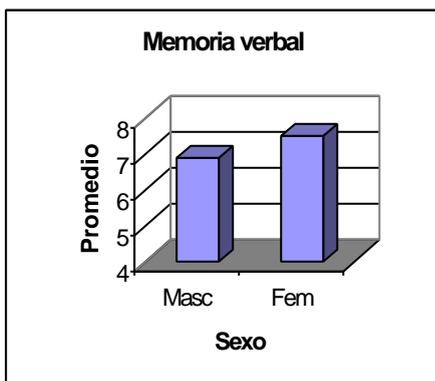
Alumnos	7	8	7	6	9	5	11	12	3	5	4	6	Promedio = 6,917
Alumnas	4	7	7	9	10	12	9	4	8	6	8	6	Promedio = 7,5

e) **Valoración del experimento y de los resultados experimentales**



Por lo que se refiere a la hipótesis sobre memoria espacial:

La diferencia de 0,333, que corresponde a un 5,333% mayor en los chicos que en las chicas, no puede considerarse significativa, por lo que tendremos que concluir que, aún estando los resultados en la línea de lo establecido en la hipótesis no podemos afirmar que esta se ha verificado.



Por lo que se refiere a la hipótesis sobre la memoria verbal:

La diferencia de 0,583, que corresponde a un 8,429% mayor en las chicas que en los chicos, sí que empiezan a ser apreciables, por lo que podríamos concluir que, en este caso, aún con no muy elevada significación de las diferencias, la hipótesis se confirma.

Lo más adecuado hubiera sido hacer un análisis de varianza para ver hasta que nivel de significación son importantes las diferencias entre medias, pero realizar estos cálculos en clase sería largo y además, hay que insistir que, a pesar de la importancia que debemos dar a la formación en la realización de cálculos que nos permitan verificar con suficiente rigor si una hipótesis se confirma o no, a este nivel de Bachillerato, la lógica falta de formación en cálculo, no debe constituir una limitación importante para

investigar la falta de formación en este sentido (los cálculos los realizan las máquinas u otro puede hacerlos por nosotros, la labor creativa de la investigación sólo la podemos hacer nosotros).

Las valoraciones anteriores, realizadas a partir de los datos obtenidos, se refieren a si se confirma o no la hipótesis, utilizando criterios de técnica estadística. ¿Pero son los datos obtenidos válidos?. En nuestro caso, tenemos que decir que, aunque con los datos obtenidos pudiéramos llegar a, desde el punto de vista estadístico, conclusiones que no dieran lugar a dudas acerca de la verificación o no de las hipótesis, nuestro trabajo tendría escaso valor científico, debido, principalmente, al pequeño tamaño de la muestra. Además, sólo se han obtenido datos de sujetos de una determinada edad o nivel educativo, por lo que en rigor, lo encontrado podremos referirlo, exclusivamente, a ese rango de población. Por otro lado, incluso, podrían ponerse reparos a la bondad (validez y fiabilidad) de la prueba de memoria realizada para medir lo que hemos denominado memoria espacial y verbal.

También hay que comentar que durante la realización de la prueba de memoria espacial entró en clase una alumna, que perturbó preferentemente a sus amigas (del sexo femenino), circunstancia que pudo afectar a los resultados experimentales.

Igualmente, al ser los datos experimentales recogidos de grupos de chicos y chicas en el ambiente natural y, por tanto, no haber manipulado los grupos para que estuvieran igualados en todas las posibles variables "extrañas", no podremos estar seguros de que la única variable que diferencia a un grupo y a otro es el sexo, lo que quiere decir que los resultados obtenidos pudieran ser debidos, no a la variable sexo, sino a esas otras variables "extrañas" en las que pudieran los dos grupos también diferenciarse. Por ejemplo, podría argumentarse que las diferencias encontradas pudieran deberse a las diferencias educativas que los dos sexos han recibido, o las diferencias en motivación o inteligencia que pudieran tener, etc., y no tanto a la variable sexo, propiamente dicha. Aunque nuestros grupos hayan sido elegidos al azar y puedan estar igualados en muchos factores (como edad y trayectoria educativa escolar), nunca podremos estar seguros de la igualdad en esas "otras" variables que también pudieran ser relevantes en la obtención de las diferencias experimentales.

Concluyendo, a pesar de los indicios encontrados, en la línea de lo expresado en las hipótesis, indicios más importantes para la segunda hipótesis que para la primera, exponemos nuestras dudas razonables, acerca de la validez de los descubrimientos realizados.

#### **f) Propuesta de nuevas investigaciones**

Algunas de las propuestas de nuevas investigaciones podrían ser las siguientes:

- De cara a dar mayor generalidad a los resultados, podrían proponerse investigaciones en otros niveles educativos y/o edades, con otras pruebas de memoria, etc.

- Para dar mayor valor estadístico a los datos recogidos, aumentar el tamaño de la muestra.

- Si lo que queremos es eliminar alguna de las posibles variables "extrañas", sería adecuado formar grupos igualados en alguna de esas variables. Por ejemplo, realizar la investigación con grupos de chicos y chicas igualados en el factor inteligencia o en cualquier otro factor que se considerara relevante. Esto nos llevaría a mejorar el grado de seguridad en los indicios de causalidad de la variable dependiente encontrados.

- En esta investigación se comprobó que los estímulos colocados al principio y al final de la lista tendían a recordarse con mayor frecuencia; esto podría ser motivo para proponer investigaciones que confirmaran y precisaran este efecto de la colocación de los estímulos. También se apreció, a partir de la forma de actuar de los que realizaban las pruebas experimentales, la posibilidad de la existencia de dos formas distintas de memorizar, unos que parecían repetir los estímulos de forma verbal, moviendo incluso los labios, y otros, que manteniendo los ojos fijos en la pizarra, parecían fotografiarla; esto podría ser motivo para proponer investigaciones que confirmaran la existencia de estas dos formas de memorizar, y en su caso, de comprobar sus grados de eficacia para distintos tipos de estímulos.

Al finalizar esta investigación se nos entregó un resumen con los contenidos de los apartados que un informe experimental debería contener y que viene en la siguiente página

**ESQUEMA DE LOS APARTADOS Y CONTENIDOS FUNDAMENTALES DE UN INFORME**  
**EXPERIMENTAL**

**TÍTULO**

- Lo más conciso e informativo posible

**INTRODUCCIÓN**

- Justificación de la elección del tema a investigar
- Breve exposición de los fundamentos teóricos

**FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

- Con variables medibles de forma válida y fiable
- Una relación de carácter causal o correlacional

**DISEÑO Y REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO**

- Para controlar todas o el mayor número de variables "extrañas"
- Diseñar teniendo en cuenta los recursos disponibles
- Que la realización se corresponda, punto por punto, con lo diseñado
- En su redacción, expresar todo lo que se considere relevante

**CÁLCULOS EXPERIMENTALES**

- Lo más profundos posibles, pero no complicarlos innecesariamente

**VALORACIÓN DE LOS RESULTADOS EXPERIMENTALES Y DE LA VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

- Valoración de si la hipótesis, el diseño y el experimento están bien realizados
- Valoración de si los resultados experimentales permiten confirmar la hipótesis

**PROPUESTA DE NUEVAS INVESTIGACIONES**

- Referentes a dar mayor precisión o generalidad a lo encontrado en la investigación
- Referentes a otros aspectos o líneas de investigación que pudieren surgir como consecuencia de observaciones informales u otros motivos

(Tómese como guía flexible en el camino investigador y no como dogma de obligado cumplimiento)

## **2. HACIENDO INVESTIGACIÓN**

*(Sólo queda poner el alma en las hipótesis, creer que todo en un experimento cabe, beber el veneno de lo comprobable,... esto es Ciencia, quién lo probó, lo sabe)*

Estando ya con los pies en la pista de aterrizaje, nuestro viaje no había terminado, ahora teníamos que ser nosotros los que debíamos hacer el esfuerzo de movernos, para llegar a nuestro destino, para llegar a ser científicos, para llegar a ser investigadores. Teníamos que hacer nuestra propia investigación.

Unas últimas orientaciones nos sirvieron de mucho en esta inicial tarea de la elección de qué o sobre qué investigar. Nos dijo que, en definitiva, lo que hacen los científicos es convertir las opiniones, que normalmente hace la gente, en hipótesis científicas con las características que se han explicado antes, y por tanto, comprobables. Por ejemplo, un científico no opinaría si los horóscopos pueden o no predecir el futuro, su mentalidad le haría pensar en las variables a medir y en el experimento a realizar para poder comprobar, con el menor grado de incertidumbre posible, si se produce o no esa predicción futurista. Es decir, no se trata de opinar si el tabaco es malo o no para la salud, se trata de comprobar, por ejemplo, los años que por término medio viven los fumadores y los no fumadores y hacer comparaciones (o cuántas veces han ido el último año al médico, o la marca que hacen en una carrera de 200 metros, .... por poner variables que se pudieran medir con los compañeros de clase).

Las investigaciones tenían que ser individuales, es decir, cada uno teníamos que realizar la nuestra, aunque si en la investigación había varias hipótesis y/o los experimentos eran arduos y complicados, de tal forma que exigían mucha dedicación, se veía la posibilidad de formar grupos investigadores con 2 o más alumnos.

El profesor nos dio 2 semanas para que pensáramos en la investigación a realizar, al cabo de las cuales teníamos que presentar un pequeño proyecto en el que se incluyeran la hipótesis a investigar, con las variables a medir y cómo se iban a medir, y un breve resumen del diseño del experimento que se pensaba realizar para comprobar la hipótesis.

Aunque nos dio 2 semanas para pensarlo, nuestro profesor, todos los días al final de clase, preguntaba si alguno tenía ya alguna idea que quisiera discutir en clase. Las primeras ideas que surgieron tenían que ver con temas muy cercanos a nosotros, como el rendimiento escolar o el consumo de bebidas, tabaco o drogas, temas que no parecían muy originales, aunque nuestro profesor nos decía que la originalidad puede estar tanto en el tema a elegir como en los planteamientos a realizar. En estas primeras

siones sobre estas primeras ideas, a menudo poco concretas, lo que si recordamos, que de forma "machacona" repetía nuestro profesor es. ¿y eso como lo vas a medir?, ¿y eso como lo vas a comprobar?

Al final todos fuimos concretando ideas y acotando posibilidades y acabamos realizando nuestra investigación, nuestra primera investigación.

A continuación hacemos una pequeña reseña de las investigaciones que se realizaron en clase:

- Condiciones ambientales y su relación con el consumo de bebidas: se tomaron datos de temperaturas y viento en el servicio meteorológico de varios días y se relacionó con el consumo de líquidos que hicieron varios alumnos.
- Presión de una rueda y su relación con el rozamiento sobre el ruedo: Se lanzaron ruedas de un coche de juguete sobre una rampa con distintas presiones, sobre suelo seco o mojado, y se midió la distancia que recorría hasta pararse.
- Calvicie en los padres y su relación con características del pelo en los hijos: se formaron 2 grupos de alumnos, uno cuyos padres eran calvos y otro que no lo eran, y se midieron en ambos la densidad de cabellos y la velocidad de su crecimiento en distintas zonas craneales.
- Grosor de las velas y su relación con el consumo de cera: se encendieron velas de distinto grosor y con la misma mecha y en distintos tiempos se comprobaba la cantidad de cera que habían perdido.
- Cepillado de dientes y su relación con la salud dental: se pidió a un grupo de alumnos que aportaran datos sobre el número de veces diarias que, por término medio, se habían cepillado los dientes en los 3 últimos años y del número de piezas dentarias que tenían dañadas.
- El mantenimiento o cambio de opinión o criterio en relación con la situación social de las personas: se grabaron con vídeo las respuestas a ciertas preguntas que realizaban ciertas personas en 3 situaciones sociales distintas: sin testigos externos, con personas del mismo sexo y con personas de sexo distinto.
- Utilización del teléfono móvil en relación con la edad sexo y nivel económico personas!: se pasó un test por distintos cursos en el que se preguntaba sobre el tiempo de utilización del teléfono móvil, la edad o curso, sexo y gasto personal semanal ("propina").

- Uso de Internet en relación con el rendimiento escolar: en clase y en chats se recogieron datos sobre tiempo que se dedicaban a navegar por Internet y de calificaciones del curso pasado, en Junio; en determinadas asignaturas.
- La música y su relación con la atención continuada: en clase se realizó una prueba de atención consistente en detectar ciertas letras de un texto en griego en 3 situaciones diferentes: sin música, con música clásica y con música heavy.
- El ejercicio aeróbico u anaeróbico y su relación con la edad: se recogieron datos de de edad y marcas de atletas que realizaron las mejores marcas en los Juegos Olímpicos de las últimas décadas y se compararon datos de pruebas aeróbicas y anaeróbicas.
- Diferencias de determinadas características de determinadas marcas de chicles: se midieron características de dureza y elasticidad, intensidad de sabor, cantidad de azúcar perdido, etc., después de distintos tiempos de masticado en 5 marcas de chicle.

Tuvimos 3 meses para la presentación de la investigación, aunque el tiempo podía incrementarse si las exigencias de la investigación lo justificaban. Casi todas las investigaciones se presentaron en el plazo indicado, aunque alguna se retrasó un par de semanas, pero todas recibieron las alabanzas del profesor. También es cierto que ninguna se quedó sin crítica, alguna porque las hipótesis no estaban correctamente formuladas, otras porque las variables no se habían medido con las suficientes garantías de validez o fiabilidad, otras porque el experimento no presentaba suficiente rigor, otras porque los cálculos no se habían hecho con suficiente profundidad, otras porque las valoraciones no habían sido suficientemente juiciosas, otras porque la presentación era mejorable, etc. En definitiva, todos comprendimos que ser científico era fácil, pero que ser un buen científico no lo era tanto, porque requería de una gran formación en innumerables aspectos, formación que sólo el estudio profundo y continuo podía proporcionar.

Pero nuestra aventura científica no terminó aquí, casi podemos decir que estábamos a punto de iniciar otro episodio en la aventura de ser científicos. El profesor nos reunió a alguno de nosotros, en concreto a los autores de las 6 últimas investigaciones que reseñamos anteriormente y nos propuso realizar una investigación en la que con una vigilancia más estrecha suya pudiéramos mejorar en esos aspectos que, unos en unas cosas y otros en otras, habíamos fallado. Como nos dijo que al ser un grupo relativamente amplio podríamos repartir el trabajo y que podríamos usar el tiempo de los recreos para realizar, al menos, parte del trabajo, la aceptación fue unánime.

Así surgieron las 2 investigaciones cuyos informes experimentales aparecen ampliamente desarrollados en los apartados 2.1 y 2.2 y que titulamos:

- Desayuno y rendimiento intelectual
- Horas de sueño nocturno y rendimiento intelectual

En la primera trataríamos de averiguar si la cantidad de desayuno ingerido esa mañana influye en el rendimiento intelectual en clase y, en la segunda, si ese efecto se produce con la manipulación de las horas de sueño de la noche anterior.

Los primeros pasos que dimos en estas investigaciones se comentan a continuación:

En las primeras reuniones tratamos sobre la elección del tema a investigar. Algunos defendimos la realización de investigaciones que tenían que ver con las que ya habíamos realizado, otros por otras que tenían que ver más con nuestra propia realidad. Como nuestro profesor nos había puesto la condición de que la investigación fuera causal (es decir con variables independientes manipulables) y además prefería que estuviéramos involucrados nosotros personalmente (así se garantizaría el mantenimiento de la motivación hasta el final) nos decidimos por las investigaciones que se han señalado en el anterior punto.

Las variables independientes que manipularíamos para ver su efecto en la variable dependiente serían:

- Cantidad de desayuno ingerido por la mañana
- Cantidad de tiempo dormido la noche anterior

Los sujetos experimentales, los sujetos en los que se manipularía la variable independiente, seríamos nosotros mismos junto con otros amigos-compañeros a los que pedimos su colaboración, hasta formar un total de 16 personas para la primera de las investigaciones y que se quedaron en 14 en la segunda. El grupo no era muy amplio, pero suficiente, y sobre todo éramos gente de total confianza.

La variable dependiente, el rendimiento intelectual en clase, se midió a través de tareas que trataban de simular lo que se hace en clase. Después de varias discusiones no decidimos por medir esta variable mediante:

- Realización de un número determinado de sumas en el menor tiempo y con el menor número de errores posible. Aún siendo una tarea fácil exige una atención continuada para no equivocarse, atención que también se requiere en las clases lectivas.
- Realización de problemas sencillos que combinan de distintas maneras sumas, restas multiplicaciones y divisiones. Aún siendo de fácil resolución, exigen leer el enunciado,

procesar datos , tomar decisiones y realizar operaciones aritméticas, cosas que también tienen que ver con tareas que se realizan en nuestras clases.

- Realización de 2 pruebas de taquitoscopio en ordenador (programa informático recogido de un Curso de Lectura Rápida editado por la Editorial Bruño), en el que se lanzan en pantalla estímulos (que pueden ser letras o números y en mayor o menor cantidad y/o con distinta disposición) y que desaparecen después de un intervalo de tiempo, que se puede hacer variar, y que el sujeto tiene que detectar para luego teclearlo. Son tareas que requieren de agudeza visual y de capacidad para mantener estímulos en la memoria más inmediata, habilidades que tienen que ver con tareas que se realizan en las clases.

Se eligieron estas pruebas para medir el rendimiento intelectual atendiendo a los siguientes criterios:

- A) Son pruebas fáciles de repetir cambiando datos sin variar el nivel de dificultad, lo que hará que se puedan comparar fácilmente sus resultados en las distintas situaciones experimentales
- B) Son pruebas cuyos resultados se pueden medir muy objetivamente lo que contribuirá a que las comparaciones entre las distintas situaciones experimentales puedan realizarse con rigor
- C) Aunque las tareas son sencillas en cuanto a su realización, suponen la utilización de procesos mentales que se asemejan mucho a lo que se realiza en clase, procesos que tienen que ver con la agudeza sensorial, especialmente visual, atención continuada, procesamiento cognitivo verbal y numérico, toma de decisiones, memoria inmediata, etc.

La determinación final de cómo medir esta variable independiente fue todo un proceso. Tras diversas discusiones sobre ventajas e inconvenientes que pudieran tener las distintas tareas, se llegó al acuerdo de que serían las sumas, problemas y pruebas de taquitoscopio con las que mediríamos la variable dependiente, pero todavía quedaba por decidir cuantas sumas y problemas utilizaríamos y su grado de dificultad, así como los niveles de dificultad que utilizaríamos en el taquitoscopio. El criterio debía ser que no fueran ni muy fáciles ni muy difíciles de tal forma que se obtuviera un alto rango de resultados en su resolución para que así tuvieran un alto poder de discriminación entre sujetos experimentales con mayores o menores rendimientos. En este sentido se hizo una prueba piloto, ya con los 16 sujetos experimentales, con una doble intención, por un lado, dar a conocer las pruebas a los sujetos que tendrían que hacerlas en los experimento, para así evitar el factor sorpresa que pudiera afectar a los resultados experimentales (después de la prueba piloto todos sabíamos lo que había que hacer, desde la primera prueba experimental hasta la última, todos estábamos en las mismas condiciones), y por otro

lado, poner a prueba a las tareas para ver si cumplían los requisitos que nosotros pretendíamos. Tras la prueba piloto se realizaron pequeñas modificaciones:

- a) Para las sumas se habían propuesto, en principio, 25 sumas de 6 números de 2 cifras (en total se sumarían 300 dígitos, 30 veces cada una de las cifras del 0 al 9), pero como hubo en la prueba un promedio de 20,18 sumas correctas y sólo 4,82 errores, se optó por aumentar algo el nivel de dificultad pasando de 25 sumas a 20 pero de 7 números de 2 cifras (en total 280 dígitos, 28 veces todos los números del 0 al 9). Como el tiempo medio empleado en la realización fue de 7,51 minutos, no nos importó disminuir ligeramente el total de dígitos a sumar.
- b) Para los problemas se propusieron 5 que combinaban suma con producto, suma con cociente, resta con producto, resta con cociente y producto con cociente. En la prueba piloto se realizaron un promedio de 4,75 problemas correctos con tan sólo 0,25 errores. Se mantuvieron la misma cantidad de problemas y las mismas combinaciones de operaciones, es decir, la misma dificultad de los problemas, pero se aumentó la dificultad de realización de las operaciones que requerían su resolución, aumentando el número de dígitos. Además, el tiempo medio que se utilizó para terminarlos, que fue de tan sólo 6,1 minutos, también lo aconsejaba.
- c) Algo parecido sucedió con la detección de números y letras en el taquitoscopio. En principio se eligió un nivel de velocidad de presentación 3 (en el programa viene hasta nivel 9) con 4 dígitos, tanto para letras como para números. Después de la prueba piloto, en la que tan sólo había habido 3,25 y 2,69 errores, respectivamente, de un total de 20, se decidió aumentar ligeramente la dificultad. Se mantuvo la velocidad al nivel 3 y número de dígitos para los números, pero se pasó de la opción 8 a la 9 (que tiene más dificultad porque los dígitos aparecen camuflados entre otros, cosa que también sucede en clase), y también se mantuvo la velocidad 3 par las letras pero se pasó de 4 a 5 dígitos (que requiere de un mayor esfuerzo para la detección y de mantenimiento en memoria inmediata).

(Tanto la prueba piloto que se diseñó como las distintas pruebas experimentales pueden verse en el apéndice 17 que se encuentra al final de este trabajo)

Teníamos las variables independientes, los sujetos experimentales y las variables dependientes, sólo faltaba ponerse a realizar las investigaciones.

## **2.1 INVESTIGACIÓN 1:**

# **INFLUENCIA DEL DESAYUNO EN EL RENDIMIENTO INTELLECTUAL**

### **INTRODUCCIÓN**

De forma insistente aparecen en los medios de comunicación declaraciones, a veces claramente propagandistas, pero, también, a menudo, vertidas por médicos o personal especializado, acerca de los beneficios de ingerir un buen desayuno y advertencias de que un desayuno excesivamente ligero pudiera deteriorar el rendimiento de las personas y más concretamente el rendimiento de los escolares en sus clases matinales. ¿Es esto cierto? ¿Se ha contrastado suficientemente? ¿Será una moda anglosajona que, al igual que otras modas, nos quieren imponer? ¿Habrá detrás intereses de empresas comerciales que se dediquen a la venta o distribución de alimentos que generalmente se toman en los desayunos? Todas estas dudas nos asaltaban y queríamos "echar luz" sobre el asunto para intentar disiparlas.

### **FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS Y DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES**

La hipótesis que guía nuestra investigación es:

**"Las variaciones en la cantidad de desayuno ingerido producen diferencias significativas en el rendimiento de tareas relacionadas con el rendimiento intelectual"**

La variable "cantidad de desayuno" la mediremos a partir de 4 situaciones experimentales por las que pasaremos los sujetos experimentales, variando la cantidad de desayuno ingerido respecto del habitual y tomando 4 valores:

- Doble desayuno del habitual (2D)
- Desayuno habitual (D)
- Mitad del desayuno habitual (1/2D)
- Nada de desayuno (0D)

En principio se pensó en que todos los sujetos experimentales desayunaran lo mismo en cada situación experimental, pero comprobando la variedad de lo que desayunaba cada uno y, sin embargo, la

constancia en lo que se desayuna cada día, preferimos mantener el "desayuno habitual" como base para realizar los cambios en la variable independiente "cantidad de desayuno".

La variable dependiente "rendimiento intelectual" vamos a medirla a partir de las siguientes pruebas y medidas:

- Realización de 20 sumas de 7 cifras y 2 dígitos por cifra, en el menor tiempo posible y con el menor número de errores posible. Se obtendrán 3 conjuntos de datos para analizar posteriormente: tiempo empleado en las sumas, número de sumas correctamente realizadas y el cociente entre ambas, es decir, el tiempo empleado por cada suma correctamente realizada.
- Realización de 5 problemas que requieren para su realización una combinación de 2 operaciones aritméticas, en concreto, las combinaciones que se utilizaron fueron: suma-producto, resta-producto, suma-cociente, resta-cociente y producto-cociente. El problema se considerará correcto sólo si el resultado es el correcto. También hay que resolverlos en el menor tiempo posible y con el menor número de errores posibles por lo que se obtendrán los mismos grupos de datos que en la anterior variable: tiempo empleado en resolver los problemas, número de problemas correctamente realizados y el cociente entre ambos. A este último cociente se añade una pequeña modificación: se añade una unidad al divisor, es decir, se dividirá el tiempo empleado por el número de problemas correctamente resueltos más 1. La razón es que al ser sólo 5 problemas y ser relativamente alta la probabilidad de que el número de problemas correctamente resueltos fuera 0, el cociente podría hacerse infinito, lo que imposibilitaría el correcto análisis de los datos.
- Realización de 2 pruebas con taquitoscopio, una con números y otra con letras. En la prueba con números se utilizará el nivel 3 con 4 caracteres y en la opción 9, y en la prueba con letras se utilizará el nivel 3 con 5 caracteres (del programa informático del curso Lectura Eficaz de Editorial Bruño). Se obtendrán grupos de datos de aciertos y errores para ambas pruebas.

(Las sumas y los problemas de las distintas pruebas que se llevaron a cabo se encuentran en el apéndice 17, al final de este trabajo).

**DISEÑO Y REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO**

En el experimento participarán 16 alumnos de Bachillerato, 13 de 2º y 3 de 1º, pensamos que suficientemente representativos de esta población escolar, ya que aunque algunos fueron elegidos por el profesor, otros fueron más o menos elegidos al azar, por amistad y no por otro criterio tendencioso. En cualquier caso había alumnos de los 2 sexos y de todos niveles en cuanto a rendimiento escolar, criterio, este último, que consideramos el más importante.

El experimento se llevará a cabo los martes y jueves durante 5 semanas a la hora en que los alumnos tenemos el recreo, de 11,15 a 11,45, hora que creemos adecuada para que se noten los efectos de las variaciones en el desayuno, si es que existen. Los martes se realizarán las pruebas correspondientes a sumas y problemas y los jueves las pruebas de taquitoscopio en ordenador. Las sumas y problemas se realizarán en el laboratorio de física, colocados los sujetos experimentales siempre en las mismas posiciones, siempre con la misma iluminación ambiental e, incluso, cerrando con llave para que nadie ajeno a la investigación pudiera entrar y perturbar los resultados experimentales; un cronómetro funcionando en una pantalla de ordenador en las espaldas de los que hacen las pruebas permitirá que cada uno anote el tiempo empleado al finalizar la prueba. Las pruebas de taquitoscopio se realizarán en una sala de ordenadores, realizando cada uno de los sujetos experimentales todas sus pruebas siempre en el mismo ordenador. Con todas estas precauciones tratamos de poder garantizar que si existen diferencias se deben exclusivamente a la variable cantidad de desayuno y no a otros factores posibles. Todas las pruebas fueron dirigidas y controladas por nuestro profesor orientador.

La primera semana se realizará una prueba piloto (comentada anteriormente), que tiene por misión comprobar que las pruebas diseñadas para medir el rendimiento intelectual funcionan según lo previsto, a la vez que se evita el factor sorpresa que pudiera afectar a los resultados experimentales

Se dividirá a los 16 alumnos en 4 grupos, tal como se indica a continuación y se les proporcionará un identificador

Grupo A		Grupo B		Grupo C		Grupo D	
J---- C-----	A1	A----- G----	B1	J----- P---	C1	D--- V----	D1
L---- C-----	A2	H---- G-----	B2	D----- P----	C2	C---- R-----	D2
L--- E-----	A3	D---- L....	B3	V----- R---	C3	B----- M---	D3
M----- E-----	A4	N----- P-----	B4	C----- S-----	C4	M---- M-----	D4

Las otras 4 semanas serán para las pruebas experimentales:

- 1ª semana experimental: grupo A con doble desayuno del habitual (2 D)
  - grupo B con desayuno habitual (1 D)
  - grupo C con mitad de desayuno (1/2 D)
  - grupo D sin desayuno (0 D)
- 2ª semana experimental: grupo B con doble desayuno del habitual (2 D)
  - grupo C con desayuno habitual (1 D)
  - grupo D con mitad de desayuno (1/2 D)
  - grupo A sin desayuno (0 D)
- 3ª semana experimental: grupo C con doble desayuno del habitual (2 D)
  - grupo D con desayuno habitual (1 D)
  - grupo A con mitad de desayuno (1/2 D)
  - grupo B sin desayuno (0 D)
- 4ª semana experimental: grupo D con doble desayuno del habitual (2 D)
  - grupo A con desayuno habitual (1 D)
  - grupo B con mitad de desayuno (1/2 D)
  - grupo C sin desayuno (0 D)

Con las pruebas experimentales en las que cada grupo pasa por las distintas situaciones experimentales, pero en distintas semanas, se pretende eliminar el factor aprendizaje que pudiera darse, es decir, si los sujetos experimentales tienden a hacer mejor sus tareas conforme se entrenen en ellas en las distintas semanas, este factor (si es que se da, y que podemos medir si es así), pesará lo mismo en todas las situaciones experimentales correspondientes a las distintas cantidades de desayuno ingerido.

En principio pensamos que los resultados de las pruebas deberían mantenerse totalmente anónimos, utilizando un identificador que sólo conociera el interesado, por si la posible competitividad pudiera contaminar los datos experimentales, pero pensando que en las clases las calificaciones suelen hacerse públicas en la mayoría de los casos, pensamos que en vez de ser el anonimato una forma de control experimental, lo que hace es alejarnos de la realidad. En cualquier caso los datos sólo se harán públicos de forma interna para los alumnos que formamos los grupos experimentales y no en el informe que se redacte después al terminar el experimento, en el cual se utilizará un identificador.

La realización del experimento siguió los pasos que se habían diseñado. Únicamente el sujeto experimental C1, en la 2ª semana, correspondiente a la situación experimental desayuno habitual, faltó por enfermedad a las pruebas de sumas y problemas. Tras deliberar si se repetía la prueba fuera de contexto, si se dejaba en blanco o se rellenaba ese dato siguiendo la tendencia estadística seguida por el sujeto en las otras pruebas experimentales, se decidió esta última posibilidad, aunque pensamos que cualquier decisión hubiera afectado muy poco a los resultados experimentales finales. Se realizó el cálculo de la recta de regresión con los datos correspondientes a 0 desayuno, 1/2 desayuno y 2 desayuno y se calculó lo esperado para 1 desayuno (los detalles de estos cálculos se encuentran al principio de los apéndices 1, 2, 4 y 5, al final de este trabajo).

### **CALCULOS EXPERIMENTALES Y SU ANÁLISIS**

Los datos experimentales que se recogieron a partir de las pruebas aparecen en la tabla de la página siguiente, en la que:

- "T" es el tiempo empleado en la realización de las sumas o problemas.
- "B" es el número de sumas o problemas correctamente realizados.
- "T/B" y  $T/(B+1)$  son los cocientes entre el tiempo empleado en la resolución de las sumas y problemas, respectivamente, y el número de los correctamente realizados; en el caso de los problemas se añade al denominador una unidad, por las razones ya expuestas.
- "N" es el número de aciertos en el taquitoscopio para los números.
- "L" es el número de aciertos en el taquitoscopio para las letras.

(Los datos también pueden consultarse por variables, junto con los análisis estadísticos completos para cada variable, en los apéndices del 1 al 8, que aparecen al final de este trabajo)

TABLA DE DATOS EXPERIMENTALES INVESTIGACIÓN DESAYUNO-RENDIMIENTO INTELECTUAL

2 D Grupo A Semana 1								D Grupo B Semana 1								1/2 D Grupo C Semana 1								0 D Grupo D Semana 1							
Sumas			Problemas			Taquitosc		Sumas			Problemas			Taquitosc		Sumas			Problemas			Taquitosc		Sumas			Problemas			Taquitosc	
T	B	T/B	T	B	T/B+1	N	L	T	B	T/B	T	B	T/B+1	N	L	T	B	T/B	T	B	T/B+1	N	L	T	B	T/B	T	B	T/B+1	N	L
276	20	13,80	260	5	43,33	14	11	314	20	15,70	396	5	66,0	19	18	400	18	22,22	490	3	122,5	15	11	412	12	34,33	600	3	150	"18"	"17"
406	16	25,38	600	0	600,0	14	11	276	19	14,53	279	4	55,8	8	12	384	18	21,33	518	5	86,3	6	13	486	8	60,75	600	1	300	9	1
332	17	19,53	528	2	176,0	14	13	315	19	16,58	459	4	91,8	"8"	"10"	270	18	15,00	600	0	600	11	13	417	9	46,33	600	0	600	6	14
462	11	42,00	600	0	600,0	6	8	308	18	17,11	460	4	92,0	16	11	413	18	22,94	508	3	127,0	12	6	380	19	20,00	600	3	150	5	9
0 D Grupo A Semana 2								2 D Grupo B Semana 1								1 D Grupo C Semana 2								1/2 D Grupo D Semana 2							
Sumas			Problemas			Taquitosc		Sumas			Problemas			Taquitosc		Sumas			Problemas			Taquitosc		Sumas			Problemas			Taquitosc	
T	B	T/B	T	B	T/B+1	N	L	T	B	T/B	T	B	T/B+1	N	L	T	B	T/B	T	B	T/B+1	N	L	T	B	T/B	T	B	T/B+1	N	L
469	14	33,50	538	2	179,3	14	12	304	20	15,20	346	5	57,7	19	18	369	15	24,60	470	3	117,75	18	15	398	15	26,53	365	4	73,0	19	10
404	12	33,67	504	0	504,0	18	13	285	19	15,00	260	5	43,3	14	14	454	20	22,70	514	5	85,7	10	2	450	17	26,47	539	3	134,8	4	7
370	18	20,56	328	4	65,6	15	16	300	19	15,79	313	4	62,6	10	5	243	19	12,79	476	4	95,2	13	8	432	17	25,41	560	3	140,0	5	9
446	13	34,31	429	2	143,0	6	7	370	17	21,77	303	4	60,6	18	6	417	19	21,95	413	5	68,8	14	10	453	18	25,17	554	5	92,3	9	14
1/2 D Grupo A Semana 3								0 D Grupo B Semana 3								2 D Grupo C Semana 3								1 D Grupo D Semana 3							
Sumas			Problemas			Taquitosc		Sumas			Problemas			Taquitosc		Sumas			Problemas			Taquitosc		Sumas			Problemas			Taquitosc	
T	B	T/B	T	B	T/B+1	N	L	T	B	T/B	T	B	T/B+1	N	L	T	B	T/B	T	B	T/B+1	N	L	T	B	T/B	T	B	T/B+1	N	L
444	15	29,60	449	5	74,83	18	10	289	19	15,21	260	5	43,33	19	19	345	13	26,54	450	2	150,0	19	14	427	13	32,85	470	3	117,5	"16"	"16"
395	15	26,33	438	4	87,60	18	13	270	19	14,21	258	5	43,00	16	14	438	19	23,05	430	4	86,00	9	10	430	12	35,83	480	2	160,0	11	4
368	19	19,37	346	4	69,20	17	17	287	18	15,94	419	5	69,83	"11"	"10"	243	18	13,50	410	3	102,5	15	11	430	14	30,71	445	1	222,5	7	10
503	14	35,93	442	2	147,3	9	8	319	19	16,79	283	4	56,60	18	17	451	20	22,56	442	4	88,40	16	12	396	16	24,75	492	1	246	8	10
D Grupo A Semana 4								1/2 D Grupo B Semana 4								0 D Grupo C Semana 4								2 D Grupo D Semana 4							
Sumas			Problemas			Taquitosc		Sumas			Problemas			Taquitosc		Sumas			Problemas			Taquitosc		Sumas			Problemas			Taquitosc	
T	B	T/B	T	B	T/B+1	N	L	T	B	T/B	T	B	T/B+1	N	L	T	B	T/B	T	B	T/B+1	N	L	T	B	T/B	T	B	T/B+1	N	L
368	17	21,64	375	5	62,5	15	7	268	18	14,89	290	4	58	20	18	370	14	26,43	480	3	120	18	15	457	11	41,55	315	2	105	17	14
377	13	29	490	2	163,3	17	10	241	19	12,48	245	5	40,83	16	12	423	19	22,26	437	3	109,3	12	8	442	16	27,63	492	2	164	14	6
320	14	22,86	350	5	58,33	16	19	335	17	19,71	300	5	50	11	9	209	16	13,06	343	2	114,3	17	10	380	15	25,33	366	3	91,5	8	12
454	11	41,27	255	1	127,5	10	19	327	14	23,36	347	5	57,83	17	13	462	20	23,1	354	4	70,8	16	12	386	16	24,13	495	2	165	12	13

Tras la obtención de los datos realizamos los cálculos experimentales necesarios para poder determinar si las hipótesis se confirmaba o no.

El análisis que se hizo se resume a continuación, variable tras variable:

1º) **Variable tiempo empleado en la realización de las sumas:**

A partir de la tabla de datos, en la que el tiempo aparece en segundos y entre paréntesis el identificador del sujeto experimental,

	2 DESAYUNO	1DESAYUNO	1/2 DESAYUN	0 DESAYUNO
SEMANA 1	276 (A1)	314 (B1)	400 (C1)	412 (D1)
	406 (A2)	276 (B2)	384 (C2)	486 (D2)
	332 (A3)	315 (B3)	270 (C3)	417 (D3)
	462 (A4)	308 (B4)	413 (C4)	380 (D4)
SEMANA 2	304 (B1)	369 (C1)	398 (D1)	469 (A1)
	285 (B2)	454 (C2)	450 (D2)	404 (A2)
	300 (B3)	243 (C3)	432 (D3)	370 (A3)
	370 (B4)	417 (C4)	453 (D4)	446 (A4)
SEMANA 3	345 (C1)	427 (D1)	444 (A1)	289 (B1)
	438 (C2)	430 (D2)	395 (A2)	270 (B2)
	243 (C3)	430 (D3)	368 (A3)	287 (B3)
	451 (C4)	396 (D4)	503 (A4)	319 (B4)
SEMANA 4	457 (D1)	368 (A1)	268 (B1)	370 (C1)
	442 (D2)	377 (A2)	241 (B2)	423 (C2)
	380 (D3)	320 (A3)	335 (B3)	209 (C3)
	386 (D4)	454 (A4)	327 (B4)	462 (C4)

hicimos una primera aproximación realizando un análisis de varianza de 2 factores que nos permitiría comprobar si existían diferencias significativas entre los distintos grupos experimentales con distinta cantidad de desayuno ingerido, y también entre las distintas semanas para comprobar si había habido aprendizaje a lo largo de ellas . Del análisis de varianza se deduce que, siendo los valores de "F" de 0,450 para las distintas semanas y de 0,160 para las distintas situaciones experimentales, y el valor critico de "F", al 95 % de certidumbre, está en 2,798 para ambos factores, podemos decir que no existen diferencias significativas ni entre grupos experimentales con distinto desayuno ni entre semanas distintas, es decir, las diferencias entre sujetos dentro de cada situación son mayores que las diferencias entre los propios grupos con distinta situación, por lo que no podemos aceptar que la variable cantidad de desayuno afecte al tiempo empleado en las sumas, ni que ha habido aprendizaje durante las semanas.

Un acercamiento más preciso, para la variable experimental, se realizó con los análisis de regresión, primero con todos los datos, y después con los promedios obtenidos en las distintas situaciones experimentales. Con la idea inicial de que nuestra hipótesis predice una relación negativa (a más desayuno menos tiempo) entre la cantidad de desayuno ingerido y el tiempo empleado en la realización de las sumas, realizamos los siguientes análisis de regresión:

En el primer caso, con todos los datos, se obtuvo un índice de correlación de -0,058 (muy pequeño, aunque negativo) y una recta de regresión de ecuación:

$$Y = -5,55 X + 377,663 \quad (Y = \text{tiempo en sumas}, X = \text{desayuno ingerido})$$

de pendiente -5,5 (pequeña, pero negativa) y con unos intervalos de seguridad (-29,979, +18,879) al 95 % de certidumbre y de (-21,380, +10,280) al 80 % de certidumbre. La incertidumbre para poder afirmar, con probabilidad del 95 %, que la regresión es de pendiente negativa es superior al 65,131 %.. El ajuste de los datos a la recta de regresión resultó ser muy pequeño, con tan sólo 0,003 de coeficiente de determinación.

En el segundo caso, con los promedios de las 4 situaciones experimentales:

PROMEDIOS	DESAYUNOS
375,8125	0
380,0625	0,5
368,625	1
367,3125	2

se obtuvo un índice de correlación de -0,780 (bastante más elevado que el anterior, y también negativo) y una recta de regresión de ecuación:

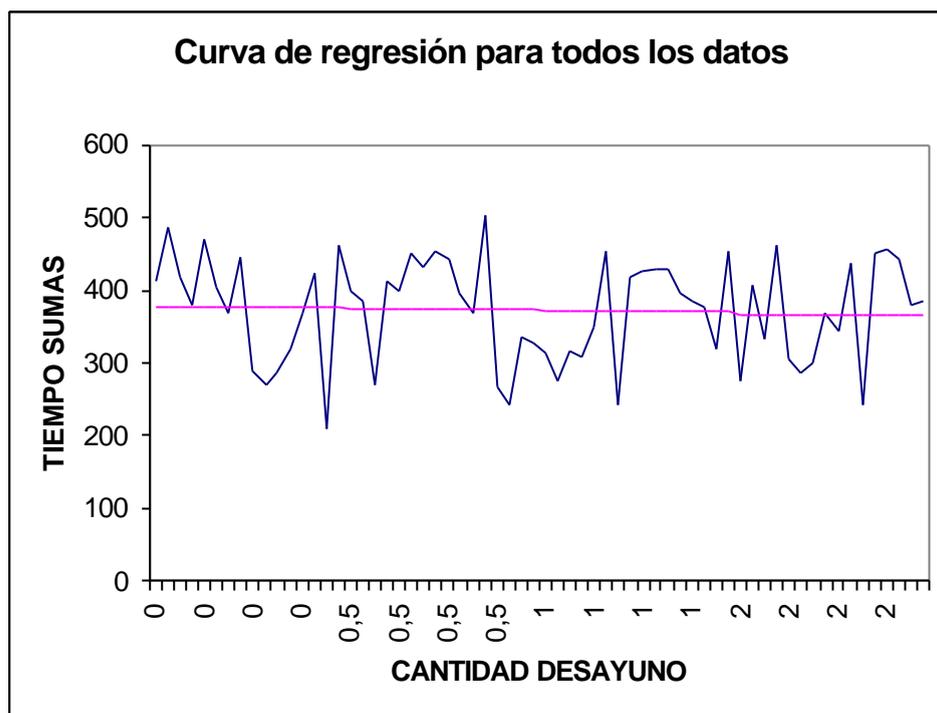
$$Y = -5,511 X + 377,775$$

de pendiente - 5,511 (pequeña, pero también negativa), con intervalos de seguridad de (-18,974, 7,953) al 95 % de certidumbre y (-11,411, 0,390) al 80 % de certidumbre. La incertidumbre para poder afirmar, con probabilidad del 95 %, que regresión tiene pendiente negativa es superior al 22,02 %. El ajuste de los datos experimentales a la recta de regresión es más alto que con todos los datos, siendo el coeficiente de determinación 0,608.

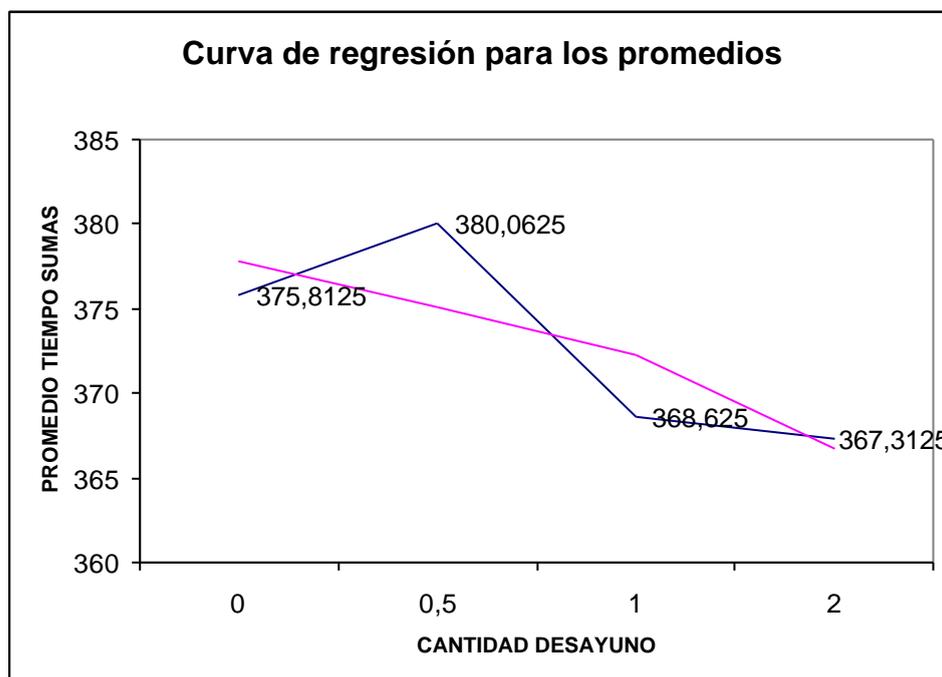
Concluyendo: Con los datos anteriores, no podemos rechazar la idea de la ausencia de relaciones negativas entre la cantidad de desayuno y el tiempo empleado en las sumas, o lo que es lo mismo, no podemos aceptar la existencia de relaciones negativas entre estas variables, tal como predice la hipótesis. A pesar de ello existen pequeños indicios de esta relación.

Los gráficos de regresión de la página siguiente permiten una visualización más directa de los datos y afirmaciones anteriores:

(El estudio estadístico completo, realizado con el programa informático Excel, se encuentra en el apéndice 1, al final de este trabajo)



Pueden apreciarse la pequeña pendiente de la regresión y el mal ajuste de los datos a la recta



Puede apreciarse la pequeña pendiente de la regresión (en términos relativos), aunque un mejor ajuste de los datos. También pueden apreciarse unos tiempos relativamente mayores para las situaciones 0 desayuno y 0,5 desayuno, respecto de 1 desayuno y 2 desayunos.

2°) **Variable número de sumas correctamente realizadas:**

A partir de la tabla de datos en la que aparece el número de sumas correctamente realizadas y entre paréntesis el identificador del sujeto experimental que las realizó:

	2 DESAYUNO	1DESAYUNO	1/2 DESAYUN	0 DESAYUNO
SEMANA 1	20 (A1)	20 (B1)	18 (C1)	12 (D1)
	16 (A2)	19 (B2)	18 (C2)	8 (D2)
	17 (A3)	19 (B3)	18 (C3)	9 (D3)
	11 (A4)	18 (B4)	18 (C4)	19 (D4)
SEMANA 2	20 (B1)	15 (C1)	15 (D1)	14 (A1)
	19 (B2)	20 (C2)	17 (D2)	12 (A2)
	19 (B3)	19 (C3)	17 (D3)	18 (A3)
	17 (B4)	19 (C4)	18 (D4)	13 (A4)
SEMANA 3	13 (C1)	13 (D1)	15 (A1)	19 (B1)
	19 (C2)	12 (D2)	15 (A2)	19 (B2)
	18 (C3)	14 (D3)	19 (A3)	18 (B3)
	20 (C4)	16 (D4)	14 (A4)	19 (B4)
SEMANA 4	11 (D1)	17 (A1)	18 (B1)	14 (C1)
	16 (D2)	13 (A2)	19 (B2)	19 (C2)
	15 (D3)	14 (A3)	17 (B3)	16 (C3)
	16 (D4)	11 (A4)	14 (B4)	20 (C4)

se hace una primera aproximación realizando un análisis de varianza de 2 factores que nos permitirá comprobar se existen diferencias significativas entre los distintos grupos experimentales con distinta cantidad de desayuno ingerido, y también entre las distintas semanas para apreciar si ha habido aprendizaje a lo largo de ellas. Del análisis de varianza se deduce que siendo el valor de "F" de 0,855 para las distintas semanas y de 0,917 para las distintas situaciones experimentales, y el valor crítico de "F" para ambas variables es de 2,798 al 95 % de certidumbre, podemos afirmar que no existen diferencias significativas ni entre grupos experimentales, ni entre semanas distintas, es decir, las diferencias entre sujetos dentro de los grupos son apreciablemente mayores que entre los propios grupos con distinta situación, por lo que no podemos aceptar que la variable cantidad de desayuno afecte al número de sumas correctamente realizadas, ni que ha habido aprendizaje durante las semanas.

Un acercamiento más preciso, para la variable experimental, se realizó con los análisis de regresión, primero con todos los datos, y después con los promedios obtenidos en las distintas situaciones experimentales. Con la idea inicial de que nuestra hipótesis predice una relación positiva entre la cantidad de desayuno ingerido y el número de sumas correctamente realizadas, hicimos los siguientes análisis de regresión:

En el primer, caso con todos los datos, se obtuvo un índice de correlación de +0,097 (muy pequeño, aunque positivo) y una recta de regresión de ecuación:

$$Y = 0,389 X + 15, 988 \quad (Y = n^{\circ} \text{ sumas bien, } X = \text{desayuno ingerido})$$

de pendiente +0,389 (pequeña, pero positiva) y con unos intervalos de seguridad de (-0,623, +1,402) al 95 % de certidumbre y de (-0,267, +1,045) al 80 % de certidumbre. La incertidumbre para poder afirmar, con probabilidad del 95 %, que la pendiente es positiva es superior al 44,51 %. El ajuste de los datos a la recta de regresión resultó ser muy pequeño, con un coeficiente de determinación de tan sólo 0,009.

En el segundo caso, con los promedios de las 4 situaciones experimentales:

PROMEDIOS	DESAYUNOS
15,5625	0
16,875	0,5
16,1875	1
16,6875	2

se obtuvo un índice de correlación de + 0,566 (más elevado que el anterior y también positivo) y una recta de regresión de ecuación:

$$Y = 0,389 X + 15,987$$

con pendiente +0,389 (igual que la anterior) y con intervalos de seguridad de (-1,335, +2,114) al 95 % de certidumbre y de (-0,366, + 1,145) al 80 % de certidumbre. La incertidumbre para poder afirmar, con probabilidad del 95 %, que la regresión presenta pendiente positiva es superior al 43,38 %. El ajuste de los datos a la recta de regresión es mejor que con todos los datos, pero, en cualquier caso, pequeño, con un coeficiente de determinación de 0,32.

Concluyendo: Con los datos anteriores, no podemos rechazar la idea de la ausencia de relaciones positivas entre la cantidad de desayuno ingerido la mañana anterior y el número de sumas correctamente realizadas, o lo que es lo mismo, no podemos aceptar la existencia de relaciones positivas entre estas variables, tal como predice nuestra hipótesis. A pesar de ello, si que existen indicios de esta relación.

Los gráficos de regresión de la página siguiente permiten una visualización más directa de los datos y afirmaciones anteriores:

(El estudio estadístico completo, realizado con el programa informático Excel de Microsoft, se encuentra en el apéndice 2, al final de este trabajo)



3°) **Variable resultante de dividir el tiempo empleado en la resolución de las sumas por el número de sumas correctamente realizadas:**

A partir de la tabla de datos:

	2 DESAYUNO	1 DESAYUNO	1/2 DESAYUNO	0 DESAYUNO
SEMANA 1	13,8	15,7	22,2222222	34,3333333
	25,375	14,5263158	21,3333333	60,75
	19,5294118	16,5789474	15	46,3333333
	42	17,1111111	22,9444444	20
SEMANA 2	15,2	24,6	26,5333333	33,5
	15	22,7	26,4705882	33,6666667
	15,7894737	12,7894737	25,4117647	20,5555556
	21,7647059	21,9473684	25,1666667	34,3076923
SEMANA 3	26,5384615	32,8461538	29,6	15,2105263
	23,0526316	35,8333333	26,3333333	14,2105263
	13,5	30,7142857	19,3684211	15,9444444
	22,55	24,75	35,9285714	16,7894737
SEMANA 4	41,5454545	21,6470588	14,8888889	26,4285714
	27,625	29	12,6842105	22,2631579
	25,3333333	22,8571429	19,7058824	13,0625
	24,125	41,2727273	23,3571429	23,1

se hace una primera aproximación realizando un análisis de varianza de 2 factores que nos permitirá comprobar se existen diferencias significativas entre los distintos grupos experimentales con distinta cantidad de desayuno ingerido, y también entre las distintas semanas para apreciar si ha habido aprendizaje a lo largo de ellas. Del análisis de varianza se deduce que siendo el valor de "F" de 0,221 para las distintas semanas y de 0,976 para las distintas situaciones experimentales, y el valor crítico de "F" para ambas variables es de 2,798 al 95 % de certidumbre, podemos afirmar que no existen diferencias significativas ni entre grupos experimentales, ni entre semanas distintas, es decir, las diferencias entre sujetos dentro de los grupos son apreciablemente mayores que entre los propios grupos con distinta situación, por lo que no podemos afirmar que la variable cantidad de desayuno afecte al tiempo empleado en cada suma correctamente realizada, ni que ha habido aprendizaje durante las semanas.

Un acercamiento más preciso, para la variable experimental, se realizó con los análisis de regresión, primero con todos los datos, y después con los promedios obtenidos en las distintas situaciones experimentales. Con la idea inicial de que nuestra hipótesis predice una relación negativa entre la cantidad de desayuno ingerido y el tiempo empleado en la realización de cada suma correcta, hicimos los siguientes análisis de regresión:

En el primer, caso con todos los datos, se obtuvo un índice de correlación de -0,108 (muy pequeño, aunque negativo) y una recta de regresión de ecuación:

$$Y = -1,334 X + 25,481 \quad (Y = \text{tiempo/sumas bien}, X = \text{desayuno ingerido})$$

de pendiente -1,334 (pequeña, pero negativa) y con unos intervalos de seguridad de (-4,449, +1,781) al 95 % de certidumbre y de (-3,353, +0,685) al 80 % de certidumbre. La incertidumbre para poder afirmar, con probabilidad del 95 %, que la pendiente es negativa es superior al 39,52 %. El ajuste de los datos a la recta de regresión resultó ser muy pequeño, con un coeficiente de determinación de tan sólo 0,011

En el segundo caso, con los promedios de las 4 situaciones experimentales:

PROMEDIOS	DESAYUNO
26,9034863	0
22,9343002	0,5
24,0546199	1
23,2955295	2

se obtuvo un índice de correlación de -0,635 (bastante más elevado que el anterior y también negativo) y una recta de regresión de ecuación:

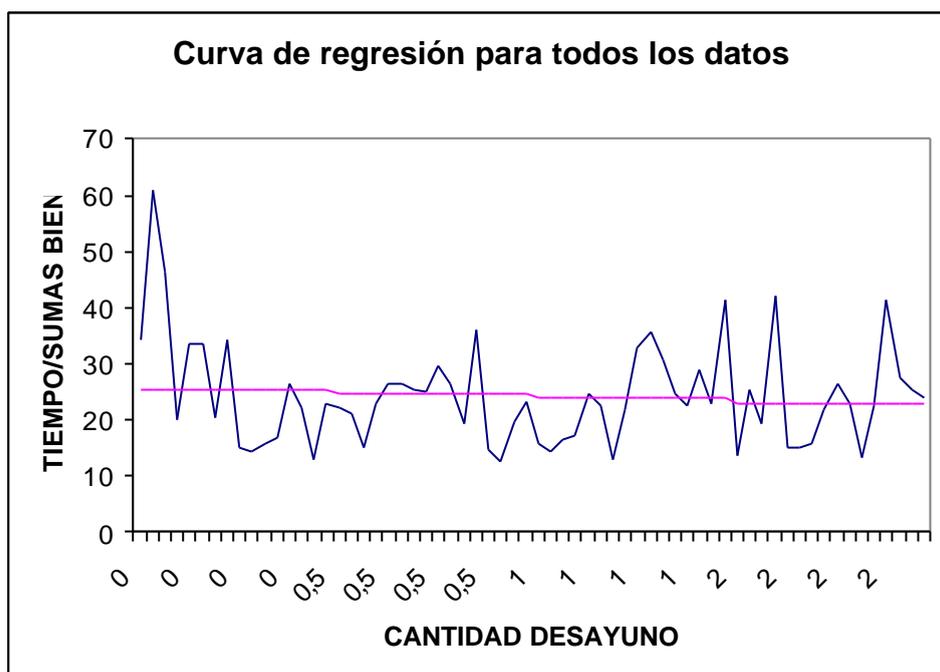
$$Y = -1,337 X + 25,468$$

con pendiente -1,337 (semejante a la anterior) y con intervalos de seguridad de (-6,291, +3,615) al 95 % de certidumbre y de (-3,508, +0,833) al 80 % de certidumbre. La incertidumbre para poder afirmar que la regresión presenta pendiente negativa, con probabilidad del 95 %, es superior al 43,38 %. El ajuste de los datos a la recta de regresión es mejor que con todos los datos, pero, en cualquier caso, pequeño, con un coeficiente de determinación de 0, 403.

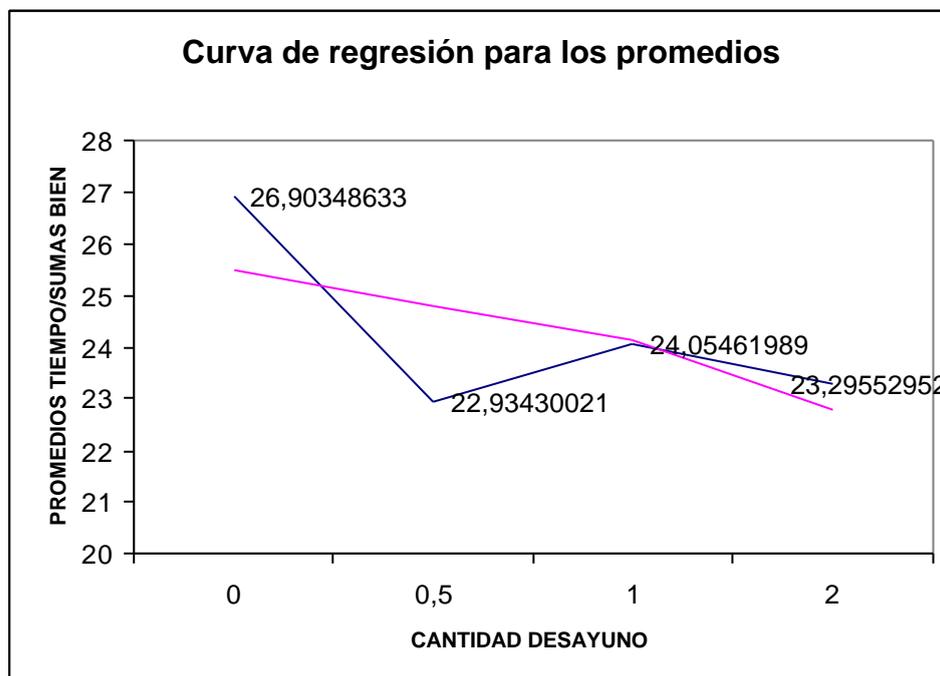
Concluyendo: Con los datos anteriores, no podemos rechazar la idea de la ausencia de relaciones positivas entre la cantidad de desayuno ingerido la mañana anterior y el tiempo consumido en cada suma correctamente realizada, o lo que es lo mismo, no podemos aceptar la existencia de relaciones negativas entre estas variables, tal como predice nuestra hipótesis. A pesar de ello, si que existen indicios de esta relación.

Los gráficos de regresión de la página siguiente permiten una visualización más directa de los datos y afirmaciones anteriores:

(El estudio estadístico completo, realizado con el programa informático Excel de Microsoft, se encuentra en el apéndice 3, al final de este trabajo).



Puede apreciarse la escasa pendiente de la regresión y el mal ajuste de los datos a la recta.



Puede apreciarse la pequeña pendiente (en términos relativos) de la regresión. Los datos se ajustan algo mejor a la recta, especialmente los 2 últimos. Puede apreciarse un mayor promedio de la situación sin desayuno, respecto de las situaciones en las que se ha ingerido desayuno. De todas formas, según el análisis de varianza, las diferencias son pequeñas.

4°) **Variable tiempo empleado en la realización de los problemas:**

A partir de la tabla de datos en la que aparecen los segundos de tiempo que se tardó en realizar las sumas y entre paréntesis el sujeto que las realizó:

	2 DESAYUNO	1 DESAYUNO	1/2 DESAYUNO	0 DESAYUNO
SEMANA 1	260 (A1)	396 (B1)	490 (C1)	600 (D1)
	600 (A2)	279 (B2)	518 (C2)	600 (D2)
	528 (A3)	459 (B3)	600 (C3)	600 (D3)
	600 (A4)	460 (B4)	508 (C4)	600 (D4)
SEMANA 2	346 (B1)	470 (C1)	365 (D1)	538 (A1)
	260 (B2)	514 (C2)	539 (D2)	504 (A2)
	313 (B3)	476 (C3)	560 (D3)	328 (A3)
	303 (B4)	413 (C4)	554 (D4)	429 (A4)
SEMANA 3	450 (C1)	470 (D1)	449 (A1)	260 (B1)
	430 (C2)	480 (D2)	438 (A2)	258 (B2)
	410 (C3)	445 (D3)	346 (A3)	419 (B3)
	442 (C4)	492 (D4)	442 (A4)	283 (B4)
SEMANA 4	315 (D1)	375 (A1)	290 (B1)	480 (C1)
	492 (D2)	490 (A2)	245 (B2)	437 (D2)
	366 (D3)	350 (A3)	300 (B3)	343 (D3)
	495 (D4)	255 (A4)	347 (B4)	354 (D4)

se hace una primera aproximación realizando un análisis de varianza de 2 factores que nos permitirá comprobar si existen diferencias significativas entre los distintos grupos experimentales con distinta cantidad de desayuno ingerido, y también entre las distintas semanas para apreciar si ha habido aprendizaje a lo largo de ellas. Del análisis de varianza se deduce que siendo el valor de "F" de 9,432 para las distintas semanas y de 0,416 para las distintas situaciones experimentales, y el valor crítico de "F" para ambas variables es de 2,798 al 95 % de certidumbre, podemos afirmar que no existen diferencias significativas entre grupos experimentales, aunque si que existen entre semanas distintas. Pero dado que se previó este posible efecto de aprendizaje durante las semanas diseñando el experimento con grupos de 4 sujetos pasando por todas las situaciones experimentales en distintas semanas, podemos afirmar que quedó compensado su efecto en la variable experimental. Es decir, para la variable que nos ocupa, las diferencias entre sujetos dentro de los grupos son apreciablemente mayores que entre los propios grupos con distinta situación, por lo que no podemos aceptar que la variable cantidad de desayuno afecte al tiempo empleado en la realización de los problemas.

Un acercamiento más preciso, para la variable experimental, se realizó con los análisis de regresión, primero con todos los datos, y después con los promedios obtenidos en las distintas situaciones experimentales. Con la idea inicial de que nuestra hipótesis predice una relación negativa entre la

cantidad de desayuno ingerido y el tiempo empleado en la realización de los problemas, hicimos los siguientes análisis de regresión:

En el primer caso, con todos los datos, se obtuvo un índice de correlación de -0,103 (muy pequeño, aunque negativo) y una recta de regresión de ecuación:

$$Y = -14,771X + 438,113 \quad (Y = \text{tiempo problemas, } X = \text{desayuno ingerido})$$

de pendiente -14,771 (pequeña, pero negativa) y con unos intervalos de seguridad de (-51,109, +21,567) al 95 % de certidumbre y de (-38,319, +8,776) al 80 % de certidumbre. La incertidumbre para poder afirmar con seguridad que la pendiente es negativa es superior al 41,95 %. El ajuste de los datos a la recta de regresión resultó ser muy pequeño, con un coeficiente de determinación de tan sólo 0,011.

En el segundo caso, con los promedios de las 4 situaciones experimentales:

PROMEDIOS	DESAYUNOS
439,5625	0
436,9375	0,5
426,5	1
413,125	2

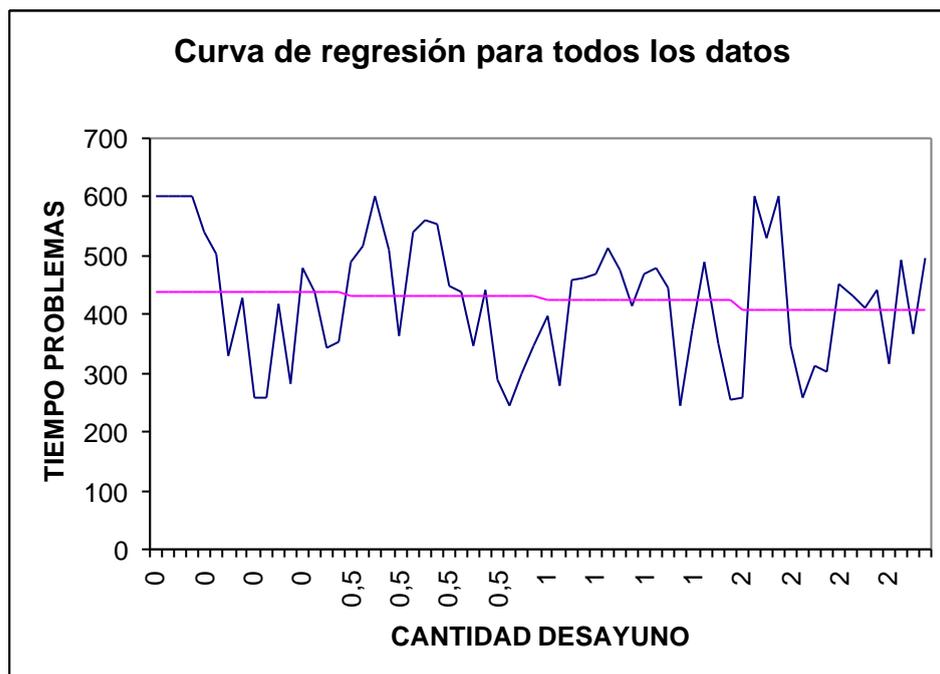
se obtuvo un índice de correlación de -0,9886 (realmente alto y también negativo) y una recta de regresión de ecuación:

$$Y = -13,893 X + 441,188$$

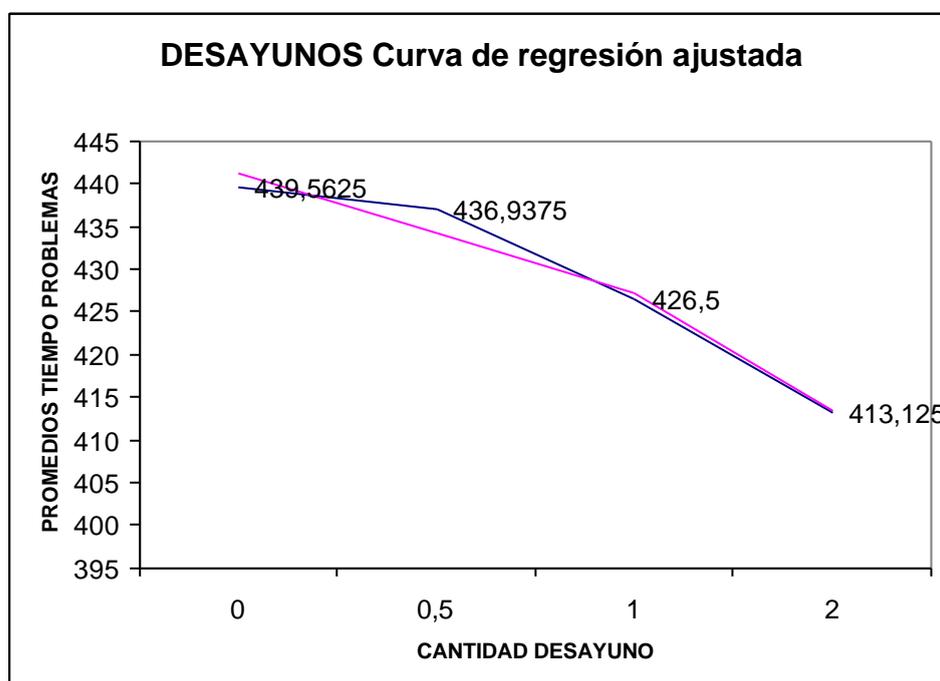
con pendiente -13,893 (semejante a la anterior) y con intervalos de seguridad de (-20,596, -7,189) al 95 % de certidumbre y de (-16,831,-10,956) al 80 % de certidumbre. La incertidumbre para poder afirmar que la regresión presenta pendiente negativa es de tan sólo 1,234 %, es decir, casi tenemos una seguridad del 98,766 % de que la regresión es negativa El ajuste de los datos a la recta de regresión es importante, con un coeficiente de determinación de 0,975.

Concluyendo: Con todos los datos anteriores, no podemos, de forma absoluta, rechazar la idea de la ausencia de relaciones negativas entre la cantidad de desayuno ingerido la mañana anterior y el tiempo empleado en la realización de las sumas, o lo que es lo mismo, no podemos aceptar, de forma absoluta, la existencia de relaciones negativas entre estas variables, tal como predice nuestra hipótesis. Sin embargo, los resultados referentes a los promedios de tiempo empleado en los distintos grupos, si que están a favor de la confirmación de la hipótesis

Los gráficos de la página siguiente permiten una visualización más directa de todo lo anterior: (El estudio estadístico completo, realizado con el programa informático Excel de Microsoft, se encuentra en el apéndice 4, al final de este trabajo)



Puede apreciarse la pequeña pendiente de la regresión y el mal ajuste de los datos a la recta.



Puede apreciarse que, a pesar de ser la pendiente pequeña (en términos relativos), se produce casi un perfecto ajuste de los datos a la recta de regresión. Así se explican los altos índices de correlación y la elevada probabilidad para la aceptación de existencia de regresión entre ambas variables, hallados en el estudio estadístico. En cualquier caso, las diferencias, según el análisis de varianza, son pequeñas.

5°) **Variable número de problemas correctamente realizados:**

A partir de la tabla de datos, que contiene el número de problemas correctamente realizados por cada sujetos experimental (que aparece entre paréntesis):

	2 DESAYUNO	1 DESAYUNO	1/2 DESAYUNO	0 DESAYUNO
SEMANA 1	5 (A1)	5 (B1)	3 (C1)	3 (D1)
	0 (A2)	4 (B2)	5 (C2)	1 (D2)
	2 (A3)	4 (B3)	0 (C3)	0 (D3)
	0 (A4)	4 (B4)	3 (C4)	3 (D4)
SEMANA 2	5 (B1)	3 (C1)	4 (D1)	2 (A1)
	5 (B2)	5 (C2)	3 (D2)	0 (A2)
	4 (B3)	4 (C3)	3 (D3)	4 (A3)
	4 (B4)	5 (C4)	5 (D4)	2 (A4)
SEMANA 3	2 (C1)	3 (D1)	5 (A1)	5 (B1)
	4 (C2)	2 (D2)	4 (A2)	5 (B2)
	3 (C3)	1 (D3)	4 (A3)	5 (B3)
	4 (C4)	1 (D4)	2 (A4)	4 (B4)
SEMANA 4	2 (D1)	5 (A1)	4 (B1)	3 (C1)
	2 (D2)	2 (A2)	5 (B2)	3 (C2)
	3 (D3)	5 (A3)	5 (B3)	2 (C3)
	2 (D4)	1 (A4)	5 (B4)	4 (C4)

se hace una primera aproximación realizando un análisis de varianza de 2 factores que nos permitirá comprobar se existen diferencias significativas entre los distintos grupos experimentales con distinta cantidad de desayuno ingerido, y también entre las distintas semanas para apreciar si ha habido aprendizaje a lo largo de ellas. Del análisis de varianza se deduce que siendo el valor de "F" de 1,787 para las distintas semanas y de 1,635 para las distintas situaciones experimentales, y el valor crítico de "F" para ambas variables es de 2,798 al 95 % de certidumbre, podemos afirmar que no existen diferencias significativas ni entre grupos experimentales, ni entre semanas distintas, es decir, las diferencias entre sujetos dentro de los grupos son apreciablemente mayores que entre los propios grupos con distinta situación, por lo que no podemos aceptar que la variable cantidad de desayuno afecte al número de problemas correctamente resueltos, ni que ha habido aprendizaje durante las semanas.

Un acercamiento más preciso, para la variable experimental, se realizó con los análisis de regresión, primero con todos los datos, y después con los promedios obtenidos en las distintas situaciones experimentales. Con la idea inicial de que nuestra hipótesis predice una relación positiva entre la cantidad de desayuno ingerido y el número de problemas correctamente resueltos, hicimos los siguientes análisis de regresión:

En el primer, caso con todos los datos, se obtuvo un índice de correlación de -0,043 (muy pequeño e, incluso, negativo) y una recta de regresión de ecuación:

$$Y = -0,089 X + 3,312 \quad (Y = \text{n}^\circ \text{ problemas bien, } X = \text{desayuno ingerido})$$

de pendiente -0,089 (muy pequeño e, incluso, en contra de lo esperado por la hipótesis) y con unos intervalos de seguridad de (-0,617, +0,438) al 95 % de certidumbre y de (-0,431, +0,253) al 80 % de certidumbre. En cualquier caso, la incertidumbre para poder afirmar, con probabilidad del 95 %, que la pendiente es negativa (en contra de lo que predice la hipótesis) es superior al 73,63 %. El ajuste de los datos a la recta de regresión resultó ser muy pequeño, con un coeficiente de determinación de tan sólo 0,0018..

En el segundo caso, con los promedios de las 4 situaciones experimentales:

PROMEDIOS	DESAYUNOS
2,875	0
3,75	0,5
3,375	1
2,9375	2

se obtuvo un índice de correlación de -0,186 (muy pequeño, e incluso, negativo) y una recta de regresión de ecuación:

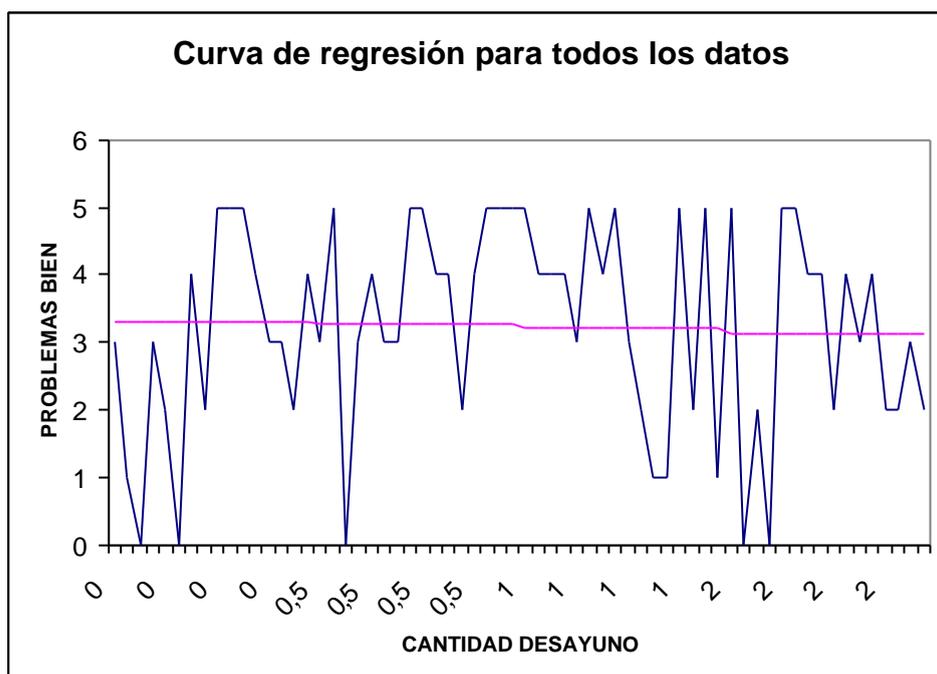
$$Y = -0,089 X + 3,313$$

con pendiente -0,089 (muy pequeña y también en contra de lo esperado por la hipótesis) y con intervalos de seguridad de (-1,523, +1,344) al 95 % de certidumbre y de (-0,717, + 0,539) al 80 % de certidumbre. En cualquier caso, la incertidumbre para poder afirmar, con probabilidad del 95 %, que la regresión presenta pendiente negativa (en contra de lo que predice la hipótesis) es superior al 81,37 %. El ajuste de los datos a la recta de regresión es algo mejor que con todos los datos, pero, en cualquier caso, pequeño, con un coeficiente de determinación de 0,035.

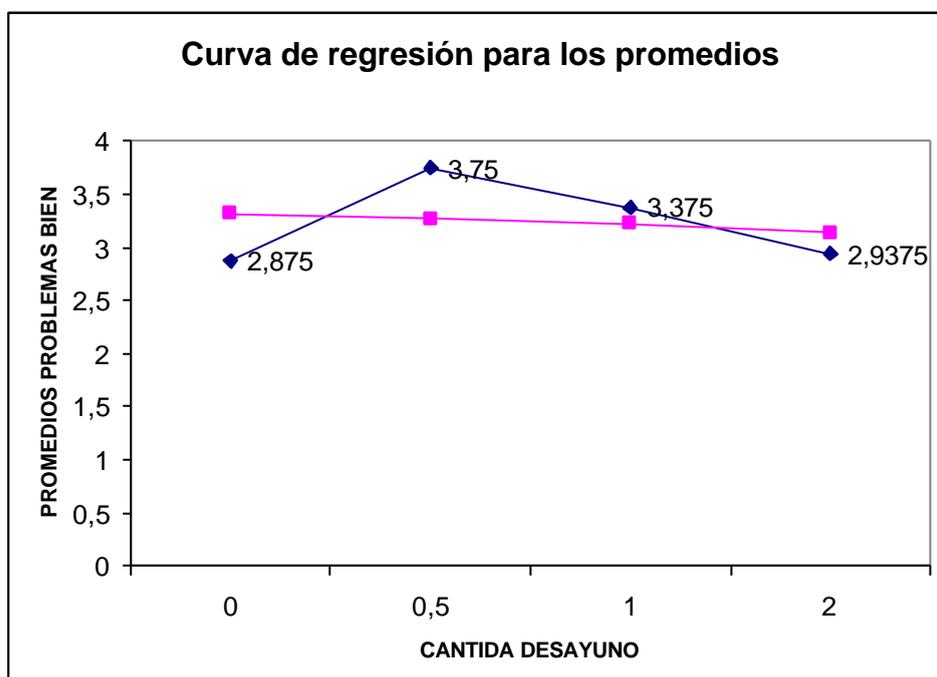
Concluyendo: Con los datos anteriores, ni podemos rechazar la idea de la ausencia de relaciones negativas entre la cantidad de desayuno ingerido la mañana anterior y el número de problemas correctamente resueltos, ni, aún menos, podemos aceptar la existencia de relaciones positivas entre estas variables, tal como predice nuestra hipótesis. Incluso, podemos decir, que lo datos, aunque de forma muy ligera, van en contra de lo esperado por nuestra hipótesis de relación positiva.

Los gráficos de regresión de la página siguiente permiten una visualización más directa de los datos y afirmaciones anteriores:

(El estudio estadístico completo, realizado con el programa informático Excel de Microsoft, se encuentra en el apéndice 5, al final de este trabajo)



Puede apreciarse la casi ausencia de pendiente y el mal ajuste de los datos a la recta



Puede apreciarse la casi ausencia de pendiente en la recta de regresión y la poca relación existente entre los promedios de los problemas correctamente resueltos y la cantidad de desayuno ingerido, siendo, incluso el menor promedio para la situación "sin desayuno" y en las otras 3 situaciones la relación es negativa, en contra de lo esperado por la hipótesis, aunque las diferencias, según el análisis de varianza, no son significativas .

6°) **Variable resultante de dividir el tiempo empleado en la resolución de los problemas por el número de problemas correctamente resueltos +1:**

A partir de la tabla de datos:

	2 DESAYUNO	1 DESAYUNO	0,5 DESAYUNO	0 DESAYUNO
SEMANA 1	43,3333333	66	122,5	150
	600	55,8	86,3333333	300
	176	91,8	600	600
	600	92	127	150
SEMANA 2	57,6666667	117,5	73	179,333333
	43,3333333	85,6666667	134,75	504
	62,6	95,2	140	65,6
	60,6	68,8333333	92,3333333	143
SEMANA 3	150	117,5	74,8333333	43,3333333
	86	160	87,6	43
	102,5	222,5	69,2	69,8333333
	88,4	246	147,3333333	56,6
SEMANA 4	105	62,5	58	120
	164	163,333333	40,8333333	109,25
	91,5	58,3333333	50	114,333333
	165	127,5	57,8333333	70,8

se hace una primera aproximación realizando un análisis de varianza de 2 factores que nos permitirá comprobar se existen diferencias significativas entre los distintos grupos experimentales con distinta cantidad de desayuno ingerido, y también entre las distintas semanas para apreciar si ha habido aprendizaje a lo largo de ellas. Del análisis de varianza se deduce que siendo el valor de "F" de 4,787 para las distintas semanas y de 0,836 para las distintas situaciones experimentales, y el valor crítico de "F" para ambas variables es de 2,798 al 95 % de certidumbre, podemos afirmar que no existen diferencias significativas entre grupos experimentales, aunque si que existen entre semanas distintas. Pero dado que se previó este posible efecto de aprendizaje durante las semanas diseñando el experimento con grupos de 4 sujetos pasando por todas las situaciones experimentales en distintas semanas, podemos afirmar que quedó compensado su efecto en la variable experimental. Es decir, para la variable que nos ocupa, las diferencias entre sujetos dentro de los grupos son apreciablemente mayores que entre los propios grupos con distinta situación, por lo que no podemos aceptar que la variable cantidad de desayuno afecte al tiempo empleado en la realización de los problemas correctamente realizadas.

Un acercamiento más preciso, para la variable experimental, se realizó con los análisis de regresión, primero con todos los datos, y después con los promedios obtenidos en las distintas situaciones experimentales. Con la idea inicial de que nuestra hipótesis predice una relación negativa entre la

cantidad de desayuno ingerido y el tiempo empleado en la realización de cada suma correcta, hicimos los siguientes análisis de regresión:

En el primer caso, con todos los datos, se obtuvo un índice de correlación de +0,003 (casi inapreciable e, incluso, positivo) y una recta de regresión de ecuación:

$$Y = +0,545 X + 139,899 \quad (Y = \text{tiempo}/(\text{problemas bien}+1), X = \text{desayuno ingerido})$$

de pendiente +0,545 (muy pequeña, e, incluso, positiva, en contra de lo que predice la hipótesis) y con unos intervalos de seguridad muy amplios de (-46,518, +47,608) al 95 % de certidumbre y de (-29,952, +31,042) al 80 % de certidumbre. En cualquier caso, la incertidumbre para poder afirmar, con probabilidad del 95 %, que la pendiente es positiva es superior al 98,16 %. El ajuste de los datos a la recta de regresión resultó ser pequeñísimo, con un coeficiente de determinación de  $8,65 \times 10^{-6}$ .

En el segundo caso, con los promedios de las 4 situaciones experimentales:

PROMEDIOS	DESAYUNOS
169,9427083	0
122,596875	0,5
114,4041667	1
162,2458333	2

se obtuvo un índice de correlación de + 0,030 (también pequeñísimo y, al igual que el anterior, positivo, en contra de lo que predice la hipótesis) y una recta de regresión de ecuación:

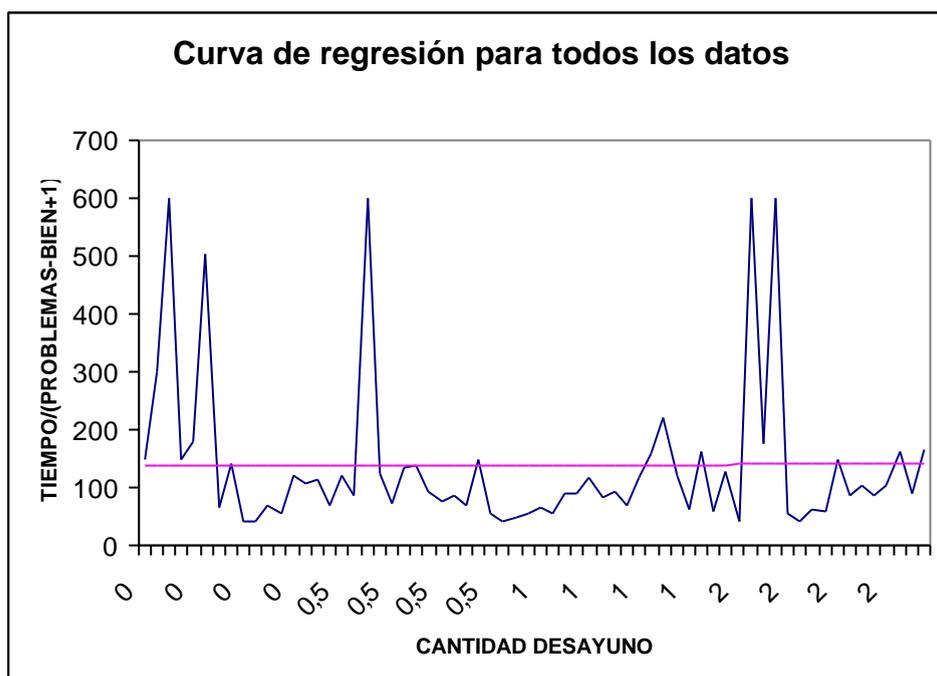
$$Y = +0,984 X + 141,436$$

con pendiente +0,984 (también positiva en contra de lo que predice la hipótesis, aunque muy pequeña) y con intervalos de seguridad amplísimos de (-98,230, +100,199) al 95 % de certidumbre y de (-42,496, +44,465) al 80 % de certidumbre. En cualquier caso, la incertidumbre para poder afirmar que la regresión presenta pendiente positiva, con probabilidad del 95 %, es superior al 96,98 %. El ajuste de los datos a la recta de regresión es algo mejor que con todos los datos, pero, en cualquier caso, muy bajo, con un coeficiente de determinación de tan solo 0,0009.

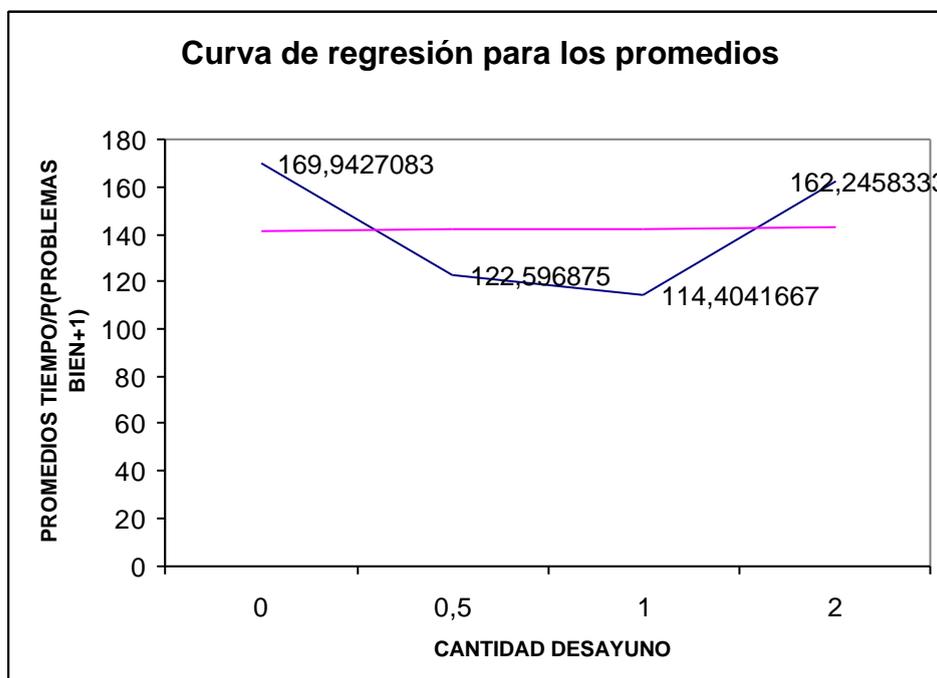
Concluyendo: Con los datos anteriores, ni podemos rechazar la idea de la ausencia de relaciones positivas entre la cantidad de desayuno ingerido la mañana anterior y el tiempo consumido en cada problemas correctamente resuelto, ni, aún menos, podemos aceptar la existencia de relaciones negativas entre estas variables, tal como predice nuestra hipótesis. Incluso, aunque de forma muy ligera, los datos van en contra de lo esperado por la hipótesis.

Los gráficos de la página siguiente permiten una visualización más directa de lo expresado:

(El estudio estadístico completo, realizado con el programa informático Excel de Microsoft, se encuentra en el apéndice 6, al final de este trabajo).



Puede apreciarse la, prácticamente, ausencia de regresión y el malísimo ajuste de los datos a la recta.



Puede apreciarse la casi ausencia de regresión y que las situaciones con  $1/2$  desayuno y 1 desayuno están ligeramente más favorecidos respecto de las posiciones extremas, aunque las diferencias, según el análisis de varianza, no son suficientemente significativas. A la vista de estos datos no podemos confirmar que nuestra hipótesis se cumple.

7°) **Variable número de aciertos en las series numéricas del taquitoscopio**

A partir de la tabla de datos en la que aparece el número de series numéricas correctamente detectadas y entre paréntesis el sujeto que realizó la prueba:

	2 DESAYUNO	1 DESAYUNO	1/2 DESAYUNO	0 DESAYUNO
SEMANA 1	14 (A1)	19 (B1)	15 (C1)	18 (D1)
	14 (A2)	8 (B2)	6 (C2)	9 (D2)
	14 (A3)	8 (B3)	11 (C3)	6 (D3)
	6 (A4)	16 (B4)	12 (C4)	5 (D4)
SEMANA 2	19 (B1)	18 (C1)	19 (D1)	14 (A1)
	14 (B2)	10 (C2)	4 (D2)	18 (A2)
	10 (B3)	13 (C3)	5 (D3)	15 (A3)
	18 (B4)	14 (C4)	9 (D4)	6 (A4)
SEMANA 3	19 (C1)	16 (D1)	18 (A1)	19 (B1)
	9 (C2)	11 (D2)	18 (A2)	16 (B2)
	15 (C3)	7 (D3)	17 (A3)	11 (B3)
	16 (C4)	8 (D4)	9 (A4)	18 (B4)
SEMANA 4	17 (D1)	15 (A1)	20 (B1)	18 (C1)
	14 (D2)	17 (A2)	16 (B2)	12 (C2)
	8 (D3)	16 (A3)	11 (B3)	17 (C3)
	12 (D4)	10 (A4)	17 (B4)	16 (C4)

se hace una primera aproximación realizando un análisis de varianza de 2 factores que nos permitirá comprobar se existen diferencias significativas entre los distintos grupos experimentales con distinta cantidad de desayuno ingerido, y también entre las distintas semanas para apreciar si ha habido aprendizaje a lo largo de ellas. Del análisis de varianza se deduce que siendo el valor de "F" de 1,945 para las distintas semanas y de 0,157 para las distintas situaciones experimentales, y el valor crítico de "F" para ambas variables es de 2,798 al 95 % de certidumbre, podemos afirmar que no existen diferencias significativas ni entre grupos experimentales, ni entre semanas distintas, es decir, las diferencias entre sujetos dentro de los grupos son apreciablemente mayores que entre los propios grupos con distinta situación, por lo que no podemos aceptar que la variable cantidad de desayuno afecte al número de aciertos en las series numéricas del taquitoscopio, ni que ha habido aprendizaje durante las semanas.

Un acercamiento más preciso, para la variable experimental, se realizó con los análisis de regresión, primero con todos los datos, y después con los promedios obtenidos en las distintas situaciones experimentales. Con la idea inicial de que nuestra hipótesis predice una relación positiva entre la cantidad de desayuno ingerido y el número de aciertos en las series numéricas del taquitoscopio, hicimos los siguientes análisis de regresión:

En el primer, caso con todos los datos, se obtuvo un índice de correlación de +0,018 (muy pequeño, aunque positivo) y una recta de regresión de ecuación:

$$Y = 0,107 X + 13,188 \quad (Y = n^{\circ} \text{ series numéricas detectadas, } X = \text{desayuno ingerido})$$

de pendiente +0,107 (realmente pequeña, pero positiva) y con unos intervalos de seguridad de (-1,404, +1,619) al 95 % de certidumbre y de (-0,872, +1,087) al 80 % de certidumbre. La incertidumbre para poder afirmar, con probabilidad del 95 %, que la pendiente es positiva es superior al 88,77 %. El ajuste de los datos a la recta de regresión resultó ser muy pequeño, con un coeficiente de determinación de tan sólo 0,018.

En el segundo caso, con los promedios de las 4 situaciones experimentales:

PROMEDIOS	DESAYUNOS
13,625	0
12,9375	0,5
12,875	1
13,6875	2

se obtuvo un índice de correlación de + 0,211 (algo más elevado que el anterior, pero pequeño y también positivo) y una recta de regresión de ecuación:

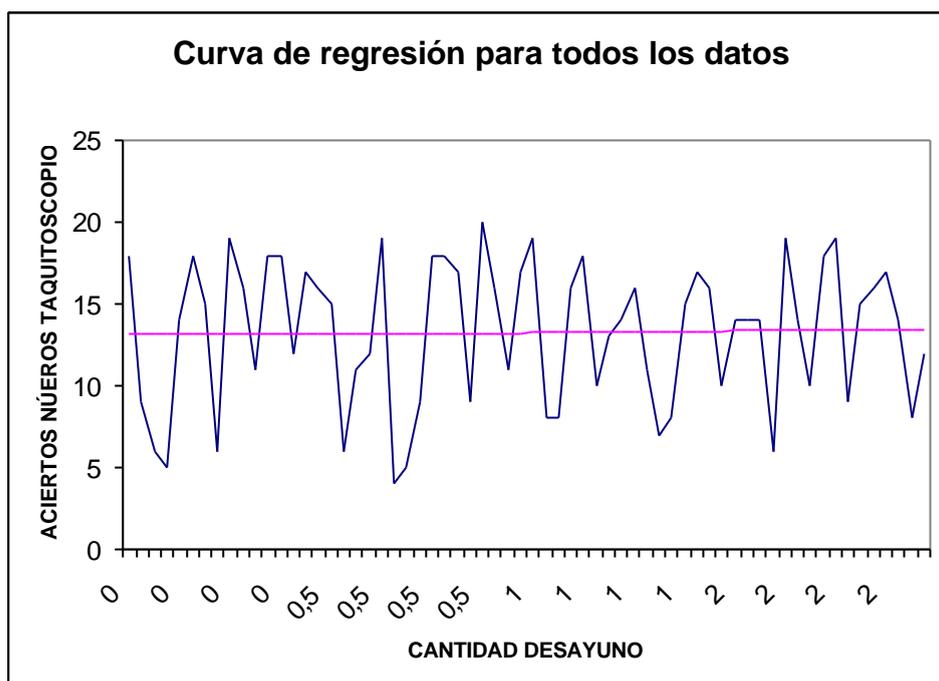
$$Y = 0,107 X + 13,188$$

con pendiente +0,107 (igual que la anterior) y con intervalos de seguridad de (-1,406, +1,621) al 95 % de certidumbre y de (-0,556, + 0,770) al 80 % de certidumbre. La incertidumbre para poder afirmar, con probabilidad del 95 %, que la regresión presenta pendiente positiva es superior al 78,94 %. El ajuste de los datos a la recta de regresión es algo mejor que con todos los datos, pero, en cualquier caso, pequeño, con un coeficiente de determinación de 0,044.

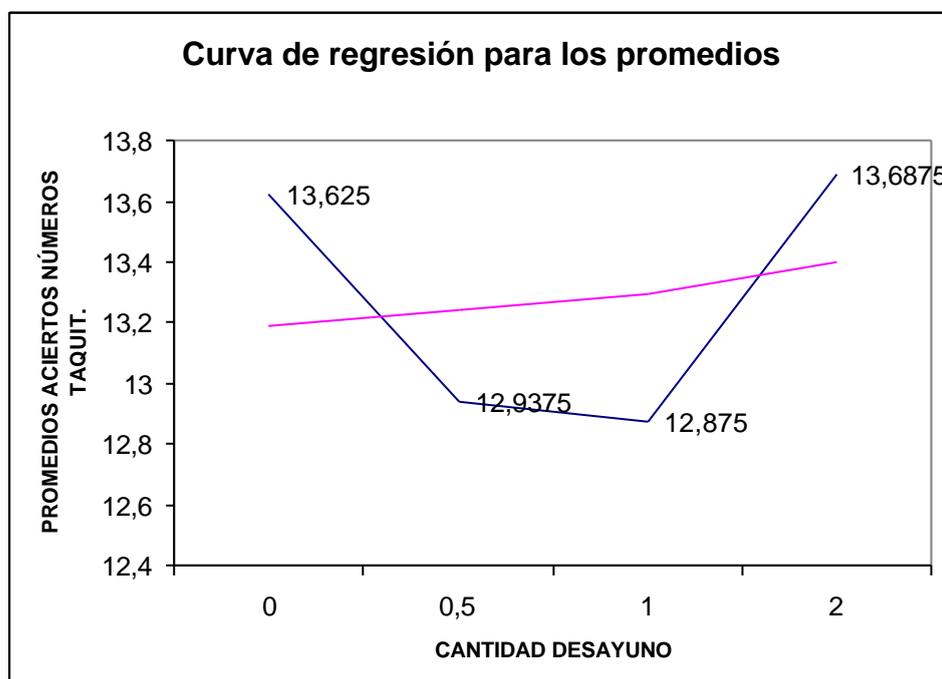
Concluyendo: Con los datos anteriores, no podemos rechazar la idea de la ausencia de relaciones positivas entre la cantidad de desayuno ingerido la mañana anterior y el número de aciertos en las series numéricas de taquitoscopio, o lo que es lo mismo, no podemos aceptar la existencia de relaciones positivas entre estas variables, tal como predice nuestra hipótesis. En todo caso, siendo generosos, podemos decir que existen ligeros indicios de esta relación.

Los gráficos de regresión de la página siguiente permiten una visualización más directa de los datos y afirmaciones anteriores:

(El estudio estadístico completo, realizado con el programa informático Excel de Microsoft, se encuentra en el apéndice 7, al final de este trabajo)



Puede apreciarse la casi ausencia de regresión y el mal ajuste de los datos a la recta.



Puede apreciarse la pequeña pendiente de la regresión (en términos relativos). Es curioso que se obtienen mejores resultados (aunque las diferencias son pequeñas), en las situaciones de  $1/2$  desayuno y 1 desayuno, respecto de las situaciones extremas. Esto dice muy poco acerca de la posible confirmación de que al aumentar la ingesta de desayuno aumente el número de aciertos, como predice la hipótesis.

8°) **Variable número de aciertos en las series de caracteres (letras) del taquitoscopio**

A partir de la tabla de datos con los aciertos en las series de letras en el taquitoscopio y entre paréntesis el identificador del sujeto que realizó la prueba:

	2 DESAYUNO	1 DESAYUNO	1/2 DESAYUNO	0 DESAYUNO
SEMANA 1	11 (A1)	18 (B1)	11 (C1)	17 (D1)
	11 (A2)	12 (B2)	13 (C2)	1 (D2)
	13 (A3)	10 (B3)	13 (C3)	14 (D3)
	8 (A4)	11 (B4)	6 (C4)	9 (D4)
SEMANA 2	18 (B1)	15 (C1)	10 (D1)	12 (A1)
	14 (B2)	2 (C2)	7 (D2)	13 (A2)
	5 (B3)	8 (C3)	9 (D3)	16 (A3)
	6 (B4)	10 (C4)	14 (D4)	7 (A4)
SEMANA 3	14 (C1)	16 (D1)	10 (A1)	19 (B1)
	10 (C2)	4 (D2)	13 (A2)	14 (B2)
	11 (C3)	10 (D3)	17 (A3)	10 (B3)
	12 (C4)	10 (D4)	8 (A4)	17 (B4)
SEMANA 4	14 (D1)	7 (A1)	18 (B1)	15 (C1)
	6 (D2)	10 (A2)	12 (B2)	8 (C2)
	13 (D3)	19 (A3)	9 (B3)	10 (C3)
	13 (D4)	19 (A4)	7 (B4)	12 (C4)

se hace una primera aproximación realizando un análisis de varianza de 2 factores que nos permitirá comprobar se existen diferencias significativas entre los distintos grupos experimentales con distinta cantidad de desayuno ingerido, y también entre las distintas semanas para apreciar si ha habido aprendizaje a lo largo de ellas. Del análisis de varianza se deduce que siendo el valor de "F" de 0,580 para las distintas semanas y de 0,190 para las distintas situaciones experimentales, y el valor crítico de "F" para ambas variables es de 2,798 al 95 % de certidumbre, podemos afirmar que no existen diferencias significativas ni entre grupos experimentales, ni entre semanas distintas, es decir, las diferencias entre sujetos dentro de los grupos son apreciablemente mayores que entre los propios grupos con distinta situación, por lo que no podemos aceptar que la variable cantidad de desayuno afecte al número de aciertos en las series de caracteres del taquitoscopio, ni que ha habido aprendizaje durante las semanas.

Un acercamiento más preciso, para la variable experimental, se realizó con los análisis de regresión, primero con todos los datos, y después con los promedios obtenidos en las distintas situaciones experimentales. Con la idea inicial de que nuestra hipótesis predice una relación positiva entre la cantidad de desayuno ingerido y el número de aciertos en las series de caracteres (letras) del taquitoscopio, hicimos los siguientes análisis de regresión:

En el primer caso, con todos los datos, se obtuvo un índice de correlación de -0,063 (muy pequeño e, incluso, negativo) y una recta de regresión de ecuación:

$$Y = -0,346 X + 11,725 \quad (Y = n^\circ \text{ aciertos letras taquitoscopio, } X = \text{desayuno ingerido})$$

de pendiente -0,346 (muy pequeña, e, incluso, negativa, en contra de lo que predice la hipótesis) y con unos intervalos de seguridad de (-1,746, +1,053) al 95 % de certidumbre y de (-1,253, +0,560) al 80 % de certidumbre. En cualquier caso, la incertidumbre para poder afirmar, con probabilidad del 95 %, que la pendiente es negativa es superior al 62,24 %. El ajuste de los datos a la recta de regresión resultó ser pequeñísimo, con un coeficiente de determinación de 0,004.

En el segundo caso, con los promedios de las 4 situaciones experimentales:

PROMEDIOS	DESAYUNOS
12,125	0
11,0625	0,5
11,3125	1
11,1875	2

se obtuvo un índice de correlación de - 0,617 (bastante mayor que el anterior y, de la misma manera, negativo, en contra de lo que predice la hipótesis) y una recta de regresión de ecuación:

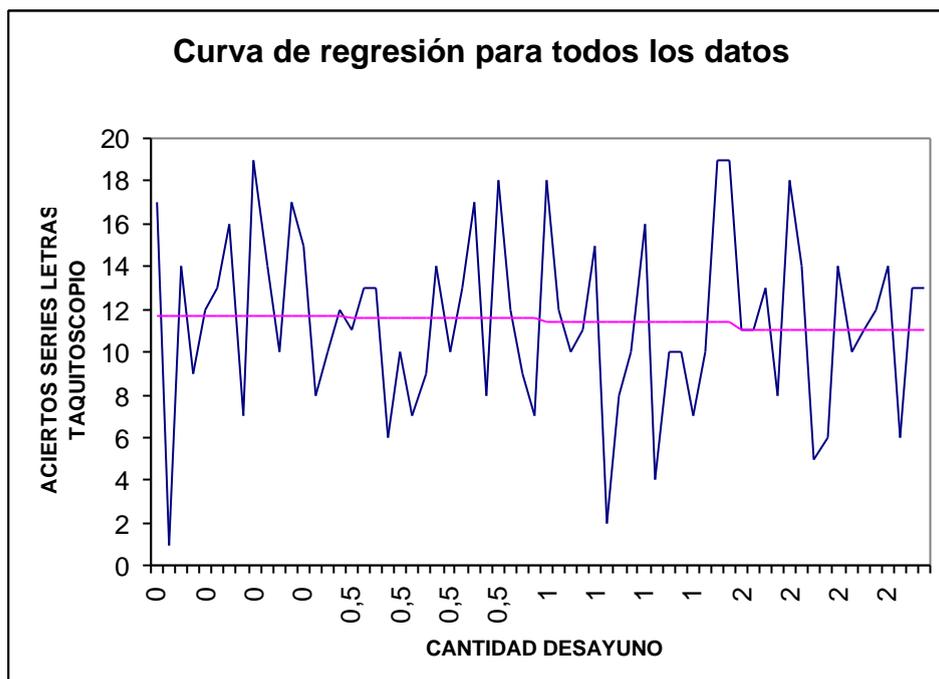
$$Y = -0,346 X + 11,725$$

con pendiente -0,346 (también negativa, en contra de lo que predice la hipótesis, aunque pequeña, en términos relativos) y con intervalos de seguridad de (-1,692, +0,999) al 95 % de certidumbre y de (-0,936, +0,243) al 80 % de certidumbre. En cualquier caso, la incertidumbre para poder afirmar que la regresión presenta pendiente negativa, con probabilidad del 95 %, es superior al 38,33 %. El ajuste de los datos a la recta de regresión es algo mejor que con todos los datos, pero, en cualquier caso bajo, con un coeficiente de determinación de tan solo 0,380.

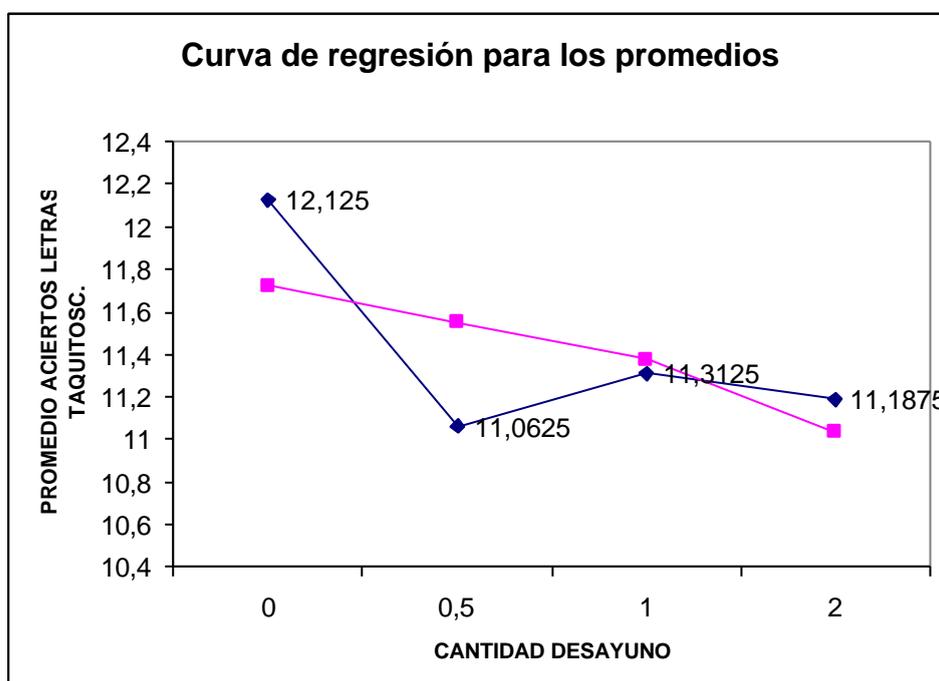
Concluyendo: Con los datos anteriores, ni podemos rechazar la idea de la ausencia de relaciones negativas entre la cantidad de desayuno ingerido la mañana anterior y el número de aciertos en las series de letras, ni, aún menos, podemos aceptar la existencia de relaciones positivas entre estas variables, tal como predice nuestra hipótesis. Incluso, aunque de forma ligera, los datos van en contra de lo esperado por la hipótesis.

Los gráficos de la página siguiente permiten una visualización más directa de los datos y afirmaciones expresadas anteriormente:

(El estudio estadístico completo, realizado con el programa informático Excel de Microsoft, se encuentra en el apéndice 8, al final de este trabajo).



Puede apreciarse la pequeña pendiente de la regresión y el mal ajuste de los datos a la recta



Puede apreciarse la pequeña pendiente de la recta de regresión (en términos relativos) y además negativa, en contra de los que predice la hipótesis. Es curioso que el mayor rendimiento se haya obtenido en la situación sin desayuno, aunque las diferencias, en todos los casos son pequeñas (ver análisis de varianza). Esto hace que, con estos datos, no podamos afirmar la relación positiva entre las 2 variables.

## **VALORACIÓN DE LOS RESULTADOS EXPERIMENTALES Y DE LA VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

En cuanto a la valoración de si los pasos seguidos en la investigación han sido los adecuados para poder afirmar que los resultados experimentales obtenidos son válidos, pensamos que es muy positiva. Las 4 situaciones experimentales estuvieron igualadas en todas las condiciones excepto en lo que se refiere al desayuno ingerido por los sujetos experimentales la noche anterior, realizándose siempre el mismo día de la semana a la misma hora, indicando que la noche anterior a las situaciones sin desayuno o con 1/2 desayuno no se cenara más de lo acostumbrado, etc., de tal forma que podemos decir, con bastante grado de certeza, que las diferencias encontradas (que valoraremos a continuación), se deben, exclusivamente, a la variable cantidad de desayuno. Igualmente el contenido de las pruebas experimentales se pudo variar sin variar el grado de dificultad. Incluso, el previsible factor de aprendizaje a lo largo de las semanas, que aunque en pequeña cantidad se ha dado en la variable tiempo en problemas, ha sido controlado por un adecuado diseño

Quizás el tamaño de la muestra, sólo 16 sujetos experimentales, no ha sido muy grande, aunque, por otro lado, esto también permitió, creemos, un mejor control en la realización de los experimentos. Así mismo, la representación de los sujetos experimentales, como representantes de la población general es limitada, ya que los sujetos experimentales pertenecen sólo a alumnos de Bachillerato y de Ciencias o Tecnológico, es decir, con una edad y trayectoria educativa determinada. Esto, naturalmente, limita la posible generalización de los resultados.

Otro aspecto de la generalización que nos preocupó es, hasta que punto, lo que hemos denominado en la hipótesis rendimiento intelectual, se refiere también a rendimiento escolar, que, en principio, fue lo que motivó el planteamiento de esta investigación. En este sentido nos pareció adecuado la comprobación de las posibles relaciones entre los resultados de las pruebas experimentales y el rendimiento escolar. Como medida del rendimiento escolar se tomaron las calificaciones de asignaturas de Lengua, Historia, Religión, Inglés, Física y Química del curso anterior, y también la nota media del curso pasado y la nota media de la 1ª evaluación del presente curso y se correlacionaron con el promedio de las 4 pruebas experimentales, que cada sujeto experimental había obtenido en cada variable. Las correlaciones se calcularon con asignaturas que habían sido comunes a todos los sujetos e interviniendo

sólo 13 sujetos experimentales, del total de 16, que habían tenido el mismo profesor y, por tanto, sus calificaciones eran totalmente comparables. Se obtuvieron las siguientes correlaciones:

	LENGUA	HISTORIA	RELIGIÓN	INGLÉS	FISICA	QUÍMICA	1ªEVAL	AÑO-PAS	PROMEDIOS
T-Sumas	-0,3669	-0,6939	-0,5363	-0,2667	-0,6820	-0,4372	-0,5838	-0,4814	-0,5060
SumasB	0,3333	0,4493	0,3420	0,7318	0,3380	0,4022	0,4721	0,4015	0,4338
T/B	-0,3840	-0,6724	-0,4512	-0,5588	-0,5590	-0,3892	-0,5510	-0,4659	-0,5039
T-Proble	-0,5752	-0,4676	-0,6986	-0,1707	-0,4327	-0,4329	-0,5333	-0,2286	-0,4424
ProbleB	0,6021	0,4291	0,4634	0,4357	0,2301	0,2932	0,4009	0,1185	0,3716
T/(B+1)	-0,6558	-0,4534	-0,3737	-0,3131	-0,2414	-0,2968	-0,4116	-0,0276	-0,3467
N-Taqui	0,1546	0,4965	0,2173	0,0193	0,2024	-0,2073	0,0136	-0,1636	0,0916
L-Taqui	0,3958	0,5104	0,4421	0,2229	0,3873	0,3775	0,4155	0,2262	0,3722

Como puede apreciarse, sólo las correlaciones con los aciertos en la detección de series numéricas en taquitoscopio no presentan valores apreciables, siendo el promedio muy pequeño y con, incluso, alguna de las correlaciones específicas yendo en sentido contrario a lo esperado. En las demás, todas presentan las correlaciones esperadas con todas las asignaturas y calificaciones medias y, aunque los valores no son excesivamente altos, podemos decir sin miedo a equivocarnos, que existe relación entre las calificaciones escolares y las pruebas experimentales, especialmente para las variables que tienen que ver con sumas y problemas.

En cuanto a la valoración de los resultados experimentales, cuyos principales indicadores se presentan en la siguiente tabla,

Var	VARIANZA	REGRESIÓN PARA TODOS LOS DATOS			REGRESIÓN PARA LOS PROMEDIOS		
	"F" Valor crítico	Pendiente Termino indepe.	Signo obtenido/espera	Incertidumbre Pendiente	Pendiente Término indepe.	Signo obtenido/espera	Incertidumbre Pendiente
1	0,160 2,798	-5,55 377,76	- / -	65,13 %	-5,51 377,78	- / -	22,03 %
2	0,917 2,798	+0,389 15,988	+ / +	44,51 %	+0,389 15,987	+ / +	43,38 %
3	0,976 2,798	-1,334 25,481	- / -	39,52 %	-1,338 25,468	- / -	36,50 %
4	0,416 2,798	-14,771 438,113	- / -	41,95 %	-13,893 441,186	- / -	<b>1,23 %</b>
5	1,635 2,798	-0,089 3,313	- / +	73,63 %	-0,089 3,312	- / +	81,37 %
6	0,836 2,798	+0,545 139,899	+ / -	98,16 %	+0,984 141,436	+ / -	96,98 %
7	0,157 2,798	+0,107 13,188	+ / +	88,77 %	+0,107 13,187	+ / +	78,94
8	0,190 2,798	-0,346 11,725	- / +	62,24 %	-0,346 11,725	- / +	38,34 %

podemos decir que:

- Ninguno de los valores de "F" superan el valor crítico que nos permitiría indicar la existencia de diferencias significativas entre grupos con distinto desayuno ingerido la mañana anterior.

- Respecto a la regresión para todos los datos, ninguna de las pendientes es suficientemente importante. De las 8 variables, 5 varían en el mismo sentido que predice la hipótesis y 3 en sentido contrario. Realizados los cocientes entre la pendiente (variación por unidad de desayuno) y el término independiente (valor inicial o valor sin desayuno) para hallar los porcentaje de variación por cada unidad de desayuno se comprueba que son de 1,47 %, 2,43 %, 5,24 %, 3,37 %, 0,81 %, para las variables 1, 2, 3, 4 y 7 que varían en el sentido de la hipótesis, y de 2,69 %, 0,39 % y 2,95 % para las variables 5, 6 y 8 que lo hacen en sentido contrario. Como se puede apreciar algo mayores los porcentajes para las variaciones que lo hacen según nuestra predicción pero, en cualquier caso, muy pequeñas tanto las unas como las otras. Además las incertidumbres para admitir seguridad en la existencia de las regresiones halladas es importante para todos los casos (la menor es del 39,52 %).

Respecto a la regresión para los promedios, casi puede decirse lo mismo. De las 8 variables, las mismas 5 varían en el sentido que predice la hipótesis y las otras 3 en sentido contrario. Los porcentajes de variación son casi idénticos a los anteriores. Lo único a destacar es la existencia de un valor significativo desde el punto de vista estadístico, la incertidumbre para poder admitir que la regresión de la variable 4 (tiempo consumido en realización de los problemas) es de tan solo 1,23 % (destacado en negrita en la tabla). Sin embargo, a pesar de admitir la existencia de relación negativa entre la variable 4 y la cantidad de desayuno, para los promedios, el porcentaje de variación es muy pequeño, del 3,15 %.

Conclusión: a pesar de la existencia de algunos indicios que van a favor de nuestra hipótesis:

**no podemos admitir que nuestra hipótesis se confirma**

es decir, la cantidad de desayuno ingerido no parece influir, de modo significativo, en el rendimiento intelectual o rendimiento escolar y si influye, lo hace en magnitudes de escasa importancia.

**PROPUESTA DE NUEVAS INVESTIGACIONES**

Quizás sería adecuado realizar investigaciones que completaran o dieran más generalidad a lo obtenido en nuestra investigación. Así, investigaciones con otras poblaciones que abarcaran un mayor rango de edad, de niveles educativos, de nivel socioeconómico, etc. podrían realizar esta función. Lo mismo podemos decir de la utilización de otros tipos de pruebas que tuvieran relación con el rendimiento intelectual.

En cuanto a otras investigaciones que realizaran estudios sobre otros factores que afectarían rendimiento escolar, no sería complicado plantear, aunque muchas de ellas no podrían ser de tipo

"causal", ya que muchos de esos factores o no se pueden modificar en los sujetos, o no sería ético el hacerlo. Pensemos, por ejemplo, en factores como el coeficiente intelectual, que es imposible manipular, o el ser o no ser consumidor habitual de bebidas alcohólicas, que no sería ético manipular. En cualquier caso si que se pueden plantear desde el punto de vista "correlacional".

También se nos ocurrió la posibilidad de poder comparar el redimiendo en las pruebas experimentales entre chicos y chicas, para poder comprobar si había diferencias en tareas mecánicas, como las sumas, en tareas que exigen razonamientos, como los problemas, o en tareas sensoriales con estímulos verbales o numéricos, como las del taquitoscopio. El pequeño tamaño de la muestra nos hizo desistir, ya que los resultados a los que hubiéramos llegado no habrían sido aceptables.

## 2.2 INVESTIGACIÓN 2:

### INFLUENCIA DEL TIEMPO DORMIDO EN EL RENDIMIENTO INTELECTUAL

#### INTRODUCCIÓN

Mucho se ha hablado y escrito acerca de que los jóvenes estudiantes duermen poco y que esto podría comprometer su rendimiento escolar. Tres suelen ser los motivos que se argumentan para explicar este poco dormir: que por ver televisión o quedarse a estudiar por algún examen se acuestan a altas horas de la madrugada, cualquier día de la semana, o que se van de "juerga", especialmente los fines de semana. Quisimos hacer un primer acercamiento a estos argumentos, aunque de esto no trata nuestra investigación, preguntando a 14 jóvenes, los que van a participar en esta investigación, que durante todos los días de una semana cualquiera en la que había un par de exámenes, anotaran la hora de acostarse, los minutos que aproximadamente habían dormido y si tenían examen o no. Para este grupo que nos ocupa no parecían sostenerse mucho estos argumentos. En todo caso se comprobó que, por término medio, se tendía a acostarse más tarde los viernes y sábados, pero también se compensaba levantándose más tarde, tal y como puede apreciarse de los datos y cálculos de promedios de los minutos dormidos que se ofrecen en la siguiente tabla:

	LUNES	MARTE	MIERCOLE	JUEVES	VIERNES	SÁBAD	DOMING	PROM.DÍA .	PROM HOR
A1	480	447	429	510	600	498	468	490,29	8,17
A2	420	450	390	480	570	510	500	474,29	7,90
A3	480	540	330	510	720	540	465	512,14	8,54
A4	420	480	360	480	420	180	420	394,29	6,57
B1	435	510	515	495	465	525	580	503,57	8,39
B2	630	400	430	400	420	450	510	462,86	7,71
B3	460	540	490	480	310	480	480	462,86	7,71
B4	480	480	390	480	510	720	330	484,29	8,07
C1	510	480	525	540	450	390	690	512,14	8,54
C2	510	510	405	465	585	555	480	501,43	8,36
C3	210	360	375	375	240	270	360	312,86	5,21
C4	420	420	615	510	540	615	450	510,00	8,50
D1	490	435	495	445	300	300	480	420,71	7,01
D2	450	460	440	435	470	450	450	450,71	7,51
Prom.minu	456,79	465,14	442,07	471,79	471,43	463,07	475,93	463,74	7,73
Prom.hora	7,61	7,75	7,37	7,86	7,86	7,72	7,93	7,73	7,73

Existe muy poca variabilidad en el tiempo dormido durante los distintos días de la semana, todos los días entre 7 y 8 horas, y tampoco mucha entre los distintos sujetos encuestados, si exceptuamos uno de ellos que tan solo durmió un promedio de 5,21 horas diarias, pero que según nos manifestó era normal en él, ya que de siempre había necesitado poco dormir. Con estos datos no parece que para este grupo concreto puedan mantenerse argumentaciones como las anteriores, bien es cierto que, la muestra es pequeña y quizás los sujetos, de alguna forma, seleccionados.

En cualquier caso, no nos despistemos, nuestra investigación sigue siendo válida: ¿será malo quedarse a estudiar y dormir poco porque tengo un examen?, ¿es malo quedarse a ver televisión tarde para rendir al próximo día en clase? ... , en definitiva, ¿el dormir poco afecta al rendimiento intelectual?

### **FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS Y DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES**

La hipótesis que guiará nuestra investigación es:

**"Las variaciones en la cantidad de tiempo dormido la noche anterior producen diferencias significativas en el rendimiento de tareas relacionadas con el rendimiento intelectual"**

La variable "tiempo dormido la noche anterior" la mediremos a partir de 3 situaciones experimentales por las que pasaremos los sujetos experimentales, variando la cantidad de tiempo dormido en la noche y tomando 3 valores:

- Dormir muy poco: acostándose alrededor de 3,5 horas antes de levantarse
- Dormir poco: acostándose alrededor de 6 horas antes de levantarse
- Dormir suficiente: acostándose alrededor de 8,5 horas antes de acostarse

La hora de acostarse podía variar media hora arriba o abajo, en función de lo que uno acostumbrara a dormir, pero siempre manteniéndose en la situación correspondiente

La variable dependiente "rendimiento intelectual" vamos a medirla a partir de las siguientes pruebas y medidas (exactamente igual que en la anterior investigación):

- Realización de 20 sumas de 7 cifras y 2 dígitos por cifra, en el menor tiempo posible y con el menor número de errores posible. Se obtendrán 3 conjuntos de datos para analizar posteriormente: tiempo empleado en las sumas, número de sumas correctamente realizadas y el cociente entre ambas, es decir, el tiempo empleado por cada suma correctamente realizada.

- Realización de 5 problemas que requieren para su realización una combinación de 2 operaciones aritméticas, en concreto, las combinaciones que se utilizaron fueron: suma-producto, resta-producto, suma-cociente, resta-cociente y producto-cociente. El problema se considerará correcto sólo si el resultado es el correcto. También hay que resolverlos en el menor tiempo posible y con el menor número de errores posibles por lo que se obtendrán los mismos grupos de datos que en la anterior variable: tiempo empleado en resolver los problemas, número de problemas correctamente resueltos y el cociente entre ambos. A este último cociente se añade una pequeña modificación: se añade una unidad al divisor, es decir, se dividirá el tiempo empleado por el número de problemas correctamente resueltos más 1. La razón es que al ser sólo 5 problemas y ser relativamente alta la probabilidad de que el número de problemas correctamente resueltos fuera 0, el cociente podría hacerse infinito, lo que imposibilitaría el correcto análisis de los datos.
- Realización de 2 pruebas con taquitoscopio, una con números y otra con letras. En la prueba con números se utilizará el nivel 3 con 4 caracteres y en la opción 9, y en la prueba con letras se utilizará el nivel 3 con 5 caracteres (del programa informático del curso Lectura Eficaz de Editorial Bruño). Se obtendrán grupos de datos de aciertos y errores para ambas pruebas.

(Las sumas y problemas que se utilizaron en las distintas pruebas pueden verse en el apéndice 17, que se encuentra al final de este trabajo)

## **DISEÑO Y REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO**

En el experimento participan 14 alumnos de Bachillerato, con representantes de ambos sexos y de distinto nivel en rendimiento escolar, variable, esta última, que consideramos la más importante

Las pruebas para medir la variable dependiente se realizarán en 3 semanas, una semana para cada situación experimental. En un solo día de la semana, los lunes, se realizarán tanto las sumas como los problemas y las pruebas de taquitoscopio, correspondientes a cada situación experimental. A la hora del recreo, de 11,15 a 11,45 se harán las pruebas de taquitoscopio, y justamente después, tras un pequeño periodo de descanso las sumas y los problemas en la primera parte de clase de Química.

Las 3 pruebas de taquitoscopio se realizarán en la sala de informática teniendo la precaución de que todos los días haya la misma iluminación, de que cada sujeto experimental utilice el mismo

ordenador, etc. Las 3 pruebas de sumas y problemas se llevarán a cabo en el laboratorio de Física, con un ordenador en el fondo en cuya pantalla se hace funcionar un cronómetro para que cada uno pueda anotar el tiempo empleado en las pruebas. En el folio que se entrega con las sumas y problemas, también se debe anotar el tiempo que se durmió la noche anterior. Igualmente se toman las adecuadas precauciones para que las 3 situaciones se diferencien, exclusivamente, en el tiempo dormido la noche anterior por los sujetos que realizan las pruebas.

Al comprobarse en la anterior investigación que el aprendizaje durante las semanas había sido escaso, y que, presumiblemente, debía ser aún menor después de tantas veces ya realizadas las pruebas, no creímos necesario el dividir al grupo de 14 en subgrupos que pasaran (como en la anterior investigación) por las distintas situaciones en distintas semanas, para controlar ese factor de aprendizaje. De todas formas nos pusimos en las peores condiciones para que se si diera este factor de aprendizaje, afectara más a la situación de menos dormir y menos a la de más dormir. Es decir, en la primera semana se hizo la prueba de dormir suficiente, en la segunda la de dormir poco y en la tercera la de dormir muy poco, pasando todos los sujetos por la misma situación el mismo día.

Se mantuvo el anonimato para los resultados de las pruebas, dando un identificador a cada sujeto experimental, de cara al exterior, aunque dentro de los propios sujetos experimentales los resultados si que serían públicos, semejando así, lo que suele ocurrir con las calificaciones escolares.

La realización del experimento se llevó a cabo sin problemas especiales, a pesar de que pensábamos que iba a tener más dificultades la manipulación del tiempo dormido que la de la cantidad de desayuno ingerido realizada anteriormente. Ese temor nos llevó a no querer aumentar el número de participantes, a pesar de la reducción de 2 sujetos respecto de la investigación anterior, que habían indicado la imposibilidad de participar en esta nueva investigación. Preferimos mantener un buen control sobre la realización del experimento que aumentar el número de sujetos experimentales que daría, en otros sentidos, una mayor calidad a la investigación.

### **CALCULOS EXPERIMENTALES Y SU ANÁLISIS**

Los datos experimentales que se recogieron a partir de las pruebas aparecen en la tabla de la página siguiente, en la que:

- "T" es el tiempo empleado en la realización de las sumas o problemas.
- "B" es el número de sumas o problemas correctamente realizados.

- " $T/B$ " y  $T/(B+1)$  son los cocientes entre el tiempo empleado en la resolución de las sumas y problemas, respectivamente, y el número de los correctamente resueltos; en el caso de los problemas se añade al denominador una unidad, porque la probabilidad de que el número de problemas correctamente resueltos sea 0 es muy alta y se imposibilitarían los análisis estadísticos.
- "N" es el número de aciertos en el taquitoscopio para los números.
- "L" es el número de aciertos en el taquitoscopio para las letras.
- "Dor" es el tiempo dormido en minutos la noche anterior

(Los datos también pueden consultarse por variables, junto con los análisis estadísticos completos de cada variable, en los apéndices del 9 al 16, que aparecen al final de este trabajo)



TABLA DE RESULTADOS EXPERIMENTALES PARA LA INVESTIGACIÓN SUEÑO NOCTURNO-RENDIMIENTO INTELECTUAL

	DORMIR SUFICIENTE									DORMIR POCO									DORMIR MUY POCO											
	Sumas			Problemas			Taquitosc			Dor	Sumas			Problemas			Taquitosc			Dor	Sumas			Problemas			Taquitosc			Dor
	T	B	T/B	T	B	T/B+1	N	L	Min	T	B	T/B	T	B	T/B+1	N	L	Min	T	B	T/B	T	B	T/B+1	N	L	Min			
A1	385	18	21,38	250	5	41,67	16	10	480	417	17	24,53	357	4	71,4	15	8	330	400	20	20	600	4	120	18	11	180			
A2	355	17	20,88	459	2	153	18	13	420	337	14	24,07	478	2	159,3	19	14	360	370	17	21,76	456	2	152	18	13	225			
A3	361	16	22,56	365	4	73	19	12	475	335	18	18,61	300	5	50	17	17	360	350	20	17,5	363	5	60,5	17	20	210			
A4	368	19	19,37	420	2	140	13	16	420	400	10	40	395	1	197,5	17	11	390	453	13	34,85	494	3	123,5	10	8	180			
B1	249	19	13,11	303	5	50,5	18	15	510	242	16	15,13	312	5	52	20	20	392	274	18	15,22	276	2	92	20	19	210			
B2	231	20	11,55	218	5	36,33	18	15	480	253	20	12,65	433	5	72,17	15	9	370	321	19	16,89	229	4	45,8	12	14	210			
B3	268	17	15,76	365	4	73	16	9	490	327	19	17,21	410	4	82	19	9	350	290	18	16,11	505	5	84,17	17	3	220			
B4	340	18	18,89	358	4	71,6	17	19	470	312	18	17,33	325	4	65	15	16	390	330	17	19,41	308	4	61,6	13	10	210			
C1	370	15	24,67	372	4	74,4	19	12	510	346	17	20,35	470	4	94	15	15	390	370	17	21,76	456	2	152	13	17	240			
C2	389	18	21,61	489	4	97,8	10	16	510	497	18	27,61	484	5	80,67	11	13	360	450	16	28,13	485	3	121,3	6	10	190			
C3	202	20	10,1	320	5	53,3	20	15	480	226	19	11,89	447	4	89,4	19	7	375	203	17	11,94	368	3	92	19	13	285			
C4	439	18	24,39	315	5	52,5	18	10	480	418	19	22	354	5	59	20	12	375	443	19	23,32	470	4	94	16	12	225			
D1	455	16	28,44	335	4	67	20	14	490	364	13	28	453	5	75,5	10	12	330	443	16	27,69	337	3	94,25	19	12	180			
D2	255	19	13,42	322	5	53,67	15	18	430	288	18	16	356	5	59,33	9	13	350	308	16	19,25	405	4	81	6	12	180			

Tras la obtención de los datos realizamos los cálculos experimentales necesarios para poder determinar si las hipótesis se confirmaba o no.

El análisis que se hizo se resume a continuación, para cada una de las variables:

1º) **Variable tiempo empleado en la realización de las sumas:**

A partir de la tabla de datos, en la que el tiempo aparece en segundos y entre paréntesis los minutos que el sujeto experimental durmió la noche anterior

	DORMIR MUY POCO	DORMIR POCO	DORMIR SUFICIENTE
A1	400 (180)	417 (330)	385 (480)
A2	370 (225)	337 (360)	355 (420)
A3	350 (210)	335 (360)	361 (475)
A4	453 (180)	400 (390)	368 (420)
B1	274 (210)	242 (392)	249 (510)
B2	321 (210)	253 (370)	231 (480)
B3	290 (220)	327 (350)	268 (480)
B4	330 (210)	312 (390)	340 (470)
C1	370 (240)	346 (390)	370 (510)
C2	450 (190)	497 (360)	389 (510)
C3	203 (285)	226 (375)	202 (480)
C4	443 (225)	418 (375)	439 (480)
D1	443 (180)	364 (330)	455 (490)
D2	308 (180)	288 (350)	255 (430)

Se realiza una primera aproximación realizando un análisis de varianza de 1 factor que nos permitirá comprobar si existían diferencias significativas entre los distintos grupos experimentales con distinto tiempo dormido la noche anterior. Del análisis de varianza se deduce que siendo el valor de "F" de 0,368 para las distintas situaciones experimentales y el valor crítico de "F", al 95 % de certidumbre, está en 3,238, podemos decir que no existen diferencias significativas entre grupos experimentales con distinto tiempo dormido la noche anterior, es decir, las diferencias entre sujetos dentro de cada situación son mayores que las diferencias entre los propios grupos con distinta situación, por lo que no podemos aceptar que la variable tiempo dormido la noche anterior afecte al tiempo empleado en las sumas.

Un acercamiento más preciso, para la variable experimental, se realizó con los análisis de regresión, primero con todos los datos, y después con los promedios obtenidos en las distintas situaciones experimentales. Con la idea inicial de que nuestra hipótesis predice una relación negativa entre la cantidad de sueño nocturno y el tiempo empleado en la realización de las sumas, realizamos los siguientes análisis de regresión:

En el primer caso, con todos los datos, se obtuvo un índice de correlación de -0,194 (pequeño, aunque negativo) y una recta de regresión de ecuación:

$$Y = -0,1299 X + 389,169 \quad (Y = \text{tiempo sumas}, X = \text{tiempo sueño nocturno})$$

de pendiente -0,1299, que al multiplicar por 60 para hallar la variación por hora de sueño nocturno da -7,794 (negativa pero pequeña) y con unos intervalos de seguridad (-0,340, +0,080) al 95 % de certidumbre y de (-0,265, +0,005) al 80 % de certidumbre. La incertidumbre para poder afirmar, con probabilidad del 95 %, que la regresión es de pendiente negativa es superior al 21,80 %.. El ajuste de los datos a la recta de regresión resultó ser muy pequeño, con tan sólo 0,037 de coeficiente de determinación.

En el segundo caso, con los promedios de las 3 situaciones experimentales:

PROMEDIO TIEMPO SUMAS	PROMEDIO TIEMPO DORMIDO
357,5	210,3571429
340,1428571	365,8571429
333,3571429	474,6428571

se obtuvo un índice de correlación de -0,989 (realmente elevado, y también negativo) y una recta de regresión de ecuación:

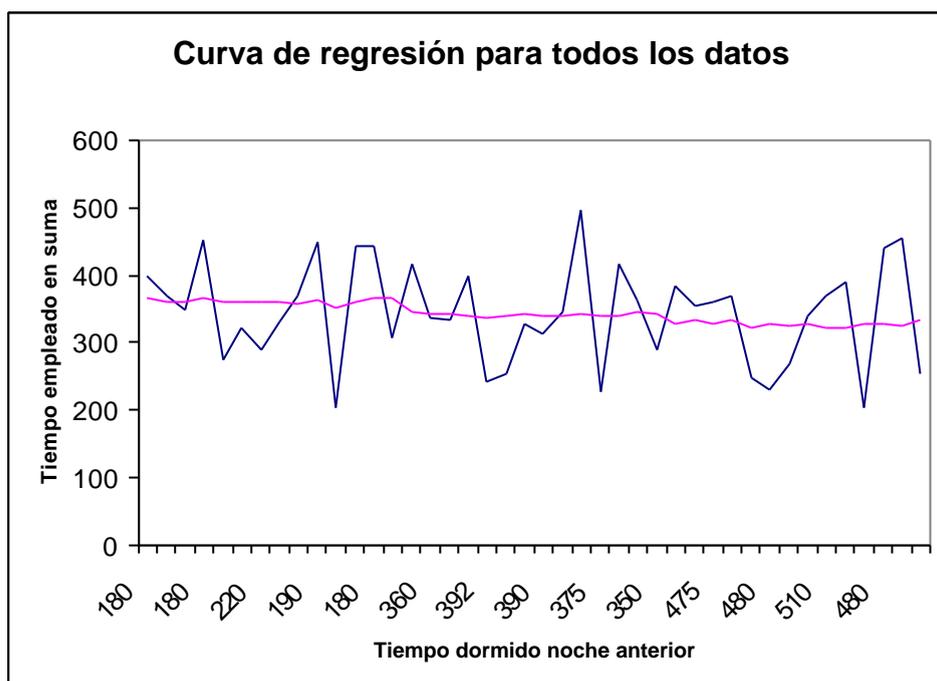
$$Y = -0,0927 X + 376,153$$

de pendiente -0,0927, que al multiplicar por 60 para hallar la variación por hora de sueño nocturno da -5,562 (negativa, aunque pequeña), con intervalos de seguridad de (-0,266, +0,080) al 95 % de certidumbre y (-0,135, -0,051) al 80 % de certidumbre. La incertidumbre para poder afirmar, con probabilidad del 95 %, que regresión tiene pendiente negativa es superior al 9,28 %. El ajuste de los datos experimentales a la recta de regresión es realmente alto, siendo el coeficiente de determinación 0,608.

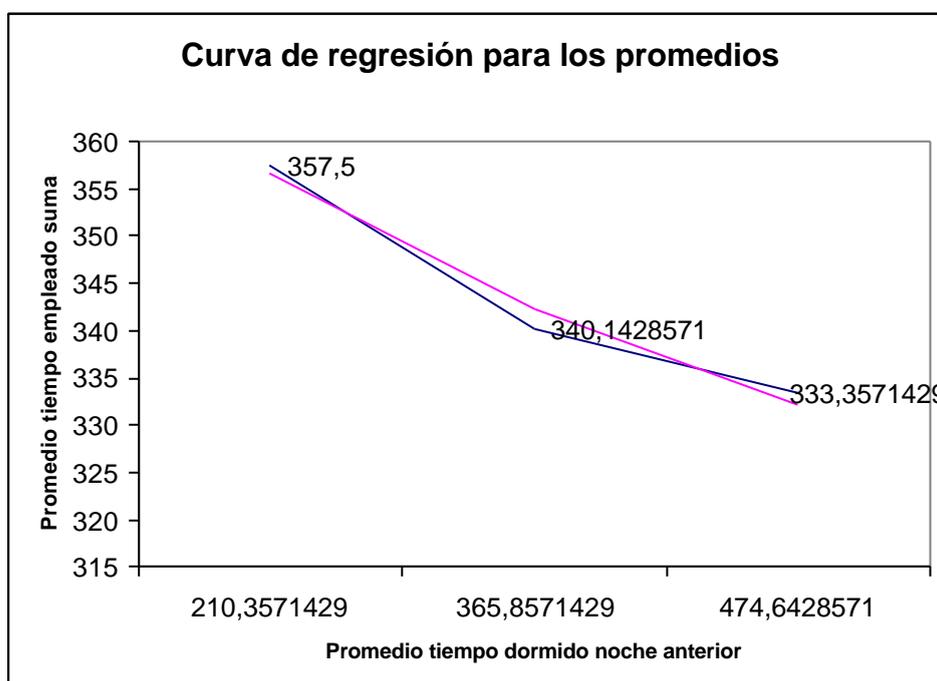
Concluyendo: Con los datos anteriores, no podemos rechazar la idea de la ausencia de relaciones negativas entre la cantidad de tiempo dormido la noche anterior y el tiempo empleado en las sumas, o lo que es lo mismo, no podemos aceptar la existencia de relaciones negativas entre estas variables, tal como predice la hipótesis. A pesar de ello existen pequeños indicios de esta relación.

Los gráficos de regresión de la página siguiente permiten una visualización más directa de los datos y afirmaciones anteriores:

(El estudio estadístico completo, realizado con el programa informático Excel, se encuentra en el apéndice 9, al final de este trabajo)



Puede apreciarse la escasa pendiente de la regresión y el mal ajuste de los datos a la recta



Puede apreciarse la escasa pendiente (en términos relativos) de la regresión, a pesar del buen ajuste de los datos experimentales a la recta. Es decir, a la vista de la gráfica parece que, efectivamente a más tiempo dormido menos tiempo empleado en las sumas y viceversa, en lo referente a los promedios. pero también es cierto que las diferencias son relativamente muy pequeñas (ver análisis de varianza).

2°) **Variable número de sumas correctamente realizadas:**

A partir de la tabla de datos en la que aparece el número de sumas correctamente realizadas y entre paréntesis el tiempo que durmió la noche anterior el sujeto experimental que las realizó:

	DORMIR MUY POCO	DORMIR POCO	DORMIR SUFICIENTE
A1	20 (180)	17 (330)	18 (480)
A2	17 (225)	14 (360)	17 (420)
A3	20 (210)	18 (360)	16 (475)
A4	13 (180)	10 (390)	19 (420)
B1	18 (210)	16 (392)	19 (510)
B2	19 (210)	20 (370)	20 (480)
B3	18 (220)	19 (350)	17 (480)
B4	17 (210)	18 (390)	18 (470)
C1	17 (240)	17 (390)	15 (510)
C2	16 (190)	18 (360)	18 (510)
C3	17 (285)	19 (375)	20 (480)
C4	19 (225)	19 (375)	18 (480)
D1	16 (180)	13 (330)	16 (490)
D2	16 (180)	18 (350)	19 (430)

se hace una primera aproximación realizando un análisis de varianza de 1 factor que nos permitirá comprobar si existen diferencias significativas entre los distintos grupos experimentales con distinto tiempo dormido la noche anterior. Del análisis de varianza se deduce que siendo el valor de "F" de 0,782 y el valor crítico de "F" es de 3,238 al 95 % de certidumbre, podemos afirmar que no existen diferencias significativas entre grupos experimentales, es decir, las diferencias entre sujetos dentro de los grupos son apreciablemente mayores que entre los propios grupos con distinta situación, por lo que no podemos aceptar que la variable tiempo dormido la noche anterior afecte al número de sumas correctamente realizadas.

Un acercamiento más preciso, para la variable experimental, se realizó con los análisis de regresión, primero con todos los datos, y después con los promedios obtenidos en las distintas situaciones experimentales. Con la idea inicial de que nuestra hipótesis predice una relación positiva entre la cantidad de desayuno ingerido y el número de sumas correctamente realizadas, hicimos los siguientes análisis de regresión:

En el primer caso con todos los datos, se obtuvo un índice de correlación de +0,077 (muy pequeño, aunque positivo) y una recta de regresión de ecuación:

$$Y = +0,0014 X + 16,856 \quad (Y = n^{\circ} \text{ sumas bien, } X = \text{ tiempo sueño nocturno})$$

de pendiente +0,0014, que al multiplicar por 60 para hallar la variación por hora de sueño nocturno de +0,084 (positiva, pero inapreciable) y con unos intervalos de seguridad de (-0,005, +0,007) al 95 % de certidumbre y de (-0,002, +0,005) al 80 % de certidumbre. La incertidumbre para poder afirmar, con probabilidad del 95 %, que la pendiente es positiva es superior al 62,87 %. El ajuste de los datos a la recta de regresión resultó ser muy pequeño, con un coeficiente de determinación de tan sólo 0,006.

En el segundo caso, con los promedios de las 3 situaciones experimentales:

PROMEDIO SUMAS BIEN	PROMEDIO TIEMPO DORMIDO
17,35714286	210,3571429
16,85714286	365,8571429
17,85714286	474,6428571

se obtuvo un índice de correlación de + 0,409 (bastante más elevado que el anterior y positivo) y una recta de regresión de ecuación:

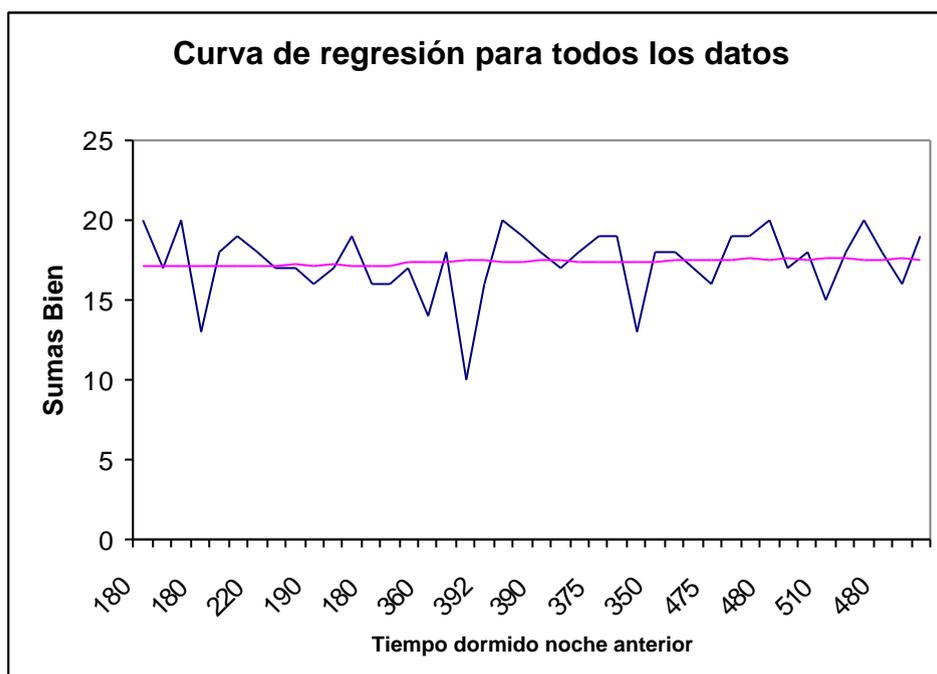
$$Y = +0,0015 X + 16,817$$

con pendiente +0,0015, que al multiplicar por 60 para hallar la variación por hora de sueño nocturno da +0,090 (positiva, pero muy pequeña) y con intervalos de seguridad de (-0,0042, +0,0045) al 95 % de certidumbre y de (-0,009, + 0,012) al 80 % de certidumbre. La incertidumbre para poder afirmar, con probabilidad del 95 %, que la regresión presenta pendiente positiva es superior al 40,94 %. El ajuste de los datos a la recta de regresión es algo mejor que con todos los datos, pero, en cualquier caso, pequeño, con un coeficiente de determinación de 0,168.

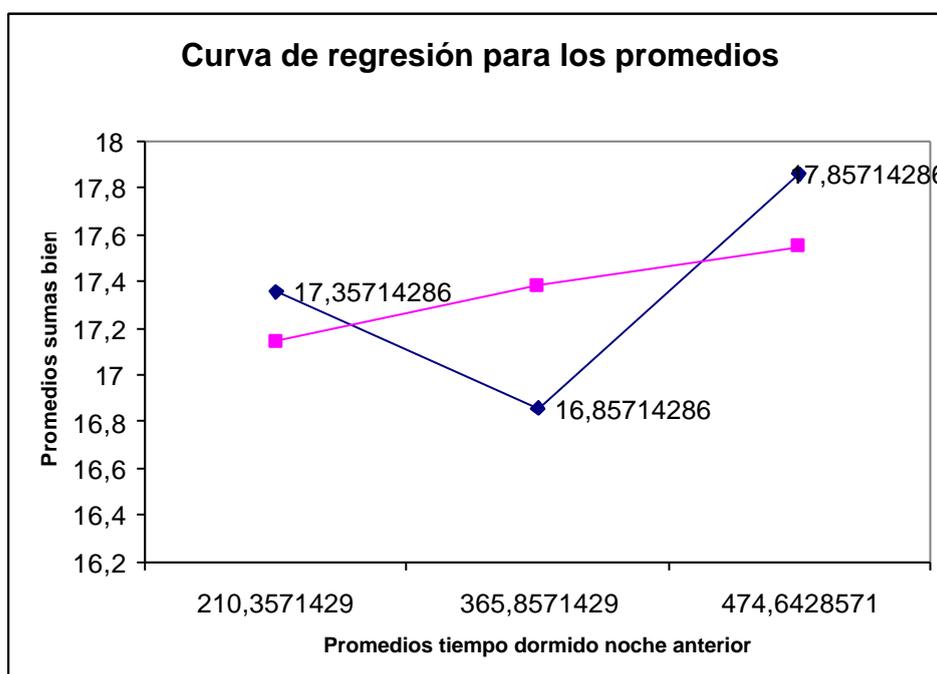
Concluyendo: Con los datos anteriores, no podemos rechazar la idea de la ausencia de relaciones positivas entre el tiempo dormido la noche anterior y el número de sumas correctamente realizadas, o lo que es lo mismo, no podemos aceptar la existencia de relaciones positivas entre estas variables, tal como predice nuestra hipótesis. A pesar de ello, si que existen pequeños indicios de esta relación.

Los gráficos de regresión de la página siguiente permiten una visualización más directa de los datos y afirmaciones anteriores:

(El estudio estadístico completo, realizado con el programa informático Excel de Microsoft, se encuentra en el apéndice 10, al final de este trabajo).



Puede apreciarse la escasa pendiente de la regresión y el mal ajuste de los datos a la recta.



Puede apreciarse la escasa pendiente (en términos relativos), aunque positiva, de la regresión.

Escaso es el ajuste de los datos a la recta de regresión, pareciendo estar más favorecidas las situaciones extremas de dormir muy poco y suficiente respecto de la intermedia, dormir poco, aunque las diferencias no son suficientemente significativas (según nos indica el análisis de varianza).

3º) **Variable resultante de dividir el tiempo empleado en la resolución de las sumas por el número de sumas correctamente realizadas:**

A partir de la tabla de datos en la que aparecen la variable en segundos/suma correcta, y entre paréntesis el tiempo en minutos que durmió la noche anterior el sujeto que realizó la prueba:

	DORMIR MUY POCO	DORMIR POCO	DORMIR SUFICIENTE
A1	20,0000 (180)	24,5294 (330)	21,3889 (480)
A2	21,7647 (225)	24,0714 (360)	20,8824 (420)
A3	17,5000 (210)	18,6111 (360)	22,5625 (475)
A4	34,8462 (180)	40,0000 (390)	19,3684 (420)
B1	15,2222 (210)	15,1250 (392)	13,1053 (510)
B2	16,8947 (210)	12,6500 (370)	11,5500 (480)
B3	16,1111 (220)	17,2105 (350)	15,7647 (480)
B4	19,4118 (210)	17,3333 (390)	18,8889 (470)
C1	21,7647 (240)	20,3529 (390)	24,6667 (510)
C2	28,1250 (190)	27,6111 (360)	21,6111 (510)
C3	11,9412 (285)	11,8947 (375)	10,1000 (480)
C4	23,3158 (225)	22,0000 (375)	24,3889 (480)
D1	27,6875 (180)	28,0000 (330)	28,4375 (490)
D2	19,2500 (180)	16,0000 (350)	13,4211 (430)

se hace una primera aproximación realizando un análisis de varianza de 1 factor que nos permitirá comprobar se existen diferencias significativas entre los distintos grupos experimentales con distinto tiempo dormido la noche anterior. Del análisis de varianza se deduce que siendo el valor de "F" de 0,447 y el valor crítico de "F" es de 3,238 al 95 % de certidumbre, podemos afirmar que no existen diferencias significativas entre grupos experimentales, es decir, las diferencias entre sujetos dentro de los grupos son apreciablemente mayores que entre los propios grupos con distinta situación, por lo que no podemos afirmar que la variable tiempo dormido la noche anterior afecte al tiempo empleado en cada suma correctamente realizada.

Un acercamiento más preciso, para la variable experimental, se realizó con los análisis de regresión, primero con todos los datos, y después con los promedios obtenidos en las distintas situaciones experimentales. Con la idea inicial de que nuestra hipótesis predice una relación negativa entre el tiempo dormido la noche anterior y el tiempo empleado en la realización de cada suma correcta, hicimos los siguientes análisis de regresión:

En el primer, caso con todos los datos, se obtuvo un índice de correlación de -0,161 (muy pequeño, aunque negativo) y una recta de regresión de ecuación:

$$Y = -0,00895 X + 23,501 \quad (Y = \text{tiempo/sumas bien, } X = \text{tiempo dormido noche anterior})$$

De pendiente -0,00895, que al multiplicar por 60 para hallar la variación por hora de sueño nocturno da -0,537 (negativa, pero muy pequeña) y con unos intervalos de seguridad de (-0,027, +0,009) al 95 % de certidumbre y de (-0,020, +0,002) al 80 % de certidumbre. La incertidumbre para poder afirmar, con probabilidad del 95 %, que la pendiente es negativa es superior al 30,89 %. El ajuste de los datos a la recta de regresión resultó ser muy pequeño, con un coeficiente de determinación de tan sólo 0,026.

En el segundo caso, con los promedios de las 3 situaciones experimentales:

PROMEDIOS TIEMPO/SUMASBIEN	PROMEDIOS TIEMPO DORMIDO
20,98820475	210,3571429
21,09925716	365,8571429
19,00973144	474,6428571

se obtuvo un índice de correlación de -0,782 (bastante más elevado que el anterior y también negativo) y una recta de regresión de ecuación:

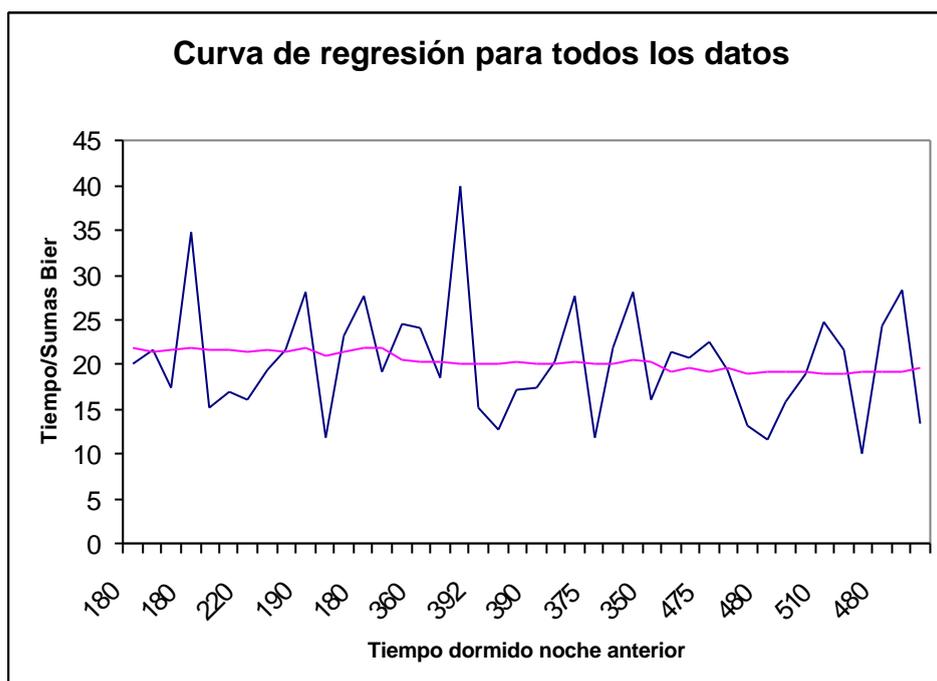
$$Y = -0,0069 X + 22,79$$

con pendiente -0,0069, que al multiplicar por 60 para hallar la variación por hora de sueño nocturno da -0,414 (semejante a la anterior) y con intervalos de seguridad de (-0,077, +0,024) al 95 % de certidumbre y de (-0,024, +0,010) al 80 % de certidumbre. La incertidumbre para poder afirmar que la regresión presenta pendiente negativa, con probabilidad del 95 %, es superior al 42,81 %. El ajuste de los datos a la recta de regresión es mejor que con todos los datos, con un coeficiente de determinación de 0,612.

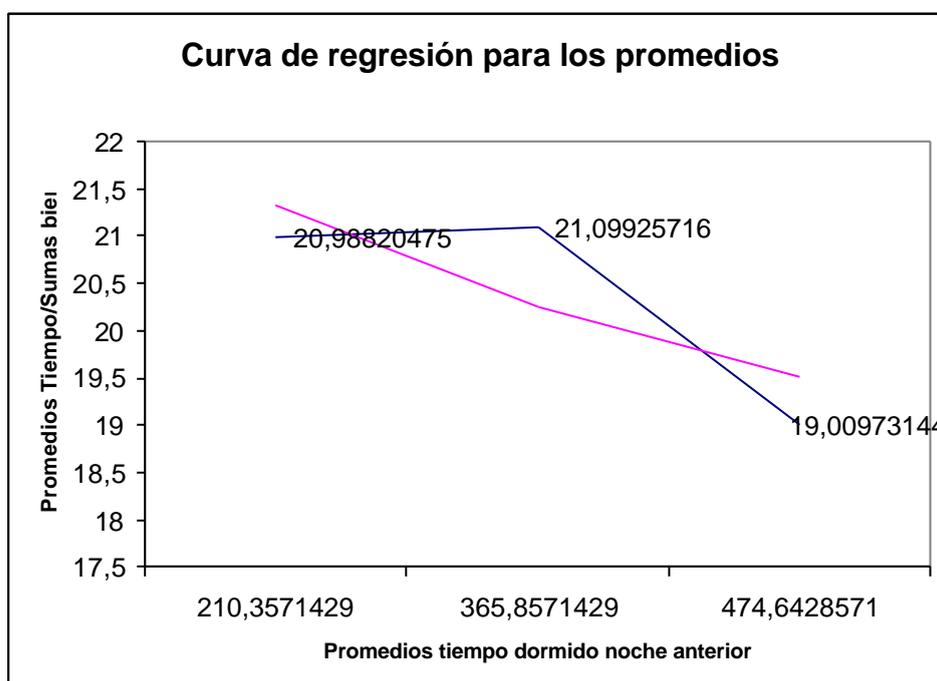
Concluyendo: Con los datos anteriores, no podemos rechazar la idea de la ausencia de relaciones positivas entre el tiempo dormido la noche anterior y el tiempo consumido en cada suma correctamente realizada, o lo que es lo mismo, no podemos aceptar la existencia de relaciones negativas entre estas variables, tal como predice nuestra hipótesis. A pesar de ello, sí que existen pequeños indicios de esta relación.

Los gráficos de regresión de la página siguiente permiten una visualización más directa de los datos y afirmaciones anteriores:

(El estudio estadístico completo, realizado con el programa informático Excel de Microsoft, se encuentra en el apéndice 11, al final de este trabajo).



Puede apreciarse la escasa pendiente de la regresión y el mal ajuste de los datos a la recta.



Puede apreciarse la pequeñas pendiente (en términos relativos) de la regresión con un mejor ajuste de los datos a la recta. La situación dormir suficiente parece estar más favorecida respecto de las otras 2 situaciones, aunque las diferencias, según el análisis de varianza, no son suficientemente significativas.

4°) **Variable tiempo empleado en la realización de los problemas:**

A partir de la tabla de datos en la que aparece el tiempo en segundos que se tardó en la realización de las sumas y entre paréntesis en tiempo, en minutos, que durmió el sujeto que realizó las pruebas:

	DORMIR MUY POCO	DORMIR POCO	DORMIR SUFICIENTE
A1	600 (180)	357 (330)	250 (480)
A2	456 (225)	478 (360)	459 (420)
A3	363 (210)	300 (360)	365 (475)
A4	494 (180)	395 (390)	420 (420)
B1	276 (210)	312 (392)	303 (510)
B2	229 (210)	433 (370)	218 (480)
B3	505 (220)	410 (350)	365 (480)
B4	308 (210)	325 (390)	358 (470)
C1	456 (240)	470 (390)	372 (510)
C2	485 (190)	484 (360)	489 (510)
C3	368 (285)	447 (375)	320 (480)
C4	470 (225)	354 (375)	315 (480)
D1	377 (180)	453 (330)	335 (490)
D2	405 (180)	356 (350)	322 (430)

se hace una primera aproximación realizando un análisis de varianza de 1 factor que nos permitirá comprobar si existen diferencias significativas entre los distintos grupos experimentales con distinto tiempo dormido la noche anterior. Del análisis de varianza se deduce que siendo el valor de "F" de 2,414 y el valor crítico de "F" es de 3,238 al 95 % de certidumbre, podemos afirmar que no existen diferencias significativas entre grupos experimentales. Es decir, las diferencias entre sujetos dentro de los grupos son apreciablemente mayores que entre los propios grupos con distinta situación, por lo que no podemos aceptar que la variable tiempo dormido la noche anterior afecte al tiempo empleado en la realización de los problemas.

Un acercamiento más preciso, para la variable experimental, se realizó con los análisis de regresión, primero con todos los datos, y después con los promedios obtenidos en las distintas situaciones experimentales. Con la idea inicial de que nuestra hipótesis predice una relación negativa entre el tiempo dormido la noche anterior y el tiempo empleado en la realización de los problemas, hicimos los siguientes análisis de regresión:

En el primer caso, con todos los datos, se obtuvo un índice de correlación de -0,341 (negativo, aunque no muy grande) y una recta de regresión de ecuación:

$$Y = -0,2522X + 475,425 \quad (Y = \text{tiempo problemas}, X = \text{tiempo dormido noche anterior})$$

de pendiente -0,2522, que al multiplicar por 60 para hallar la variación por hora de sueño nocturno da -15,132 (negativa, pero pequeña) y con unos intervalos de seguridad de (-0,475, -0,030) al 95 % de certidumbre y de (-0,396, -0,109) al 80 % de certidumbre. La incertidumbre para poder afirmar con seguridad que la pendiente es negativa es de tan sólo 2,72 %, es decir, podemos afirmar con un porcentaje de seguridad del 97,28 % que la regresión es negativa. El ajuste de los datos a la recta de regresión resultó ser muy pequeño, con un coeficiente de determinación de tan sólo 0,116.

En el segundo caso, con los promedios de las 3 situaciones experimentales:

PROMEDIOS TIEMPO PROBLEMAS	PROMEDIOS TIEMPO DORMIDO
413,7142857	210,3571429
398,1428571	365,8571429
349,3571429	474,6428571

se obtuvo un índice de correlación de -0,924 (realmente alto y también negativo) y una recta de regresión de ecuación:

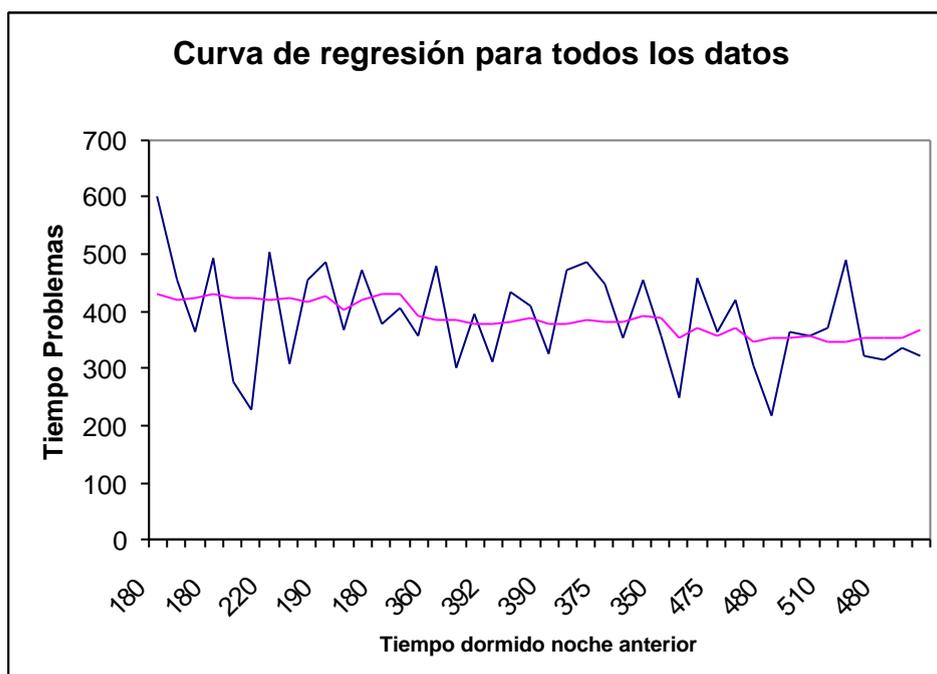
$$Y = -0,2337 X + 468,925$$

con pendiente -0,2337, que al multiplicar por 60 para hallar la variación por hora de sueño nocturno da -14,022 (semejante a la anterior) y con intervalos de seguridad de (-1,459, +0,991) al 95 % de certidumbre y de (-0,530, +0,063) al 80 % de certidumbre. La incertidumbre para poder afirmar que la regresión presenta pendiente negativa es superior a 24,91 %. El ajuste de los datos a la recta de regresión es importante, con un coeficiente de determinación de 0,855

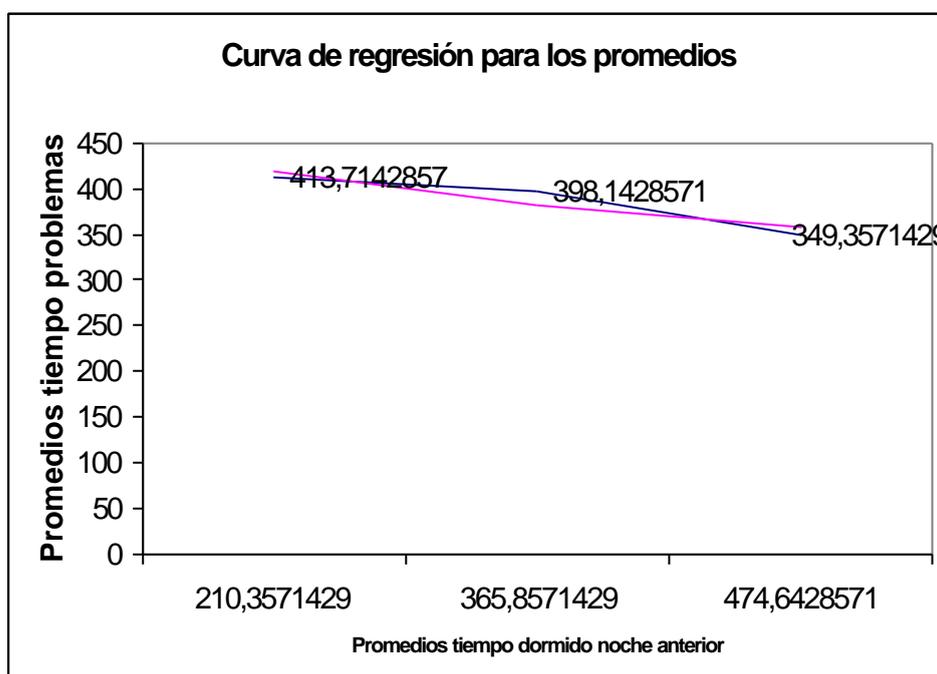
Concluyendo: Con todos los datos anteriores, no podemos, de forma absoluta, rechazar la idea de la ausencia de relaciones negativas entre el tiempo dormido la noche anterior y el tiempo empleado en la realización de las sumas, o lo que es lo mismo, no podemos aceptar, de forma absoluta, la existencia de relaciones negativas entre estas variables, tal como predice nuestra hipótesis. Sin embargo, el dato referente a la probabilidad de existencia de regresión negativa para todos los datos es significativo estadísticamente y también la correlación en los promedios es importante, constituyendo indicios de que los datos van en la dirección de la hipótesis, pero sólo indicios.

Los gráficos de regresión de la página siguiente permiten una visualización más directa de los datos y afirmaciones anteriores:

(El estudio estadístico completo, realizado con el programa informático Excel de Microsoft, se encuentra en el apéndice 12, al final de este trabajo).



Puede apreciarse la escasa regresión, aunque negativa, y el mal ajuste de los datos a la recta.



Puede apreciarse la escasa pendiente de la regresión, aunque negativa y con un buen ajuste de los datos a la recta. Las diferencias entre los promedios no es significativa (según el análisis de varianza) pero está en la línea de lo que predice la hipótesis.

5°) **Variable número de problemas correctamente realizados:**

A partir de la tabla de datos, que contiene el número de problemas correctamente realizados y entre paréntesis el tiempo en minutos que durmió la noche anterior el sujeto que realizó la prueba:

	DORMIR MUJY POCO	DORMIR POCO	DORMIR SUFICIENTE
A1	4 (180)	4 (330)	5 (480)
A2	2 (225)	2 (360)	2 (420)
A3	5 (210)	5 (360)	4 (475)
A4	3 (180)	1 (390)	2 (420)
B1	2 (210)	5 (392)	5 (510)
B2	4 (210)	5 (370)	5 (480)
B3	5 (220)	4 (350)	4 (480)
B4	4 (210)	4 (390)	4 (470)
C1	2 (240)	4 (390)	4 (510)
C2	3 (190)	5 (360)	4 (510)
C3	3 (285)	4 (375)	5 (480)
C4	4 (225)	5 (375)	5 (480)
D1	3 (180)	5 (330)	4 (490)
D2	4 (180)	5 (350)	5 (430)

se hace una primera aproximación realizando un análisis de varianza de 1 factor que nos permitirá comprobar se existen diferencias significativas entre los distintos grupos experimentales con distinto tiempo dormido la noche anterior. Del análisis de varianza se deduce que siendo el valor de "F" de 1,982 y el valor crítico de "F" es de 3,238 al 95 % de certidumbre, podemos afirmar que no existen diferencias significativas entre grupos experimentales, es decir, las diferencias entre sujetos dentro de los grupos son apreciablemente mayores que entre los propios grupos con distinta situación, por lo que no podemos aceptar que la variable cantidad de desayuno afecte al número de problemas.

Un acercamiento más preciso, para la variable experimental, se realizó con los análisis de regresión, primero con todos los datos, y después con los promedios obtenidos en las distintas situaciones experimentales. Con la idea inicial de que nuestra hipótesis predice una relación positiva entre la cantidad tiempo dormido la noche anterior y el número de problemas correctamente resueltos, hicimos los siguientes análisis de regresión:

En el primer, caso con todos los datos, se obtuvo un índice de correlación de +0,267 (positivo, aunque pequeño) y una recta de regresión de ecuación:

$$Y = +0,0025 X + 2,796 \quad (Y = n^{\circ} \text{ problemas bien, } X = \text{ tiempo dormido noche anterior})$$

de pendiente +0,0025, que al multiplicarlo por 60 para calcular la variación por hora de sueño nocturno da +0,150 (positivo, pero pequeño) y con unos intervalos de seguridad de (-0,0004, +0,005) al 95 % de

certidumbre y de (+0,0006, +0,0043) al 80 % de certidumbre, siendo la incertidumbre para poder afirmar, con probabilidad del 95 %, que la pendiente es positiva de un 8,75 %. El ajuste de los datos a la recta de regresión resultó ser muy pequeño, con un coeficiente de determinación de tan sólo 0,071..

En el segundo caso, con los promedios de las 4 situaciones experimentales:

PROMEDIOS	DESAYUNOS
2,875	0
3,75	0,5
3,375	1
2,9375	2

se obtuvo un índice de correlación de +0,912 (positivo y bastante elevado) y una recta de regresión de ecuación:

$$Y = +0,0028 X + 2,913$$

con pendiente +0,0028, que si multiplicamos por 60 para calcular la variación por hora de sueño nocturno da +0,168 (positiva, pero pequeña) y con intervalos de seguridad de (-0,013, +0,019) al 95 % de certidumbre y de (-0,001, + 0,007) al 80 % de certidumbre. La incertidumbre para poder afirmar, con probabilidad del 95 %, que la regresión presenta pendiente negativa es superior al 26,86 %. El ajuste de los datos a la recta de regresión es bastante elevado, con un coeficiente de determinación de 0,832.

Conclusión: Con los datos anteriores no podemos rechazar la idea de la ausencia de relaciones positivas entre la cantidad de tiempo dormido la noche anterior y el número de problemas correctamente resueltos, es decir, no podemos aceptar la existencia de relaciones positivas entre estas variables, tal como predice nuestra hipótesis. Sin embargo, si que existen indicios de esta relación.

Los gráficos de regresión de la página siguiente permiten una visualización más directa de los datos y afirmaciones anteriores:

(El estudio estadístico completo, realizado con el programa informático Excel de Microsoft, se encuentra en el apéndice 13, al final de este trabajo).



6°) **Variable resultante de dividir el tiempo empleado en la resolución de los problemas por el número de problemas correctamente resueltos +1:**

A partir de la tabla de datos, en la que aparece el cociente de la variable medido en segundo/(n° problemas bien+1) y entre paréntesis el tiempo en minutos que durmió la noche anterior el sujeto que realizó la prueba:

	DORMIR MUY POCO	DORMIR POCO	DORMIR SUFICIENTE
A1	120,000(180)	71,4000 (330)	41,6667 (480)
A2	152,000 (225)	159,333 (360)	153,000 (420)
A3	60,5000 (210)	50,0000 (360)	73,0000 (475)
A4	123,500 (180)	197,500 (390)	140,000 (420)
B1	92,0000 (210)	52,000 (392)	50,5000 (510)
B2	45,8000 (210)	72,1667 (370)	36,3333 (480)
B3	84,1667 (220)	82,0000 (350)	73,0000 (480)
B4	61,6000 (210)	65,0000 (390)	71,6000 (470)
C1	152,000 (240)	94,0000 (390)	74,4000 (510)
C2	121,250 (190)	80,6667 (360)	97,8000 (510)
C3	92,0000 (285)	89,4000 (375)	53,3333 (480)
C4	94,0000 (225)	59,0000 (375)	52,5000 (480)
D1	94,2500 (180)	75,5000 (330)	67,0000 (490)
D2	81,0000 (180)	59,3333 (350)	53,6667 (430)

se hace una primera aproximación realizando un análisis de varianza de 1 factor que nos permitirá comprobar se existen diferencias significativas entre los distintos grupos experimentales con distinto tiempo dormido la noche anterior. Del análisis de varianza se deduce que siendo el valor de "F" de 1,518 y el valor crítico de "F" es de 3,238 al 95 % de certidumbre, podemos afirmar que no existen diferencias significativas entre grupos experimentales. Es decir, las diferencias entre sujetos dentro de los grupos son apreciablemente mayores que entre los propios grupos con distinta situación, por lo que no podemos aceptar que la variable tiempo dormido la noche anterior afecte al tiempo empleado en la realización de los problemas correctamente realizadas.

Un acercamiento más preciso, para la variable experimental, se realizó con los análisis de regresión, primero con todos los datos, y después con los promedios obtenidos en las distintas situaciones experimentales. Con la idea inicial de que nuestra hipótesis predice una relación negativa entre la cantidad de desayuno ingerido y el tiempo empleado en la realización de cada problema correcto, hicimos los siguientes análisis de regresión:

En el primer caso, con todos los datos, se obtuvo un índice de correlación de -0,288 (negativo, pero pequeño) y una recta de regresión de ecuación:

$$Y = -0,0940 X + 119,103 \quad (Y = \text{tiempo}/(\text{problemas bien}+1), X = \text{tiempo dormido noche anterior})$$

con pendiente -0,094, que si multiplicamos por 60 para hallar la variación por hora de sueño nocturno da -5,64 (pequeña, pero negativa) y con unos intervalos de seguridad de (-0,1941, +0,0060) al 95 % de certidumbre y de (-0,1585, -0,0295) al 80 % de certidumbre. La incertidumbre para poder afirmar, con probabilidad del 95 %, que la pendiente es negativa es tan solo del 6,47 %, es decir, cercano al criterio estadístico común del 95 % de certidumbre. El ajuste de los datos a la recta de regresión resultó ser pequeño, con un coeficiente de determinación de 0,0827.

En el segundo caso, con los promedios de las 3 situaciones experimentales:

PROMEDIOS TIEMPO/PROBLEMA BIEN+1	PROMEDIOS TIEMPO DORMIDO
98,14761905	210,3571429
86,23571429	365,8571429
74,12857143	474,6428571

se obtuvo un índice de correlación de -0,994 (negativo y realmente alto) y una recta de regresión de ecuación:

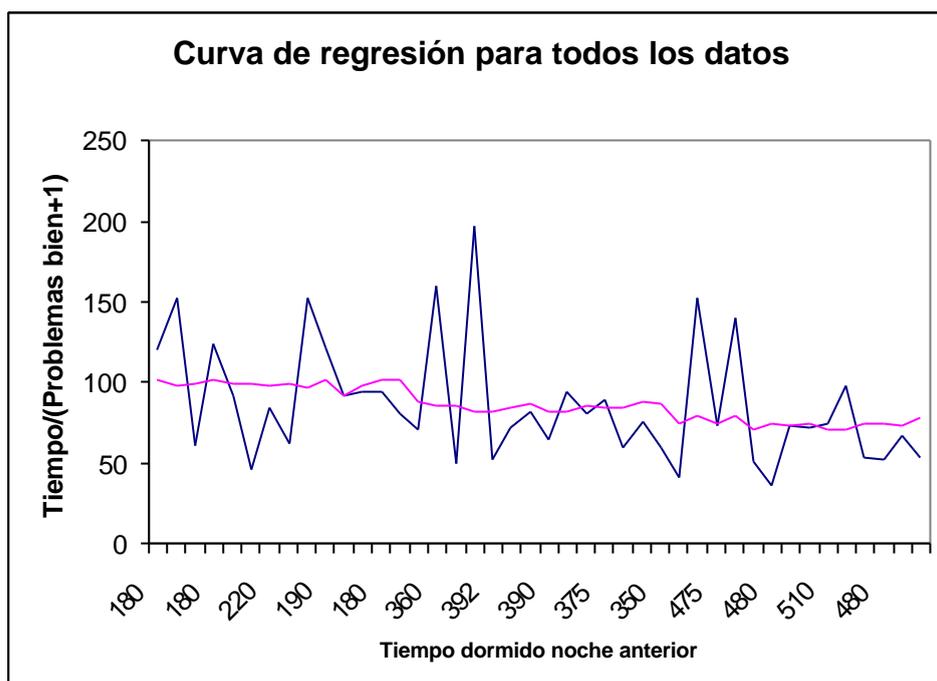
$$Y = -0,2119 X + 117,662$$

con pendiente -0,2119, que si multiplicamos por 60 para hallar la variación por hora de sueño nocturno da -12,714 (negativa y no excesivamente alta, pero si para tener en consideración) y con intervalos de seguridad de (-0,2119, +0,0321) al 95 % de certidumbre y de (-0,1195, +0,0604) al 80 % de certidumbre. La incertidumbre para poder afirmar que la regresión presenta pendiente negativa, con probabilidad del 95 %, es solo del 6,77 %, es decir, la seguridad de existencia de regresión negativa está cercana al criterio estadístico común del 95 %, siendo del 93,23 %. El ajuste de los datos a la recta de regresión es muy alto, con un coeficiente de determinación de 0,989.

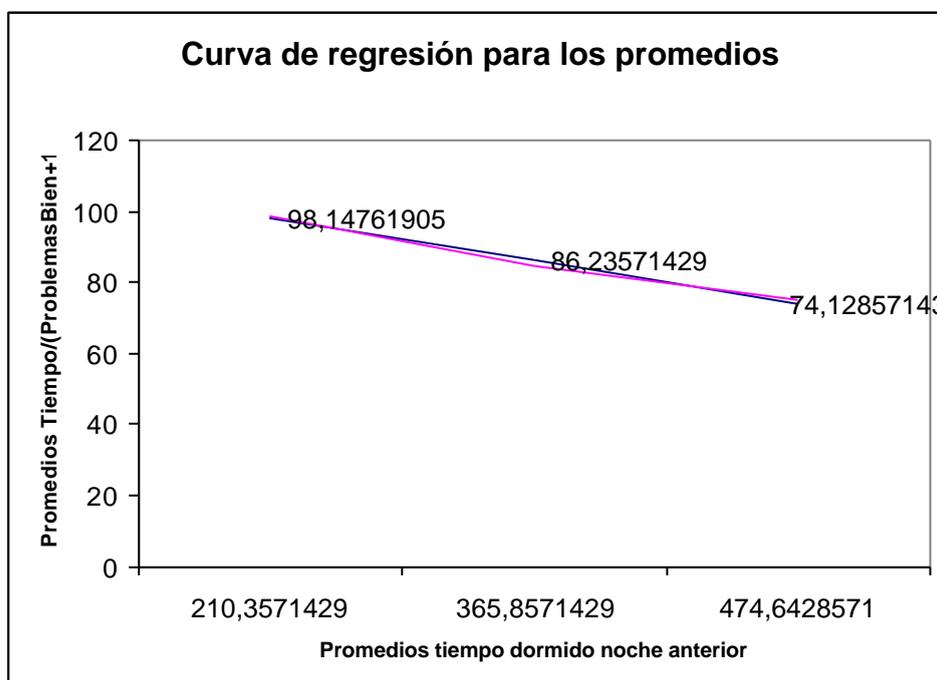
Concluyendo: Con los datos anteriores, no podemos rechazar la idea de la ausencia de relaciones negativas entre el tiempo dormido la noche anterior y el tiempo consumido en cada problemas correctamente resuelto, es decir, no podemos aceptar la existencia de relaciones negativas entre estas variables, tal como predice nuestra hipótesis. Sin embargo, podemos decir que existen indicios importantes de que la variable varía según predice la hipótesis.

Los gráficos de la página siguiente permiten una visualización más directa de los datos y afirmaciones anteriores:

(El estudio estadístico completo, realizado con el programa informático Excel de Microsoft, se encuentra en el apéndice 14, al final de este trabajo).



Puede apreciarse la pendiente negativa de la regresión aunque pequeña, con un mal ajuste de los datos a la recta.



Puede apreciarse la pendiente claramente negativa, que aunque no significativa, tampoco es despreciable. La casi confusión de los datos promedios con la recta de regresión explica los altos índices de correlación y determinación hallados.

7º) **Variable número de aciertos en las series numéricas del taquitoscopio**

A partir de la tabla de datos en la que aparece el número de series numéricas correctamente detectadas y entre paréntesis el tiempo, en minutos, que durmió la noche anterior el sujeto que realizó la prueba:

	DORMIR MUY POCO	DORMIR POCO	DORMIR SUFICIENTE
A1	18 (180)	15 (330)	16 (480)
A2	18 (225)	19 (360)	18 (420)
A3	17 (210)	17 (360)	19 (475)
A4	10 (180)	17 (390)	13 (420)
B1	20 (210)	20 (392)	18 (510)
B2	12 (210)	15 (370)	18 (480)
B3	17 (220)	19 (350)	16 (480)
B4	13 (210)	15 (390)	17 (470)
C1	13 (240)	15 (390)	19 (510)
C2	6 (190)	11 (360)	10 (510)
C3	19 (285)	19 (375)	20 (480)
C4	16 (225)	20 (375)	18 (480)
D1	19 (180)	10 (330)	20 (490)
D2	6 (180)	9 (350)	15 (430)

se hace una primera aproximación realizando un análisis de varianza de 1 factor que nos permitirá comprobar se existen diferencias significativas entre los distintos grupos experimentales con distinto tiempo dormido la noche anterior. Del análisis de varianza se deduce que siendo el valor de "F" de 1,353 y el valor crítico de "F" es de 3,238 al 95 % de certidumbre, podemos afirmar que no existen diferencias significativas entre grupos experimentales, es decir, las diferencias entre sujetos dentro de los grupos son apreciablemente mayores que entre los propios grupos con distinta situación, por lo que no podemos aceptar que la variable tiempo dormido la noche anterior afecte al número de aciertos en las series numéricas del taquitoscopio.

Un acercamiento más preciso, para la variable experimental, se realizó con los análisis de regresión, primero con todos los datos, y después con los promedios obtenidos en las distintas situaciones experimentales. Con la idea inicial de que nuestra hipótesis predice una relación positiva entre el tiempo dormido la noche anterior y el número de aciertos en las series numéricas del taquitoscopio, hicimos los siguientes análisis de regresión:

En el primer, caso con todos los datos, se obtuvo un índice de correlación de +0,3289 (positivo, aunque no muy alto) y una recta de regresión de ecuación:

$Y = +0,0111 X + 11,862$  ( $Y = n^{\circ}$  series numéricas detectadas,  $X =$  tiempo dormido noche ante) de pendiente  $+0,0111$ , que si multiplicamos por 60 para hallar la variación por hora de sueño nocturno da  $+0,666$  (positiva, aunque opequeña) y con unos intervalos de seguridad de  $(+0,0009, +0,0214)$  al 95 % de certidumbre y de  $(+0,0045, +0,0177)$  al 80 % de certidumbre. La incertidumbre para poder afirmar, con probabilidad del 95 %, que la pendiente es positiva es tan solo del 3,34 %, o lo que es lo mismo, la certidumbre para poder afirmar que la regresión es positiva es del 96,66 %, significativa desde el punto de vista estadístico. El ajuste de los datos a la recta de regresión resultó ser pequeño, con un coeficiente de determinación de 0,108.

En el segundo caso, con los promedios de las 3 situaciones experimentales:

PROMEDIOS ACIERTOS NUMEROS	PROMEDIOS TIEMPO DORMIDO
14,57142857	210,3571429
15,78571429	365,8571429
16,92857143	474,6428571

se obtuvo un índice de correlación de  $+ 0,9965$  (positivo y realmente elevado) y una recta de regresión de ecuación:

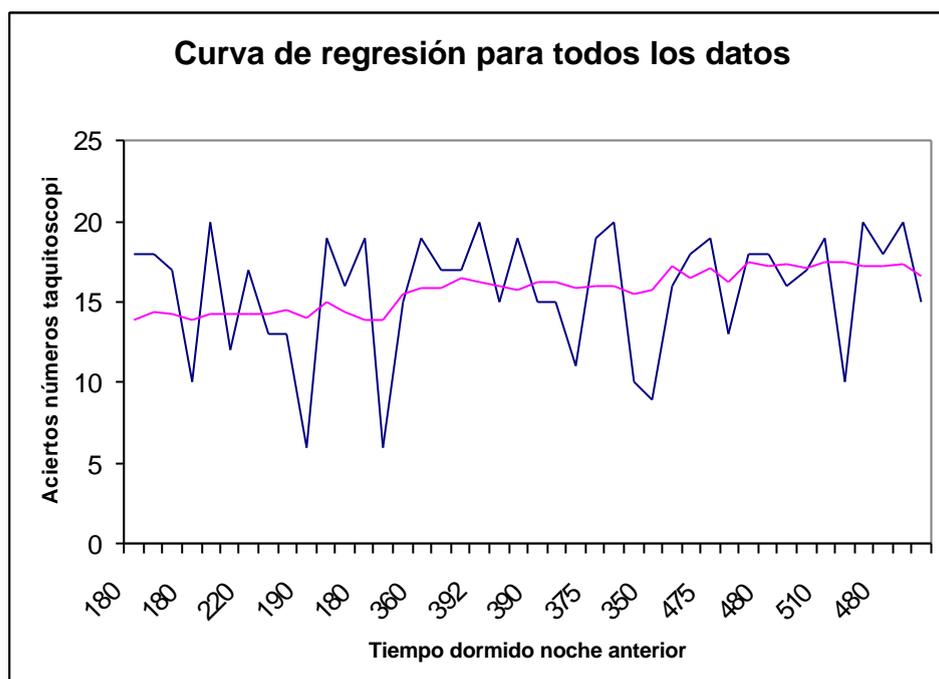
$$Y = 0,0088 X + 12,664$$

con pendiente  $+0,0088$ , que si lo multiplicamos por 60 para hallar la variación por hora de sueño nocturno da  $+0,528$  (positiva, pero pequeña) y con intervalos de seguridad de  $(-0,0006, +0,0183)$  al 95 % de certidumbre y de  $(+0,0065, +0,0111)$  al 80 % de certidumbre. La incertidumbre para poder afirmar, con probabilidad del 95 %, que la regresión presenta pendiente positiva es tan solo del 5,36 %, es decir una certidumbre de que la regresión es positiva del 94,64 %, cercana al criterio estadístico de significación. El ajuste de los datos a la recta de regresión es muy alto, con un coeficiente de determinación de 0,99,29.

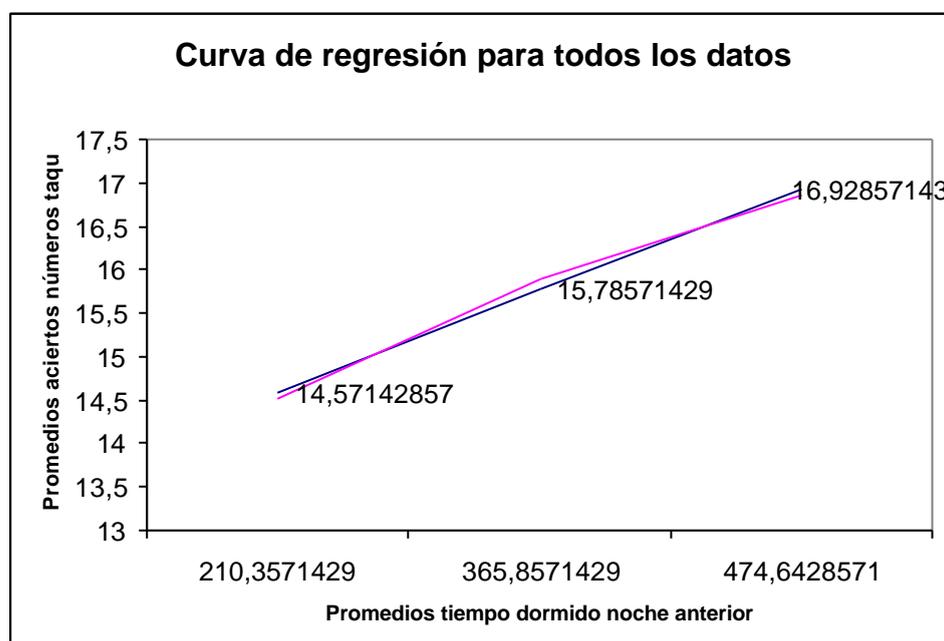
Concluyendo: Con los datos anteriores, no podemos rechazar, de forma absoluta, la idea de la ausencia de relaciones positivas entre el tiempo dormido la noche anterior y el número de aciertos en las series numéricas de taquitoscopio, o lo que es lo mismo, no podemos aceptar, con seguridad suficiente, la existencia de relaciones positivas entre estas variables, tal como predice nuestra hipótesis. Sin embargo, hay que decir, que si que existen indicios importantes, especialmente de la regresión con todos los datos y la correlación con los promedios, de la existencia de esa relación.

Los gráficos de regresión de la página siguiente permiten una visualización más directa de los datos y afirmaciones anteriores:

(El estudio estadístico completo, realizado con el programa informático Excel de Microsoft, se encuentra en el apéndice 15, al final de este trabajo)



Puede apreciarse la pendiente claramente positiva con un mal ajuste de los datos a la recta



Puede apreciarse la pendiente claramente positiva de la recta de regresión, que aunque en términos relativos no sea muy alta, tampoco puede despreciarse. El casi perfecto ajuste de los datos a la recta de regresión explica los altos índices de correlación y de determinación hallados.

8°) **Variable número de aciertos en las series de caracteres (letras) del taquitoscopio**

A partir de la tabla de datos, con el número de series de letras correctamente detectadas en el taquitoscopio y entre paréntesis el tiempo que durmió la noche anterior el sujeto que realizó la prueba:

	DORMIR MUJY POCO	DORMIR POCO	DORMIR SUFICIENTE
A1	11 (180)	8 (330)	10 (480)
A2	13 (225)	14 (360)	13 (420)
A3	20 (210)	17 (360)	12 (475)
A4	8 (180)	11 (390)	16 (420)
B1	19 (210)	20 (392)	15 (510)
B2	14 (210)	9 (370)	15 (480)
B3	3 (220)	9 (350)	9 (480)
B4	10 (210)	16 (390)	19 (470)
C1	17 (240)	15 (390)	12 (510)
C2	10 (190)	13 (360)	16 (510)
C3	13 (285)	7 (375)	15 (480)
C4	12 (225)	12 (375)	10 (480)
D1	12 (180)	12 (330)	14 (490)
D2	12 (180)	13 (350)	18 (430)

se hace una primera aproximación realizando un análisis de varianza de 1 factor que nos permitirá comprobar se existen diferencias significativas entre los distintos grupos experimentales con distinto tiempo dormido la noche anterior. Del análisis de varianza se deduce que siendo el valor de "F" de 0,625 y el valor crítico de "F" 3,238 al 95 % de certidumbre, podemos afirmar que no existen diferencias significativas entre grupos experimentales, es decir, las diferencias entre sujetos dentro de los grupos son apreciablemente mayores que entre los propios grupos con distinta situación, por lo que no podemos aceptar que la variable tiempo dormido la noche anterior afecte al número de aciertos en las series de letras del taquitoscopio.

Un acercamiento más preciso, para la variable experimental, se realizó con los análisis de regresión, primero con todos los datos, y después con los promedios obtenidos en las distintas situaciones experimentales. Con la idea inicial de que nuestra hipótesis predice una relación positiva entre el tiempo dormido la noche anterior y el número de aciertos en las series de caracteres (letras) del taquitoscopio, hicimos los siguientes análisis de regresión:

En el primer caso, con todos los datos, se obtuvo un índice de correlación de +0,1726 (positivo, aunque pequeño) y una recta de regresión de ecuación:

$$Y = +0,0056 X + 10,978 \quad (Y = n^\circ \text{ aciertos letras taquitosc.}, X = \text{tiempo dormido noche anterior})$$

de pendiente +0,0056, que si multiplicamos por 60 para hallar la variación por hora de sueño nocturno da +0,336 (positiva, aunque pequeña) y con unos intervalos de seguridad de (-0,0046 +0,0159) al 95 % de certidumbre y de (-0,0010, +0,0123) al 80 % de certidumbre. La incertidumbre para poder afirmar, con probabilidad del 95 %, que la pendiente es positiva es superior al 27,43 %. El ajuste de los datos a la recta de regresión resultó ser pequeño, con un coeficiente de determinación de 0,0298.

En el segundo caso, con los promedios de las 3 situaciones experimentales:

PROMEDIOS ACIERTOS LETRAS	PROMEDIOS TIEMPO DORMIDO
12,4285714	210,357143
12,5714286	365,857143
13,8571429	474,642857

se obtuvo un índice de correlación de +0,861 (positivo y bastante elevado) y una recta de regresión de ecuación:

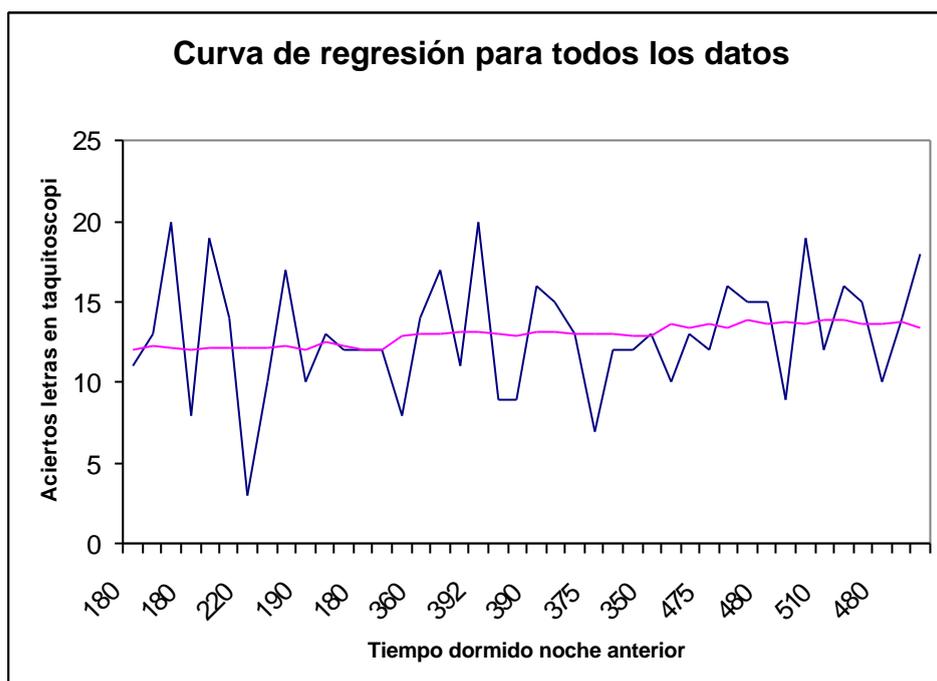
$$Y = 0,0051 X + 11,167$$

con pendiente +0,0051, que si multiplicamos por 60 para hallar la variación por hora de sueño nocturno da 0,306 (también positiva aunque pequeña) y con intervalos de seguridad de (-0,0332, +0,0434) al 95 % de certidumbre y de (-0,0042, +0,0144) al 80 % de certidumbre. La incertidumbre para poder afirmar que la regresión presenta pendiente positiva, es superior al 34,02 %. El ajuste de los datos a la recta de regresión es bastante elevado, con un coeficiente de determinación de tan solo 0,7406.

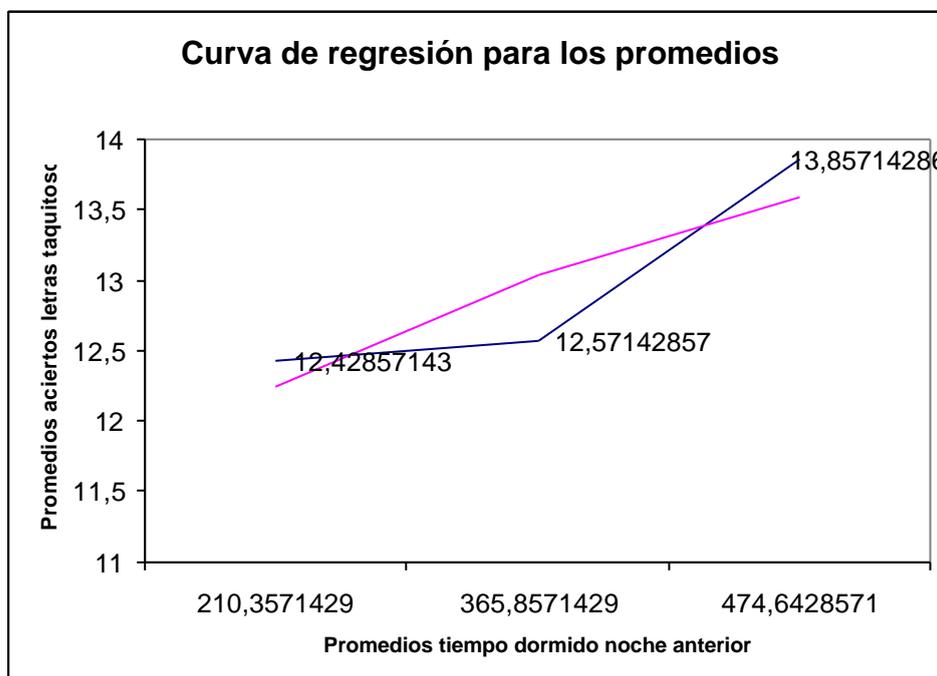
Concluyendo: Con los datos anteriores no podemos rechazar la idea de la ausencia de relaciones negativas entre el tiempo dormido la noche anterior y el número de aciertos en las series de letras, es decir, no podemos aceptar la existencia de relaciones positivas entre estas variables, tal como predice nuestra hipótesis. Sin embargo, si que existen indicios de que se produce esa relación.

Los gráficos de la página siguiente permiten una visualización más directa de los datos y afirmaciones expresadas anteriormente:

(El estudio estadístico completo, realizado con el programa informático Excel de Microsoft, se encuentra en el apéndice 16, al final de este trabajo).



Puede apreciarse la pendiente positiva, aunque pequeña. El ajuste de los datos a la recta no es muy bueno.



Puede apreciarse la pendiente claramente positiva de la regresión. El número de aciertos para la situación dormir suficiente es mayor que para las otras situaciones de dormir menos, aunque las diferencias no son, relativamente, muy altas. El ajuste de los datos a la recta de regresión es, relativamente, alto

## **VALORACIÓN DE LOS RESULTADOS EXPERIMENTALES Y DE LA VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

El proceso de realización de las pruebas experimentales se llevaron a cabo sin problemas especiales tal como se había diseñado, estando los grupos experimentales igualados en todas las condiciones excepto en una, que es precisamente la variable experimental, es decir, el tiempo que habían dormido la noche anterior los sujetos experimentales. En concreto, se realizaron las pruebas a la misma hora, el mismo día de la semana, en el mismo ambiente y en un mismo sitio cada prueba para cada sujeto experimental, con la misma iluminación, teniendo precaución de que no coincidiera con algún día en que había examen, etc. Podemos así decir, con bastante certeza, que las variaciones en la variable dependiente (resultados en las pruebas experimentales) se deben exclusivamente a la variable independiente (tiempo dormido la noche anterior).

Quizás lo más limitado es el tamaño de la muestra, ya que sólo 14 sujetos es relativamente un tamaño pequeño. También es cierto que un tamaño pequeño permitió un casi perfecto control del proceso de la investigación, que probablemente hubiera sido más difícil con un tamaño mayor.

Otra autocrítica que debemos hacernos es la selección de los sujetos experimentales. Pertenece todos a Bachiller de Ciencias o Tecnológico, con una trayectoria educativa muy determinada, es decir, hay dudas de que constituyan una muestra representativa de la población general, lo que limita las posibilidades de generalización de los resultados experimentales encontrados.

Otro tipo de generalización que nos interesa es, hasta que punto los resultados de las pruebas experimentales representan el rendimiento escolar, ya que, en definitiva, el principal interés de nuestra investigación está en comprobar si dormir poco afecta al rendimiento escolar. En este sentido en la anterior investigación se presentó un estudio correlacional que demostraba la existencia de relaciones importantes entre resultados de las pruebas y rendimiento escolar.

Para la valoración de si nuestros resultados experimentales permiten confirmar o no la hipótesis inicial que ha guiado nuestra investigación, presentamos una tabla con los principales indicadores de los resultados experimentales y a partir de ella haremos los juicios valorativos. En la tabla aparecen, junto con otros datos, las pendientes de las rectas de regresión multiplicada por 60. La razón es que la pendiente, tal como se ha hallado, representa la variación de la variable dependiente por minuto dormido

la noche anterior y, al multiplicar por 60, nos dará la variación por hora, lo que nos parece más adecuado para poder valorar.

Var	VARIANZA	REGRESIÓN PARA TODOS LOS DATOS			REGRESIÓN PARA LOS PROMEDIOS		
	"F" Valor crítico	Pendiente Termino indepe.	Signo obtenido/espera	Incertidumbre de pendiente	Pendiente Término indepe.	Signo obtenido/espera	Incertidumbre de pendiente
1	0,338 3,238	-7,794 +389,169	- / -	21,80 %	-5,564 +376,153	- / -	9,29 %
2	0,465 3,238	+0,085 +16,856	+ / +	62,88 %	+0,092 16,817	+ / +	73,14 %
3	0,477 3,238	-0,536 +23,501	- / -	30,89 %	-0,415 +22,791	- / -	42,41 %
4	2,414 3,238	-15,134 +475,425	- / -	<b>2,72 %</b>	-14,021 +468,925	- / -	24,91 %
5	1,982 3,238	+0,150 +2,796	+ / +	8,75 %	+0,168 +2,913	+ / +	<b>2,23 %</b>
6	1,518 3,238	-5,640 +119,103	- / -	6,47 %	-5,394 +117,662	- / -	6,77 %
7	1,353 3,238	+0,667 +11,862	+ / +	<b>3,34 %</b>	+0,528 +12,664	+ / +	5,36 %
8	0,625 3,238	+0,336 10,978	+ / +	27,43 %	0,306 +11,167	+ / +	34,02 %

En la tabla podemos apreciar:

- Ninguno de los valores de "F" superan el valor crítico que nos permitiría indicar la existencia de diferencias significativas entre grupos con distinto desayuno ingerido la mañana anterior.

- Respecto a las regresiones para todos los datos, lo más destacado es que todas, las 8 variables presentan una variación en la línea de lo que indica nuestra hipótesis, incluso, en 2 casos (destacados en negrita en la tabla) la certidumbre de existencia de regresión significativa está dentro de los criterios estadísticos. Estos 2 casos son la variable 4 (tiempo empleado en la resolución de los problemas) y la variable 7 (aciertos en taquitoscopio para series numéricas).. Otros 2 casos presentan una incertidumbre por debajo del 10 %. Realizados los cocientes entre la pendiente (mejora del rendimiento por cada hora de sueño nocturno) y el término independiente (rendimiento hipotético sin haber dormido) para hallar los porcentaje de mejora por cada hora de sueño, resultaron ser: 2,00 %, 0,50 %, 2,28 %, 3,18 %, 5,36 %, 4,74 %, 5,62 % y 3,06 %, respectivamente, para las variables de la 1 a la 8. Porcentajes no muy elevados pero tampoco despreciables (aumentar más de un 5 % el rendimiento, como ocurre en 2 de las variables, por dormir una hora más, pensamos que no es para despreciar).

Respecto a la regresión para los promedios, casi puede decirse lo mismo. De las 8 variables, las 8 presentan una variación en la línea de lo que indica nuestra hipótesis, incluso, en 1 de los casos (destacado en negrita en la tabla) la certidumbre de existencia de regresión significativa está dentro de los criterios estadísticos. Este caso se refiere a la variable 5 (número de problemas correctamente resueltos)

Otros 3 casos presentan una incertidumbre por debajo del 10 %. Realizados los cocientes entre la pendiente (mejora del rendimiento por cada hora de sueño nocturno) y el término independiente (rendimiento hipotético sin haber dormido) para hallar los porcentaje de mejora por cada hora de sueño, resultaron ser: 1,48 %, 0,55 %, 1,82 %, 2,99 %, 5,77 %, 4,58 %, 4,16 % y 2,74 %, respectivamente, para las variables de la 1 a la 8. Porcentajes no muy elevados pero tampoco despreciables (aumentar más de un 5 % el rendimiento, como ocurre en una de las variables, por dormir una hora más, pensamos que no es para despreciar).

Conclusión: a pesar de que de forma categórica

**no podemos admitir que nuestra hipótesis se confirma**

existen suficientes datos como para admitir la

**existencia de importantes indicios a favor de la hipótesis**

es decir, el tiempo dormido la noche anterior, si que puede tener cierta influencia en el rendimiento de ciertas pruebas que exigen habilidades intelectuales, al menos más que la cantidad de desayuno ingerido por la mañana.

**PROPUESTA DE NUEVAS INVESTIGACIONES**

Respecto a este punto podemos decir casi lo mismo que en la anterior investigación: podría ser adecuado realizar investigaciones que completaran o dieran más generalidad a lo obtenido en nuestra investigación. Así, investigaciones con otras poblaciones que abarcaran un mayor rango de edad, de niveles educativos, de nivel socioeconómico, etc. podrían realizar esta función. Lo mismo podemos decir de la utilización de otros tipos de pruebas que tuvieran relación con el rendimiento intelectual.

En cuanto a otras investigaciones que realizaran estudios sobre otros factores que afectaran rendimiento escolar, no sería complicado plantear, aunque muchas de ellas no podrían ser de tipo "causal", ya que muchos de esos factores o no se pueden modificar en los sujetos, o no sería ético el hacerlo. Pensemos, por ejemplo, en factores como la clase social a la que pertenecen los sujetos, que es imposible manipular, o el llevar o no "chuletas" a los exámenes, que no sería ético manipular. En cualquier caso si que se pueden plantear desde el punto de vista "correlacional".

También, con los datos de esta investigación, se nos ocurrió la posibilidad de poder comparar el redimiendo en las pruebas experimentales entre chicos y chicas, para poder comprobar si había diferencias en tareas mecánicas, como las sumas, en tareas que exigen razonamientos, como los

problemas, o en tareas sensoriales con estímulos verbales o numéricos, como las del taquitoscopio. El pequeño tamaño de la muestra nos hizo desistir, ya que los resultados a los que hubiéramos llegado no habrían sido relevantes.

# **EPÍLOGO**

*(...al andar se hace camino, y al volver la vista atrás se ve la senda que nunca se ha de volver a pisar)*

No queremos terminar sin realizar algunos comentarios que consideramos de interés:

En primer lugar, creemos que la realización de estas investigaciones, que esta forma de trabajar, ha supuesto para nosotros un poderoso medio de aprendizaje. Los conocimientos no había que adquirirlos para algún día aplicarlos, los conocimientos había que adquirirlos ya, incluso de manera urgente, porque si no, no se podía llevar a cabo el trabajo, es decir, la adquisición de conocimientos no era sólo deseable, se convirtió en imprescindible.

En cuanto al proceso de realización del trabajo, los comienzos, es decir, lo referente a la preparación y realización de las pruebas experimentales, no fueron complicadas, e incluso, en algunos aspectos, divertidas. Algo más de trabajo llevó la realización de los cálculos experimentales que aparecen en los apéndices, ya que no consistió sólo en su realización, hubo que aprender diversos aspectos informáticos para la realización de los análisis estadísticos y diversos aspectos estadísticos para comprender su interpretación. Pero lo que más trabajo llevó fue la redacción del informe experimental, que supuso muchas reuniones, muchas discusiones y muchas horas delante del ordenador, incluidos recreos, fines de semana y días de vacaciones, aunque, naturalmente, la satisfacción por la terminación de un trabajo que ha costado esfuerzo, siempre lo compensa todo. Bien es cierto que la división del trabajo, ya que somos un grupo relativamente amplio, que impuso y coordinó nuestro profesor orientador fue decisiva, porque de otra forma hubiera sido imposible el terminar la tarea. Comprendimos que el trabajo en equipo, al igual que en el anterior aspecto, no es sólo deseable, es imprescindible, al menos, a la hora de realizar trabajos importantes.

También queremos agradecer al profesor de Informática, que nos enseñó las posibilidades de realización de análisis estadísticos con el programa Excel de Microsoft, al profesor de Matemáticas que no enseñó a interpretarlos, al profesor de Lengua que corrigió el informe experimental y a todo aquel que nos ha animado y estimulado en la realización del trabajo. Especial reconocimiento se merece nuestro profesor de Química, que nos ha orientado y coordinado, que ha dedicado tanto tiempo o más que cada uno de nosotros, que ha sido el corazón y el alma del trabajo. Comprendimos que no bastaba con formar equipo, la necesidad de comunicación con otras personas o expertos que nos aconsejaran, dirigieran, etc., se hacía, de nuevo, no sólo deseable, se hacía imprescindible.

No podemos terminar sin dejar de destacar algo que nuestro profesor orientador ha estado continuamente insistiendo y que podría ser algo como lo siguiente: importante es que hayas estimulado tu creatividad al plantear las investigaciones, importante es que hayas puesto a prueba tu capacidad de iniciativa para llevar a cabo los experimentos, importante es que hayas aprendido la realización de cálculos estadísticos y a valorar sus resultados de forma juiciosa, ..., importante es que hayas comprendido, como se comentaba anteriormente, lo imprescindible que puede ser el trabajo en equipo, la coordinación o la colaboración con otras personas ajenas al equipo, importante puede ser si has descubierto algo nuevo sobre como influye el desayuno o las horas de sueño nocturno en el rendimiento intelectual, ..., pero lo más importante es que, dentro de vosotros cada día seáis un poco más científicos, pero no para plantear nuevas investigaciones como estas o incluso para dedicarnos a investigar de forma profesional (que sería también importante), sino para cualquier aspecto de la vida ordinaria. Lo más importante es que hemos aprendido a ser más eficaces, que hemos aprendidos a dirigir de forma juiciosa nuestras emociones, que hemos aprendido a ser y a actuar como científicos en cualquier aspecto de nuestra vida.

Hemos decidido presentar el trabajo en este VII PREMIO "SAN VIATOR" DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS Y HUMANIDADES, en el apartado de Humanidades. La razón es que aunque el tema trata mucho sobre la Ciencia y lo Científico y parece más cercano al área de lo que denominamos Ciencias, nuestra variables tienen más que ver con aspectos como Psicología, Pedagogía, Educación, que también son Ciencias, pero que pertenecen a lo que son Ciencias Sociales.

# APÉNDICES

## APENDICE 1

### ESTUDIO ESTADÍSTICO DE LA VARIABLE TIEMPO EMPLEADO EN SUMAS

#### A) TABLA DE DATOS EXPERIMENTALES

En la tabla aparece el tiempo empleado en la realización de las 20 sumas medido en segundos y entre paréntesis el sujeto experimental que realizó la prueba:

	2 DESAYUNO	1DESAYUNO	1/2 DESAYUN	0 DESAYUNO
SEMANA 1	276 (A1)	314 (B1)	400 (C1)	412 (D1)
	406 (A2)	276 (B2)	384 (C2)	486 (D2)
	332 (A3)	315 (B3)	270 (C3)	417 (D3)
	462 (A4)	308 (B4)	413 (C4)	380 (D4)
SEMANA 2	304 (B1)	369 (C1)	398 (D1)	469 (A1)
	285 (B2)	454 (C2)	450 (D2)	404 (A2)
	300 (B3)	243 (C3)	432 (D3)	370 (A3)
	370 (B4)	417 (C4)	453 (D4)	446 (A4)
SEMANA 3	345 (C1)	427 (D1)	444 (A1)	289 (B1)
	438 (C2)	430 (D2)	395 (A2)	270 (B2)
	243 (C3)	430 (D3)	368 (A3)	287 (B3)
	451 (C4)	396 (D4)	503 (A4)	319 (B4)
SEMANA 4	457 (D1)	368 (A1)	268 (B1)	370 (C1)
	442 (D2)	377 (A2)	241 (B2)	423 (C2)
	380 (D3)	320 (A3)	335 (B3)	209 (C3)
	386 (D4)	454 (A4)	327 (B4)	462 (C4)

El dato del sujeto experimental C1, correspondiente a la segunda semana con situación experimental 1 desayuno, no es dato obtenido experimentalmente. Como el sujeto no pudo asistir a las pruebas, se decidió que en vez de realizarle nuevas pruebas fuera de contexto (que podrían alterar gravemente el resultado), era mejor rellenar el dato realizando un análisis de regresión con los otros datos del sujeto que eran los siguientes:

370 seg	0 desayuno
400 seg	0,5 desayuno
345 seg	2 desayuno

y poner en la casilla correspondiente el dato esperado para 1 desayuno según la ecuación de regresión obtenida:  $y = -18,08x + 386,73$  que resultó ser de 368,65 (redondeado a 369)

#### B) ANÁLISIS DE VARIANZA PARA COMPROBAR SI EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS ENTRE GRUPOS EXPERIMENTALES CON DISTINTO DESAYUNO Y ENTRE SEMANAS DISTINTAS

ANÁLISIS DE VARIANZA DE DOS FACTORES CON VARIAS MUESTRAS POR GRUPO					
RESUMEN	2 DESAYUNO	1DESAYUNO	1/2 DESAYUN	0 DESAYUNO	Total
SEMANA 1					
Cuenta	4	4	4	4	16
Suma	1476	1213	1467	1695	5851
Promedio	369	303,25	366,75	423,75	365,6875

Varianza	6678,66667	339,583333	4300,91667	1990,91667	4603,82917	
SEMANA 2						
Cuenta	4	4	4	4	16	
Suma	1259	1483	1733	1689	6164	
Promedio	314,75	370,75	433,25	422,25	385,25	
Varianza	1423,58333	8464,25	638,25	1937,58333	4853,66667	
SEMANA 3						
Cuenta	4	4	4	4	16	
Suma	1477	1683	1710	1165	6035	
Promedio	369,25	420,75	427,5	291,25	377,1875	
Varianza	9312,25	274,25	3523	414,916667	5872,1625	
SEMANA 4						
Cuenta	4	4	4	4	16	
Suma	1665	1519	1171	1464	5819	
Promedio	416,25	379,75	292,75	366	363,6875	
Varianza	1517,58333	3076,25	2082,91667	12376,6667	5959,5625	
Total						
Cuenta	16	16	16	16		
Suma	5877	5898	6081	6013		
Promedio	367,3125	368,625	380,0625	375,8125		
Varianza	5163,5625	4329,31667	5543,6625	6464,42917		
ANALISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Muestra	4924,54688	3	1641,51563	0,45010347	0,71838486	2,79806045
Columnas	1748,29688	3	582,765625	0,15979429	0,92284368	2,79806045
Interacción	142535,266	9	15837,2517	4,3425733	0,0003554	2,08173034
Dentro del grupo	175054,75	48	3646,97396			
Total	324262,859	63				

### C) ANALISIS DE REGRESIÓN TIEMPO EMPLEADO EN SUMAS-CANTIDAD DE DESAYUNO PARA TODOS LOS DATOS

Colocados los 64 datos de la tabla de datos experimentales en una columna, se analiza la regresión (para niveles de confianza del 80% y del 95%) de estos datos en relación con la cantidad de desayuno ingerido. El resultado es el siguiente:

ESTADISTICA DE LA REGRESIÓN							
Coefficiente correlación múltiple	- 0,0575808						
Coefficiente determinación R <sup>2</sup>	0,0033155						
R <sup>2</sup> ajustado	-0,01276						
Error típico	72,299037						

Observaciones	64							
<b>ANALISIS DE VARIANZA</b>								
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio cuadrados	F	Valor crítico de F			
Regresión	1	1078,0875	1078,0875	0,2062476	0,6513104			
Residuos	62	324083,35	5227,1508					
Total	63	325161,44						
	Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 80,0%	Superior 80,0%
Intercepción	377,7625	14,000648	26,981786	5,736E-36	349,77563	405,74937	359,62668	395,89832
Desayuno	-5,55	12,220768	-0,454145	0,6513104	-29,97894	18,87894	-21,38024	10,280242

**D) ANALISIS DE REGRESIÓN TIEMPO EMPLEADO EN SUMAS-CANTIDAD DE DESAYUNO PARA LOS PROMEDIOS DEL TIEMPO EMPLEADO EN LAS CUATRO SITUACIONES EXPERIMENTALES**

Se analiza la regresión (para niveles de confianza del 80% y del 95%) entre los 4 promedios resultantes de los 16 datos de cada una de las situaciones experimentales y la cantidad de desayuno ingerido en cada una de esas situaciones

PROMEDIOS	DESAYUNOS
375,8125	0
380,0625	0,5
368,625	1
367,3125	2

que resulta ser:

<b>ESTADISTICA DE LA REGRESIÓN</b>								
Coeficiente correlación múltiple	- 0,7797122							
Coeficiente determinación R <sup>2</sup>	0,6079511							
R <sup>2</sup> ajustado	0,4119267							
Error típico	4,6280998							
Observaciones	4							
<b>ANALISIS DE VARIANZA</b>								
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio cuadrados	F	Valor crítico de F			
Regresión	1	66,429939	66,429939	3,1014045	0,2202878			
Residuos	2	42,838616	21,419308					
Total	3	109,26855						
	Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 80,0%	Superior 80,0%
Intercepción	377,775	3,5849107	105,37919	9,004E-05	362,35036	393,19964	371,01522	384,53478
Desayuno	-5,510714	3,1291666	-1,76108	0,2202878	-18,97444	7,9530123	-11,41113	0,3897017

## APENDICE 2

### ESTUDIO ESTADÍSTICO DE LA VARIABLE SUMAS CORRECTAMENTE REALIZADAS

#### A) TABLA DE DATOS EXPERIMENTALES

En la tabla aparecen el número de sumas correctamente realizadas sobre un total de 20 sumas y entre paréntesis el sujeto experimental que realizó la prueba:

	2 DESAYUNO	1DESAYUNO	1/2 DESAYUN	0 DESAYUNO
SEMANA 1	20 (A1)	20 (B1)	18 (C1)	12 (D1)
	16 (A2)	19 (B2)	18 (C2)	8 (D2)
	17 (A3)	19 (B3)	18 (C3)	9 (D3)
	11 (A4)	18 (B4)	18 (C4)	19 (D4)
SEMANA 2	20 (B1)	15 (C1)	15 (D1)	14 (A1)
	19 (B2)	20 (C2)	17 (D2)	12 (A2)
	19 (B3)	19 (C3)	17 (D3)	18 (A3)
	17 (B4)	19 (C4)	18 (D4)	13 (A4)
SEMANA 3	13 (C1)	13 (D1)	15 (A1)	19 (B1)
	19 (C2)	12 (D2)	15 (A2)	19 (B2)
	18 (C3)	14 (D3)	19 (A3)	18 (B3)
	20 (C4)	16 (D4)	14 (A4)	19 (B4)
SEMANA 4	11 (D1)	17 (A1)	18 (B1)	14 (C1)
	16 (D2)	13 (A2)	19 (B2)	19 (C2)
	15 (D3)	14 (A3)	17 (B3)	16 (C3)
	16 (D4)	11 (A4)	14 (B4)	20 (C4)

El dato del sujeto experimental C1 correspondiente a la segunda semana con situación experimental 1 desayuno no es dato obtenido experimentalmente. Como el sujeto no pudo asistir a las pruebas, se decidió que en vez de realizarle nuevas pruebas fuera de contexto (que podrían alterar gravemente el resultado), era mejor rellenar el dato realizando un análisis de regresión con los otros datos del sujeto que eran los siguientes:

14 BIEN	0 DESAYUNO
18 BIEN	0,5DESAYUNO
13 BIEN	2 DESAYUNO

y poner en la casilla correspondiente el dato esperado para 1 desayuno según la ecuación de regresión obtenida:  $y = -1,15x + 15,96$  que resultó ser de 14,81 (redondeado a 15)

#### B) ANÁLISIS DE VARIANZA PARA COMPROBAR SI EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS ENTRE GRUPOS EXPERIMENTALES CON DISTINTO DESAYUNO Y ENTRE SEMANAS DISTINTAS

ANALISIS DE VARIANZA DE DOS FACTORES CON VARIAS MUESTRAS POR GRUPO					
RESUMEN	2 DESAYUNO	1 DESAYUNO	1/2 DESAYUNO	0 DESAYUN	Total
SEMANA 1					
Cuenta	4	4	4	4	16
Suma	64	76	72	48	260
Promedio	16	19	18	12	16,25
Varianza	14	0,66666667	0	24,6666667	15,53333333

SEMANA 2						
Cuenta	4	4	4	4	16	
Suma	75	73	67	57	272	
Promedio	18,75	18,25	16,75	14,25	17	
Varianza	1,583333333	4,916666667	1,583333333	6,916666667	6,266666667	
SEMANA 3						
Cuenta	4	4	4	4	16	
Suma	70	55	63	75	263	
Promedio	17,5	13,75	15,75	18,75	16,4375	
Varianza	9,666666667	2,916666667	4,916666667	0,25	7,329166667	
SEMANA 4						
Cuenta	4	4	4	4	16	
Suma	58	55	68	69	250	
Promedio	14,5	13,75	17	17,25	15,625	
Varianza	5,666666667	6,25	4,666666667	7,583333333	7,316666667	
Total						
Cuenta	16	16	16	16		
Suma	267	259	270	249		
Promedio	16,6875	16,1875	16,875	15,5625		
Varianza	8,895833333	9,3625	2,916666667	15,19583333		
ANALISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Muestra	15,421875	3	5,140625	0,854545455	0,471113063	2,79806045
Columnas	16,546875	3	5,515625	0,916883117	0,439850788	2,79806045
Interacción	241,390625	9	26,82118056	4,458585859	0,00027951	2,081730344
Dentro del grupo	288,75	48	6,015625			
Total	562,109375	63				

**C) ANALISIS DE REGRESIÓN SUMAS BIEN-CANTIDAD DE DESAYUNO PARA TODOS LOS DATOS**

Colocados los 64 datos de la tabla de datos experimentales en una columna, se analiza la regresión (para niveles de confianza del 80% y del 95%) de estos datos en relación con la cantidad de desayuno ingerido. El resultado es el siguiente:

ESTADISTICA DE LA REGRESION							
Coefficiente correlación múltiple	0,0971387						
Coefficiente determinación R <sup>2</sup>	0,0094359						
R <sup>2</sup> ajustado	-0,006541						
Error típico	2,9967869						
Observaciones	64						

ANÁLISIS DE VARIANZA								
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio cuadrados	F	Valor crítico de F			
Regresión	1	5,3040179	5,3040179	0,5905998	0,4451048			
Residuos	62	556,80536	8,9807316					
Total	63	562,10938						
	Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 80,0%	Superior 80,0%
Intercepción	15,9875	0,5803253	27,549205	1,741E-36	14,827448	17,147552	15,235772	16,739228
Desayuno	0,3892857	0,5065494	0,7685049	0,4451048	-0,623291	1,4018625	-0,266876	1,0454475

**D) ANALISIS DE REGRESIÓN SUMAS BIEN-CANTIDAD DE DESAYUNO PARA LOS PROMEDIOS EN EL NÚMERO DE SUMAS CORRECTAMENTE REALIZADAS EN LAS CUATRO SITUACIONES EXPERIMENTALES**

Se analiza la regresión (para niveles de confianza del 80% y del 95%) entre los 4 promedios resultantes de los 16 datos de cada una de las situaciones experimentales y la cantidad de desayuno ingerido en cada una de esas situaciones

PROMEDIOS	DESAYUNOS
15,5625	0
16,875	0,5
16,1875	1
16,6875	2

que resulta ser

ESTADÍSTICA DE LA REGRESIÓN								
Coeficiente correlación múltiple	0,5661669							
Coeficiente determinación $R^2$	0,320545							
$R^2$ ajustado	-0,019183							
Error típico	0,5927388							
Observaciones	4							
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio cuadrados	F	Valor crítico de F			
Regresión	1	0,3315011	0,3315011	0,9435356	0,4338331			
Residuos	2	0,7026786	0,3513393					
Total	3	1,0341797						
	Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 80,0%	Superior 80,0%
Intercepción	15,9875	0,4591335	34,821027	0,0008237	14,012007	17,962993	15,121749	16,853251
Desayuno	0,3892857	0,4007646	0,9713576	0,4338331	-1,335066	2,1136377	-0,366404	1,144975

## APÉNDICE 3

### ESTUDIO ESTADÍSTICO DE LA VARIABLE TIEMPO EMPLEADO POR CADA SUMA CORRECTAMENTE REALIZADA

#### A) TABLA DE DATOS EXPERIMENTALES

En la tabla aparecen los datos resultantes del cociente entre las 2 variables analizadas anteriormente, es decir, el cociente entre el tiempo empleado en realizar las 20 sumas y el número de sumas correctamente realizadas. La variable estará medida en segundos/(suma correctamente realizada).

	2 DESAYUNO	1 DESAYUNO	1/2 DESAYUNO	0 DESAYUNO
SEMANA 1	13,8	15,7	22,2222222	34,3333333
	25,375	14,5263158	21,3333333	60,75
	19,5294118	16,5789474	15	46,3333333
	42	17,1111111	22,9444444	20
SEMANA 2	15,2	24,6	26,5333333	33,5
	15	22,7	26,4705882	33,6666667
	15,7894737	12,7894737	25,4117647	20,5555556
	21,7647059	21,9473684	25,1666667	34,3076923
SEMANA 3	26,5384615	32,8461538	29,6	15,2105263
	23,0526316	35,8333333	26,3333333	14,2105263
	13,5	30,7142857	19,3684211	15,9444444
	22,55	24,75	35,9285714	16,7894737
SEMANA 4	41,5454545	21,6470588	14,8888889	26,4285714
	27,625	29	12,6842105	22,2631579
	25,3333333	22,8571429	19,7058824	13,0625
	24,125	41,2727273	23,3571429	23,1

#### B) ANÁLISIS DE VARIANZA PARA COMPROBAR SI EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS ENTRE GRUPOS EXPERIMENTALES CON DISTINTO DESAYUNO Y ENTRE SEMANAS DISTINTAS

ANÁLISIS DE VARIANZA DE DOS FACTORES CON VARIAS MUESTRAS POR GRUPO						
RESUMEN	2 Desayuno	1 Desayuno	1/2 Desayuno	0 Desayuno	Total	
SEMANA 1						
Cuenta	4	4	4	4	16	
Suma	100,7044118	63,91637427	81,5	161,4166667	407,5374527	
Promedio	25,17610294	15,97909357	20,375	40,35416667	25,47109079	
Varianza	148,1279706	1,276581598	13,27443416	300,7609954	182,7309611	
SEMANA 2						
Cuenta	4	4	4	4	16	
Suma	67,75417957	82,03684211	103,5823529	122,0299145	375,4032891	
Promedio	16,93854489	20,50921053	25,89558824	30,50747863	23,46270557	
Varianza	10,46422973	27,73225069	0,500918557	44,13935003	45,05683009	

SEMANA 3						
Cuenta	4	4	4	4	16	
Suma	85,64109312	124,1437729	111,2303258	62,15497076	383,1701626	
Promedio	21,41027328	31,03594322	27,80758145	15,53874269	23,94813516	
Varianza	30,95568532	21,96945338	47,51869274	1,200268886	58,27307966	
SEMANA 4						
Cuenta	4	4	4	4	16	
Suma	118,6287879	114,7769289	70,63612463	84,85422932	388,8960708	
Promedio	29,65719697	28,69423223	17,65903116	21,21355733	24,30600442	
Varianza	64,92049759	80,68209906	23,02686842	32,76547831	67,38226537	
Total						
Cuenta	16	16	16	16		
Suma	372,7284723	384,8739182	366,9488034	430,4557813		
Promedio	23,29552952	24,05461989	22,93430021	26,90348633		
Varianza	74,35309365	65,81179191	34,70327024	170,5578191		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Muestra	35,14118623	3	11,71372874	0,220671352	0,881573455	2,79806045
Columnas	155,3986071	3	51,79953569	0,975835603	0,411960267	2,79806045
Interacción	2598,301114	9	288,7001237	5,438733295	3,93838E-05	2,081730344
Dentro del grupo	2547,947323	48	53,0822359			
Total	5336,78823	63				

### C) ANÁLISIS DE REGRESIÓN TIEMPO/SUMA CORRECTA- CANTIDAD DE DESAYUNO PARA TODOS LOS DATOS

Se ponen en relación los 64 datos totales con la cantidad de desayuno ingerido y se realiza un análisis de regresión, para niveles de confianza del 95% y del 80%. El resultado es el siguiente:

ESTADÍSTICA DE LA REGRESIÓN							
Coefficiente correlación múltiple	- 0,1080851						
Coefficiente determinación R <sup>2</sup>	0,0116824						
R <sup>2</sup> ajustado	-0,004258						
Error típico	9,2195326						
Observaciones	64						
ANÁLISIS DE VARIANZA							
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio cuadrados	F	Valor crítico de F		
Regresión	1	62,29376	62,29376	0,7328697	0,3952512		
Residuos	62	5269,9865	84,999782				
Total	63	5332,2802					

	Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 80,0%	Superior 80,0%
Intercepción	25,480865	1,7853548	14,272158	2,937E-21	21,911996	29,049735	23,168196	27,793535
Desayuno	-1,3341	1,5583854	-0,856078	0,3952512	-4,449264	1,7810651	-3,352763	0,684564

**D) ANÁLISIS DE REGRESIÓN TIEMPO/SUMA CORRECTA- CANTIDAD DE DESAYUNO PARA LOS PROMEDIOS DE LA VARIABLE EN LAS CUATRO SITUACIONES EXPERIMENTALES**

Se analiza la regresión (para niveles de confianza del 80% y del 95%) entre los 4 promedios resultantes de los 16 datos de cada una de las situaciones experimentales y la cantidad de desayuno ingerido en cada una de esas situaciones

PROMEDIOS	DESAYUNO
26,9034863	0
22,9343002	0,5
24,0546199	1
23,2955295	2

que resultó ser:

ESTADÍSTICA DE LA REGRESIÓN								
Coeficiente correlación múltiple	- 0,6349331							
Coeficiente determinación R <sup>2</sup>	0,4031401							
R <sup>2</sup> ajustado	0,1047101							
Error típico	1,7024908							
Observaciones	4							
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio cuadrados	F	Valor crítico de F			
Regresión	1	3,9154628	3,9154628	1,3508699	0,3650669			
Residuos	2	5,7969501	2,8984751					
Total	3	9,7124129						
	Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 80,0%	Superior 80,0%
Intercepción	25,46763	1,3187437	19,312039	0,0026706	19,79353	31,14173	22,980982	27,954278
Desayuno	-1,337881	1,1510939	-1,162269	0,3650669	-6,290642	3,6148797	-3,508406	0,8326434

## APENDICE 4

### ESTUDIO ESTADÍSTICO DE LA VARIABLE TIEMPO EMPLEADO EN PROBLEMAS

#### A) TABLA DE DATOS EXPERIMENTALES

En la tabla aparece el tiempo empleado en la realización de los 5 problemas medido en segundos y entre paréntesis el sujeto experimental que realizó la prueba:

	2 DESAYUNO	1 DESAYUNO	1/2 DESAYUNO	0 DESAYUNO
SEMANA 1	260 (A1)	396 (B1)	490 (C1)	600 (D1)
	600 (A2)	279 (B2)	518 (C2)	600 (D2)
	528 (A3)	459 (B3)	600 (C3)	600 (D3)
	600 (A4)	460 (B4)	508 (C4)	600 (D4)
SEMANA 2	346 (B1)	470 (C1)	365 (D1)	538 (A1)
	260 (B2)	514 (C2)	539 (D2)	504 (A2)
	313 (B3)	476 (C3)	560 (D3)	328 (A3)
	303 (B4)	413 (C4)	554 (D4)	429 (A4)
SEMANA 3	450 (C1)	470 (D1)	449 (A1)	260 (B1)
	430 (C2)	480 (D2)	438 (A2)	258 (B2)
	410 (C3)	445 (D3)	346 (A3)	419 (B3)
	442 (C4)	492 (D4)	442 (A4)	283 (B4)
SEMANA 4	315 (D1)	375 (A1)	290 (B1)	480 (C1)
	492 (D2)	490 (A2)	245 (B2)	437 (D2)
	366 (D3)	350 (A3)	300 (B3)	343 (D3)
	495 (D4)	255 (A4)	347 (B4)	354 (D4)

El dato del sujeto experimental C1 correspondiente a la segunda semana con situación experimental 1 desayuno no es dato obtenido experimentalmente. Como el sujeto no pudo asistir a las pruebas, se decidió que en vez de realizarle nuevas pruebas fuera de contexto (que podrían alterar gravemente el resultado), era mejor rellenar el dato realizando un análisis de regresión con los otros datos del sujeto que eran los siguientes:

480 SEG	0 DESAYUNO
490 SEG	0,5 DESAYUNO
450 SEG	2 DESAYUNO

y poner en la casilla correspondiente el dato esperado para 1 desayuno según la ecuación de regresión obtenida:  $y = -17,69x + 488,08$  que resultó ser de 470,39 (redondeado a 470)

#### B) ANÁLISIS DE VARIANZA PARA COMPROBAR SI EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS ENTRE GRUPOS EXPERIMENTALES CON DISTINTO DESAYUNO Y ENTRE SEMANAS DISTINTAS

ANÁLISIS DE VARIANZA DE DOS FACTORES CON VARIAS MUESTRAS POR GRUPO						
RESUMEN	2 DESAYUNO	1 DESAYUNO	1/2 DESAYUNO	0 DESAYUNO	Total	
SEMANA 1						
Cuenta	4	4	4	4	16	
Suma	1988	1594	2116	2400	8098	
Promedio	497	398,5	529	600	506,125	
Varianza	26116	7243	2374,66667	0	12747,3167	

SEMANA 2						
Cuenta	4	4	4	4	16	
Suma	1222	1873	2018	1799	6912	
Promedio	305,5	468,25	504,5	449,75	432	
Varianza	1257,66667	1736,25	8727	8661,58333	10179,8667	
SEMANA 3						
Cuenta	4	4	4	4	16	
Suma	1732	1887	1675	1220	6514	
Promedio	433	471,75	418,75	305	407,125	
Varianza	302,666667	398,916667	2372,91667	5904,66667	5905,31667	
SEMANA 4						
Cuenta	4	4	4	4	16	
Suma	1668	1470	1182	1614	5934	
Promedio	417	367,5	295,5	403,5	370,875	
Varianza	8238	9341,66667	1751	4361,66667	7107,71667	
Total						
Cuenta	16	16	16	16		
Suma	6610	6824	6991	7033		
Promedio	413,125	426,5	436,9375	439,5625		
Varianza	12257,05	5892,13333	11945,2625	15852,6625		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Muestra	157028,688	3	52342,8958	9,43246247	5,2179E-05	2,79806045
Columnas	6925,3125	3	2308,4375	0,41599246	0,74229841	2,79806045
Interacción	265814,938	9	29534,9931	5,32235959	4,9378E-05	2,08173034
Dentro del grupo	266363	48	5549,22917			
Total	696131,938	63				

### C) ANALISIS DE REGRESIÓN TIEMPO EMPLEADO EN PROBLEMAS- CANTIDAD DE DESAYUNO PARA TODOS LOS DATOS

Colocados los 64 datos de la tabla de datos experimentales en una columna, se analiza la regresión (para niveles de confianza del 80% y del 95%) de estos datos en relación con la cantidad de desayuno ingerido. El resultado es el siguiente:

ESTADÍSTICAS DE LA REGRESIÓN							
Coefficiente correlación múltiple	- 0,1026528						
Coefficiente determinación R <sup>2</sup>	0,0105376						
R <sup>2</sup> ajustado	-0,005421						
Error típico	107,54481						
Observaciones	64						

ANÁLISIS DE VARIANZA								
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio cuadrados	F	Valor crítico de F			
Regresión	1	7636,8286	7636,8286	0,6602891	0,4195671			
Residuos	62	717084,92	11565,886					
Total	63	724721,75						
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 80,0%	Superior 80,0%
Intercepción	438,1125	20,825963	21,036843	6,392E-30	396,48204	479,74296	411,13547	465,08953
Desayuno	-14,77143	18,17839	-0,812582	0,4195671	-51,10947	21,566616	-38,31891	8,7760548

**D) ANALISIS DE REGRESIÓN TIEMPO EMPLEADO EN PROBLEMAS- CANTIDAD DE DESAYUNO PARA LOS PROMEDIOS DEL TIEMPO EMPLEADO EN LAS CUATRO SITUACIONES EXPERIMENTALES**

Se analiza la regresión (para niveles de confianza del 80% y del 95%) entre los 4 promedios resultantes de los 16 datos de cada una de las situaciones experimentales y la cantidad de desayuno ingerido en cada una de esas situaciones

PROMEDIOS	DESAYUNOS
439,5625	0
436,9375	0,5
426,5	1
413,125	2

ESTADÍSTICAS DE LA REGRESIÓN								
Coefficiente correlación múltiple	- 0,9876565							
Coefficiente determinación R <sup>2</sup>	0,9754653							
R <sup>2</sup> ajustado	0,9631979							
Error típico	2,3042808							
Observaciones	4							
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio cuadrados	F	Valor crítico de F			
Regresión	1	422,21261	422,21261	79,517078	0,0123435			
Residuos	2	10,61942	5,3097098					
Total	3	432,83203						
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 80,0%	Superior 80,0%
Intercepción	441,1875	1,7848882	247,17935	1,637E-05	433,50774	448,86726	437,82188	444,55312
Desayuno	-13,89286	1,5579782	-8,917235	0,0123435	-20,5963	-7,189414	-16,83061	-10,9551

## APENDICE 5

### ESTUDIO ESTADÍSTICO DE LA VARIABLE PROBLEMAS CORRECTAMENTE REALIZADOS

#### A) TABLA DE DATOS EXPERIMENTALES

En la tabla aparecen el número de problemas correctamente realizados sobre un total de 5 problemas y entre paréntesis el sujeto experimental que realizó la prueba

El dato del sujeto experimental C1 correspondiente a la segunda semana con situación experimental 1 desayuno no es dato obtenido experimentalmente. Como el sujeto no pudo asistir a las pruebas, se decidió que en vez de realizarle nuevas pruebas fuera de contexto (que podrían alterar gravemente el resultado), era mejor rellenar el dato realizando un análisis de regresión con los otros datos del sujeto que eran los siguientes:

3 PROBLEMAS	0 DESAYUNO
3 PROBLEMAS	0,5 DESAYUNO
2 PROBLEMAS	2 DESAYUNO

y poner en la casilla correspondiente el dato esperado para 1 desayuno según la ecuación de regresión obtenida:  $y = -0,54x + 3,12$  que resultó ser de 2,58 (redondeado a 3)

	2 DESAYUNO	1 DESAYUNO	1/2 DESAYUNO	0 DESAYUNO
SEMANA 1	5 (A1)	5 (B1)	3 (C1)	3 (D1)
	0 (A2)	4 (B2)	5 (C2)	1 (D2)
	2 (A3)	4 (B3)	0 (C3)	0 (D3)
	0 (A4)	4 (B4)	3 (C4)	3 (D4)
SEMANA 2	5 (B1)	3 (C1)	4 (D1)	2 (A1)
	5 (B2)	5 (C2)	3 (D2)	0 (A2)
	4 (B3)	4 (C3)	3 (D3)	4 (A3)
	4 (B4)	5 (C4)	5 (D4)	2 (A4)
SEMANA 3	2 (C1)	3 (D1)	5 (A1)	5 (B1)
	4 (C2)	2 (D2)	4 (A2)	5 (B2)
	3 (C3)	1 (D3)	4 (A3)	5 (B3)
	4 (C4)	1 (D4)	2 (A4)	4 (B4)
SEMANA 4	2 (D1)	5 (A1)	4 (B1)	3 (C1)
	2 (D2)	2 (A2)	5 (B2)	3 (C2)
	3 (D3)	5 (A3)	5 (B3)	2 (C3)
	2 (D4)	1 (A4)	5 (B4)	4 (C4)

#### B) ANÁLISIS DE VARIANZA PARA COMPROBAR SI EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS ENTRE GRUPOS EXPERIMENTALES CON DISTINTO DESAYUNO Y ENTRE SEMANAS DISTINTAS

ANÁLISIS DE VARIANZA DE DOS FACTORES CON VARIAS MUESTRAS POR GRUPO						
	2 DESAYUNO	1 DESAYUNO	1/2 DESAYUNO	0 DESAYUNO	Total	
RESUMEN						
SEMANA 1						
Cuenta	4	4	4	4		16
Suma	7	17	11	7		42
Promedio	1,75	4,25	2,75	1,75		2,625

Varianza	5,583333333	0,25	4,25	2,25	3,583333333	
SEMANA 2						
Cuenta	4	4	4	4	16	
Suma	18	17	15	8	58	
Promedio	4,5	4,25	3,75	2	3,625	
Varianza	0,333333333	0,916666667	0,916666667	2,666666667	1,983333333	
SEMANA 3						
Cuenta	4	4	4	4	16	
Suma	13	7	15	19	54	
Promedio	3,25	1,75	3,75	4,75	3,375	
Varianza	0,916666667	0,916666667	1,583333333	0,25	1,983333333	
SEMANA 4						
Cuenta	4	4	4	4	16	
Suma	9	13	19	12	53	
Promedio	2,25	3,25	4,75	3	3,3125	
Varianza	0,25	4,25	0,25	0,666666667	1,9625	
Total						
Cuenta	16	16	16	16		
Suma	47	54	60	46		
Promedio	2,9375	3,375	3,75	2,875		
Varianza	2,595833333	2,383333333	1,933333333	2,65		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Muestra	8,796875	3	2,932291667	1,787301587	0,162171862	2,79806045
Columnas	8,046875	3	2,682291667	1,634920635	0,193661068	2,79806045
Interacción	55,890625	9	6,210069444	3,785185185	0,001153894	2,081730344
Dentro del grupo	78,75	48	1,640625			
Total	151,484375	63				

**C) ANALISIS DE REGRESIÓN PROBLEMAS BIEN-CANTIDAD DE DESAYUNO PARA TODOS LOS DATOS**

Colocados los 64 datos de la tabla de datos experimentales en una columna, se analiza la regresión (para niveles de confianza del 80% y del 95%) de estos datos en relación con la cantidad de desayuno ingerido. El resultado es el siguiente:

ESTADÍSTICAS DE LA REGRESIÓN							
Coefficiente correlación múltiple	- 0,0429173						
Coefficiente determinación R <sup>2</sup>	0,0018419						
R <sup>2</sup> ajustado	-0,014257						
Error típico	1,5616645						

Observaciones	64							
<b>ANÁLISIS DE VARIANZA</b>								
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio cuadrados	F	Valor crítico de F			
Regresión	1	0,2790179	0,2790179	0,114408	0,7363231			
Residuos	62	151,20536	2,4387961					
Total	63	151,48438						
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 80,0%	Superior 80,0%
Intercepción	3,3125	0,302415	10,95349	3,931E-16	2,7079816	3,9170184	2,9207649	3,7042351
Desayuno	-0,089286	0,2639695	-0,338243	0,7363231	-0,616953	0,4383812	-0,43122	0,2526487

**D) ANALISIS DE REGRESIÓN PROBLEMAS BIEN-CANTIDAD DE DESAYUNO PARA LOS PROMEDIOS EN EL NÚMERO DE PROBLEMAS CORRECTAMENTE REALIZADOS EN LAS CUATRO SITUACIONES EXPERIMENTALES**

Se analiza la regresión (para niveles de confianza del 80% y del 95%) entre los 4 promedios resultantes de los 16 datos de cada una de las situaciones experimentales y la cantidad de desayuno ingerido en cada una de esas situaciones

PROMEDIOS	DESAYUNOS
2,875	0
3,75	0,5
3,375	1
2,9375	2

que resulta ser

<b>ESTADÍSTICA DE LA REGRESIÓN</b>								
Coefficiente correlación múltiple	- 0,1862097							
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0,0346741							
R <sup>2</sup> ajustado	-0,447989							
Error típico	0,4926921							
Observaciones	4							
<b>ANÁLISIS DE VARIANZA</b>								
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio cuadrados	F	Valor crítico de F			
Regresión	1	0,0174386	0,0174386	0,0718391	0,8137903			
Residuos	2	0,4854911	0,2427455					
Total	3	0,5029297						
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 80,0%	Superior 80,0%
Intercepción	3,3125	0,3816377	8,6796984	0,0130151	1,6704444	4,9545556	2,5928767	4,0321233
Desayuno	-0,089286	0,3331207	-0,268028	0,8137903	-1,522589	1,3440179	-0,717424	0,538853

## APÉNDICE 6

### ESTUDIO ESTADÍSTICO DE LA VARIABLE TIEMPO EMPLEADO POR CADA PROBLEMA CORRECTAMENTE REALIZADO

#### E) TABLA DE DATOS EXPERIMENTALES

En la tabla aparecen los datos resultantes del cociente entre las 2 variables analizadas en los apéndices 4 y 5, es decir, el cociente entre el tiempo empleado en realizar los 5 problemas y el número de problemas correctamente realizadas al que se le añade una unidad. La razón es que la probabilidad de que haya 0 problemas correctamente realizados es alta y entonces, el cociente sería infinito, lo que haría imposibles los cálculos. Pensamos que el añadir una unidad al denominador no altera de forma importante el significado de la variable:

	2 DESAYUNO	1 DESAYUNO	0,5 DESAYUNO	0 DESAYUNO
SEMANA 1	43,3333333	66	122,5	150
	600	55,8	86,3333333	300
	176	91,8	600	600
	600	92	127	150
SEMANA 2	57,6666667	117,5	73	179,3333333
	43,3333333	85,6666667	134,75	504
	62,6	95,2	140	65,6
	60,6	68,8333333	92,3333333	143
SEMANA 3	150	117,5	74,8333333	43,3333333
	86	160	87,6	43
	102,5	222,5	69,2	69,8333333
	88,4	246	147,3333333	56,6
SEMANA 4	105	62,5	58	120
	164	163,3333333	40,8333333	109,25
	91,5	58,3333333	50	114,3333333
	165	127,5	57,8333333	70,8

#### F) ANÁLISIS DE VARIANZA PARA COMPROBAR SI EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS ENTRE GRUPOS EXPERIMENTALES CON DISTINTO DESAYUNO Y ENTRE SEMANAS DISTINTAS

ANÁLISIS DE VARIANZA DE DOS FACTORES CON VARIAS MUESTRAS POR GRUPO						
RESUMEN	2 Desayuno	1 Desayuno	0,5 Desayuno	0Desayuno	Total	
SEMANA 1						
Cuenta	4	4	4	4	16	
Suma	1419,3333333	305,6	935,8333333	1200	3860,766667	
Promedio	354,8333333	76,4	233,9583333	300	241,2979167	
Varianza	83075,66667	337,68	59880,89583	45000	49280,55992	
SEMANA 2						
Cuenta	4	4	4	4	16	
Suma	224,2	367,2	440,0833333	891,9333333	1923,416667	
Promedio	56,05	91,8	110,0208333	222,9833333	120,2135417	
Varianza	75,97740741	412,3785185	1064,557292	37347,51222	11937,36797	

SEMANA 3						
Cuenta	4	4	4	4	16	
Suma	426,9	746	378,9666667	212,7666667	1764,633333	
Promedio	106,725	186,5	94,74166667	53,19166667	110,2895833	
Varianza	885,3025	3433,166667	1288,535093	163,2062037	3640,080403	
SEMANA 4						
Cuenta	4	4	4	4	16	
Suma	525,5	411,6666667	206,6666667	414,3833333	1558,216667	
Promedio	131,375	102,9166667	51,66666667	103,5958333	97,38854167	
Varianza	1493,5625	2625,231481	66,09259259	497,3089583	1820,348397	
Total						
Cuenta	16	16	16	16		
Suma	2595,933333	1830,466667	1961,55	2719,083333		
Promedio	162,2458333	114,4041667	122,596875	169,9427083		
Varianza	31080,2542	3304,367833	17357,75971	26671,1843		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Muestra	213281,6797	3	71093,89325	4,786519241	0,005359169	2,79806045
Columnas	37253,53946	3	12417,84649	0,836052978	0,48074334	2,79806045
Interacción	249980,5891	9	27775,62101	1,870041692	0,079672918	2,081730344
Dentro del grupo	712941,2218	48	14852,94212			
Total	1213457,03	63				

**G) ANÁLISIS DE REGRESIÓN TIEMPO/(PROBLEMA CORRECTO +1)-  
CANTIDAD DE DESAYUNO PARA TODOS LOS DATOS**

Se ponen en relación los 64 datos totales con la cantidad de desayuno ingerido en cada caso y se realiza un análisis de regresión, para niveles de confianza del 95% y del 80%. El resultado es el siguiente:

ESTADÍSTICAS DE LA REGRESIÓN						
Coefficiente correlación múltiple	0,0029405					
Coefficiente determinación R <sup>2</sup>	8,647E-06					
R <sup>2</sup> ajustado	-0,01612					
Error típico	139,28553					
Observaciones	64					
ANÁLISIS DE VARIANZA						
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio cuadrados	F	Valor crítico de F	
Regresión	1	10,400417	10,400417	0,0005361	0,9816021	
Residuos	62	1202828,4	19400,458			

Total	63	1202838,8						
	Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 80,0%	Superior 80,0%
Intercepción	139,89854	26,972526	5,1867052	2,495E-06	85,981289	193,81579	104,95952	174,83756
Desayuno	0,545119	23,543551	0,0231536	0,9816021	-46,51772	47,607955	-29,95216	31,042394

### H) ANÁLISIS DE REGRESIÓN TIEMPO/(PORBLEMA CORRECTO+1)- CANTIDAD DE DESAYUNO PARA LOS PROMEDIOS DE LA VARIABLE EN LAS CUATRO SITUACIONES EXPERIMENTALES

Se analiza la regresión (para niveles de confianza del 80% y del 95%) entre los 4 promedios resultantes de los 16 datos de cada una de las situaciones experimentales y la cantidad de desayuno ingerido en cada una de esas situaciones

PROMEDIOS	DESAYUNOS
169,9427083	0
122,596875	0,5
114,4041667	1
162,2458333	2

que resultó ser

ESTADÍSTICA DE LA REGRESIÓN								
Coeficiente correlación múltiple	0,0301734							
Coeficiente determinación R <sup>2</sup>	0,0009104							
R <sup>2</sup> ajustado	-0,498634							
Error típico	34,104446							
Observaciones	4							
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio cuadrados	F	Valor crítico de F			
Regresión	1	2,1198029	2,1198029	0,0018225	0,9698266			
Residuos	2	2326,2264	1163,1132					
Total	3	2328,3462						
	Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 80,0%	Superior 80,0%
Intercepción	141,43604	26,41719	5,3539397	0,0331606	27,771968	255,10012	91,623287	191,2488
Desayuno	0,9844048	23,058814	0,042691	0,9698266	-98,22973	100,19854	-42,49573	44,464542

## APENDICE 7

### ESTUDIO ESTADÍSTICO DE LA VARIABLE ACIERTOS EN LAS SERIES NUMÉRICAS DEL TAQUITOSCOPIO

#### A) TABLA DE DATOS EXPERIMENTALES

En la tabla aparece el número de aciertos o series numéricas correctamente detectadas de las 20 emitidas por un taquitoscopio de la Editorial Bruño del programa Lectura Eficaz, para el nivel 3 con 4 caracteres y opción 9, y entre paréntesis el sujeto experimental que realizó la prueba:

	2 DESAYUNO	1 DESAYUNO	1/2 DESAYUNO	0 DESAYUNO
SEMANA 1	14 (A1)	19 (B1)	15 (C1)	18 (D1)
	14 (A2)	8 (B2)	6 (C2)	9 (D2)
	14 (A3)	8 (B3)	11 (C3)	6 (D3)
	6 (A4)	16 (B4)	12 (C4)	5 (D4)
SEMANA 2	19 (B1)	18 (C1)	19 (D1)	14 (A1)
	14 (B2)	10 (C2)	4 (D2)	18 (A2)
	10 (B3)	13 (C3)	5 (D3)	15 (A3)
	18 (B4)	14 (C4)	9 (D4)	6 (A4)
SEMANA 3	19 (C1)	16 (D1)	18 (A1)	19 (B1)
	9 (C2)	11 (D2)	18 (A2)	16 (B2)
	15 (C3)	7 (D3)	17 (A3)	11 (B3)
	16 (C4)	8 (D4)	9 (A4)	18 (B4)
SEMANA 4	17 (D1)	15 (A1)	20 (B1)	18 (C1)
	14 (D2)	17 (A2)	16 (B2)	12 (C2)
	8 (D3)	16 (A3)	11 (B3)	17 (C3)
	12 (D4)	10 (A4)	17 (B4)	16 (C4)

#### B) ANÁLISIS DE VARIANZA PARA COMPROBAR SI EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS ENTRE GRUPOS EXPERIMENTALES CON DISTINTO DESAYUNO Y ENTRE SEMANAS DISTINTAS

ANÁLISIS DE VARIANZA DE DOS FACTORES CON VARIAS MUESTRAS POR GRUPO						
RESUMEN	2 DESAYUNO	1 DESAYUNO	1/2 DESAYUNO	0 DESAYUNO	Total	
SEMANA 1						
Cuenta	4	4	4	4	16	
Suma	48	51	44	38	181	
Promedio	12	12,75	11	9,5	11,3125	
Varianza	16	31,58333333	14	35	20,89583333	
SEMANA 2						
Cuenta	4	4	4	4	16	
Suma	61	55	37	53	206	
Promedio	15,25	13,75	9,25	13,25	12,875	
Varianza	16,91666667	10,91666667	46,91666667	26,25	25,45	

SEMANA 3						
Cuenta	4	4	4	4	16	
Suma	59	42	62	64	227	
Promedio	14,75	10,5	15,5	16	14,1875	
Varianza	17,58333333	16,33333333	19	12,66666667	18,1625	
SEMANA 4						
Cuenta	4	4	4	4	16	
Suma	51	58	64	63	236	
Promedio	12,75	14,5	16	15,75	14,75	
Varianza	14,25	9,666666667	14	6,916666667	10,73333333	
Total						
Cuenta	16	16	16	16		
Suma	219	206	207	218		
Promedio	13,6875	12,875	12,9375	13,625		
Varianza	14,89583333	16,11666667	27,6625	23,45		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Muestra	112,3125	3	37,4375	1,944805195	0,134948516	2,79806045
Columnas	9,0625	3	3,020833333	0,156926407	0,92471262	2,79806045
Interacción	195,5625	9	21,72916667	1,128787879	0,361581424	2,081730344
Dentro del grupo	924	48	19,25			
Total	1240,9375	63				

**C) ANALISIS DE REGRESIÓN ACIERTOS DE SERIES NUMÉRICAS EN TAQUITOSCOPIO-CANTIDAD DE DESAYUNO PARA TODOS LOS DATOS**

Colocados los 64 datos de la tabla de datos experimentales en una columna, se analiza la regresión (para niveles de confianza del 80% y del 95%) de estos datos en relación con la cantidad de desayuno ingerido. El resultado es el siguiente:

ESTADÍSTICAS DE LA REGRESIÓN						
Coefficiente correlación múltiple	0,0179938					
Coefficiente determinación R <sup>2</sup>	0,0003238					
R <sup>2</sup> ajustado	-0,0158					
Error típico	4,4731019					
Observaciones	64					
ANÁLISIS DE VARIANZA						
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio cuadrados	F	Valor crítico de F	
Regresión	1	0,4017857	0,4017857	0,0200806	0,8877716	

Residuos	62	1240,5357	20,008641					
Total	63	1240,9375						
	Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 80,0%	Superior 80,0%
Intercepción	13,1875	0,8662125	15,224325	1,286E-22	11,455968	14,919032	12,065447	14,309553
Desayuno	0,1071429	0,7560922	0,1417061	0,8877716	-1,404262	1,618548	-0,872266	1,0865513

**D) ANALISIS DE REGRESIÓN ACIERTOS DE SERIES NÚMERICAS EN TAQUITOSCOPIO -CANTIDAD DE DESAYUNO PARA LOS PROMEDIOS DEL NÚMERO DE ACIERTOS EN LAS CUATRO SITUACIONES EXPERIMENTALES**

Se analiza la regresión (para niveles de confianza del 80% y del 95%) entre los 4 promedios resultantes de los 16 datos de cada una de las situaciones experimentales y la cantidad de desayuno ingerido en cada una de esas situaciones

PROMEDIOS	DESAYUNOS
13,625	0
12,9375	0,5
12,875	1
13,6875	2

que resulta ser:

ESTADÍSTICAS DE LA REGRESIÓN								
Coeficiente correlación múltiple	0,2105587							
Coeficiente determinación R <sup>2</sup>	0,044335							
R <sup>2</sup> ajustado	-0,433498							
Error típico	0,5202378							
Observaciones	4							
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio cuadrados	F	Valor crítico de F			
Regresión	1	0,0251116	0,0251116	0,0927835	0,7894413			
Residuos	2	0,5412946	0,2706473					
Total	3	0,5664063						
	Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 80,0%	Superior 80,0%
Intercepción	13,1875	0,4029744	32,725401	0,0009324	11,45364	14,92136	12,427644	13,947356
Desayuno	0,1071429	0,3517449	0,3046038	0,7894413	-1,406294	1,6205802	-0,556114	0,7703998

## APENDICE 8

### ESTUDIO ESTADÍSTICO DE LA VARIABLE ACIERTOS EN LAS SERIES DE CARACTERES DEL TAQUITOSCOPIO

#### A) TABLA DE DATOS EXPERIMENTALES

En la tabla aparece el número de aciertos o series de caracteres correctamente detectadas de las 20 emitidas por un taquitoscopio de la Editorial Bruño del programa Lectura Eficaz, para el nivel 3 con 5 caracteres y entre paréntesis el sujeto experimental que realizó la prueba:

	2 DESAYUNO	1 DESAYUNO	1/2 DESAYUNO	0 DESAYUNO
SEMANA 1	11 (A1)	18 (B1)	11 (C1)	17 (D1)
	11 (A2)	12 (B2)	13 (C2)	1 (D2)
	13 (A3)	10 (B3)	13 (C3)	14 (D3)
	8 (A4)	11 (B4)	6 (C4)	9 (D4)
SEMANA 2	18 (B1)	15 (C1)	10 (D1)	12 (A1)
	14 (B2)	2 (C2)	7 (D2)	13 (A2)
	5 (B3)	8 (C3)	9 (D3)	16 (A3)
	6 (B4)	10 (C4)	14 (D4)	7 (A4)
SEMANA 3	14 (C1)	16 (D1)	10 (A1)	19 (B1)
	10 (C2)	4 (D2)	13 (A2)	14 (B2)
	11 (C3)	10 (D3)	17 (A3)	10 (B3)
	12 (C4)	10 (D4)	8 (A4)	17 (B4)
SEMANA 4	14 (D1)	7 (A1)	18 (B1)	15 (C1)
	6 (D2)	10 (A2)	12 (B2)	8 (C2)
	13 (D3)	19 (A3)	9 (B3)	10 (C3)
	13 (D4)	19 (A4)	7 (B4)	12 (C4)

#### B) ANÁLISIS DE VARIANZA PARA COMPROBAR SI EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS ENTRE GRUPOS EXPERIMENTALES CON DISTINTO DESAYUNO Y ENTRE SEMANAS DISTINTAS

ANÁLISIS DE VARIANZA DE DOS FACTORES CON VARIAS MUESTRAS POR GRUPO					
RESUMEN	2 DESAYUNO	1 DESAYUNO	1/2 DESAYUNO	0 DESAYUNO	Total
SEMANA 1					
Cuenta	4	4	4	4	16
Suma	43	51	43	41	178
Promedio	10,75	12,75	10,75	10,25	11,125
Varianza	4,25	12,91666667	10,91666667	48,91666667	16,38333333
SEMANA 2					
Cuenta	4	4	4	4	16
Suma	43	35	40	48	166
Promedio	10,75	8,75	10	12	10,375
Varianza	39,58333333	28,91666667	8,66666667	14	19,71666667

SEMANA 3						
Cuenta	4	4	4	4	16	
Suma	47	40	48	60	195	
Promedio	11,75	10	12	15	12,1875	
Varianza	2,916666667	24	15,33333333	15,33333333	14,9625	
SEMANA 4						
Cuenta	4	4	4	4	16	
Suma	46	55	46	45	192	
Promedio	11,5	13,75	11,5	11,25	12	
Varianza	13,66666667	38,25	23	8,916666667	17,86666667	
Total						
Cuenta	16	16	16	16		
Suma	179	181	177	194		
Promedio	11,1875	11,3125	11,0625	12,125		
Varianza	12,29583333	25,1625	12,19583333	20,78333333		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Muestra	33,671875	3	11,22395833	0,580080754	0,6309392	2,79806045
Columnas	11,046875	3	3,682291667	0,190309556	0,902490411	2,79806045
Interacción	94,140625	9	10,46006944	0,540601166	0,837478982	2,081730344
Dentro del grupo	928,75	48	19,34895833			
Total	1067,609375	63				

### C) ANALISIS DE REGRESIÓN ACIERTOS DE SERIES DE CARACTERES EN TAQUITOSCOPIO-CANTIDAD DE DESAYUNO PARA TODOS LOS DATOS

Colocados los 64 datos de la tabla de datos experimentales en una columna, se analiza la regresión (para niveles de confianza del 80% y del 95%) de estos datos en relación con la cantidad de desayuno ingerido. El resultado es el siguiente:

ESTADÍSTICAS DE LA REGRESIÓN						
Coefficiente correlación múltiple	- 0,0627251					
Coefficiente determinación R <sup>2</sup>	0,0039344					
R <sup>2</sup> ajustado	-0,012131					
Error típico	4,141468					
Observaciones	64					
ANÁLISIS DE VARIANZA						
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio cuadrados	F	Valor crítico de F	
Regresión	1	4,2004464	4,2004464	0,2448989	0,6224393	

Residuos	62	1063,4089	17,151757					
Total	63	1067,6094						
	Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 80,0%	Superior 80,0%
Intercepción	11,725	0,8019918	14,61985	9,247E-22	10,121843	13,328157	10,686135	12,763865
Desayuno	-0,346429	0,7000359	-0,494873	0,6224393	-1,745779	1,0529216	-1,253224	0,5603669

**D) ANALISIS DE REGRESIÓN ACIERTOS DE SERIES DE CARACTERES EN TAQUITOSCOPIO -CANTIDAD DE DESAYUNO PARA LOS PROMEDIOS DEL NÚMERO DE ACIERTOS EN LAS CUATRO SITUACIONES EXPERIMENTALES**

Se analiza la regresión (para niveles de confianza del 80% y del 95%) entre los 4 promedios resultantes de los 16 datos de cada una de las situaciones experimentales y la cantidad de desayuno ingerido en cada una de esas situaciones

PROMEDIOS	DESAYUNOS
12,125	0
11,0625	0,5
11,3125	1
11,1875	2

que resulta ser

ESTADÍSTICAS DE LA REGRESIÓN								
Coeficiente correlación múltiple	- 0,6166348							
Coeficiente determinación R <sup>2</sup>	0,3802384							
R <sup>2</sup> ajustado	0,0703576							
Error típico	0,4625483							
Observaciones	4							
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio cuadrados	F	Valor crítico de F			
Regresión	1	0,2625279	0,2625279	1,2270475	0,3833652			
Residuos	2	0,4279018	0,2139509					
Total	3	0,6904297						
	Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 80,0%	Superior 80,0%
Intercepción	11,725	0,3582883	32,725039	0,0009325	10,183409	13,266591	11,049405	12,400595
Desayuno	-0,346429	0,3127397	-1,107722	0,3833652	-1,69204	0,9991827	-0,936136	0,2432794

## APENDICE 9

### ESTUDIO ESTADÍSTICO DE LA VARIABLE TIEMPO EMPLEADO EN SUMAS

#### A) TABLA DE DATOS EXPERIMENTALES

En la tabla aparecen el tiempo empleado, medido en segundos, en la realización de las sumas en las distintas situaciones experimentales y entre paréntesis el tiempo dormido medido en minutos. En la primera columna izquierda aparece el identificador del sujeto experimental que realizó la prueba:

	DORMIR MUY POCO	DORMIR POCO	DORMIR SUFICIENTE
A1	400 (180)	417 (330)	385 (480)
A2	370 (225)	337 (360)	355 (420)
A3	350 (210)	335 (360)	361 (475)
A4	453 (180)	400 (390)	368 (420)
B1	274 (210)	242 (392)	249 (510)
B2	321 (210)	253 (370)	231 (480)
B3	290 (220)	327 (350)	268 (480)
B4	330 (210)	312 (390)	340 (470)
C1	370 (240)	346 (390)	370 (510)
C2	450 (190)	497 (360)	389 (510)
C3	203 (285)	226 (375)	202 (480)
C4	443 (225)	418 (375)	439 (480)
D1	443 (180)	364 (330)	455 (490)
D2	308 (180)	288 (350)	255 (430)

Un primer análisis de estadística descriptiva nos lleva a:

	DORMIR MUY POCO	DORMIR POCO	DORMIR SUFICIENTE
Media	357,5	340,142857	333,357143
Error típico	18,8236806	18,864645	19,6152533
Mediana	357,5	337	355
Moda	370	#N/A	#N/A
Desviación estándar	72,9038016	73,0624558	75,9695495
Varianza de la muestra	5314,96429	5338,12245	5771,37245
Curtosis	-0,21333919	0,15812886	-0,87150682
Coefficiente de asimetría	-0,37768343	0,3704074	-0,24214856
Rango	250	271	253
Mínimo	203	226	202
Máximo	453	497	455
Suma	5362,5	5102,14286	5000,35714
Cuenta	15	15	15
Mayor (1)	453	497	455
Menor(1)	203	226	202
Nivel de confianza(95,0%)	40,3728155	40,4606754	42,0705716

**B) ANÁLISIS DE VARIANZA PARA COMPROBAR SI EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS ENTRE GRUPOS EXPERIMENTALES CON DISTINTO TIEMPO DORMIDO**

ANÁLISIS DE VARIANZA DE UN FACTOR (NIVEL DE CONFIANZA DEL 95%)						
RESUMEN						
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
Dormir MuyPoco	14	5005	357,5	5723,807692		
Dormir Poco	14	4762	340,1428571	5748,747253		
DormirSuficiente	14	4667	333,3571429	6215,324176		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	4340,904762	2	2170,452381	0,368125375	0,694409302	3,238099566
Dentro de los grupos	229942,4286	39	5895,959707			
Total	234283,3333	41				

**C) ANÁLISIS DE REGRESIÓN TIEMPO EMPLEADO-TIEMPO DORMIDO PARA TODOS LOS DATOS**

Colocados los 42 datos experimentales de tiempos empleados en la realización de las sumas en una columna, se analiza la regresión (para niveles de confianza del 80 y del 95%) de estos datos en relación con el tiempo dormido en cada sujeto experimental:

ESTADÍSTICAS DE LA REGRESIÓN								
Coefficiente correlación múltiple	- 0,1941227							
Coefficiente determinación R <sup>2</sup>	0,03768363							
R <sup>2</sup> ajustado	0,01362572							
Error típico	75,0757428							
Observaciones	42							
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de cuadrados	F	Valor crítico de F			
Regresión	1	8828,64658	8828,64658	1,5663718	0,21800463			
Residuos	40	225454,686	5636,36716					
Total	41	234283,333						
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 80,0%	Superior 80,0%
Intercepción	389,168745	38,1576324	10,1989751	1,090E-12	312,049324	466,28816	339,44644	438,891050
Tiempo Dormido	-0,1298998	0,10379140	-1,2515477	0,2180046	-0,3396700	0,0798702	-0,265148	0,00534821

**D) ANÁLISIS DE REGRESIÓN TIEMPO EMPLEADO-TIEMPO DORMIDO  
PARA LOS PROMEDIOS DE LA VARIABLE DEPENDIENTE E  
INDEPENDIENTE EN LAS 3 SITUACIONES EXPERIMENTALES**

Se analiza la regresión entre los 3 promedios de los tiempos empleados en la realización de las sumas y los promedios del tiempo dormido por los sujetos experimentales en cada una de las 3 situaciones experimentales:

PROMEDIO TIEMPO SUMAS	PROMEDIO TIEMPO DORMIDO
357,5	210,3571429
340,1428571	365,8571429
333,3571429	474,6428571

que resulta ser:

ESTADÍSTICAS DE LA REGRESIÓN								
Coefficiente correlación múltiple	-0,9893728							
Coefficiente determinación $R^2$	0,9788587							
$R^2$ ajustado	0,95771741							
Error típico	2,56030613							
Observaciones	3							
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de cuadrados	F	Valor crítico de F			
Regresión	1	303,509458	303,509458	46,300793	0,09289410			
Residuos	1	6,55516752	6,55516752					
Total	2	310,064625						
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 80%	Superior 80,0%
Intercepción	376,152955	4,9978591	75,2628171	0,0084581	312,649406	439,65650	360,77112	391,534789
Promedio Tiempo dormido	-0,0927422	0,01362961	-6,8044686	0,0928941	-0,2659221	0,080437	-0,134689	-0,0507946

## APÉNDICE 10

### ESTUDIO ESTADÍSTICO DE LA VARIABLE SUMAS CORECTAMENTE REALIZADAS

#### A) TABLA DE DATOS EXPERIMENTALES

En la tabla aparecen el número de sumas correctamente realizadas, sobre un total de 20, y entre paréntesis el tiempo dormido por los sujetos experimentales, medido en minutos, el día que realizaron la prueba. En la columna de la izquierda aparece el identificador del sujeto experimental:

	DORMIR MUY POCO	DORMIR POCO	DORMIR SUFICIENTE
A1	20 (180)	17 (330)	18 (480)
A2	17 (225)	14 (360)	17 (420)
A3	20 (210)	18 (360)	16 (475)
A4	13 (180)	10 (390)	19 (420)
B1	18 (210)	16 (392)	19 (510)
B2	19(210)	20 (370)	20 (480)
B3	18 (220)	19 (350)	17 (480)
B4	17 (210)	18 (390)	18 (470)
C1	17 (240)	17 (390)	15 (510)
C2	16 (190)	18 (360)	18 (510)
C3	17 (285)	19 (375)	20 (480)
C4	19 (225)	19 (375)	18 (480)
D1	16 (180)	13 (330)	16 (490)
D2	16 (180)	18 (350)	19 (430)

Un primer análisis de estadística descriptiva nos lleva a:

	DORMIR MUY POCO	DORMIR POCO	DORMIR SUFICIENTE
Media	17,3571429	16,8571429	17,8571429
Error típico	0,49842767	0,74018963	0,40406102
Mediana	17	18	18
Moda	17	18	18
Desviación estándar	1,86494557	2,769536	1,51185789
Varianza de la muestra	3,47802198	7,67032967	2,28571429
Curtosis	1,04688901	1,70676237	-0,58970717
Coefficiente de asimetría	-0,60990561	-1,42462807	-0,34343887
Rango	7	10	5
Mínimo	13	10	15
Máximo	20	20	20
Suma	243	236	250
Cuenta	14	14	14
Mayor (1)	20	20	20
Menor(1)	13	10	15
Nivel de confianza(95,0%)	1,07678731	1,59908217	0,87292059

**B) ANÁLISIS DE VARIANZA PARA COMPROBAR SI EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS ENTRE GRUPOS EXPERIMENTALES CON DISTINTO TIEMPO DORMIDO**

ANÁLISIS DE VARIANZA DE UN FACTOR (NIVEL DE CONFIANZA 95%)						
RESUMEN						
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
Dormir Muy Poco	14	243	17,35714286	3,478021978		
Dormir Poco	14	236	16,85714286	7,67032967		
Dormir Suficiente	14	250	17,85714286	2,285714286		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	7	2	3,5	0,781595092	0,464711922	3,238099566
Dentro de los grupos	174,6428571	39	4,478021978			
Total	181,6428571	41				

**C) ANÁLISIS DE REGRESIÓN SUMAS BIEN-TIEMPO DORMIDO PARA TODOS LOS DATOS**

Colocados los 42 datos experimentales de sumas correctamente realizadas en una columna , se analiza la regresión (para niveles de confianza del 80 % y del 95 %) de estos datos en relación con el tiempo dormido ese día por el sujeto experimental:

ESTADÍSTICAS DE LA REGRESIÓN								
Coefficiente correlación múltiple	0,07680							
Coefficiente determinación R <sup>2</sup>	0,00590							
R <sup>2</sup> ajustado	-0,01895							
Error típico	2,12468							
Observaciones	42,							
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de cuadrados	F	Valor crítico de F			
Regresión	1,00000	1,07141	1,07141	0,23734	0,62879			
Residuos	40,00000	180,57145	4,51429					
Total	41,00000	181,64286						
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 80%	Superior 80%
Intercepción	16,85588	1,07988	15,60900	1,304E-18	14,67336	19,03841	15,44872	18,26305

Tiempo Dormido	0,00143	0,00294	0,48717	0,62879	-0,00451	0,00737	-0,00240	0,00526
----------------	---------	---------	---------	---------	----------	---------	----------	---------

**D) ANÁLISIS DE REGRESIÓN SUMAS BIEN-TIEMPO DORMIDO PARA LOS PROMEDIOS DE LA VARIABLE DEPENDIENTE E INDEPENDIENTE EN LAS 3 SITUACIONES EXPERIMENTALES**

Se analiza la regresión entre los promedios del número de sumas correctamente realizadas en las 3 situaciones experimentales y los promedios del tiempo dormido en las mismas situaciones:

PROMEDIO SUMAS BIEN	PROMEDIO TIEMPO DORMIDO
17,35714286	210,3571429
16,85714286	365,8571429
17,85714286	474,6428571

que resultó ser:

ESTADÍSTICAS DE LA REGRESION								
Coefficiente correlación múltiple	0,40949							
Coefficiente determinación R <sup>2</sup>	0,16769							
R <sup>2</sup> ajustado	-0,66463							
Error típico	0,64510							
Observaciones	3							
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de cuadrados	F	Valor crítico de F			
Regresión	1	0,08384	0,08384	0,20147	0,73141			
Residuos	1	0,41616	0,41616					
Total	2	0,50000						
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 80,0%	Superior 80,0%
Intercepción	16,81720	1,25928	13,35466	0,04758	0,81666	32,81774	12,94155	20,69285
Promedio Tiempo Dormido	0,00154	0,00343	0,44885	0,73141	-0,04209	0,04518	-0,00903	0,01211

## APÉNDICE 11

### ESTUDIO ESTADÍSTICO DE LA VARIABLE TIEMPO EMPLEADO POR CADA SUMA CORRECTAMENTE REALIZADA

#### A) TABLA DE DATOS EXPERIMENTALES

En la tabla aparecen los datos resultantes del cociente entre la variable tiempo empleado en la realización de las sumas y número de sumas correctamente realizadas, es decir, el número de segundos que se tardó por cada suma correctamente realizada. Entre paréntesis el número de minutos que el sujeto experimental durmió el día que realizó esa prueba. El identificador del sujeto experimental aparece en la columna de la izquierda:

	DORMIR MUY POCO	DORMIR POCO	DORMIR SUFICIENTE
A1	20,0000 (180)	24,5294 (330)	21,3889 (480)
A2	21,7647 (225)	24,0714 (360)	20,8824 (420)
A3	17,5000 (210)	18,6111 (360)	22,5625 (475)
A4	34,8462 (180)	40,0000 (390)	19,3684 (420)
B1	15,2222 (210)	15,1250 (392)	13,1053 (510)
B2	16,8947 (210)	12,6500 (370)	11,5500 (480)
B3	16,1111 (220)	17,2105 (350)	15,7647 (480)
B4	19,4118 (210)	17,3333 (390)	18,8889 (470)
C1	21,7647 (240)	20,3529 (390)	24,6667 (510)
C2	28,1250 (190)	27,6111 (360)	21,6111 (510)
C3	11,9412 (285)	11,8947 (375)	10,1000 (480)
C4	23,3158 (225)	22,0000 (375)	24,3889 (480)
D1	27,6875 (180)	28,0000 (330)	28,4375 (490)
D2	19,2500 (180)	16,0000 (350)	13,4211 (430)

Un primer análisis de estadística descriptiva nos lleva a:

	DORMIR MUY POCO	DORMIR POCO	DORMIR SUFICIENTE
Media	20,98820	21,09926	19,00973
Error típico	1,60488	1,99248	1,46418
Mediana	19,70588	19,48203	20,12539
Moda	21,76471	#N/A	#N/A
Desviación estándar	6,00493	7,45516	5,47846
Varianza de la muestra	36,05917	55,57948	30,01353
Curtosis	0,89644	1,96663	-0,89140
Coficiente de asimetría	0,89924	1,20580	-0,15271
Rango	22,90498	28,10526	18,33750
Mínimo	11,94118	11,89474	10,10000
Máximo	34,84615	40,00000	28,43750
Suma	293,83487	295,38960	266,13624
Cuenta	14,00000	14,00000	14,00000
Mayor (1)	34,84615	40,00000	28,43750
Menor(1)	11,94118	11,89474	10,10000

Nivel de confianza(95,0%)	3,46714	4,30448	3,16317
---------------------------	---------	---------	---------

**B) ANÁLISIS DE VARIANZA PARA COMPROBAR SI EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS ENTRE GRUPOS EXPERIMENTALES CON DISTINTO TIEMPO DORMIDO**

ANÁLISIS DE VARIANZA DE UN FACTOR						
RESUMEN						
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
Dormir Muy Poco	14	293,8348664	20,98820475	36,05916555		
Dormir Poco	14	295,3896002	21,09925716	55,57948122		
Dormir Suficiente	14	266,1362401	19,00973144	30,01353455		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	38,69976609	2	19,34988304	0,477177215	0,624107697	3,238099566
Dentro de los grupos	1581,478357	39	40,55072711			
Total	1620,178123	41				

**C) ANÁLISIS DE REGRESIÓN TIEMPO/SUMA CORRECTA-TIEMPO DORMIDO PARA TODOS LOS DATOS**

Colocados los 42 datos experimentales en una columna en paralelos con los datos de tiempo dormido por cada sujeto experimental se analiza la regresión tomando como variable dependiente la primera variable y como independiente la segunda variable. Se analiza para niveles de confianza del 95 % y del 80 %:

ESTADÍSTICAS DE LA REGRESIÓN								
Coefficiente correlación múltiple	- 0,16083							
Coefficiente determinación R <sup>2</sup>	0,02587							
R <sup>2</sup> ajustado	0,00151							
Error típico	6,28146							
Observaciones	42,00000							
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F			
Regresión	1,00000	41,90789	41,90789	1,06212	0,30892			
Residuos	40,00000	1578,27024	39,45676					
Total	41,00000	1620,17812						
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 80,0%	Superior 80,0%
Intercepción	23,50069	3,19259	7,36102	5,922E-9	17,04824	29,95314	19,34051	27,66087

Tiempo Dormido	-0,00895	0,00868	-1,03059	0,30892	-0,02650	0,00860	-0,02027	0,00237
----------------	----------	---------	----------	---------	----------	---------	----------	---------

**D) ANÁLISIS DE REGRESIÓN TIEMPO/SUMA CORRECTA-TIEMPO DORMIDO PARA LOS PROMEDIOS DE LA VARIABLE DEPENDIENTE E INDEPENDIENTE EN LAS 3 SITUACIONES EXPERIMENTALES**

Se analiza la regresión entre los promedios de la variable tiempo empleado por cada suma correctamente realizada en las 3 situaciones experimentales y los promedios del tiempo dormido en las mismas situaciones:

PROMEDIOS TIEMPO/SUMASBIEN	PROMEDIOS TIEMPO DORMIDO
20,98820475	210,3571429
21,09925716	365,8571429
19,00973144	474,6428571

que resultó ser:

ESTADÍSTICAS DE LA REGRESIÓN								
Coefficiente correlación múltiple	- 0,78224							
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0,61190							
R <sup>2</sup> ajustado	0,22379							
Error típico	1,03577							
Observaciones	3,00000							
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F			
Regresión	1,00000	1,69145	1,69145	1,57664	0,42816			
Residuos	1,00000	1,07282	1,07282					
Total	2,00000	2,76427						
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 80,0%	Superior 80,0%
Intercepción	22,79091	2,02188	11,27213	0,05633	-2,89943	48,48124	16,56819	29,01362
Promedios Tiempo Dormido	-0,00692	0,00551	-1,25564	0,42816	-0,07698	0,06314	-0,02389	0,01005

## APÉNDICE 12

### ESTUDIO ESTADÍSTICO DE LA VARIABLE TIEMPO EMPLEADO EN PROBLEMAS

#### A) TABLA DE DATOS EXPERIMENTALES

En la tabla aparecen el tiempo empleado, medido en segundos, en la realización de Los problemas en las distintas situaciones experimentales y entre paréntesis el tiempo dormido medido en minutos En la primera columna izquierda aparece el identificador del sujeto experimental que realizó la prueba:

	DORMIR MUJY POCO	DORMIR POCO	DORMIR SUFICIENTE
A1	600 (180)	357 (330)	250 (480)
A2	456 (225)	478 (360)	459 (420)
A3	363 (210)	300 (360)	365 (475)
A4	494 (180)	395 (390)	420 (420)
B1	276 (210)	312 (392)	303 (510)
B2	229 (210)	433 (370)	218 (480)
B3	505 (220)	410 (350)	365 (480)
B4	308 (210)	325 (390)	358 (470)
C1	456 (240)	470 (390)	372 (510)
C2	485 (190)	484 (360)	489 (510)
C3	368 (285)	447 (375)	320 (480)
C4	470 (225)	354 (375)	315 (480)
D1	377 (180)	453 (330)	335 (490)
D2	405 (180)	356 (350)	322 (430)

Un primer análisis de estadística descriptiva nos lleva a:

	DORMIR MUJY POCO	DORMIR POCO	DORMIR SUFICIENTE
Media	413,7142857	398,1428571	349,3571429
Error típico	26,89548934	17,14413915	19,59216236
Mediana	430,5	402,5	346,5
Moda	456	#N/A	365
Desviación estándar	100,6337064	64,14749488	73,307159
Varianza de la muestra	10127,14286	4114,901099	5373,93956
Curtosis	-0,23850871	-1,497805973	0,195796087
Coficiente de asimetría	-0,170579368	-0,124938977	0,222634591
Rango	371	184	271
Mínimo	229	300	218
Máximo	600	484	489
Suma	5792	5574	4891
Cuenta	14	14	14
Mayor (1)	600	484	489
Menor(1)	229	300	218
Nivel de confianza(95,0%)	58,10416097	37,03765371	42,3262853

**B) ANÁLISIS DE VARIANZA PARA COMPROBAR SE EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS ENTRE GRUPOS EXPERIMENTALES CON DISTINTO TIEMPO DORMIDO**

ANÁLISIS DE VARIANZA DE UN FACTOR						
RESUMEN						
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
Dormir Muy Poco	14	5792	413,7142857	10127,14286		
Dormir Poco	14	5574	398,1428571	4114,901099		
Dormir Suficiente	14	4891	349,3571429	5373,93956		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	31567	2	15783,5	2,413873358	0,10271918	3,238099566
Dentro de los grupos	255007,7857	39	6538,661172			
Total	286574,7857	41				

**C) ANÁLISIS DE REGRESIÓN TIEMPO EMPLEADO-TIEMPO DORMIDO PARA TODOS LOS DATOS**

Colocados los 42 datos experimentales de tiempos empleados en la realización de los problemas en una columna, se analiza la regresión (para niveles de confianza del 80 y del 95%) de estos datos en relación con el tiempo dormido por cada sujeto experimental:

ESTADÍSTICAS DE LA REGRESION								
Coefficiente correlación múltiple	-0,34082							
Coefficiente determinación $R^2$	0,11616							
$R^2$ ajustado	0,09406							
Error típico	79,57503							
Observaciones	42,00000							
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de cuadrados	F	Valor crítico de F			
Regresión	1,00000	33287,37622	33287,3762	5,25685	0,02720			
Residuos	40,00000	253287,4094	6332,18524					
Total	41,00000	286574,7857						
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 80,0%	Superior 80,0%
Intercepción	475,42497	40,44442	11,75502	1,494E-14	393,68378	557,16615	422,72281	528,12713
Tiempo Dormido	-0,25223	0,11001	-2,29278	0,02720	-0,47457	-0,02989	-0,39559	-0,10888

**D) ANÁLISIS DE REGRESIÓN TIEMPO EN SUMAS- TIEMPO DORMIDO  
PARA LOS PROMEDIOS DE LA VARIABLE DEPENDIENTE E  
INDEPENDIENTE EN LAS 3 SITUACIONES EXPERIMENTALES**

Se analiza la regresión entre los promedios de la variable tiempo empleado en la realización de los problemas en las 3 situaciones experimentales y los promedios del tiempo dormido en las mismas situaciones:

PROMEDIOS TIEMPO PROBLEMAS	PROMEDIOS TIEMPO DORMIDO
413,7142857	210,3571429
398,1428571	365,8571429
349,3571429	474,6428571

que resultó ser:

ESTADÍSTICAS DE LA REGRESION								
Coefficiente correlación múltiple	-0,92442							
Coefficiente determinación $R^2$	0,85455							
$R^2$ ajustado	0,70910							
Error típico	18,10967							
Observaciones	3,00000							
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de cuadrados	F	Valor crítico de F			
Regresión	1,00000	1926,82548	1926,82548	5,87518	0,24910			
Residuos	1,00000	327,96024	327,96024					
Total	2,00000	2254,78571						
	Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 80,0%	Superior 80,0%
Intercepción	468,92454	35,35108	13,26479	0,04790	19,74838	918,10070	360,12506	577,72402
Promedios Tiempo Dormido	-0,23368	0,09641	-2,42388	0,24910	-1,45862	0,99127	-0,53038	0,06303

## APÉNDICE 13

### ESTUDIO ESTADÍSTICO DE LA VARIABLE PROBLEMAS CORRECTAMENTE REALIZADOS

#### A) TABLA DE DATOS EXPERIMENTALES

En la tabla aparecen el número de problemas correctamente realizados sobre un total de 5 problemas y entre paréntesis los minutos que durmió la noche anterior el sujeto experimental que realizó la prueba. En la columna izquierda están los identificadores de los sujetos experimentales.

	DORMIR MUY POCO	DORMIR POCO	DORMIR SUFICIENTE
A1	4 (180)	4 (330)	5 (480)
A2	2 (225)	2 (360)	2 (420)
A3	5 (210)	5 (360)	4 (475)
A4	3 (180)	1 (390)	2 (420)
B1	2 (210)	5 (392)	5 (510)
B2	4 (210)	5 (370)	5 (480)
B3	5 (220)	4 (350)	4 (480)
B4	4 (210)	4 (390)	4 (470)
C1	2 (240)	4 (390)	4 (510)
C2	3 (190)	5 (360)	4 (510)
C3	3 (285)	4 (375)	5 (480)
C4	4 (225)	5 (375)	5 (480)
D1	3 (180)	5 (330)	4 (490)
D2	4 (180)	5 (350)	5 (430)

Un primer análisis de estadística descriptiva nos lleva a:

	DORMIR MUY POCO	DORMIR POCO	DORMIR SUFICIENTE
Media	3,428571429	4,142857143	4,142857143
Error típico	0,271630925	0,32912042	0,274505407
Mediana	3,5	4,5	4
Moda	4	5	5
Desviación estándar	1,016349858	1,231455852	1,027105182
Varianza de la muestra	1,032967033	1,516483516	1,054945055
Curtosis	-0,932507511	2,67417082	1,152580492
Coefficiente de asimetría	-0,031401484	-1,753550714	-1,318430371
Rango	3	4	3
Mínimo	2	1	2
Máximo	5	5	5
Suma	48	58	58
Cuenta	14	14	14
Mayor (1)	5	5	5
Menor(1)	2	1	2
Nivel de confianza(95,0%)	0,586822824	0,711021303	0,593032762

**B) ANÁLISIS DE VARIANZA PARA COMPROBAR SI EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS ENTRE GRUPOS EXPERIMENTALES CON DIFERENTE TIEMPO DORMIDO**

ANÁLISIS DE VARIANZA DE UN FACTOR						
RESUMEN						
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
Dormir Muy Poco	14	48	3,428571429	1,032967033		
Dormir Poco	14	58	4,142857143	1,516483516		
Dormir Suficiente	14	58	4,142857143	1,054945055		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	4,761904762	2	2,380952381	1,981707317	0,151472369	3,238099566
Dentro de los grupos	46,85714286	39	1,201465201			
Total	51,61904762	41				

**C) ANALISIS DE REGRESIÓN PROBLEMAS BIEN-TIEMPO DORMIDO PARA TODOS LOS DATOS**

Colocados los 42 datos de la tabla de datos experimentales en una columna, se analiza la regresión (para niveles de confianza del 80% y del 95%) de estos datos en relación con la cantidad de minutos dormidos por cada sujeto experimental la noche anterior. El resultado es el siguiente:

ESTADÍSTICAS DE LA REGRESIÓN								
Coefficiente correlación múltiple	0,2669							
Coefficiente determinación R <sup>2</sup>	0,0713							
R <sup>2</sup> ajustado	0,0480							
Error típico	1,0260							
Observaciones	42,0000							
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de cuadrados	F	Valor crítico de F			
Regresión	1,0000	3,2301	3,2301	3,0687	0,0875			
Residuos	40,0000	42,1033	1,0526					
Total	41,0000	45,3333						
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 80,0%	Superior 80,0%
Intercepción	2,7963	0,5214	5,3626	3,705E-06	1,7424	3,8502	2,1168	3,4758
Tiempo Dormido	0,0025	0,0014	1,7518	0,0875	-0,0004	0,0054	0,0006	0,0043

**D) ANALISIS DE REGRESIÓN PROBLEMAS BIEN-TIEMPO DORMIDO PARA  
LOS PROMEDIOS DE LAS 2 VARIABLES EN LAS 3 SITUACIONES  
EXPERIMENTALES**

Se analiza la regresión (para niveles de confianza del 80% y del 95%) entre los 3 promedios resultantes de los 14 datos de cada una de las situaciones experimentales y el promedio de los minutos dormidos la noche anterior en cada una de esas situaciones:

PROMEDIOS PROBLEMAS BIEN	PROMEDIOS TIEMPO DORMIDO
3,42857143	210,357143
4,14285714	365,857143
4,14285714	474,642857

que resultó ser:

ESTADÍSTICAS DE LA REGRESION								
Coefficiente correlación múltiple	0,9123							
Coefficiente determinación $R^2$	0,8323							
$R^2$ ajustado	0,6646							
Error típico	0,2388							
Observaciones	3,0000							
ANALISIS DE VARIANZA								
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de cuadrados	F	Valor crítico de F			
Regresión	1,0000	0,2831	0,2831	4,9635	0,2686			
Residuos	1,0000	0,0570	0,0570					
Total	2,0000	0,3401						
	Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 80,0%	Superior 80,0%
Intercepción	2,9126	0,4662	6,2476	0,1010	-3,0109	8,8361	1,4778	4,3474
Promedios Tiempo Dormido	0,0028	0,0013	2,2279	0,2686	-0,0133	0,0190	-0,0011	0,0067

## APÉNDICE 14

### ESTUDIO ESTADÍSTICO DE LA VARIABLE TIEMPO EMPLEADO POR CADA PROBLEMA CORRECTAMENTE REALIZADO

#### I) TABLA DE DATOS EXPERIMENTALES

En la tabla aparecen los datos resultantes del cociente entre las 2 variables analizadas en los apéndices 12 y 13, es decir, el cociente entre el tiempo empleado en realizar los 5 problemas y el número de problemas correctamente realizadas al que se le añade una unidad. La razón de añadirle una unidad es que la probabilidad de que haya 0 problemas correctamente realizados es alta y entonces, el cociente sería infinito, lo que haría imposibles los cálculos. Pensamos que el añadir una unidad al denominador no altera el significado de la variable. Entre paréntesis se encuentran los minutos dormidos por los sujetos experimentales la noche anterior a la realización de la prueba y en la columna izquierda los identificadores de los sujetos experimentales

	DORMIR MUY POCO	DORMIR POCO	DORMIR SUFICIENTE
A1	120,000(180)	71,4000 (330)	41,6667 (480)
A2	152,000 (225)	159,333 (360)	153,000 (420)
A3	60,5000 (210)	50,0000 (360)	73,0000 (475)
A4	123,500 (180)	197,500 (390)	140,000 (420)
B1	92,0000 (210)	52,000 (392)	50,5000 (510)
B2	45,8000 (210)	72,1667 (370)	36,3333 (480)
B3	84,1667 (220)	82,0000 (350)	73,0000 (480)
B4	61,6000 (210)	65,0000 (390)	71,6000 (470)
C1	152,000 (240)	94,0000 (390)	74,4000 (510)
C2	121,250 (190)	80,6667 (360)	97,8000 (510)
C3	92,0000 (285)	89,4000 (375)	53,3333 (480)
C4	94,0000 (225)	59,0000 (375)	52,5000 (480)
D1	94,2500 (180)	75,5000 (330)	67,0000 (490)
D2	81,0000 (180)	59,3333 (350)	53,6667 (430)

Un primer análisis de estadística descriptiva nos lleva a:

	DORMIR MUY POCO	DORMIR POCO	DORMIR SUFICIENTE
Media	98,14761905	86,23571429	74,12857143
Error típico	8,626875025	11,18700595	9,240203113
Mediana	93	73,83333333	69,3
Moda	152	#N/A	73
Desviación estándar	32,27881066	41,85794345	34,57367423
Varianza de la muestra	1041,921618	1752,08743	1195,33895
Curtosis	-0,551831719	3,585503073	1,459440938
Coefficiente de asimetría	0,25995136	1,987278648	1,433800406
Rango	106,2	147,5	116,6666667
Mínimo	45,8	50	36,33333333
Máximo	152	197,5	153
Suma	1374,066667	1207,3	1037,8
Cuenta	14	14	14
Mayor (1)	152	197,5	153
Menor(1)	45,8	50	36,33333333

Nivel de confianza(95,0%)	18,63722681	24,16805235	19,96224133
---------------------------	-------------	-------------	-------------

**B) ANALISIS DE VARIANZA PARA COMPROBAR SI EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS ENTRE GRUPOS EXPERIMENTALES CON DIFERENTE TIEMPO DORMIDO**

ANÁLISIS DE VARIANZA DE UN FACTOR						
RESUMEN						
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
Dormir Muy Poco	14	1374,066667	98,14761905	1041,921618		
Dormir Poco	14	1207,3	86,23571429	1752,08743		
Dormir Suficiente	14	1037,8	74,12857143	1195,33895		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	4038,491481	2	2019,245741	1,518478013	0,231712924	3,238099566
Dentro de los grupos	51861,52397	39	1329,782666			
Total	55900,01545	41				

**C) ANALISIS DE REGRESIÓN TIEMPO/(PROBLEMA CORRECTO+1)-TIEMPO DORMIDO PARA TODOS LOS DATOS**

Colocados los 42 datos de la tabla de datos experimentales en una columna, se analiza la regresión (para niveles de confianza del 80% y del 95%) de estos datos en relación con la cantidad de minutos dormidos por cada sujeto experimental la noche anterior. El resultado es el siguiente:

ESTADÍSTICAS DE LA REGRESION								
Coefficiente correlación múltiple	-0,2876							
Coefficiente determinación R <sup>2</sup>	0,0827							
R <sup>2</sup> ajustado	0,0598							
Error típico	35,8035							
Observaciones	42,0000							
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de cuadrados	F	Valor crítico de F			
Regresión	1,0000	4624,4838	4624,4838	3,6076	0,0647			
Residuos	40,0000	51275,5317	1281,8883					
Total	41,0000	55900,0154						
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 80,0%	Superior 80,0%
Intercepción	119,1025	18,1973	6,5451	8,106E-08	82,3244	155,8806	95,3900	142,8149
Tiempo Dormido	-0,0940	0,0495	-1,8994	0,0647	-0,1941	0,0060	-0,1585	-0,0295

**D) ANALISIS DE REGRESIÓN TIEMPO/( PROBLEMA BIEN+1)-TIEMPO DORMIDO PARA LOS PROMEDIOS DE LAS 2 VARIABLES EN LAS 3 SITUACIONES EXPERIMENTALES**

Se analiza la regresión (para niveles de confianza del 80% y del 95%) entre los 3 promedios resultantes de los 14 datos de cada una de las situaciones experimentales y el promedio de los minutos dormidos la noche anterior en cada una de esas situaciones:

PROMEDIOS TIEMPO/PROBLEMA BIEN+1	PROMEDIOS TIEMPO DORMIDO
98,14761905	210,3571429
86,23571429	365,8571429
74,12857143	474,6428571

que resultó ser:

ESTADÍSTICAS DE LA REGRESION								
Coefficiente correlación múltiple	-0,9943							
Coefficiente de determinación $R^2$	0,9887							
$R^2$ ajustado	0,9774							
Error típico	1,8036							
Observaciones	3,0000							
ANALISIS DE VARIANZA								
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F			
Regresión	1,0000	285,2108	285,2108	87,6800	0,0677			
Residuos	1,0000	3,2529	3,2529					
Total	2,0000	288,4637						
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 80,0%	Superior 80,0%
Intercepción	117,6624	3,5207	33,4205	0,0190	72,9283	162,3965	106,8269	128,4979
Promedios Tiempo Dormido	-0,0899	0,0096	-9,3638	0,0677	-0,2119	0,0321	-0,1195	-0,0604

## APENDICE 15

### ESTUDIO ESTADÍSTICO DE LA VARIABLE ACIERTOS EN LAS SERIES NUMÉRICAS DEL TAQUITOSCOPIO

#### A) TABLA DE DATOS EXPERIMENTALES

En la tabla aparece el número de aciertos o series numéricas correctamente detectadas de las 20 emitidas por un taquitoscopio de la Editorial Bruño del programa Lectura Eficaz, para el nivel 3 con 4 caracteres y opción 9, y entre paréntesis los minutos dormidos por el sujeto la noche anterior a la que realizó la prueba

	DORMIR MUY POCO	DORMIR POCO	DORMIR SUFICIENTE
A1	18 (180)	15 (330)	16 (480)
A2	18 (225)	19 (360)	18 (420)
A3	17 (210)	17 (360)	19 (475)
A4	10 (180)	17 (390)	13 (420)
B1	20 (210)	20 (392)	18 (510)
B2	12 (210)	15 (370)	18 (480)
B3	17 (220)	19 (350)	16 (480)
B4	13 (210)	15 (390)	17 (470)
C1	13 (240)	15 (390)	19 (510)
C2	6 (190)	11 (360)	10 (510)
C3	19 (285)	19 (375)	20 (480)
C4	16 (225)	20 (375)	18 (480)
D1	19 (180)	10 (330)	20 (490)
D2	6 (180)	9 (350)	15 (430)

Un primer análisis de estadística descriptiva nos lleva a:

	DORMIR MUY POCO	DORMIR POCO	DORMIR SUFICIENTE
Media	14,57142857	15,78571429	16,92857143
Error típico	1,252313401	0,978777952	0,744682879
Mediana	16,5	16	18
Moda	18	15	18
Desviación estándar	4,685727687	3,662251754	2,786348195
Varianza de la muestra	21,95604396	13,41208791	7,763736264
Curtosis	-0,470674606	-0,628284991	1,799451778
Coefficiente de asimetría	-0,814669049	-0,666476013	-1,333211417
Rango	14	11	10
Mínimo	6	9	10
Máximo	20	20	20
Suma	204	221	237
Cuenta	14	14	14
Mayor (1)	20	20	20
Menor(1)	6	9	10
Nivel de confianza(95,0%)	2,705458098	2,114520801	1,608789241

**B) ANÁLISIS DE VARIANZA PARA COMPROBAR SI EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS ENTRE GRUPOS EXPERIMENTALES CON DIFERENTE TIEMPO DORMIDO**

ANÁLISIS DE VARIANZA DE UN FACTOR						
RESUMEN						
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
Dormir Muy Poco	14	204	14,57142857	21,95604396		
Dormir Poco	14	221	15,78571429	13,41208791		
Dormir Suficiente	14	237	16,92857143	7,763736264		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	38,9047619	2	19,45238095	1,352993631	0,270327928	3,238099566
Dentro de los grupos	560,7142857	39	14,37728938			
Total	599,6190476	41				

**C) ANALISIS DE REGRESIÓN ACIERTOS DE SERIES NUMÉRICAS EN TAQUITOSCOPIO-TIEMPO DORMIDO PARA TODOS LOS DATOS**

Colocados los 42 datos de la tabla de datos experimentales en una columna, se analiza la regresión (para niveles de confianza del 80% y del 95%) de estos datos en relación con la cantidad de minutos dormidos por cada sujeto experimental la noche anterior. El resultado es el siguiente:

ESTADÍSTICAS DE LA REGRESION								
Coefficiente correlación múltiple	0,3289							
Coefficiente determinación $R^2$	0,1082							
$R^2$ ajustado	0,0859							
Error típico	3,6563							
Observaciones	42,0000							
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de cuadrados	F	Valor crítico de F			
Regresión	1,0000	64,8699	64,8699	4,8524	0,0334			
Residuos	40,0000	534,7492	13,3687					
Total	41,0000	599,6190						
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 80,0%	Superior 80,0%
Intercepción	11,8615	1,8583	6,3828	1,369E-07	8,1057	15,6174	9,4400	14,2831
Tiempo Dormido	0,0111	0,0051	2,2028	0,0334	0,0009	0,0214	0,0045	0,0177

**D) ANALISIS DE REGRESIÓN ACIERTOS DE SERIES NUMÉRICAS EN TAQUITOSCOPIO-TIEMPO DORMIDO PARA LOS PROMEDIOS DE LAS 2 VARIABLES EN LAS 3 SITUACIONES EXPERIMENTALES**

Se analiza la regresión (para niveles de confianza del 80% y del 95%) entre los 3 promedios resultantes de los 14 datos de cada una de las situaciones experimentales y el promedio de los minutos dormidos la noche anterior, por los sujetos experimentales, en cada una de esas situaciones:

PROMEDIOS ACIERTOS NÚMEROS	PROMEDIOS TIEMPO DORMIDO
14,57142857	210,3571429
15,78571429	365,8571429
16,92857143	474,6428571

que resultó ser:

ESTADÍSTICAS DE LA REGRESION								
Coefficiente correlación múltiple	0,9965							
Coefficiente determinación $R^2$	0,9929							
$R^2$ ajustado	0,9859							
Error típico	0,1402							
Observaciones	3,0000							
ANALISIS DE VARIANZA								
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de cuadrados	F	Valor crítico de F			
Regresión	1,0000	2,7593	2,7593	140,3686	0,0536			
Residuos	1,0000	0,0197	0,0197					
Total	2,0000	2,7789						
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 80,0%	Superior 80,0%
Intercepción	12,6644	0,2737	46,2735	0,0138	9,1869	16,1419	11,8221	13,5067
Promedios Tiempo Dormido	0,0088	0,0007	11,8477	0,0536	-0,0006	0,0183	0,0065	0,0111

## APENDICE 16

### ESTUDIO ESTADÍSTICO DE LA VARIABLE ACIERTOS EN LAS SERIES CARACTERES DEL TAQUITOSCOPIO

#### A) TABLA DE DATOS EXPERIMENTALES

En la tabla aparece el número de aciertos o series de caracteres correctamente detectadas de las 20 emitidas por un taquitoscopio de la Editorial Bruño del programa Lectura Eficaz, para el nivel 3 y con 5 caracteres, y entre paréntesis los minutos dormidos por el sujeto la noche anterior a la que realizó la prueba:

	DORMIR MUY POCO	DORMIR POCO	DORMIR SUFICIENTE
A1	11 (180)	8 (330)	10 (480)
A2	13 (225)	14 (360)	13 (420)
A3	20 (210)	17 (360)	12 (475)
A4	8 (180)	11 (390)	16 (420)
B1	19 (210)	20 (392)	15 (510)
B2	14 (210)	9 (370)	15 (480)
B3	3 (220)	9 (350)	9 (480)
B4	10 (210)	16 (390)	19 (470)
C1	17 (240)	15 (390)	12 (510)
C2	10 (190)	13 (360)	16 (510)
C3	13 (285)	7 (375)	15 (480)
C4	12 (225)	12 (375)	10 (480)
D1	12 (180)	12 (330)	14 (490)
D2	12 (180)	13 (350)	18 (430)

Un primer análisis de estadística descriptiva nos lleva a:

	DORMIR MUY POCO	DORMIR POCO	DORMIR SUFICIENTE
Media	12,42857143	12,57142857	13,85714286
Error típico	1,165974976	0,981780652	0,804227449
Mediana	12	12,5	14,5
Moda	12	9	15
Desviación estándar	4,362678883	3,673486831	3,009143575
Varianza de la muestra	19,03296703	13,49450549	9,054945055
Curtosis	0,873585069	-0,252924314	-0,75877846
Coefficiente de asimetría	-0,15047326	0,345153084	-0,037910345
Rango	17	13	10
Mínimo	3	7	9
Máximo	20	20	19
Suma	174	176	194
Cuenta	14	14	14
Mayor (1)	20	20	19
Menor(1)	3	7	9
Nivel de confianza(95,0%)	2,518935307	2,12100774	1,737427438

**B) ANÁLISIS DE VARIANZA PARA COMPROBAR SI EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS ENTRE GRUPOS EXPERIMENTALES CON DIFERENTE TIEMPO DORMIDO**

ANÁLISIS DE VARIANZA DE UN FACTOR						
RESUMEN						
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
Dormir Muy Poco	14	174	12,42857143	19,03296703		
Dormir Poco	14	176	12,57142857	13,49450549		
Dormir Suficiente	14	194	13,85714286	9,054945055		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	17,33333333	2	8,666666667	0,625264271	0,540398182	3,238099566
Dentro de los grupos	540,5714286	39	13,86080586			
Total	557,9047619	41				

**C) ANALISIS DE REGRESIÓN ACIERTOS DE SERIES DE CARACTERES EN TAQUITOSCOPIO-TIEMPO DORMIDO PARA TODOS LOS DATOS**

Colocados los 42 datos de la tabla de datos experimentales en una columna, se analiza la regresión (para niveles de confianza del 80% y del 95%) de estos datos en relación con la cantidad de minutos dormidos por cada sujeto experimental la noche anterior. El resultado es el siguiente:

ESTADÍSTICAS DE LA REGRESION								
Coefficiente correlación múltiple	0,1726							
Coefficiente determinación R <sup>2</sup>	0,0298							
R <sup>2</sup> ajustado	0,0055							
Error típico	3,6786							
Observaciones	42,0000							
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de cuadrados	F	Valor crítico de F			
Regresión	1,0000	16,6281	16,6281	1,2288	0,2743			
Residuos	40,0000	541,2767	13,5319					
Total	41,0000	557,9048						
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 80,0%	Superior 80,0%
Intercepción	10,9777	1,8697	5,8715	7,16492E-07	7,1990	14,7564	8,5414	13,4140
Tiempo Dormido	0,0056	0,0051	1,1085	0,2743	-0,0046	0,0159	-0,0010	0,0123

**D) ANALISIS DE REGRESIÓN ACIERTOS EN SERIES DE CARACTERES EN TAQUITOSCOPIO-TIEMPO DORMIDO PARA LOS PROMEDIOS DE LAS 2 VARIABLES EN LAS 3 SITUACIONES EXPERIMENTALES**

Se analiza la regresión (para niveles de confianza del 80% y del 95%) entre los 3 promedios resultantes de los 14 datos de cada una de las situaciones experimentales y el promedio de los minutos dormidos la noche anterior, por los sujetos experimentales, en cada una de esas situaciones:

PROMEDIOS ACIERTOS LETRAS	PROMEDIOS TIEMPO DORMIDO
12,4285714	210,357143
12,5714286	365,857143
13,8571429	474,642857

que resultó ser:

ESTADÍSTICAS DE LA REGRESION								
Coefficiente correlación múltiple	0,8606							
Coefficiente determinación $R^2$	0,7406							
$R^2$ ajustado	0,4812							
Error típico	0,5667							
Observaciones	3,0000							
ANALISIS DE VARIANZA								
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de cuadrados	F	Valor crítico de F			
Regresión	1,0000	0,9169	0,9169	2,8550	0,3402			
Residuos	1,0000	0,3212	0,3212					
Total	2,0000	1,2381						
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 80,0%	Superior 80,0%
Intercepción	11,1668	1,1063	10,0942	0,0629	-2,8895	25,2230	7,7621	14,5715
Promedios Tiempo Dormido	0,0051	0,0030	1,6897	0,3402	-0,0332	0,0434	-0,0042	0,0144

## APÉNDICE 17

### PRUEBAS UTILIZADAS EN LAS INVESTIGACIÓN DESAYUNO Y RENDIMEINTO INTELECTUAL Y HORAS DE SUEÑO Y RENDIMIENTO INTELECTUAL

En las páginas siguientes aparecen las pruebas que se utilizaron para medir la variable dependiente, tanto para la primera prueba piloto como en las 4 situaciones experimentales de la primera investigación y las 3 de la segunda, tal como se presentaron a los sujetos experimentales.

Como puede apreciarse los enunciados de las pruebas varían de unas situaciones a otras, pero no su grado de dificultad ya que en las sumas no se hace otra cosa que variar los dígitos de posición, pero al final se suman los mismos dígitos, y en los problemas cambian los enunciados, pero las operaciones que hay que realizar solo cambian en el orden de los dígitos (por ejemplo, en vez de multiplicar por 27, multiplicar por 72). Esto nos permitirá la comparación entre las diversas situaciones experimentales.

Justo debajo de estas líneas aparece la hojita que se repartió para recoger los aciertos y fallos en el taquitoscopio (en todas las pruebas fue igual):

<p><u>3ª SEMANA EXPERIMENTAL</u></p> <p>TAQUITOSCOPIO</p> <p>NOMBRE Y APELLIDO. ....</p> <p>IDENTIFICADOR. .... FECHA. ....</p> <p>SITUACION EXPERIMENTAL. ....</p> <p><u>Series numéricas: nivel 3, 4 caracteres (opción 9):</u></p> <p>Nº DE ACIERTOS. ....</p> <p>Nº DE FALLOS. ....</p> <p><u>Series de caracteres: nivel 3, 5 caracteres:</u></p> <p>Nº DE ACIERTOS. ....</p> <p>Nº DE FALLOS. ....</p>
--

INVESTIGACIÓN "DESAYUNO Y RENDIMIENTO ESCOLAR"PRUEBA PILOTO

NOMBRE Y APELLIDO..... IDENTIFICADOR....

## A) SUMAS:

A continuación vienen una serie de sumas que debes de realizar con el menor número de errores posible y en el menor tiempo posible. No empieces hasta que no se te indique y al finalizar no olvides mirar el cronómetro para anotar el tiempo empleado en la realización en el lugar indicado para ello.

17	49	52	83	06
74	93	10	85	26
29	36	70	14	85
74	91	63	82	50
40	39	27	16	58
<u>+ 91</u>	<u>+ 40</u>	<u>+ 32</u>	<u>+ 75</u>	<u>+ 86</u>

26	15	70	84	39
17	29	46	50	38
93	75	30	46	18
27	39	10	48	56
74	61	93	20	85
<u>+ 10</u>	<u>+ 29</u>	<u>+ 36</u>	<u>+ 48</u>	<u>+ 57</u>

15	74	93	28	60
27	36	85	40	19
54	71	30	69	28
50	16	37	82	94
74	82	61	95	30
<u>+ 91</u>	<u>+ 28</u>	<u>+ 70</u>	<u>+ 35</u>	<u>+ 64</u>

32	91	80	47	65
18	70	49	25	63
40	51	63	92	78
34	95	27	16	80
63	54	29	10	78
<u>+ 98</u>	<u>+ 10</u>	<u>+ 72</u>	<u>+ 63</u>	<u>+ 45</u>

16	70	54	38	29
72	38	16	54	90
30	92	81	47	56
76	95	24	10	38
32	10	98	76	54
<u>+ 87</u>	<u>+ 65</u>	<u>+ 40</u>	<u>+ 13</u>	<u>+ 29</u>

TIEMPO EMPLEADO: \_\_\_\_\_ min \_\_\_\_\_ seg

## B) PROBLEMAS:

A continuación vienen 5 problemas de resolución sencilla, de dos operaciones cada uno, que debes resolver con el menor número de errores y en el menor tiempo posible. No empieces hasta que no se te indique y al finalizar no olvides anotar el tiempo empleado en el lugar indicado para ello al final de la página.

1º) En un almacén hay dos montones de cajas de manzanas, un montón con 38 cajas y otro con 27 cajas. Si en cada caja hay 56 manzanas, ¿cuántas manzanas hay en total?

RESULTADO: \_\_\_\_\_

2º) En un cuartel hay 19 compañías (grupos de soldados) de 45 soldados cada una. En el cuartel se repartieron 10260 balas. ¿Cuántas balas le corresponden a cada soldado?

RESULTADO: \_\_\_\_\_

3º) De los 29 alumnos de una clase, 16 se quedaron en clase y el resto bajó al patio. Cada alumno que bajó al patio se gastó en el bar por término medio 58 pesetas. ¿Cuánto dinero recaudó el encargado del bar?

RESULTADO: \_\_\_\_\_

4º) Compré dos paquetes de caramelos, uno con 25 caramelos y otro con 38 caramelos. Si pagué 945 pesetas por todos los caramelos, ¿a qué precio pagué cada caramelo?

RESULTADO: \_\_\_\_\_

5º) Un tendero tiene 61 lapiceros, pero 13 son defectuosos y tiene que tirarlos. Si vendió todos los que no estaban defectuosos y sacó 1200 pts. ¿A cuánto vendió cada lapicero?

RESULTADO: \_\_\_\_\_

TIEMPO EMPLEADO: \_\_\_\_\_ min \_\_\_\_\_ seg

INVESTIGACIÓN "DESAYUNO Y RENDIMIENTO ESCOLAR"1ª SEMANA EXPERIMENTAL

NOMBRE Y APELLIDO..... IDENTIFICADOR....

SITUACIÓN EXPERIMENTAL..... FECHA.....

## C) SUMAS:

A continuación vienen una serie de sumas que debes de realizar con el menor número de errores posible y en el menor tiempo posible. Si pasados 10 minutos no has terminado, las sumas que queden sin realizar serán consideradas como errores (por término medio suele emplearse en su realización unos 7 minutos). No empieces hasta que no se te indique y al finalizar no olvides mirar el cronómetro para anotar el tiempo empleado en la realización en el lugar indicado para ello.

17	49	52	83	06
16	70	54	38	29
72	38	16	54	90
74	93	10	85	26
29	36	70	14	85
74	91	63	82	50
<u>+ 91</u>	<u>+ 40</u>	<u>+ 32</u>	<u>+ 75</u>	<u>+ 86</u>

26	15	70	84	39
17	29	46	50	38
93	75	30	46	18
27	39	48	56	10
40	39	27	16	58
74	61	93	20	85
<u>+ 10</u>	<u>+ 29</u>	<u>+ 36</u>	<u>+ 48</u>	<u>+ 57</u>

15	74	93	28	60
27	36	85	40	19
54	71	30	69	28
50	16	37	82	94
30	92	81	47	56
74	82	61	95	30
<u>+ 98</u>	<u>+ 10</u>	<u>+ 72</u>	<u>+ 63</u>	<u>+ 45</u>

76	95	24	10	38
32	91	80	47	65
18	70	49	25	63
40	51	63	92	78
34	95	27	16	80
63	54	29	10	78
<u>+ 91</u>	<u>+ 28</u>	<u>+ 70</u>	<u>+ 35</u>	<u>+ 64</u>

TIEMPO EMPLEADO: \_\_\_\_\_ min \_\_\_\_\_ seg

## D) PROBLEMAS:

A continuación vienen 5 problemas de resolución sencilla, de dos operaciones cada uno, que debes resolver con el menor número de errores y en el menor tiempo posible. Si pasados 10 minutos no has terminado, los problemas que queden sin hacer serán contabilizados como errores (el tiempo que por término medio suele emplearse en la realización de los 5 problemas es de unos 7 minutos) No empieces hasta que no se te indique y al finalizar no olvides anotar el tiempo empleado en el lugar indicado para ello al final de la página.

1º) En un almacén hay dos bidones con 254 y 368 litros de aceite cada uno. Si se venden a 79 pesetas el litro. ¿Cuánto dinero se obtendrá por la venta de todo el aceite?

RESULTADO: \_\_\_\_\_

2º) Los alumnos de una clase recaudaron 8925 pesetas, pero tan solo gastaron 476 pesetas entre todos. Lo que no se gastó se repartió entre los 17 alumnos de la clase. ¿Cuánto recibió cada alumno?

RESULTADO: \_\_\_\_\_

3º) Si tenemos 128 bolsas de caramelos con 39 caramelos cada bolsa, y en total pesan 184704 gramos. ¿Cuánto pesa cada caramelo?

RESULTADO: \_\_\_\_\_

4º) En una tienda había 92 paquetes de garbanzos con 365 garbanzos cada uno. Se comprobó que entre todos los garbanzos había 8741 que no estaban en buenas condiciones. ¿Cuántos garbanzos había buenos en total?

RESULTADO: \_\_\_\_\_

5º) Disponemos de 9350 gramos de pescado que dividimos en 275 trozos iguales. A cada trozo le ponemos un envase que pesa 18 gramos. ¿Cuánto pesa cada trozo de pescado con su envase?

RESULTADO: \_\_\_\_\_

TIEMPO EMPLEADO: \_\_\_\_\_ min \_\_\_\_\_ seg

INVESTIGACIÓN "DESAYUNO Y RENDIMIENTO ESCOLAR"2ª SEMANA EXPERIMENTAL

NOMBRE Y APELLIDO..... IDENTIFICADOR....

SITUACIÓN EXPERIMENTAL..... FECHA.....

## E) SUMAS:

A continuación vienen una serie de sumas que debes de realizar con el menor número de errores posible y en el menor tiempo posible. Si pasados 10 minutos no has terminado, las sumas que queden sin realizar serán consideradas como errores (por término medio suele emplearse en su realización unos 7 minutos). No empieces hasta que no se te indique y al finalizar no olvides mirar el cronómetro para anotar el tiempo empleado en la realización en el lugar indicado para ello.

72	38	16	54	90
74	93	10	85	26
32	91	80	47	65
18	70	49	25	63
29	36	70	14	85
74	91	63	82	50
<u>+ 91</u>	<u>+ 40</u>	<u>+ 32</u>	<u>+ 75</u>	<u>+ 86</u>

26	15	70	84	39
17	49	52	83	06
16	70	54	38	29
17	29	46	50	38
40	39	27	16	58
74	61	93	20	85
<u>+ 10</u>	<u>+ 29</u>	<u>+ 36</u>	<u>+ 48</u>	<u>+ 57</u>

15	74	93	28	60
93	75	30	46	18
27	39	48	56	10
27	36	85	40	19
54	71	30	69	28
74	82	61	95	30
<u>+ 98</u>	<u>+ 10</u>	<u>+ 72</u>	<u>+ 63</u>	<u>+ 45</u>

76	95	24	10	38
40	51	63	92	78
34	95	27	16	80
50	16	37	82	94
30	92	81	47	56
63	54	29	10	78
<u>+ 91</u>	<u>+ 28</u>	<u>+ 70</u>	<u>+ 35</u>	<u>+ 64</u>

TIEMPO EMPLEADO: \_\_\_\_\_ min \_\_\_\_\_ seg

## F) PROBLEMAS:

A continuación vienen 5 problemas de resolución sencilla, de dos operaciones cada uno, que debes resolver con el menor número de errores y en el menor tiempo posible. Si pasados 10 minutos no has terminado, los problemas que queden sin hacer serán contabilizados como errores (el tiempo que por término medio suele emplearse en la realización de los 5 problemas es de unos 7 minutos) No empieces hasta que no se te indique y al finalizar no olvides anotar el tiempo empleado en el lugar indicado para ello al final de la página.

1º) En un almacén había 8925 kilogramos de pienso. Se consumieron 476 y el resto se repartió entre 17 granjas. ¿Cuántos kilogramos recibió cada granja?

RESULTADO: \_\_\_\_\_

2º) En un colegio hay 128 clases de 39 alumnos cada clase. Entre todos gastaron 184704 pesetas. ¿Cuánto gastó cada alumno por término medio?

RESULTADO: \_\_\_\_\_

3º) Durante los 365 días del año se pagaron 92 pesetas diarias por consumo de luz. Si además se pagan 8741 pesetas anuales en concepto de contrato. ¿Cuánto se pagó en total en todo el año?

RESULTADO: \_\_\_\_\_

4º) Se repartieron 9350 balas entre 275 soldados. Si además cada soldado ya disponía de 18 balas en su cartuchera antes del reparto. ¿De cuántas balas dispone ahora cada soldado?

RESULTADO: \_\_\_\_\_

5º) De 868 tomates se retiraron 245 que estaban malos. Si cada tomate pesa por término medio 79 gramos. ¿Cuánto pesan todos los tomates buenos?

RESULTADO: \_\_\_\_\_

TIEMPO EMPLEADO: \_\_\_\_\_ min \_\_\_\_\_ seg

INVESTIGACIÓN "DESAYUNO Y RENDIMIENTO ESCOLAR"3ª SEMANA EXPERIMENTAL

NOMBRE Y APELLIDO..... IDENTIFICADOR....

SITUACIÓN EXPERIMENTAL..... FECHA.....

## G) SUMAS:

A continuación vienen una serie de sumas que debes de realizar con el menor número de errores posible y en el menor tiempo posible. Si pasados 10 minutos no has terminado, las sumas que queden sin realizar serán consideradas como errores (por término medio suele emplearse en su realización unos 7 minutos). No empieces hasta que no se te indique y al finalizar no olvides mirar el cronómetro para anotar el tiempo empleado en la realización en el lugar indicado para ello.

18	70	49	25	63
26	15	70	84	39
17	49	52	83	06
16	70	54	38	29
29	36	70	14	85
74	91	63	82	50
<u>+ 91</u>	<u>+ 40</u>	<u>+ 32</u>	<u>+ 75</u>	<u>+ 86</u>

17	29	46	50	38
15	74	93	28	60
93	75	30	46	18
27	39	48	56	10
40	39	27	16	58
74	61	93	20	85
<u>+ 10</u>	<u>+ 29</u>	<u>+ 36</u>	<u>+ 48</u>	<u>+ 57</u>

27	36	85	40	19
76	95	24	10	38
40	51	63	92	78
34	95	27	16	80
54	71	30	69	28
74	82	61	95	30
<u>+ 98</u>	<u>+ 10</u>	<u>+ 72</u>	<u>+ 63</u>	<u>+ 45</u>

50	16	37	82	94
72	38	16	54	90
74	93	10	85	26
32	91	80	47	65
30	92	81	47	56
63	54	29	10	78
<u>+ 91</u>	<u>+ 28</u>	<u>+ 70</u>	<u>+ 35</u>	<u>+ 64</u>

TIEMPO EMPLEADO: \_\_\_\_\_ min \_\_\_\_\_ seg

## H) PROBLEMAS:

A continuación vienen 5 problemas de resolución sencilla, de dos operaciones cada uno, que debes resolver con el menor número de errores y en el menor tiempo posible. Si pasados 10 minutos no has terminado, los problemas que queden sin hacer serán contabilizados como errores (el tiempo que por término medio suele emplearse en la realización de los 5 problemas es de unos 7 minutos) No empieces hasta que no se te indique y al finalizar no olvides anotar el tiempo empleado en el lugar indicado para ello al final de la página.

1º) 39 paquetes de bolígrafos con 128 bolígrafos cada paquete, costaron 184704 pesetas. ¿Cuánto costó cada bolígrafo?

RESULTADO: \_\_\_\_\_

2º) 92 turistas pagaron 365 pesetas cada uno por la entrada a un museo. Además, entre todos, pagaron a un guía 8741 pesetas. ¿Cuánto se gastaron entre todos?

RESULTADO: \_\_\_\_\_

3º) Un muchacho tenía 18 canicas. En su colegio repartieron 9350 canicas entre los 275 alumnos del colegio. ¿De cuántas canicas dispone ahora el muchacho?

RESULTADO: \_\_\_\_\_

4º) En un pueblo hay 868 habitantes de los que 245 son niños. Si cada adulto pesa por término medio 79 kilogramos por término medio. ¿Cuánto pesan entre todos los adultos del pueblo?

RESULTADO: \_\_\_\_\_

5º) En una cosecha de un campo se recogieron 8925 peras. Se tiraron 476 que estaban en mal estado. Las peras buenas se repartieron en 17 cajas. ¿Cuántas peras tiene cada caja?

RESULTADO: \_\_\_\_\_

TIEMPO EMPLEADO: \_\_\_\_\_ min \_\_\_\_\_ seg

INVESTIGACIÓN "DESAYUNO Y RENDIMIENTO ESCOLAR"4ª SEMANA EXPERIMENTAL

NOMBRE Y APELLIDO..... IDENTIFICADOR....

SITUACIÓN EXPERIMENTAL..... FECHA.....

## D) SUMAS:

A continuación vienen una serie de sumas que debes de realizar con el menor número de errores posible y en el menor tiempo posible. Si pasados 10 minutos no has terminado, las sumas que queden sin realizar serán consideradas como errores (por término medio suele emplearse en su realización unos 7 minutos). No empieces hasta que no se te indique y al finalizar no olvides mirar el cronómetro para anotar el tiempo empleado en la realización en el lugar indicado para ello.

18	70	49	25	63
17	49	52	83	06
16	70	54	38	29
17	29	46	50	38
26	15	70	84	39
15	74	93	28	60
<u>+ 91</u>	<u>+ 40</u>	<u>+ 32</u>	<u>+ 75</u>	<u>+ 86</u>

17	29	46	50	38
93	75	30	46	18
15	74	93	28	60
27	39	48	56	10
27	36	85	40	19
76	95	24	10	38
<u>+ 10</u>	<u>+ 29</u>	<u>+ 36</u>	<u>+ 48</u>	<u>+ 57</u>

27	36	85	40	19
40	51	63	92	78
34	95	27	16	80
76	95	24	10	38
50	16	37	82	94
72	38	16	54	90
<u>+ 98</u>	<u>+ 10</u>	<u>+ 72</u>	<u>+ 63</u>	<u>+ 45</u>

50	16	37	82	94
72	38	16	54	90
74	93	10	85	26
18	70	49	25	63
30	92	81	47	56
63	54	29	10	78
<u>+ 91</u>	<u>+ 28</u>	<u>+ 70</u>	<u>+ 35</u>	<u>+ 64</u>

TIEMPO EMPLEADO: \_\_\_\_\_ min \_\_\_\_\_ seg

## J) PROBLEMAS:

A continuación vienen 5 problemas de resolución sencilla, de dos operaciones cada uno, que debes resolver con el menor número de errores y en el menor tiempo posible. Si pasados 10 minutos no has terminado, los problemas que queden sin hacer serán contabilizados como errores (el tiempo que por término medio suele emplearse en la realización de los 5 problemas es de unos 7 minutos) No empieces hasta que no se te indique y al finalizar no olvides anotar el tiempo empleado en el lugar indicado para ello al final de la página.

1º) Sin impuestos 275 carpetas cuestan 9350 pesetas. Si por impuestos a cada carpeta se le aumenta el precio en 18 pesetas. ¿Cuánto habrá que pagar por cada carpeta?

RESULTADO: \_\_\_\_\_

2º) De 868 piezas de fruta 245 son manzanas y el resto peras. Si cada pera pesa 79 gramos por término medio. ¿Cuánto pesan entre todas las peras?

RESULTADO: \_\_\_\_\_

3º) Una máquina que fabrica piezas de tela tardó 8925 segundos en realizar una tarea. Los primeros 476 segundos se emplearon en el calentamiento de la máquina y el resto en fabricar 17 piezas de tela. ¿Cuánto tiempo empleó la máquina en fabricar cada pieza de tela?

RESULTADO: \_\_\_\_\_

4º) En 128 montones de 39 libros cada montón se contaron 184704 páginas. Si los libros son todos iguales. ¿Cuántas páginas tiene cada libro?

RESULTADO: \_\_\_\_\_

5º) El cuentakilómetros de un coche marcaba 8741 kilómetros. Después recorrió un promedio de 92 kilómetros diarios durante 365 días. ¿Cuántos kilómetros marcará el cuentakilómetros ahora?

RESULTADO: \_\_\_\_\_

TIEMPO EMPLEADO: \_\_\_\_\_ min \_\_\_\_\_ seg

INVESTIGACIÓN "HORAS SUEÑO-RENDIMIENTO INTELECTUAL"

SITUACIÓN EXPERIMENTAL: DORMIR MUY POCO (26-2-01)

(Si no es esta situación indicarlo)

NOMBRE Y APELLIDO..... IDENTIFICADOR....

Hora de acostarse..... Hora de levantarse..... Tiempo dormido.....

K) SUMAS:

A continuación vienen una serie de sumas que debes de realizar con el menor número de errores posible y en el menor tiempo posible. Si pasados 10 minutos no has terminado, las sumas que queden sin realizar serán consideradas como errores (por término medio suele emplearse en su realización unos 7 minutos). No empieces hasta que no se te indique y al finalizar no olvides mirar el cronómetro para anotar el tiempo empleado en la realización en el lugar indicado para ello.

18	70	49	25	63
74	93	10	85	26
18	70	49	25	63
17	29	46	50	38
26	15	70	84	39
15	74	93	28	60
<u>+ 91</u>	<u>+ 40</u>	<u>+ 32</u>	<u>+ 75</u>	<u>+ 86</u>

17	29	46	50	38
93	75	30	46	18
15	74	93	28	60
27	39	48	56	10
27	36	85	40	19
76	95	24	10	38
<u>+ 10</u>	<u>+ 29</u>	<u>+ 36</u>	<u>+ 48</u>	<u>+ 57</u>

27	36	85	40	19
76	95	24	10	38
17	49	52	83	06
16	70	54	38	29
50	16	37	82	94
72	38	16	54	90
<u>+ 98</u>	<u>+ 10</u>	<u>+ 72</u>	<u>+ 63</u>	<u>+ 45</u>

50	16	37	82	94
72	38	16	54	90
40	51	63	92	78
34	95	27	16	80
30	92	81	47	56
63	54	29	10	78
<u>+ 91</u>	<u>+ 28</u>	<u>+ 70</u>	<u>+ 35</u>	<u>+ 64</u>

TIEMPO EMPLEADO: \_\_\_\_\_ min \_\_\_\_\_ seg

## L) PROBLEMAS:

A continuación vienen 5 problemas de resolución sencilla, de dos operaciones cada uno, que debes resolver con el menor número de errores y en el menor tiempo posible. Si pasados 10 minutos no has terminado, los problemas que queden sin hacer serán contabilizados como errores (el tiempo que por termino medio suele emplearse en la realización de los 5 problemas es de unos 7 minutos) No empieces hasta que no se te indique y al finalizar no olvides anotar el tiempo empleado en el lugar indicado para ello al final de la página.

1º) De 868 gramos de aleación metálica, 452 gramos son de estaño y el resto oro. Se separa el oro del estaño y se vende a 97 pesetas el gramo. ¿Cuánto se obtendrá por el oro vendido?

RESULTADO: \_\_\_\_\_

2º) Disponemos de 8925 botones de los que despreciamos 476 y el resto lo repartimos en 17 cajas. ¿Cuántos botones tendrá cada caja?

RESULTADO: \_\_\_\_\_

3º) 139 cajas de 28 cuadernos cada uno pesan 284116 gramos. ¿Cuánto pesa cada cuaderno?

RESULTADO: \_\_\_\_\_

4º) Durante 29 días se fabricaron 653 piezas diarias en una fábrica. Si además había en el almacén 7418 piezas. ¿De cuántas piezas dispone ahora la fábrica?

RESULTADO: \_\_\_\_\_

5º) Un comerciante ha comprado 257 lapiceros por 8224 pesetas y quiere ganar 81 pesetas en cada lapicero. ¿A cuánto tiene que vender cada lapicero?

RESULTADO: \_\_\_\_\_

TIEMPO EMPLEADO: \_\_\_\_\_ min \_\_\_\_\_ seg

INVESTIGACIÓN "HORAS SUEÑO-RENDIMIENTO INTELECTUAL"SITUACIÓN EXPERIMENTAL: DORMIR POCO (12-3-01)

(Si no es esta situación indicarlo)

NOMBRE Y APELLIDO..... IDENTIFICADOR....

Hora de acostarse..... Hora de levantarse..... Tiempo dormido.....

## M) SUMAS:

A continuación vienen una serie de sumas que debes de realizar con el menor número de errores posible y en el menor tiempo posible. Si pasados 10 minutos no has terminado, las sumas que queden sin realizar serán consideradas como errores (por término medio suele emplearse en su realización unos 7 minutos). No empieces hasta que no se te indique y al finalizar no olvides mirar el cronómetro para anotar el tiempo empleado en la realización en el lugar indicado para ello.

18	70	49	25	63
50	16	37	82	94
72	38	16	54	90
17	29	46	50	38
26	15	70	84	39
15	74	93	28	60
<u>+ 91</u>	<u>+ 40</u>	<u>+ 32</u>	<u>+ 75</u>	<u>+ 86</u>

17	29	46	50	38
27	39	48	56	10
74	93	10	85	26
18	70	49	25	63
27	36	85	40	19
76	95	24	10	38
<u>+ 10</u>	<u>+ 29</u>	<u>+ 36</u>	<u>+ 48</u>	<u>+ 57</u>

93	75	30	46	18
15	74	93	28	60
17	49	52	83	06
16	70	54	38	29
50	16	37	82	94
72	38	16	54	90
<u>+ 98</u>	<u>+ 10</u>	<u>+ 72</u>	<u>+ 63</u>	<u>+ 45</u>

27	36	85	40	19
76	95	24	10	38
40	51	63	92	78
34	95	27	16	80
30	92	81	47	56
63	54	29	10	78
<u>+ 91</u>	<u>+ 28</u>	<u>+ 70</u>	<u>+ 35</u>	<u>+ 64</u>

TIEMPO EMPLEADO: \_\_\_\_\_ min \_\_\_\_\_ seg

## N) PROBLEMAS:

A continuación vienen 5 problemas de resolución sencilla, de dos operaciones cada uno, que debes resolver con el menor número de errores y en el menor tiempo posible. Si pasados 10 minutos no has terminado, los problemas que queden sin hacer serán contabilizados como errores (el tiempo que por termino medio suele emplearse en la realización de los 5 problemas es de unos 7 minutos) No empieces hasta que no se te indique y al finalizar no olvides anotar el tiempo empleado en el lugar indicado para ello al final de la página.

1º) En cada uno de 257 depósitos hay 18 litros. Si repartimos 8224 litros entre todos los depósitos. ¿Cuántos litros tendremos en cada depósito?

RESULTADO: \_\_\_\_\_

2º) 353 piezas sin sus envases pesan cada una 92 gramos. Los envases que las contienen pesan entre todos 7418 gramos. ¿Cuánto pesa el total de todas las piezas con sus envases?

RESULTADO: \_\_\_\_\_

3º) 138 cajas de 29 bolígrafos cada una pesan 292146 gramos. ¿Cuánto pesa cada bolígrafo?

RESULTADO: \_\_\_\_\_

4º) De 8925 tomates se tiraron 476 y el resto se repartió en 71 cajas. ¿Cuántos tomates había en cada caja?

RESULTADO: \_\_\_\_\_

5º) De 886 kilogramos de patatas he vendido 425. El resto las venderé a 79 pesetas/kilogramo. ¿Cuánto obtendré en esa segunda venta?

RESULTADO: \_\_\_\_\_

TIEMPO EMPLEADO: \_\_\_\_\_ min \_\_\_\_\_ seg

INVESTIGACIÓN "HORAS SUEÑO-RENDIMIENTO ESCOLAR"SITUACIÓN EXPERIMENTAL: DORMIR SUFICIENTE (19-3-01)

(Si no es esta situación indicarlo)

NOMBRE Y APELLIDO..... IDENTIFICADOR....

Hora de acostarse..... Hora de levantarse..... Tiempo dormido.....

## O) SUMAS:

A continuación vienen una serie de sumas que debes de realizar con el menor número de errores posible y en el menor tiempo posible. Si pasados 10 minutos no has terminado, las sumas que queden sin realizar serán consideradas como errores (por término medio suele emplearse en su realización unos 7 minutos). No empieces hasta que no se te indique y al finalizar no olvides mirar el cronómetro para anotar el tiempo empleado en la realización en el lugar indicado para ello.

76	95	24	10	38
40	51	63	92	78
18	70	49	25	63
50	16	37	82	94
72	38	16	54	90
15	74	93	28	60
<u>+ 91</u>	<u>+ 40</u>	<u>+ 32</u>	<u>+ 75</u>	<u>+ 86</u>

17	29	46	50	38
17	29	46	50	38
26	15	70	84	39
27	39	48	56	10
27	36	85	40	19
76	95	24	10	38
<u>+ 10</u>	<u>+ 29</u>	<u>+ 36</u>	<u>+ 48</u>	<u>+ 57</u>

74	93	10	85	26
18	70	49	25	63
93	75	30	46	18
16	70	54	38	29
50	16	37	82	94
72	38	16	54	90
<u>+ 98</u>	<u>+ 10</u>	<u>+ 72</u>	<u>+ 63</u>	<u>+ 45</u>

27	36	85	40	19
15	74	93	28	60
17	49	52	83	06
34	95	27	16	80
30	92	81	47	56
63	54	29	10	78
<u>+ 91</u>	<u>+ 28</u>	<u>+ 70</u>	<u>+ 35</u>	<u>+ 64</u>

TIEMPO EMPLEADO: \_\_\_\_\_ min \_\_\_\_\_ seg

## P) PROBLEMAS:

A continuación vienen 5 problemas de resolución sencilla, de dos operaciones cada uno, que debes resolver con el menor número de errores y en el menor tiempo posible. Si pasados 10 minutos no has terminado, los problemas que queden sin hacer serán contabilizados como errores (el tiempo que por termino medio suele emplearse en la realización de los 5 problemas es de unos 7 minutos) No empieces hasta que no se te indique y al finalizar no olvides anotar el tiempo empleado en el lugar indicado para ello al final de la página.

1º) Tengo que recorrer 868 kilómetros y ya he recorrido 524 kilómetros. Si cada kilómetro tardo en recorrerlo 79 segundos. ¿Cuántos segundos tardaré en recorrer el segundo tramo?

RESULTADO: \_\_\_\_\_

2º) De un fondo de 8925 pesetas se gastaron 476 pesetas y el resto se repartió entre 17 personas. ¿Cuánto recibió cada persona?

RESULTADO: \_\_\_\_\_

3º) Un ciclista dio 138 vueltas diarias a una pista durante 29 días. Si en total recorrió 292146 kilómetros. ¿Cuántos kilómetros tenía cada vuelta?

RESULTADO: \_\_\_\_\_

4º) Disponemos de 353 recipientes que pesan entre todos 7418 gramos. Si en cada recipiente introducimos 29 gramos de líquido. ¿Cuánto pesa el total de todos los recipientes con líquido?

RESULTADO: \_\_\_\_\_

5º) Se repartieron 8224 pesetas entre 257 personas. Si cada persona ya disponía de 81 pesetas. ¿De cuántas pesetas dispondrá cada persona después de realizado el reparto?

RESULTADO: \_\_\_\_\_

TIEMPO EMPLEADO: \_\_\_\_\_ min \_\_\_\_\_ seg

## APÉNDICE 18

### CALCULO DE LAS CORRELACIONES RESULTADOS DE PRUEBAS EXPERIMENTALES-RENDIMIENTO ESCOLAR

#### A) DATOS DE ASIGNATURAS

Se recogieron datos de calificaciones de las asignaturas de Lengua, Historia, Religión, Inglés, Física, y Química del curso pasado en Junio, la calificación media de la primera evaluación de este curso y la calificación media del curso pasado. Sólo se tomaron datos de 13 alumnos, del total de 16, que tuvieron comunes las asignaturas indicadas y que fueron con el mismo profesor, por lo que sus calificaciones son totalmente comparables. Estos datos son los siguientes:

	LENGUA	HISTORIA	RELIGIÓN	INGLÉS	FISICA	QUÍMICA	1ª EVAL	AÑO-PAS
A1	3	4	6	4	3	3	3,5	6,5
A2	2	4	6	4	4	3	3,6	
A3	3	6	6	6	5	7	5,2	7,1
A4	3	3	5	3	4	6	4,6	7
B1	7	8	8	7	7	9	7,2	7,8
B2	6	7	9	6	8	8	7,3	8,5
B3	5	5	7	3	4	6	4,9	7
B4	4	7	5	4	6	4	4,9	6,3
C1	5	8	5	5	6	4	5,4	7,6
C2	5	5	5	8	6	8	6,3	8
C3	3	6	6	5	7	7	5,8	7,7
C4	3	4	6	5	3	3	3,7	6,4
D1	5	4	7	2	5	6	4,9	6,5

#### B) DATOS DE PRUEBAS EXPERIMENTALES

Se calcularon los promedios de las 4 situaciones experimentales para cada sujeto experimental, en cada una de las 8 variables experimentales, que resultaron ser para los 13 sujetos anteriores:

	T-SUMAS	SUMAS B	T/B	T-PROBLE	PROBLE B	T/(B+1)	N-TAQUI	L-TAQUI
A1	389,3	16	24,64	405,5	4,25	90	15,25	10
A2	395,5	14,5	28,59	508	1,5	338,7	16,75	11,75
A3	347,5	18,25	20,58	388	3,75	92,28	15,5	16,25
A4	466,3	13	38,38	431,5	1,25	254,5	7,75	10,5
B1	293,8	19,25	15,25	323	4,75	56,25	19,25	18,25
B2	268	19	14,11	260,5	4,75	45,74	13,5	13
B3	309,3	18,25	17	372,8	4,5	68,56	10	8,5
B4	331	17	19,76	348,3	4,25	66,76	17,25	10,25
C1	371	15	24,95	472,5	2,75	127,5	17,5	13,75
C2	424,8	19	22,34	474,8	4,25	91,81	9,25	8,25
C3	241,3	17,75	13,59	457,3	2,25	228	14	10,5
C4	435,8	19,25	22,64	429,3	4	88,76	14,5	10
D1	423,5	12,75	33,81	437,5	3	111,4	17,5	14,25

C) CALCULO DE LAS CORRELACIONES RENDIMIENTO ESCOLAR-RESULTADOS PRUEBAS EXPERIMENTALES

Se calcularon las correlaciones entre los datos del apartado A) y los del apartado B) y se hallaron los promedios que aparecen en la última columna:

	LENGUA	HISTORIA	RELIGION	INGLÉS	FISICA	QUIMICA	1ª EVAL	ANO PAS	PROMEDIOS
T-Sumas	-0,3669	-0,6939	-0,5363	-0,2667	-0,6820	-0,4372	-0,5838	-0,4814	-0,5060
Sumas B	0,3333	0,4493	0,3420	0,7318	0,3380	0,4022	0,4721	0,4015	0,4338
T/B	-0,3840	-0,6724	-0,4512	-0,5588	-0,5590	-0,3892	-0,5510	-0,4659	-0,5039
T-Proble	-0,5752	-0,4676	-0,6986	-0,1707	-0,4327	-0,4329	-0,5333	-0,2286	-0,4424
Proble B	0,6021	0,4291	0,4634	0,4357	0,2301	0,2932	0,4009	0,1185	0,3716
T/(B+1)	-0,6558	-0,4534	-0,3737	-0,3131	-0,2414	-0,2968	-0,4116	-0,0276	-0,3467
N-Taquit	0,1546	0,4965	0,2173	0,0193	0,2024	-0,2073	0,0136	-0,1636	0,0916
L-Taquit	0,3958	0,5104	0,4421	0,2229	0,3873	0,3775	0,4155	0,2262	0,3722

