

Comunicación:

La coordinación de trabajos de investigación estadística para concursos tipo Incubadora de Sondeos.

La coordinación de trabajos de investigación estadística para concursos tipo Incubadora de Sondeos

Covadonga Rodríguez-Moldes Rey

email: covadongares@gmail.com

IES Mugaros. Mugaros (A Coruña)

RESUMEN

Los concursos del tipo “Incubadora de Sondeos y Experimentos” proporcionan una buena oportunidad para que el alumnado interesado de secundaria realice trabajos estadísticos bajo la supervisión de un profesor o profesora. En la comunicación que se presenta se dan algunas claves de la tarea de coordinar estas investigaciones analizando tres trabajos premiados en las tres categorías del concurso (1^o-2^o ESO, 3^o-4^o ESO, BAC).

Estadística, coordinación, trabajos, secundaria, incubadora, sondeos.

La coordinación de trabajos de investigación estadística para concursos tipo Incubadora de Sondeos.

Covadonga Rodríguez-Moldes Rey
IES Mugardos. Mugardos (A Coruña)

1. Introducción a modo de justificación

Hace cinco años la Sociedad Gallega para la Promoción de la Estadística y de Investigación en Operaciones (SGAPEIO), convocó el I Concurso Incubadora de Sondeos y Experimentos logrando una amplia difusión del mismo en los centros de secundaria de Galicia.

María Ángel Martínez Rodríguez era por aquel entonces profesora de matemáticas en el Instituto de Enseñanza Secundaria de Mugardos, villa de 6000 habitantes situada en un enclave privilegiado de la provincia de A Coruña entre las Rías de Ares y Ferrol. Impartía María Matemáticas en 2º de ESO y se animó a participar en el concurso con cuatro alumnos, dos chicos y dos chicas que se mostraron dispuestos a esta aventura.

El equipo se puso manos a la obra diseñando una encuesta y analizando los resultados obtenidos logrando, después de muchos recreos de trabajo haciendo y deshaciendo gráficas, presentar al concurso la propuesta que finalmente resultaría ganadora en el nivel 1º-2º ESO: "As novas tecnoloxías, fóra da aula, no IES Mugardos".

Al año siguiente María obtuvo plaza en otro centro pero, animados por el éxito obtenido el año anterior, eran varios los estudiantes que querían participar en el concurso, entre ellos los ganadores del año anterior y así fue como me vi envuelta en la tarea de coordinar tres trabajos para el concurso del año 2011, uno de ellos con los ganadores del año anterior quienes, al estar cursando 3º ESO, participaba en otra categoría y los otros dos con alumnado de 2º de ESO. El trabajo de 3º ESO "Un dilema para o consumidor: cal é o mellor tamaño para mercar ameixas?" obtuvo el primer premio y uno de los de 2º de ESO: "A decadencia dun mito estético: o rectángulo da moda fala galego", mención especial.

En el curso 2013-2014, dos de los estudiantes que habían ganado ya en dos categorías, al estar cursando 1º de bachillerato me piden colaboración para que les coordinase un trabajo para presentar al IV concurso en esta categoría y de nuevo nos metimos en la aventura resultando nuevamente premiados, esta vez en la categoría de bachillerato con el trabajo: "Introducción á análise sensorial. Estudo hedónico do pan no IES Mugardos".

Con la experiencia de haber coordinado tres trabajos premiados en las tres categorías de concurso presento esta comunicación en la que, además de presentar los trabajos, trataré aspectos relacionados con los concursos tipo incubadora y con la tarea de coordinar dichos trabajos.

2. Los concursos tipo Incubadora de Sondeos

Los concursos tipo "Incubadora de Sondeos y Experimentos" se celebran en varias autonomías y aunque no tienen todos el mismo nombre ni las mismas bases, tienen características similares. En el año 2014 se celebraron los siguientes:

Andalucía, Ceuta y Melilla: III Certamen del Sur "Incubadora de Sondeos y Experimentos"

Asturias: 2ª Convocatoria de la fase asturiana del concurso "Incubadora de Sondeos y Experimentos"

Cantabria: V Concurso Escolar de Trabajos Estadísticos

Castilla Y León: Premios de Estadística 2014 para estudios no universitarios de Castilla y León

Cataluña: 5è Planter de Sondeigs i Experiments (2014)

Extremadura: 3º Certamen del Concurso Diviértete con la Estadística

Galicia: IV Concurso Incubadora de Sondaxes e Experimentos

Madrid: VII Certamen Incubadora de Sondeos y Experimentos

Estos concursos están dirigidos a estudiantes de enseñanza secundaria obligatoria, bachillerato y ciclos formativos, que participan presentando un proyecto de Estadística o de

Investigación de Operaciones que de respuesta a una pregunta relevante usando técnicas estadísticas.

La SEIO, Sociedad Española de Estadística e Investigación Operativa, valorando la iniciativa de estos concursos muy positivamente, decide organizar una Fase Nacional en la que los estudiantes presenten los trabajos ganadores en las fases autonómicas. Esta Fase Nacional tienen tres objetivos:

1. *fomentar la enseñanza y el aprendizaje de la estadística en los niveles educativos no universitarios, conscientes de que esa es la mejor manera de conseguir alumnos motivados para realizar estudios universitarios de estadística e investigación operativa.*
2. *contribuir a que aparezcan otras fases locales de estos concursos en autonomías donde ahora no existen.*
3. *apoyar las fases locales de estos concursos, ya que a partir de ahora los estudiantes que participen tendrán un aliciente más para hacerlo.*

Y así se celebraron hasta el momento, en el mes de julio, las siguientes Fases Nacionales:

- I Fase Nacional (Barcelona, 2011)
- II Fase Nacional (Valladolid, 2012)
- III Fase Nacional (Santiago de Compostela, 2013)
- IV Fase Nacional (Granada, 2014)

Estas Fases Nacionales suponen para alumnado y profesorado acompañante una oportunidad estupenda para aprender estadística, compartir experiencias y convivir.

3. Los trabajos de investigación estadística en el currículo de Matemáticas

Los trabajos de investigación, y dentro de ellos, los de investigación estadística, son una herramienta importante para la enseñanza de las Matemáticas. Lo fueron siempre y en el nuevo panorama educativo que dicta la LOMCE, de forma especial. En la introducción de la materia Matemáticas que aparece en el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre por el que se establece el currículo de la ESO y del Bachillerato se dice:

La resolución de problemas y los proyectos de investigación constituyen ejes fundamentales en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las Matemáticas. La habilidad de formular, plantear, interpretar y resolver problemas es una de las capacidades esenciales de la actividad matemática, ya que permite a las personas emplear los procesos cognitivos para abordar y resolver situaciones interdisciplinares reales, lo que resulta de máximo interés para el desarrollo de la creatividad y el pensamiento lógico.

Y cuando en ese decreto se van desarrollando los criterios de evaluación, estándares de aprendizaje y contenidos por bloques, aparte del bloque de Estadística y Probabilidad en donde se ubican los contenidos propios de esta rama de las Matemáticas, en el Bloque 1: “Procesos, métodos y actitudes en matemáticas” que es común para la ESO y bachillerato, vemos que los trabajos de investigación tienen un sitio en el currículo:

▪ <i>Bloque 1. Procesos, métodos y actitudes en matemáticas</i>		
<i>Contenidos</i>	<i>Criterios de evaluación</i>	<i>Estándares de aprendizaje</i>
▪ <i>Formulación de proyectos e investigaciones matemáticas escolares, en contextos numéricos, geométricos, funcionales, estadísticos y probabilísticos, de forma individual y en equipo. Elaboración y presentación de</i>	▪ <i>B1.5. Elaborar y presentar informes sobre el proceso, resultados y conclusiones obtenidas en los procesos de investigación.</i>	▪ <i>MAB1.5.1. Expone y argumenta el proceso seguido además de las conclusiones obtenidas, utilizando distintos lenguajes: algebrico, gráfico, geométrico y estadístico-probabilístico.</i>

los informes correspondientes.		
<ul style="list-style-type: none"> Práctica de los procesos de matematización y modelización, en contextos de la realidad y en contextos matemáticos, de forma individual y en equipo. 	<ul style="list-style-type: none"> B1.6. Desarrollar procesos de matematización en contextos de la realidad cotidiana (numéricos, geométricos, funcionales, estadísticos o probabilísticos) a partir de la identificación de problemas en situaciones problemáticas de la realidad. 	<ul style="list-style-type: none"> MAB1.6.1. Identifica situaciones problemáticas de la realidad susceptibles de contener problemas de interés. MAB1.6.2. Establece conexiones entre un problema del mundo real y el mundo matemático, MAB1.6.3. Usa, elabora o construye modelos matemáticos sencillos que permitan la resolución de un problema o problemas dentro del campo de las matemáticas.
<ul style="list-style-type: none"> Práctica de los procesos de matematización y modelización, en contextos de la realidad y en contextos matemáticos, de forma individual y en equipo. 	<ul style="list-style-type: none"> B1.8. Desarrollar y cultivar las actitudes personales inherentes al quehacer matemático. 	<ul style="list-style-type: none"> MAB1.8.1. Desarrolla actitudes adecuadas para el trabajo en matemáticas: esfuerzo, perseverancia, flexibilidad y aceptación de la crítica razonada. MAB1.8.2. Se formula la resolución de retos con la precisión, esmero e interés adecuados al nivel educativo y a la dificultad de la situación. MAB1.8.4. Desarrolla actitudes de curiosidad e indagación, junto con hábitos de formularse preguntas y buscar respuestas adecuadas. MAB1.8.5. Desarrolla habilidades sociales de cooperación y trabajo en equipo. MAB1.8.6. Utiliza medios tecnológicos para el tratamiento de datos y gráficas estadísticas, extraer información y elaborar conclusiones.

Además de este apoyo explícito que la ley otorga a los proyectos de investigación con escolares, quiero citar a dos autoridades en educación matemática que avalan las iniciativas de este tipo. El primero es Pedro Puig Adam quien en la Circular nº 4 de la Asesoría de Matemáticas de Enseñanza Laboral, en el mes de octubre de 1956, escribía al profesorado estas palabras animándoles a la creación de “obra didáctica”:

“Cuando cada profesor se sienta creador de obra didáctica en su clase, específicamente suya y como tal con peculiaridades y novedades que la distinguen de las demás, sentirán como nunca la belleza de nuestra tarea y gozarán enseñando como sus alumnos aprendiendo”

La segunda es la admirada M^a Antonia Canals quien en una conferencia impartida en las XI JAEM de Zaragoza nos decía:

“Si crees que algo se debe hacer, ¡hazlo!. No tengas miedo a la innovación”

El respaldo legislativo y de los maestros en educación matemática es un aliciente para animarse –y animar al alumnado- a participar en los concursos tipo Incubadora.

4. Algunos aspectos a tener en cuenta en los trabajos de investigación estadística para concursos tipo Incubadora de Sondeos

La experiencia de haber presentado cuatro trabajos al concurso me sirve para reflexionar sobre algunos aspectos que conviene tener en cuenta a la hora de enfrentarse a la tarea de coordinar un nuevo proyecto.

Es necesario saber que estos trabajos exigen una implicación grande del profesorado y del alumnado y **será necesario trabajar en tiempo no lectivo** (tardes y recreos) debiendo todos los participantes comprometerse a hacer las tareas que se encomienden.

Teniendo esto presente, el alumnado que voluntariamente muestre deseos de participar debe ser aceptado por el profesor o profesora pues de no hacerlo podrían generarse frustraciones no deseables. Si sucediese que el número de voluntarios excediera el cupo de estudiantes previsto (en Galicia los trabajos pueden ser individuales o en grupos de como máximo cuatro participantes) en mi opinión es aconsejable coordinar un nuevo proyecto y dar entrada a todos los que lo deseen.

Es aconsejable que los proyectos sean conocidos y **autorizados por los órganos de coordinación docente** (Comisión de Coordinación Pedagógica y Claustro) pues durante la fase de elaboración podría ser necesario que el alumnado faltase de forma puntual a alguna clase o actividad para lo que tendría autorización (siempre, claro, contando con la autorización previa de las familias).

Una vez elaborado el trabajo **el alumnado debería presentarlo a compañeros, profesores y padres** pues es la forma de dar a conocer lo realizado y de prepararse por si es necesario presentarlo en el concurso.

5. Muestra de trabajos

A continuación presento un resumen de los tres trabajos que coordiné que obtuvieron alguna distinción

5.1. “La decadencia de un mito estético: el rectángulo de moda habla gallego”

Nivel: 2º ESO (categoría 1º-2º ESO)

Nº participantes: 4

Año: 2012

Este trabajo se presentó en el año 2012 y recibió una mención especial. Los autores (Rubén González Rodríguez, João Pedro Moreira Dos Santos, Mercedes Pereira Rodríguez, Sara Vázquez Rumbo) cursaban 2º de ESO.

En 1876 el alemán Gustav Theodor Frechner (1801-1887), creador de la *psicofísica* -disciplina que establece las relaciones matemáticas precisas entre los estímulos y las sensaciones que estos provocan- hizo un estudio estadístico con varios centenares de personas sin experiencia artística a las que les pidió que eligiesen el rectángulo que más les agradaba entre varios. El *rectángulo áureo*, definido por la proporción áurea, resultó elegido por amplia mayoría convirtiéndose desde entonces en un estándar de belleza.

El trabajo pretendía repetir el experimento de Frechner en la villa de Mugarodos para lo que fue necesario elegir rectángulos que acompañasen al *rectángulo áureo* en la encuesta que había que hacer y seleccionar una muestra que representase con garantía a la población de Mugarodos.

Se perseguían los siguientes objetivos:

- Relacionar ámbitos matemáticos como la geometría y la estadística.
- Implicar al pueblo de Mugarodos en una investigación matemática.
- Aprender conceptos estadísticos como el tamaño de una muestra.
- Saber organizarse para la realización de un amplio trabajo de campo
- Aprender a manejar informáticamente una cantidad elevada de datos.

Los rectángulos elegidos como oponentes del *rectángulo áureo* (que tiene los lados en la relación de la diagonal y el lado de un pentágono regular) fueron el *rectángulo cordobés* (con lados en relación del radio y el lado de un octógono regular), el *rectángulo Din* (lados en relación entre la diagonal de un cuadrado y su lado) y el *rectángulo gallego* (inventado para la ocasión con lados en la relación de la diagonal de un hexágono regular y el lado). Todos ellos tienen en común que la proporción en las medidas de sus lados es un número irracional.

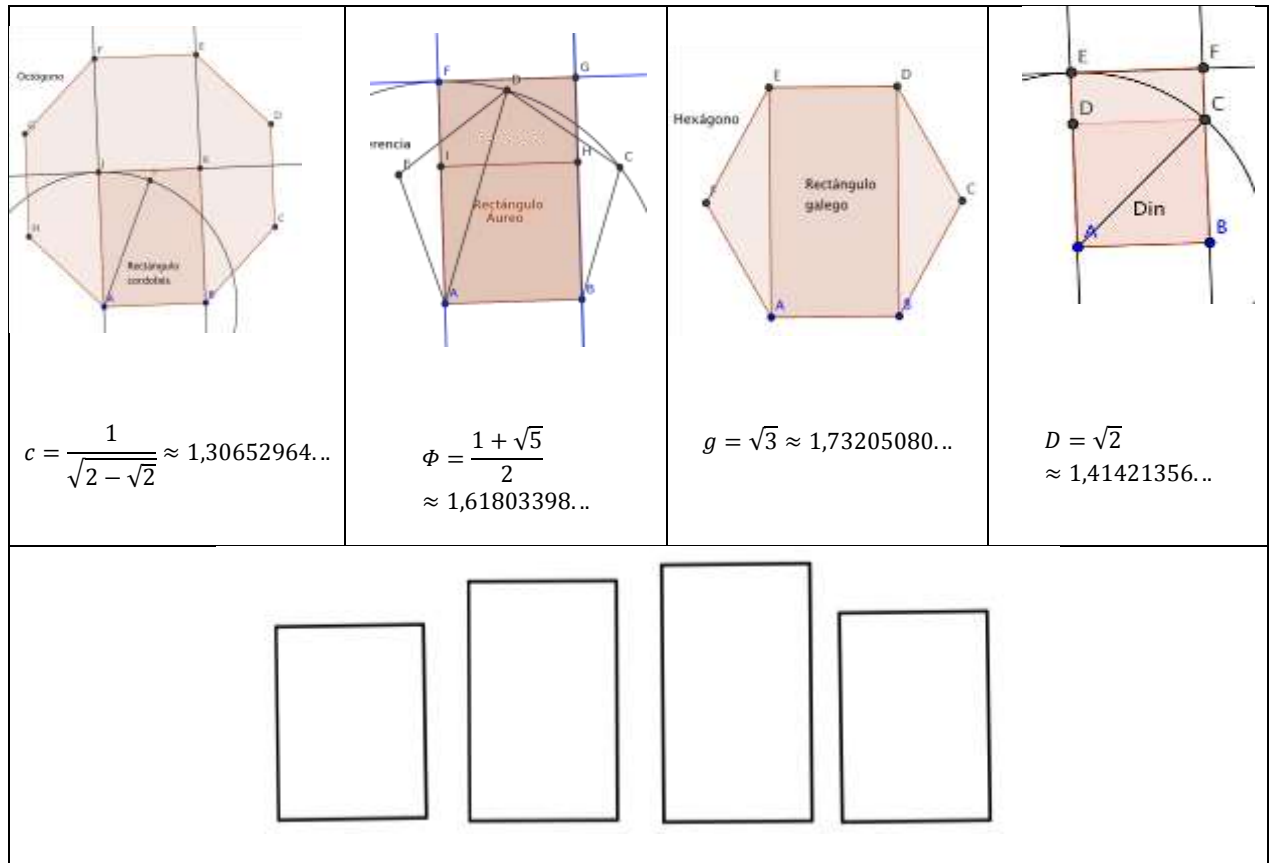


Ilustración 1. Los cuatro rectángulos. ¿Cual es cual?

Después de calcular el tamaño de la muestra, de preparar los documentos de recogida de datos y los rectángulos para la encuesta, se procedió al trabajo de campo en el que se recogieron 581 respuestas válidas y posteriormente al trabajo de informático en el que había que hacer gráficas por tramos de edad y por sexos. Los resultados fueron sorprendentes. Mostramos la gráfica global con los porcentajes obtenidos y la gráfica por tramos de edad:

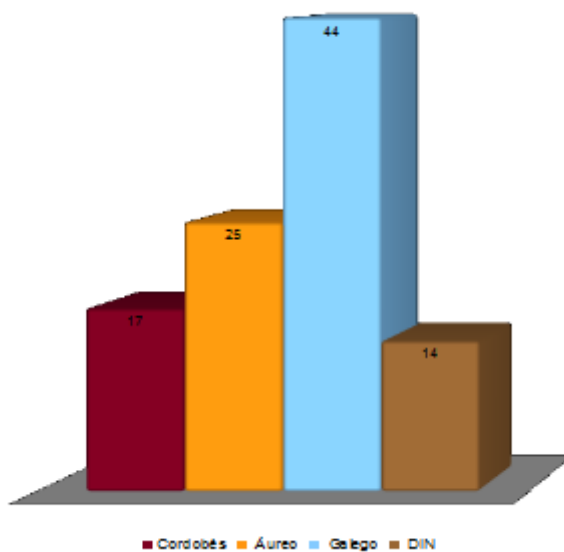


Ilustración 2: Resultados globales

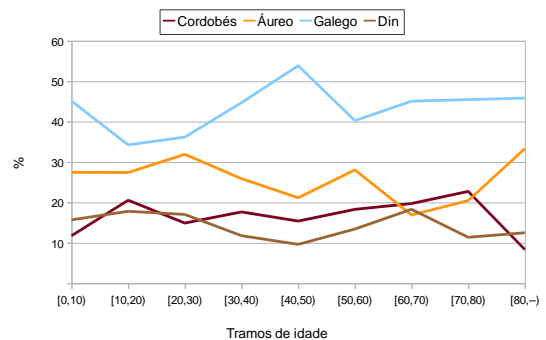


Ilustración 3: Resultados por tramos de edad

Y estas fueron las conclusiones y la ficha técnica de la encuesta:

“Cuando comenzamos este trabajo non imaginábamnos lo que luego aconteció. De manera irrefutable, con sorprendente uniformidad por sexos y tramos de idade, un mito estético como la Divina Proporción cae derrumbado en la villa de Mugardos.

Nada nos hace pensar que esta villa tiene gustos estéticos diferentes a otras villas y ciudades, al contrario, Mugardos es un lugar en el que se impulsan acciones que mejoran la formación estética de la xente como los premios de pintura Bello Piñeiro y Piñeiro Pose que gozan de prestigio en Galicia, el proyecto educativo del IES de Mugardos “Isto faino un neno” que acercó a todos los estudiantes del ayuntamiento el arte contemporánea, las clases, organizadas por el municipio, de dibujo y pintura con gran afluencia de alumnado, incluso existe algo tan curioso como una activa sociedade cultural con el nombre “ Amigos da paisaxe galega” en el lugar de O Seixo.

*Por lo dicho anteriormente nos atrevemos a extrapolar los resultados obtenidos en Mugardos y aseguramos que existe un rectángulo que se alza con la corona del reino estético de los rectángulos, **el rectángulo gallego: O REI TÁNGULO***



Ilustración 4. O Rei Tángulo

Somos conscientes de que habrá presiones para derrocarlo, sabemos que el rectángulo 16:9 tiene importantes apoyos que intentarán hacerse con la corona estética, incluso sabemos que la Divina Proporción intentará recuperar el trono estético apoyada por una parte importante de la comunidade matemática, pero desde la vila de Mugardos esperamos que O REI TÁNGULO logre tener un largo reinado”.

FICHA TÉCNICA

ÁMBITO: Municipio de Mugardos.

UNIVERSO: Poboación do concello de Mugardos.

TIPO DE ENQUISA: Entrevista directa.

TAMAÑO DA MOSTRA: 581 entrevistas.

SELECCIÓN DAS ENTREVISTAS: Selección aleatoria por cuotas de idade.

ERRO MOSTRAL: Cun nivel de confianza do 95,5% (dos sigmas), e P=Q como caso máis desfavorable, o erro é de $\pm 5\%$.

DATAS DE REALIZACIÓN: Do 9 ao 23 de abril de 2012.

INSTITUTO RESPONSABLE: IES Mugardos. O Cristo s/n . 15624 Mugardos (A Coruña)

Tel: 981472074; Fax: 981470818. Correo electrónico: ies.mugardos@edu.xunta.es.

Internet: www.edu.xunta.es/centros/iesdemugardos/

Comentario personal:

La actitud del alumnado fue excelente y resultó bastante fácil organizar y repartir el trabajo de campo en el que actuaron por parejas. El trabajo informático fue realizado con bastante agilidad a pesar del elevado número de datos.

En este tipo de trabajos es necesario revisar con cuidado todas las gráficas y listados pues a veces los alumnos “mueven” los datos sin la precisión debida.



Ilustración 5: Recogiendo el premio en Santiago

5.2. “Un dilema para el consumidor: ¿cual es el mejor tamaño para comprar almejas?”

Nivel: 3º ESO (categoría 3º-4º ESO)

Nº participantes: 4

Año: 2012

Tres de los cuatro autores:: Blanca Fernández Rodríguez, Verónica González Regueiro, Pablo Pérez Rey y Sergio Vila Plana habían recibido el primer premio el año anterior en la categoría de 1º, 2º ESO por lo que estaban muy motivados y con mucha ilusión.

Presentamos un trabajo de investigación sobre medidas en las almejas y como estas medidas pueden influir en los consumidores. Se trataba de investigar y aprender estadística y ciencias a la vez.

Elegimos la *almeja babosa* (*venerupis pullastra*) que es una especie que se dá en abundancia en las rías galegas y en concreto en Mugardos en donde se recogen cada año del orden de 12000kg.

Los objetivos del trabajo eran:

- Comprender lo que es una investigación científica enfrentarse a todos los problemas que presenta: elaboración de propuestas, trabajo de campo, trabajo de laboratorio, procesamiento de datos, realización de cálculos estadísticos y, por último, interpretación de los resultados.
- Investigar si el crecimiento en tamaño de las almejas se dá en las tres dimensiones – largo, ancho, alto- de manera proporcional (cosa que, por ejemplo, no sucede con el crecimiento humano)
- Investigar si el crecimiento en longitud de la almeja es proporcional al aumento de peso de la vianda (o peso húmedo) y al aumento en el peso total del molusco.
- Investigar si al aumentar la longitud de la almeja aumenta la proporción entre el peso de la vianda y el peso total de la almeja. Este dato puede resultar importante para los



Ilustración 6: Almeja babosa

consumidores: ¿merece la pena *comprarr almejas de gran tamaño y mayor precio?*

Una vez conseguidas las almejas después de visitar a mariscadoras y vendedores tanto en la zona de recogida en la orilla del mar como en la lonja, el trabajo de laboratorio siguió la siguiente secuencia tal como describían los alumnos:

“En primer lugar secamos, limpiamos y marcamos las almejas. Cada almeja debía tener un nombre propio que escribimos en su concha.

En segundo lugar tomamos de cada almeja tres medidas con un calibre digital: la longitud, la altura y la anchura y las anotamos en un formulario que previamente habíamos elaborado.

En tercer lugar pesamos las almejas en una balanza electrónica y anotamos el resultado en el formulario.

En cuarto lugar, lo más complicado y laborioso de todo, abrimos las almejas en un microondas, extirpamos la vianda, la pesamos, anotamos el valor obtenido y colocamos la vianda en un vaso plástico marcado con el nombre de la almeja y en el que estaba ya depositada su concha.

En quinto lugar preparamos los vasos para a su congelación (podría ser necesario -como así sucedió- revisar las medidas).

Finalmente recogimos y limpiamos todo convenientemente.”



Ilustración 7: Trabajo en el laboratorio

Enseguida nos pusimos con el trabajo informático y pronto comenzaron a salir las gráficas con los resultados esperados. Este es un ejemplo:

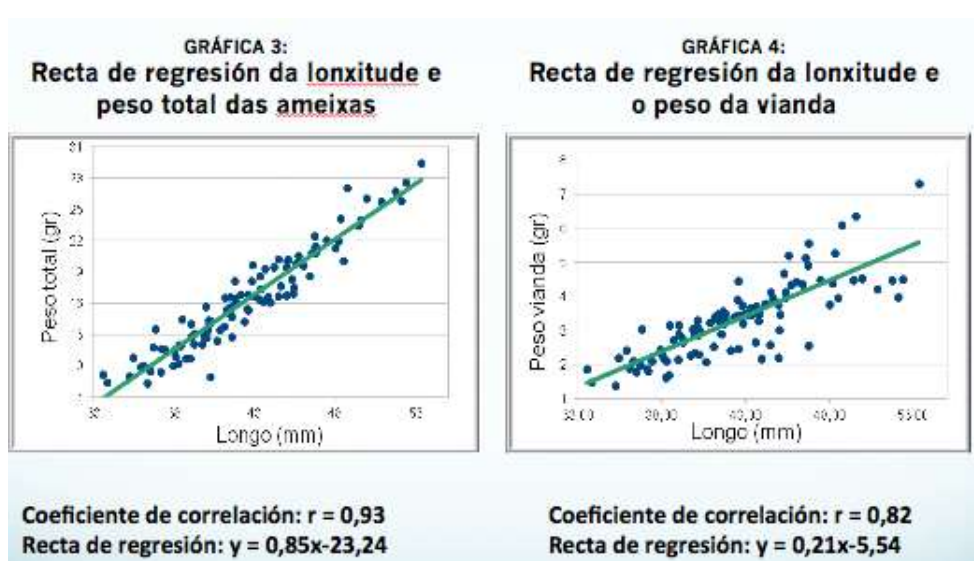


Ilustración 8. Imágenes de regresión

Pero algo no salía como esperábamos. Nuestra búsqueda de la “almeja 10” resultó

infructuosa pues la relación entre la proporción de vianda y la longitud no mostraba la regresión parabólica que esperábamos en la que el máximo sería esa almeja ideal. Expertos en estadística nos aconsejaron hacer *regresogramas* que no suponen aproximación a una función y muestran el comportamiento global. Aprendieron muy pronto a hacerlos y observamos algo extraño:

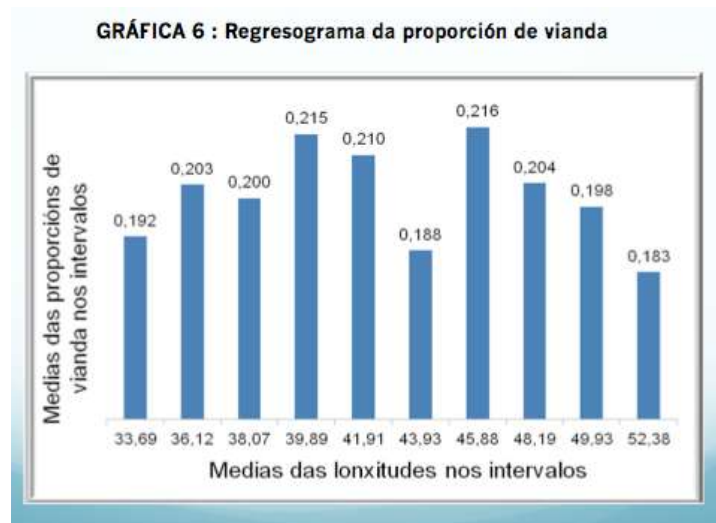


Ilustración 9. 2. Regresograma

Las que suponíamos mejores almejas experimentaban una caída en la proporción de vianda, ¿a que se debía?. Verónica, Blanca, Sergio y Pablo se dirigieron muy resueltos a hablar con el biólogo de la cofradía de pescadores al que mostraron las gráficas. Después de estudiarlas les contó que, sin lugar a dudas, por el tamaño de las almejas, por la fecha de recogida y por la temperatura del agua en esa fecha, se había producido el desove de las almejas que las obliga a mucho esfuerzo y a un gran desgaste.

Esta fue la reflexión final de los participantes: “En el trabajo aprendimos que los hechos científicos son los que son, que no se deben manipular datos para obtener resultados que nos convengan y que hay muchos *factores no previstos a priori* (caso del desove) que pueden hacer que las suposiciones iniciales (regresión parabólica) no se cumplan.

Comentario personal:

Sin duda este es el trabajo que me produjo más satisfacciones de todos los que coordiné. El tema elegido, la implicación absoluta de los participantes.... todo resultó agradable. Estudiamos juntos conceptos estadísticos que antes les eran desconocidos como la regresión y a la hora de presentar el trabajo en público consiguieron transmitir con entusiasmo todo lo vivido. En resumen, un trabajo extraordinario.



Ilustración 10: Sergio, Verónica, Covadonga, Pablo y Alba recogiendo el premio

5.3. “Introducción al análisis sensorial. Estudio hedónico del pan en el IES Mugaros”

Nivel: 1º BAC (categoría Bachillerato)

Nº participantes: 4

Año: 2014

Se repiten nombres ya escritos entre los autores: Verónica González Regueiro, Carlos Rodeiro Mauriz, Carmen Sanmartín Fero y Sergio Vila Plana, precisamente estos fueron los alumnos que habían ganado el primer premio en el año 2011 cuando estudiaban 2º ESO. En el año 2014 me pidieron, una vez más, que les ayudase a participar en el concurso en la categoría de bachillerato. Verónica y Sergio habían hecho conmigo el trabajo de las almejas y les gustaba mucho la biología por lo que en principio pensamos en un trabajo de alometría con plantas de crecimiento rápido, pero después de bastantes trabajos y de haber perdido mucho tiempo infructuosamente, no conseguimos que las plantas se desarrollasen. Desistimos con las plantas y tratamos de buscar un trabajo en el que pudiésemos conseguir los datos en poco tiempo, así fue como entramos en el mundo del análisis sensorial y de las catas.

Una vez que decidimos abordar estadísticamente el análisis sensorial, elegimos el producto para evaluar y nos decidimos por el **pan** por los siguientes motivos:

- es consumido por la mayor parte de la población
- es un producto asequible económicamente
- es fácil de conseguir
- existen tipos distintos de pan al alcance de los consumidores
- es fácil de manipular

Haríamos **pruebas hedónicas** al alumnado del IES Mugaros, en ellas se pide al consumidor que valore el grado de satisfacción general (liking) que le produce un producto utilizando una escala que le proporciona el analista; además, usaríamos dos tipos de escala distintas:

- Escala gráfica lineal

Pertenece a la categoría de las escalas de intervalos. Consiste en una recta horizontal de dimensiones conocidas con anclajes verbales en los extremos para definir el mínimo y el máximo. El juez hace una marca vertical en el punto que representa su valoración.

La escala gráfica lineal proporciona datos continuos que se aproximan a una distribución normal, que es la hipótesis de partida del análisis estadístico habitual. Parece que esta escala favorece la comparación entre productos.

- Escala hedónica de nueve puntos o escala Likert

Consiste en una lista ordenada de posibles respuestas correspondientes a distintos grados de satisfacción equilibradas alrededor de un punto neutro. El consumidor marca la respuesta que mejor refleja su opinión sobre el producto. La escala más utilizada es la escala hedónica de 9 puntos que produce datos discretos.

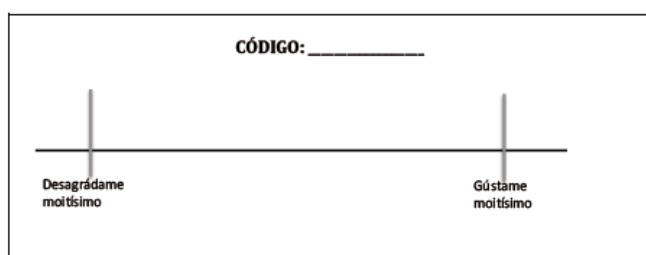


Ilustración 11.. Escala continua y discreta

CÓDIGO: _____
<input type="checkbox"/> Gústame moltísimo
<input type="checkbox"/> Moi saboroso
<input type="checkbox"/> Saboroso
<input type="checkbox"/> Gústame
<input type="checkbox"/> Nin me gusta nin me desagrada
<input type="checkbox"/> Non me gusta
<input type="checkbox"/> Desagradame
<input type="checkbox"/> Desagradame moito
<input type="checkbox"/> Desagradame moltísimo

Estos fueron los objetivos planteados:

- Efectuar dos catas con los mismos productos a los mismos consumidores empleando en cada cata una escala de medida diferente, en una, la escala hedónica de nueve puntos y en la otra, la escala lineal.
- Analizar los resultados obtenidos en las dos escalas a los mismos consumidores usando distintos métodos, entre ellos la regresión, el contraste de hipótesis y el análisis de varianza (ANOVA), con el objeto de saber si las dos escalas producen resultados con diferencias significativas.
- Tratar estadísticamente los resultados obtenidos en las catas para obtener datos del consumo de pan entre la juventud en Mugaridos, especialmente sobre el tipo de pan que tiene mayor aceptación.
- Mejorar nuestra formación estadística.

El diseño de una cata para evaluar sensorialmente un producto es una tarea bastante complicada que requiere mucho orden y precisión, sobre todo si los jueces de la cata son chicos y chicas de entre 13 y 18 años. Decidimos que una muestra representativa estaría compuesta por 10 alumnos de cada curso. Los 60 jueces serían personas no adiestradas en análisis sensorial y voluntarios; se les pidió que no tomaran alimentos ni goma de mascar la hora anterior a las catas.

Paralelamente a la selección de la muestra fijamos los productos íbamos a evaluar. Serían los cuatro tipos de pan de mayor venta en los establecimientos de la villa: barra normal, barra del país, baguette y pan de molde. Vemos una imagen de ellos a continuación:



Ilustración 12. Los cuatro tipos de pan a evaluar (barra normal, barra país, baguette y pan de molde).

Diseñamos los formularios a utilizar y preparamos el mantel y el puesto de cata. Sobre el mantel de cata, en cada puesto, estaba la *tarjeta del consumidor* con un código que identificaba a cada juez. En el reverso de la tarjeta estaban los datos personales de cada catador y unas preguntas relacionadas con el consumo del pan que debían contestar antes de efectuar la cata. Además, en cada puesto de cata había un vaso con agua, una servilleta de papel y, por supuesto, los formularios correspondientes a cada cata.

Como salas de cata usamos dos aulas de cata. Es necesario dejar constancia de que fue necesario alterar la vida del centro y desplazar a los usuarios habituales de las aulas para poder realizar las catas. Estamos muy agradecidos al profesorado y al alumnado del centro por la colaboración prestada.

El día de las pruebas la actividad fue frenética desde muy temprano: comprar el pan, preparar las aulas y los puestos de cata, cortar los 240 trozos de pan, envolverlos en papel aluminio y disponerlos en el orden adecuado en los manteles, reclutar a los jueces según un criterio aleatorio definido y, finalmente, recoger, limpiar.... Y esto ¡dos veces en una misma mañana!

Mientras en un aula se empleó la escala de 9 puntos, en la otra se usaba la lineal. El comportamiento de los jueces fue estupendo, realmente actuaron con mucha seriedad y

eficacia de tal forma que fueron válidos todos los datos recogidos y no se eliminaron los datos de ningún juez.



Ilustración 13. Cortando el pan



Ilustración 14. Preparando la cata



Ilustración 14. Un trago de agua entre pan y pan



Ilustración 15.. Momento de la cata en el aula 8

Una vez finalizadas las catas y con todo en orden, llegó el momento de pasar la información a una hoja de cálculo. Para pasar los datos de la evaluación lineal diseñamos una transparencia en la que aparecía la escala lineal graduada de 1 a 9 puntos que se superponía sobre el formulario. Resultó muy eficaz y de rápido uso.

Decidimos dividir el estudio estadístico en dos apartados, en el primero analizamos el comportamiento de las dos escalas usando las siguientes técnicas:

- Comparación de datos básicos de cada pan
- Regresión y correlación lineal entre las dos escalas
- Contraste de hipótesis para la diferencia de medias con datos apareados
- Análisis de la varianza de las dos escalas

y en el segundo estudiamos Resultados relacionados con el consumo de pan entre la juventud de Mugarodos

De la comparación simple de los datos obtuvimos gráficas como los diagramas de tallo y hojas siguientes hechas con Geogebra que muestra la comparación de los datos obtenidos para la barra del país:

	Datos estadísticos	Diagrama de tallo y hojas																						
Escala hedónica de nueve puntos	<table border="1"> <tr><td>n</td><td>60</td></tr> <tr><td>Media</td><td>6.9333</td></tr> <tr><td>σ</td><td>1.2365</td></tr> <tr><td>s</td><td>1.2469</td></tr> <tr><td>Σx</td><td>416</td></tr> <tr><td>Σx^2</td><td>2976</td></tr> <tr><td>Mín</td><td>4</td></tr> <tr><td>Q1</td><td>6</td></tr> <tr><td>Mediana</td><td>7</td></tr> <tr><td>Q3</td><td>8</td></tr> <tr><td>Máx</td><td>9</td></tr> </table>	n	60	Media	6.9333	σ	1.2365	s	1.2469	Σx	416	Σx^2	2976	Mín	4	Q1	6	Mediana	7	Q3	8	Máx	9	<pre> 4 0 0 5 0 0 0 0 6 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 7 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 8 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 9 0 0 0 0 0 0 </pre>
n	60																							
Media	6.9333																							
σ	1.2365																							
s	1.2469																							
Σx	416																							
Σx^2	2976																							
Mín	4																							
Q1	6																							
Mediana	7																							
Q3	8																							
Máx	9																							
Escala lineal	<table border="1"> <tr><td>n</td><td>60</td></tr> <tr><td>Media</td><td>6.43</td></tr> <tr><td>σ</td><td>1.3825</td></tr> <tr><td>s</td><td>1.3941</td></tr> <tr><td>Σx</td><td>385.8</td></tr> <tr><td>Σx^2</td><td>2595.365</td></tr> <tr><td>Mín</td><td>3.1</td></tr> <tr><td>Q1</td><td>5.45</td></tr> <tr><td>Mediana</td><td>6.4</td></tr> <tr><td>Q3</td><td>7.575</td></tr> <tr><td>Máx</td><td>9</td></tr> </table>	n	60	Media	6.43	σ	1.3825	s	1.3941	Σx	385.8	Σx^2	2595.365	Mín	3.1	Q1	5.45	Mediana	6.4	Q3	7.575	Máx	9	<pre> 3 1 3 4 0 0 2 5 6 9 9 5 2 3 4 4 4 4 5 6 9 9 9 9 6 0 0 0 1 1 2 2 4 4 4 5 5 5 6 6 9 7 0 0 1 2 3 3 3 6 6 6 6 7 8 8 8 9 8 1 1 6 8 9 0 0 0 </pre>
n	60																							
Media	6.43																							
σ	1.3825																							
s	1.3941																							
Σx	385.8																							
Σx^2	2595.365																							
Mín	3.1																							
Q1	5.45																							
Mediana	6.4																							
Q3	7.575																							
Máx	9																							

Ilustración 16. Comparación simple

O el comportamiento de los valores medios de las puntuaciones de los mismos jueces a cada pan en las dos escalas, que es bastante parecido como refleja en la siguiente gráfica hecha con Excel.

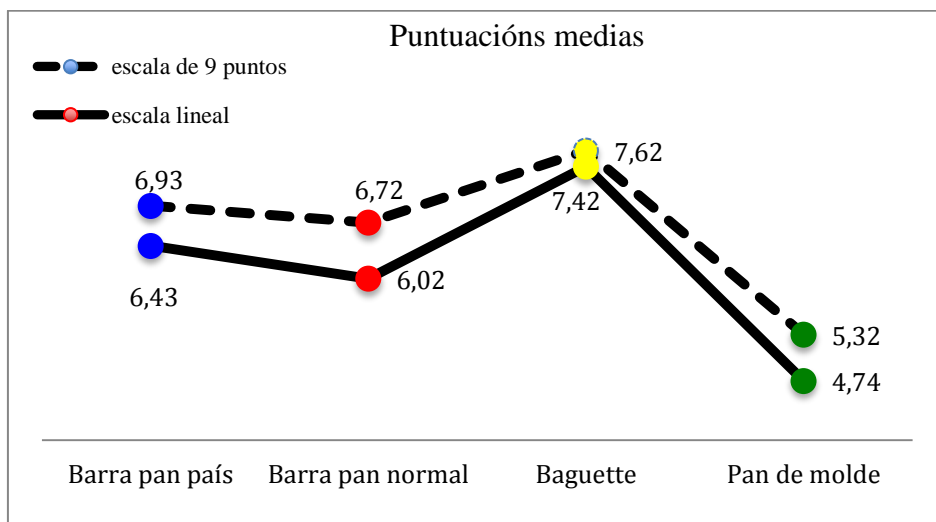


Ilustración 17.. Valoraciones medias

La regresión aportó correlación positiva débil en los comportamientos de las dos escalas, cosa que parece ocurre en trabajos de comparación de escalas. Esta es una muestra de la correlación en la barra de pan normal:

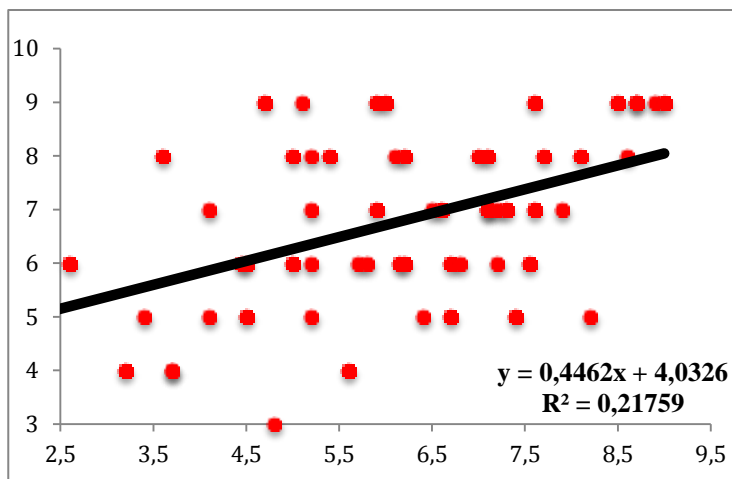


Ilustración 18. Una gráfica de regresión en la barra normal

En el contraste de hipótesis para la diferencia de medias con datos pareados -pues teníamos dos observaciones por cada una de las 60 personas que realizaron las dos catas, la valoración de los panes en la escala de nueve puntos y en la escala lineal- tratamos de calcular el intervalo de confianza para la diferencia de medias para saber si se podía asegurar, con un nivel de significación de un 95%, que las medias tenían comportamientos similares en las dos escalas para cada pan.

Establecida la hipótesis nula H_0 si la diferencia de medias es 0 y la hipótesis alternativa H_1 si la diferencia de medias es distinta de 0, utilizando el programa Geogebra se obtuvieron con facilidad los intervalos de confianza para cada pan. Este corresponde a la baguette:

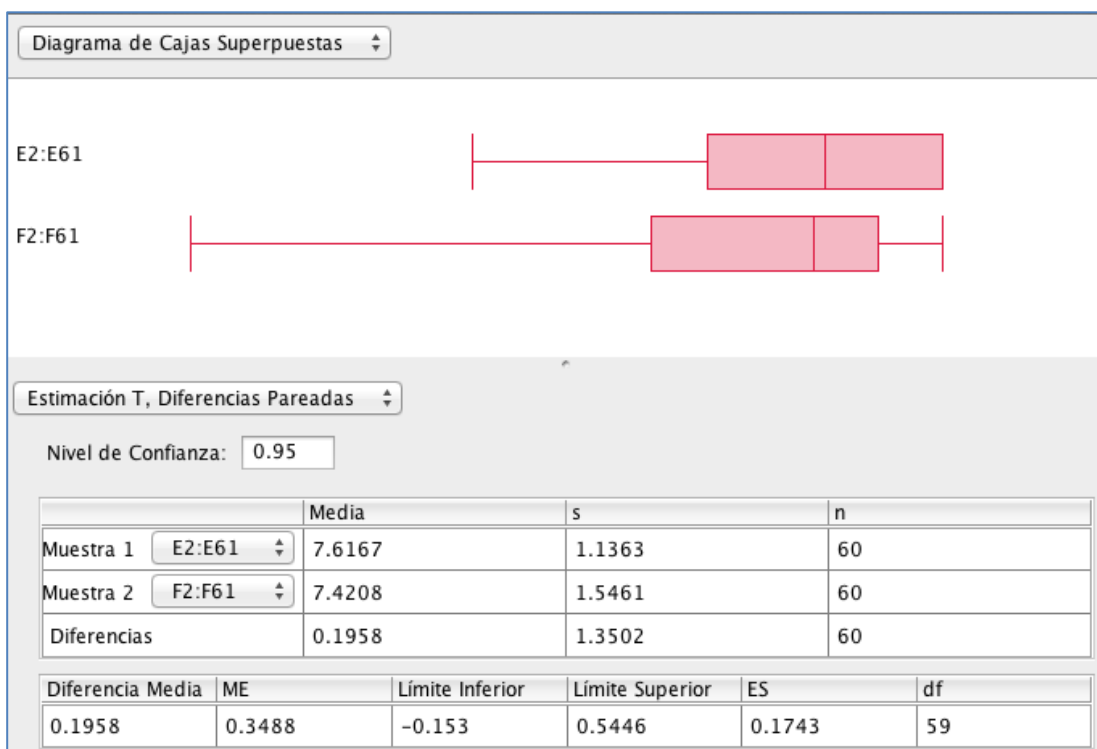


Ilustración 19. Contraste de hipótesis con Geogebra

Cuando el 0 se encuentra dentro del intervalo significa que se cumple esta hipótesis nula H_0 . Los intervalos de confianza obtenidos para cada pan son:

Tipo de pan	Intervalo de confianza	Aceptación hipótesis
Barra pan país	(0,1119 , 0,8948)	No
Barra pan normal	(0,2508 , 1,1508)	No
Baguette	(-0,153 , 0,5446)	Si
Pan de molde	(0,2538 , 0,8945)	No

La conclusión obtenida es que únicamente en la baguette el comportamiento de las medias es similar con el 95% de fiabilidad.

El análisis de varianza (ANOVA) es una potente herramienta estadística que se utiliza para comparar diversas medidas obtenidas en un estudio aleatorio. Debe haber, como mínimo, dos posibles fuentes de varianza, una es el error aleatorio en la medida y la otra es la que se denomina *factor controlado*, en nuestro caso, el método de medida utilizado. Una vez que se aplica ANOVA se puede deducir si cada factor o una interacción de ellos tienen influencia significativa en el resultado.

Para utilizar ANOVA de forma satisfactoria deben cumplirse tres hipótesis –aunque que se aceptan ligeras desviaciones de las condiciones ideales:

1. Cada conjunto de datos debe ser independiente del resto.
2. Los resultados obtenidos para cada conjunto debe seguir una distribución normal.
3. Las varianzas del conjunto de datos no deben diferir de forma significativa.

Para estar en condiciones de usar ANOVA aplicaremos esta técnica a los datos obtenidos en la primera cata ya que mientras en una sala se usaba la escala de 9 puntos, en la otra se usaba la lineal y con eso se garantiza la independencia de los datos.

Estos son los resultados obtenidos para tres panes:

ANOVA					
BARRA					
	df	SS - Suma Cuad...	MC - Media Cua...	F	P
Entre Grupos	1	0.6827	0.6827	0.3866	0.5365
Con Grupos	58	102.4197	1.7659		
Total	59	103.1023			
	n	Media	s		
A1:A30	30	6.8333	1.3667		
B1:B30	30	6.62	1.2899		

ANOVA					
BARRA					
	df	SS - Suma Cuad...	MC - Media Cua...	F	P
Entre Grupos	1	8.177	8.177	2.5972	0.1125
Con Grupos	58	182.6101	3.1484		
Total	59	190.7871			
	n	Media	s		
A1:A30	30	6.6667	1.7287		
B1:B30	30	5.9283	1.8189		

ANOVA					
BAGUETTE					
	df	SS - Suma Cuad...	MC - Media Cua...	F	P
Entre Grupos	1	8.3254	8.3254	4.3021	0.0425
Con Grupos	58	112.2418	1.9352		
Total	59	120.5671			
	n	Media	s		
A1:A30	30	7.9	1.0289		
B1:B30	30	7.155	1.6768		

Ilustración 10: Resultados ANOVA

$SS_{total} = SS_{entre\ grupos} + SS_{con\ grupos}$

SS_{total} = Variación total de los resultados individuales con la *media* de todos los resultados

$SS_{entre\ grupos}$ = Variación entre los resultados medios de las dos escalas y la *media global*

$SS_{con\ grupos}$ =Variación de los resultados individuales de cada escala con la *media de la escala*

Dividiendo cada sumando por los correspondientes grados de libertad (df) o se obtienen las medias cuadráticas: $MC_{entre\ grupos}$ y $MC_{con\ grupos}$ y el cociente entre estas dos medias cuadráticas proporciona el valor del estadístico F (de Fisher) que aparece en las tablas de ANOVA acompañado del correspondiente nivel crítico (p valor), es decir, de la probabilidad de obtener valores mayores o iguales al obtenido bajo la hipótesis de igualdad de medias. Por lo tanto, si en las tablas de ANOVA el valor de p es menor de 0,05 decidimos rechazar e la hipótesis de igualdad de medias, es decir, las escalas no se comportarían de la misma forma. Vemos que la escala de nueve puntos se comporta de manera similar a la lineal con la barra de pan del país y con la barra normal pues en ellas $p > 0,05$. En todo caso se observa que las variaciones se deben principalmente a las que se producen dentro de cada escala.

Con respecto a los datos del consumo de pan por la juventud de Mugardos constatamos la universalidad del consumo del pan, la preferencia abrumadora por la baguette y la poca fiabilidad que hay que dar a las valoraciones previas en materia de preferencias sensoriales. Esto último se debe a que los jueces fueron preguntados, antes de efectuar las catas, acerca del pan que más les agradaba entre los cuatro que se les iban a presentar y estas respuestas fueron comparadas con las valoraciones que hicieron de los mismos panes después de la cata. El contraste dio como resultado que en 43 de los 60 jueces las respuestas no coincidieron, es decir, el 71,7% de los consumidores afirman preferir un tipo de pan a otro, pero esa afirmación no se corresponde con el pan que obtiene la valoración más alta después de la prueba.

Comentario personal:

Fue un trabajo complicado, no solo por la organización de las catas y todo el trabajo previo que requirieron, sino por las herramientas estadísticas utilizadas, en su mayoría desconocidas previamente por los participantes. Finalmente el resultado nos dejó satisfechos.



Ilustración 21. En Granada mostrando el premio conseguido

6. Conclusión

Mi experiencia como coordinadora de trabajos para concursos tipo Incubadora de Sondeos es muy satisfactoria a pesar de que existen momentos puntuales en los que existen dudas sobre lo que se está haciendo, otros en los que parece que es un trabajo excesivo el que se asume, otros en los que se siente impotencia.... pero finalmente se impone la satisfacción por el trabajo realizado y por la alegría que se percibe en los alumnos y alumnas cuando ven el trabajo acabado y, sobre todo, cuando se recibe algún reconocimiento al trabajo. Es por este motivo por el que me atrevo a animar al profesorado de matemáticas a coordinar trabajos de este tipo.