

Cooperación interdisciplinar: la Estadística es una herramienta fundamental en el ámbito de las Ciencias e Ingeniería.

Antonia Castaño Martínez¹, Lourdes Casas Cardoso², Maria Dolores Galindo Riaño³, Estrella Espada Bellido³, Inmaculada Espejo Miranda¹, Maria Auxiliadora López Sánchez¹, Casimiro Mantell Serrano², María Ángeles Máñez Munoz⁴, Sonia Pérez Plaza¹, Antonio M. Rodríguez Chía¹, Alfonso Suárez Llorens¹, Concepción Valero Franco¹

¹Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Facultad de Ciencias, ²Departamento de Ingeniería Química y Tecnología de los alimentos, Facultad de Ciencias, ³Departamento de Química Analítica, Facultad de Ciencias, ⁴Departamento de Ciencia de los Materiales e Ingeniería Metalúrgica y Química Inorgánica, Facultad de Ciencias.

antonia.castano@uca.es

RESUMEN: Este proyecto de innovación y mejora ha supuesto una oportunidad para iniciar y fomentar la cooperación y coordinación entre profesores de distintas áreas de conocimiento con un mismo fin: incrementar la motivación e interés de los estudiantes en el aprendizaje de la Estadística en los grados de Ingeniería Química y Química, principalmente. Para iniciar este camino se han desarrollado diversas actividades en un entorno multidisciplinar que persigue tener una visión más ajustada a la realidad sobre el papel que juega la Estadística en la labor profesional de un ingeniero químico y químico, respectivamente. En este sentido, se ha explorado el contexto docente, determinando qué tipos de problemas hacen uso de la Estadística en las diversas asignaturas del plan de estudio de dichos títulos. Así como se ha establecido contactos con grupos de investigación de los departamentos de Ingeniería Química y Tecnología de los alimentos y Química Analítica, respectivamente, al igual que se ha establecido contactos con algunas empresas que tienen empleados a ingenieros químicos y químicos, con un doble objetivo, por un lado confirmar la necesidad de la Estadística como una herramienta fundamental en las ciencias e ingenierías y por otro establecer vínculos de colaboración que han permitido disponer de datos en un contexto real de interés para los estudiantes, futuros profesionales en dichos entornos. Por tanto se ha iniciado el camino en los tres contextos, docente, investigación y empresarial.

En el plazo de finalización del proyecto podemos concluir que estamos en ese camino, convencidos de que es necesaria la cooperación y coordinación entre los profesores involucrados en las distintas asignaturas para avanzar en esta línea, consolidando los aspectos positivos y mejorando los puntos débiles detectados, en este sentido sienta las bases para continuar la labor desarrollada en un futuro proyecto. Y el motor que mueve a continuar en este propósito es un principio básico, la satisfacción, ya que este proyecto se ha convertido en una experiencia muy enriquecedora tanto por parte de los profesores participantes en el proyecto como por parte de los estudiantes involucrados.

PALABRAS CLAVE: proyecto, innovación, mejora, docente, cooperación, coordinación, motivación, contextualización, Estadística, Ingeniería Química, Química, investigación, empresas.

INTRODUCCIÓN

Este proyecto, tal y como indica su título, se fundamenta en la cooperación entre profesores de distintas disciplinas para conseguir un entorno real en el aprendizaje del conocimiento estadístico. A partir de la experiencia de los 12 profesores implicados observamos que la mayoría de los estudiantes perciben las asignaturas de Estadística como ajena a sus intereses, tienen que aprobarla para poder tener el título pero no creen que les aporte significado en el desarrollo de sus estudios y más especialmente en el desarrollo de su labor profesional tanto en la investigación como en el sector empresarial. Por otro lado las discusiones originadas en distintos foros, en las comisiones de elaboración de las memorias de los títulos, en reuniones de coordinación, entre otras, puso de manifiesto la necesidad de buscar un equilibrio entre el desarrollo teórico y las aplicaciones prácticas de esta disciplina. Nos propusimos por tanto hacer una revisión de las competencias, contenidos y metodologías de los programas de las asignaturas de Estadística en los títulos, principalmente, de Ingeniería Química y Química, en un marco más ajustado a la realidad que consiguiese impulsar el interés de los estudiantes mostrando la utilidad de la Estadística en el desarrollo de sus estudios y labor profesional. De esta forma se han explorado

los distintos contextos de interés: docente, investigación y empresarial, en el presente y futuro de los estudiantes de Ciencias e Ingeniería de la Facultad de Ciencias. En cada uno de estos contextos se han realizado una serie de acciones, que han obtenido como resultado la propuesta de una serie de actividades diseñadas a partir de datos reales obtenidos en dichos ámbitos y que han repercutido de manera satisfactoria tanto en los estudiantes como en los profesores participantes del proyecto.

En lo que sigue describiremos los elementos más importantes del proyecto en cada uno de los contextos estudiados.

ESTUDIO EN LA VÍA DOCENTE

En este entorno ha sido fundamental las exposiciones llevadas a cabo por las profesoras M^a Dolores Galindo y Lourdes Casas con el objetivo de mostrar qué tipos de problemas tienen que resolver, haciendo uso del conocimiento estadístico, los estudiantes de Química e Ingeniería Química, respectivamente. Se incluyen ambas presentaciones en el Anexo 1. Los debates originados a partir de estas exposiciones han sido muy interesantes y han supuesto un paso fundamental para el ajuste de contenidos y

metodologías de los programas de las asignaturas de Estadística en dichos títulos, que fueron depurándose en las distintas reuniones, ya sea con los profesores vinculados al título concreto o bien con el grupo completo. En estas sesiones hay una reflexión subyacente, para que los estudiantes perciban que la asignatura de Estadística está justificada y conectada en sus respectivos planes de estudios es fundamental que los profesores de las distintas disciplinas vinculadas con esta materia la percibamos de esta forma, quizá si dejamos de estar aislados impartiendo nuestras respectivas asignaturas consigamos que los alumnos sientan la vinculación de la Estadística con su interés particular. Además se ha realizado una revisión de la bibliografía en las asignaturas de Estadística en los títulos de Ingeniería Química y Química, respectivamente, así como la disponibilidad de los libros de interés en la biblioteca del campus de Puerto Real, a partir de este estudio se han adquirido una serie de libros para los profesores con objeto de que se considere su inclusión en la bibliografía recomendado en los casos que corresponda.

En las asignaturas con prácticas de laboratorio son los propios estudiantes los que obtienen datos de una experimentación concreta que luego requerirá un análisis estadístico para poder obtener conclusiones válidas y tomar decisiones razonables. Con los datos obtenidos en las asignaturas de Laboratorio integrado de Química, Termodinámica aplicada a la Ingeniería Química y Técnicas de Análisis químico, se han diseñado actividades en el contexto propio de las prácticas de estas asignaturas, de esta forma se motiva al estudiante que realiza las prácticas, para obtener datos fiables que luego utilizarán otros compañeros, además de ellos. Además en el desarrollo de estas actividades en clase de Estadística se ha comprobado un mayor grado de implicación y satisfacción en el desarrollo de las mismas. Las actividades propuestas se incluyen en el borrador que se proporciona del cuaderno de actividades que se está elaborando, ver Anexo 4.

ESTUDIO EN LA VÍA DE INVESTIGACIÓN

La exploración en este ámbito ha pretendido acercar la investigación a la docencia, así como mostrar la aplicabilidad de la Estadística en algunas líneas de investigación de Ingeniería Química y Química, respectivamente.

En este proyecto hemos contactado con los grupos de investigación de los departamentos de Ingeniería Química y Tecnología de los Alimentos y Química Analítica, a través de los miembros del proyecto de respectivos departamentos. Se ha establecido colaboración con los siguientes grupos de investigación: Análisis y Diseño de Procesos con Fluidos Supercríticos y Geoquímica marina, de sendos departamentos, aportando qué elementos del área de Estadística e Investigación Operativa son necesarios en el estudio de las distintas líneas de investigación de los grupos citados, ver Anexo 2. Así se han diseñado actividades a partir de los datos proporcionados por los respectivos grupos de investigación, permitiendo en algún caso la comparación entre la solución proporcionada por el alumno y los resultados publicados en revistas de impacto, como ocurre en una actividad propuesta en Química al comparar con los resultados de Espada et al (2009).

Las actividades propuestas se incluyen en el borrador que se proporciona del cuaderno de actividades que se está elaborando, ver Anexo 4.

ESTUDIO EN LA VÍA EMPRESARIAL

Hemos planteado varias acciones en la exploración de este entorno. Con el objetivo de revisar las competencias básicas vinculadas al conocimiento estadístico, que debe tener el perfil profesional de ingeniero químico y químico, respectivamente, hemos realizado una encuesta a los egresados de los títulos de Ingeniería Química y Química, respectivamente. La encuesta ha tenido como objeto conocer, entre otras cuestiones, la formación estadística recibida durante los estudios, la necesidad de realizar tratamiento de datos en el puesto de trabajo que ocupa, aplicaciones de la Estadística desarrolladas en su labor profesional, tipo de software estadístico que utilizan, así como el grado de importancia que tiene la Estadística en su ámbito de trabajo y la valoración desde su experiencia profesional de la formación estadística que recibieron. La encuesta se ha implementado en la aplicación de software libre *limesurvey*, adecuada para encuestas en línea. En el Anexo 3 se incorpora tanto la encuesta completa como su visualización con la aplicación. La encuesta se ha distribuido a partir de la base de datos facilitada por la dirección de la Facultad de Ciencias, bien es cierto que la respuesta a las encuestas ha sido escasa, entre los dos títulos se ha contado con 21 respuestas. Esta falta de respuesta puede ser debida a que la población de egresados haya actualizado su dirección de correo electrónico, o bien a la propia falta de respuesta que se produce en las encuestas en línea, en cualquier caso, supone un punto de partida. Aportamos también en dicho anexo el análisis de los resultados de las mismas, cabe destacar el grado de importancia que tiene la Estadística para el desarrollo de su labor profesional con una puntuación media de 3.14 sobre 5, siendo de 2.78 para los encuestados de Ingeniería Química y 3.42 para los encuestados de Química, sin embargo la valoración de la formación estadística recibida obtiene una puntuación media de 2.76 sobre 5. La mayoría de los encuestados utilizan Excel como software estadístico,

Hemos establecido contactos con algunas empresas, en concreto con Acerinox, Cepsa y el Servicio de Oncología del Hospital Puerta del Mar, invitando a egresados de la Facultad de Ciencias que trabajan en dichos sectores y que han proporcionado dichos contactos. En los dos primeros casos se invitó a Julián Mota Luque y Eva López García, ingenieros químicos que aportaron su visión en cuanto a la importancia de una buena formación estadística en el desarrollo de su labor profesional en la línea de mantenimiento mecánico y procesos, respectivamente, a los estudiantes de primer curso del grado en Ingeniería Química. En el Servicio de Oncología del Hospital Puerta del Mar se invitó a Inmaculada Expósito Álvarez, licenciada en Química y que actualmente es la coordinadora de ensayos clínicos de dicho servicio, que aportó su visión a los estudiantes de tercer curso del Grado en Química. Los tres profesionales invitados son egresados de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Cádiz, y esto ha hecho que haya sido una experiencia que los estudiantes valoran como muy próxima a sus intereses, en este sentido, se sintieron muy involucrados y confiados con el mensaje que los

invitados proporcionaron sobre la utilidad del conocimiento estadístico en el desarrollo de su labor. Se adjunta en el Anexo 3 un resumen de las charlas, y las presentaciones disponibles de las mismas.

Por otro lado, se ha establecido una línea de colaboración con el Servicio de Oncología del Hospital Puerta del Mar, a través de nuestra invitada que nos ha proporcionado una base de datos que recoge los datos correspondientes a un estudio sobre la *Calidad de vida de pacientes con cáncer de mama*, así como el proyecto completo del ensayo clínico en el que se enmarca. Se adjunta dicho material en el Anexo 3, la base de datos está disponible en el curso del campus virtual. En el caso de Acerinox, estableceremos contacto con el departamento de I+D a través de la Cátedra Acerinox.

CONCLUSIONES

Comenzamos el proyecto a finales de noviembre de 2011 con la habilitación de un curso en el campus virtual, EXT_PI112009_01, ver figura 1, que supone una evidencia del progreso del proyecto y que actualmente contiene todos los aspectos desarrollados en el mismo.

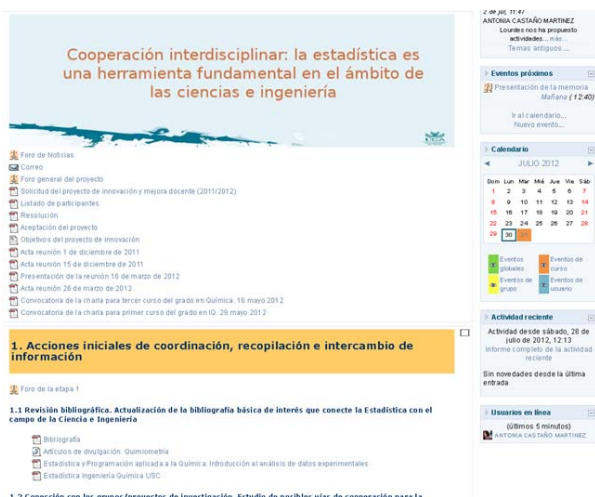


Figura 1. Curso del campus virtual.

Ha sido muy positivo disponer de este espacio en el campus virtual, permitiendo a los profesores del proyecto acceder a todo el material trabajado, no sólo al resultado final sino también a los documentos intermedios junto a las discusiones originadas. Además, esta herramienta ha facilitado la elaboración del material a utilizar para la difusión del proyecto, concretamente hemos presentado dos trabajos en los congresos CIDUI 2012 e INDOQUIM 2012, respectivamente. En el Anexo 5 se incluye el trabajo completo de la comunicación titulada “Cooperación interdisciplinar: la Estadística es una herramienta fundamental en el ámbito de las Ciencias e Ingeniería”, presentada en el CIDUI, ver [1] y el resumen del trabajo titulado “Contextualizando la Estadística en los Grados de Ciencias e Ingeniería Química” presentado en las jornadas de INDOQUIM, ver [2].

En resumen, la experiencia del proyecto ha sido muy satisfactoria y gratificante tanto por parte de los profesores como de los estudiantes involucrados. El contacto entre

profesores de distintas disciplinas, áreas y departamento ha enriquecido la experiencia propiciando una mejora en ciertos aspectos como la coordinación, implicación, entorno de aprendizaje, así como en la obtención de un consenso en las herramientas estadísticas básicas más convenientes para los estudiantes de Ingeniería Química y Química, principalmente. La exploración en los contextos docente, investigación y empresarial ha dado lugar a una serie de actividades propuestas que contemplan situaciones reales de las aplicaciones estadísticas de interés en las profesiones de ingeniero químico y químico, en un marco de colaboración interdisciplinar. Estas actividades serán muy útiles también para los estudiantes de Estadística del doble título CC Ambientales y Química, así como al estudiante de Matemática, proporcionando una dimensión de la realidad y utilidad del conocimiento matemático-estadístico en la resolución de problemas reales de interés en las ciencias experimentales.

En un futuro próximo, es necesario ampliar dichas actividades, intensificando los ámbitos estudiados, para ello se disponen datos de las prácticas de laboratorio de las asignaturas de laboratorio integrado de los grados de Química y Enología, así como es necesario continuar con la línea de colaboración ya establecida con los grupos de investigación y abrirla a otros grupos, y potenciar las actividades procedentes del sector empresarial, estos son algunos de los compromisos, entre otros, que el equipo del proyecto ha adquirido en la solicitud de continuación del mismo y que muestra la implicación del equipo con los objetivos del proyecto.

REFERENCIAS

1. Castaño Martínez, A., Casas Cardoso, L., Galindo Riaño, M.D., Espada Bellido, E., Espejo Miranda, I., López Sánchez, M.A. Mantell Serrano, C., Máñez Muñoz, M.A., Pérez Plaza, S. Rodríguez Chía, A. Suárez Llorens, A., Valero Franco, C. VII CIDUI: La Universidad, una Institución de la Sociedad. Universidad Pompeu Fabra. **2012**. Por aparecer.
2. Espada Bellido, E., Galindo Riaño, M.D., García Vargas, M. Sensitive adsorptive stripping voltammetric method for determination of lead in water using multivariate analysis for optimization. Journal of Hazardous Materials. **2009**, 166, 1326-1331.
3. Galindo Riaño, M.D., Casas Cardoso, L., Castaño Martínez, A., Espada Bellido, E., Espejo Miranda, I., López Sánchez, M.A. Mantell Serrano, C., Máñez Muñoz, M.A., Pérez Plaza, S. Rodríguez Chía, A. Suárez Llorens, A., Valero Franco, C. VII Reunión de Innovación Docente en Química. Universidad de Barcelona. **2012**, 135-136

ANEXOS

PI1_12_009_Anexo 1.pdf

PI1_12_009_Anexo 2.pdf

PI1_12_009_Anexo 3.pdf

PI1_12_009_Anexo 4.pdf

PI1_12_009_Anexo 5.pdf

Cooperación interdisciplinar: la estadística es una herramienta fundamental en el ámbito de las ciencias e ingenierías

PI1_12_009_ANEXO 1



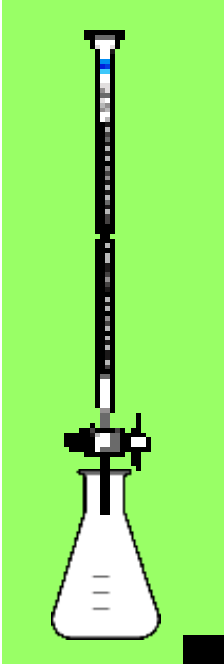
Cooperación interdisciplinar: la estadística es una herramienta fundamental en el ámbito de las ciencias e ingenierías

ANEXO 1: Exposiciones de las Profesores M^a Dolores Galindo y Lourdes Casas



PROPAGACIÓN DE ERRORES ALEATORIOS: suma/multiplicación

En una valoración, la lectura inicial en una bureta es 3,51 mL y la lectura final es 15,67 mL. La bureta tiene un error en la medida (SD) de 0,02 mL. ¿Cuál es el volumen de valorante utilizado y cual es la desviación estándar de ese volumen?

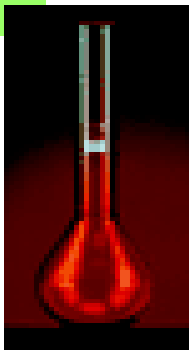


Se tiene una medida resultado de suma de medidas experimentales.

La respuesta es esa suma + el error que se comete en cada medida individual

$$y = k + k_a a + k_b b + k_c c + \dots$$

$$\sigma_y = \sqrt{(k_a \sigma_a)^2 + (k_b \sigma_b)^2 + (k_c \sigma_c)^2 + \dots}$$



Volumen utilizado: $[15,67 - 3,51] = 12,16$

Desviación estándar: raíz cuadrada de $(0,02)^2 + (0,02)^2 = 0,028$ mL

RESULTADO: $12,16 \pm 0,028$ mL

EVALUACIÓN DE LA PRECISIÓN DE UNA MEDIDA

En cualquier experiencia de laboratorio, el alumno puede obtener diferentes resultados de una medida. A su vez, los alumnos pueden obtener cada uno sus propios resultados.

Evaluar la **precisión de una medida** realizada por cada alumno sería un primer problema a resolver

Medida de la concentración de Ni en aguas por Espectroscopía de Absorción Atómica

Concentración de Ni (ppb)
316,56
311,74
315,35
315,52
310,99
304,86
318,28
312,67
300,9



EVALUACIÓN DE LA PRECISIÓN DE UNA MEDIDA

Medida de la concentración de Ni en aguas por Espectroscopía de Absorción Atómica

En cualquier experiencia de laboratorio, el alumno puede obtener diferentes resultados de una medida. A su vez, los alumnos pueden

Concentración de Ni (ppb)
316,56
311,74

Se define la repetitividad como la desviación estándar obtenida al analizar una misma muestra varias veces, en un periodo de tiempo corto, sin cambiar de equipo de medida, reactivos o analista.

alumno sería un primer problema a resolver

312,67
300,9



EVALUACIÓN DE LA PRECISIÓN DE UNA MEDIDA

Medida de la concentración de Ni en aguas por Espectroscopía de Absorción Atómica

En cualquier experiencia de laboratorio, el alumno puede obtener diferentes

Concentración de Ni (ppb)

La reproducibilidad se define como la desviación estándar obtenida al analizar varias veces la muestra en días distintos, pudiendo variar condiciones tales como el equipo, reactivos o analistas. Se habla de reproducibilidad interlaboratorio cuando las medidas se realizan en laboratorios distintos (ensayos de intercomparación). La reproducibilidad intralaboratorio se realiza en un solo laboratorio, preparando los patrones de calibración cada vez, en distintos días y cambiando en la medida de lo posible de equipo y analista. A esta reproducibilidad intralaboratorio se la conoce como precisión intermedia.





EVALUACIÓN DE LA PRECISIÓN DE UNA MEDIDA

Media (X)	311,8744444
desviación (SD)	5,694616
% probabilidad	95%
grados de libertad= n-1	8
valor t (tablas)	2,306
nº de réplicas del alumno	9
Desviación estándar relativa (RSD)	1,825932
Precisión	1,403533

$$CV = RSD = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100$$

$$\text{Precisión} = \frac{SD \cdot t \cdot 100}{\text{raiz (n)}}$$

$$\mu = \bar{x} \pm \frac{ts}{\sqrt{N}}$$

EVALUACIÓN DE LA PRECISIÓN DE UNA MEDIDA

En la mayoría de las situaciones experimentales, se realizan pocas réplicas y por lo tanto, no es verificable que la distribución de probabilidad de las señales sea Normal, o pueda aproximarse a una Normal. Por este motivo, se está lejos de tener una estimación exacta de s y el valor de s calculado a partir de un conjunto pequeño de datos puede estar sujeto a una incertumbre considerable; y el límite de confianza debe ampliarse. En este caso no se utiliza el parámetro estadístico z de la distribución Normal sino que se utiliza el parámetro estadístico t denominado de la distribución t de Student

$$CV = RSD = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100$$

$$\text{Precisión} = \frac{SD \cdot t \cdot 100}{\text{raíz } (n)}$$

$$\mu = \bar{x} \pm \frac{z\sigma}{\sqrt{N}}$$

$$\mu = \bar{x} \pm \frac{ts}{\sqrt{N}}$$

VALOR CON SU INTERVALO DE CONFIANZA

EVALUACIÓN DE LA PRECISIÓN DE UNA MEDIDA

[HyperStat Online Contents](#)

Tabla t para Cálculo de intervalo de confianza

Use estos valores de t para el cálculo de intervalos de confianza.

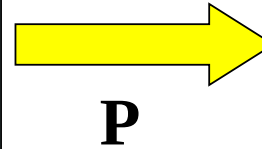
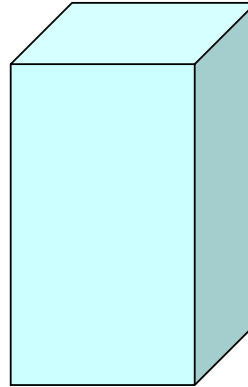
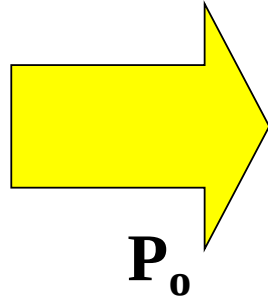
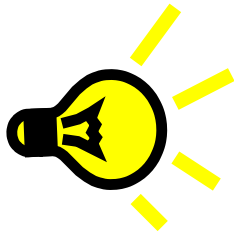
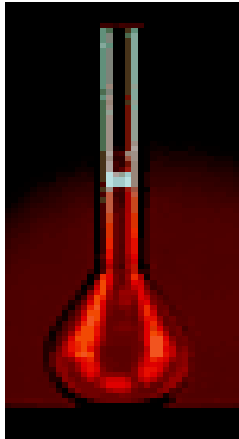
Por ejemplo, use la columna 0.05 para un intervalo con nivel de confianza del 95%.

Degrees of Freedom	1 - Nivel de Confianza			
df	0.10	0.05	0.025	0.01
2	2.9200	4.3027	6.2054	9.9250
3	2.3534	3.1824	4.1765	5.8408
4	2.1318	2.7765	3.4954	4.6041
5	2.0150	2.5706	3.1634	4.0321
6	1.9432	2.4469	2.9687	3.7074
7	1.8946	2.3646	2.8412	3.4995
8	1.8595	2.3060	2.7515	3.3554
9	1.8331	2.2622	2.6850	3.2498
10	1.8125	2.2281	2.6338	3.1693
11	1.7959	2.2010	2.5931	3.1058
12	1.7823	2.1788	2.5600	3.0545
13	1.7709	2.1604	2.5326	3.0123

Problema usual:

Diferenciar en las tablas t de una cola y de dos colas

EMPLEO DE LA REGRESIÓN LINEAL EN ESPECTROSCOPÍA ATÓMICA



- Potencia incidente: P_o
 - Potencia transmitida: P
- (Energía/segundo.unidad de área)

Transmitancia

$$T = \frac{P}{P_o}$$

$$0 \longrightarrow T \longrightarrow 1$$

$$0 \rightarrow T(\%) \rightarrow 100\%$$

Absorbancia

$$A = -\log T$$

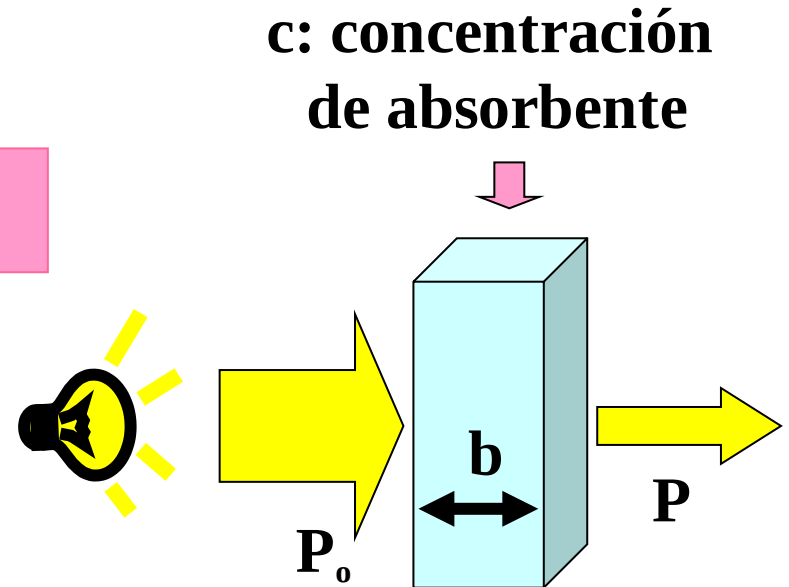
EMPLEO DE LA REGRESIÓN LINEAL EN ESPECTROSCOPÍA ATÓMICA

Ley de Lambert-Beer: $A = \epsilon \cdot b \cdot c$

b: cm

c: mol/L

ϵ : ABSORTIVIDAD MOLAR ($\text{cm}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{L}$)



$$A_{\lambda} = \epsilon_{\lambda} \cdot b \cdot c$$

**Ley de
Lambert-Beer**

$$A_{\lambda} = \epsilon_{\lambda} \cdot b \cdot c$$

EMPLEO DE LA RI

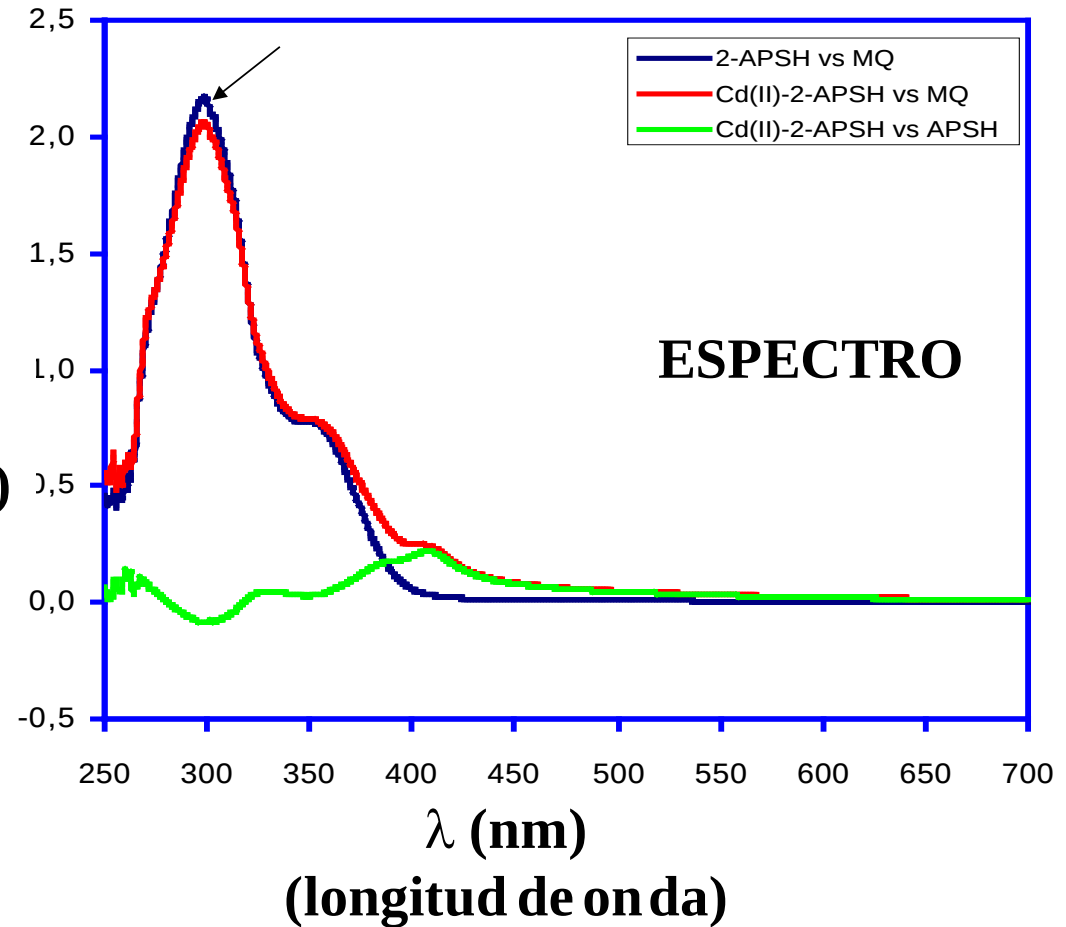
Ley de Lamb

b: cm

c: mol/L

ϵ : ABSORPTI

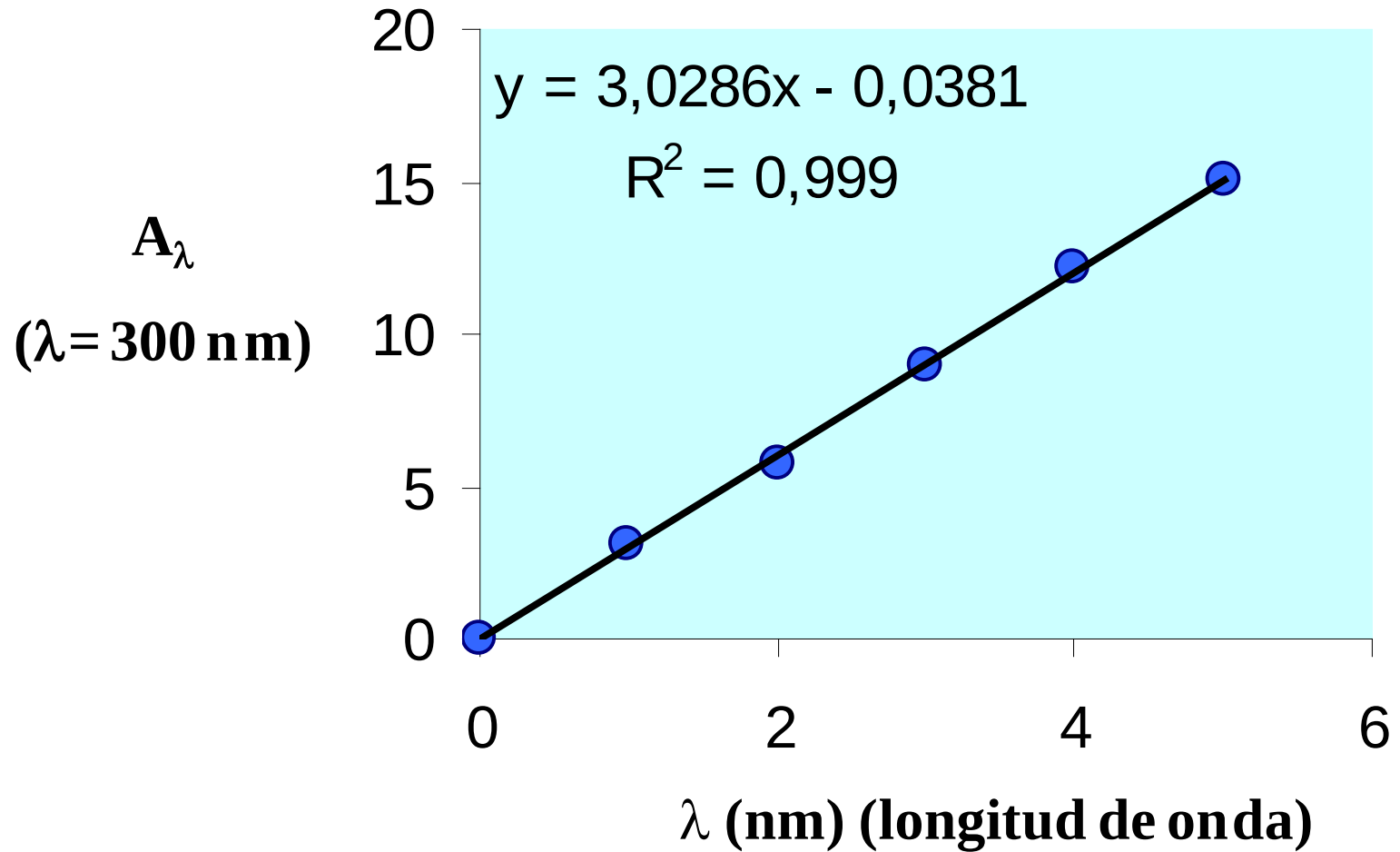
A
(absorbancia)



$$A_{\lambda} = \epsilon_{\lambda} \cdot b \cdot c$$

Ley de
Lambert-Beer

EMPLEO DE LA REGRESIÓN LINEAL EN ESPECTROSCOPÍA ATÓMICA



EMPLEO DE LA REGRESIÓN LINEAL EN ESPECTROSCOPÍA ATÓMICA

Sensibilidad del método: pendiente b (valor y su error)

Valor del Blanco (muestra sin especie a analizar): ordenada en el origen (valor y su error)

Límite de detección:

Límite de cuantificación:

Estos parámetros están relacionados con la sensibilidad del método. El límite de detección (LOD) se define como la cantidad de analito presente que se deriva de la menor señal analítica que puede detectarse con certeza razonable (Y_{LOD}) [4]. Si analizamos un blanco de la muestra varias veces y obtuviéramos la señal media ($\bar{Y}_0$) y su desviación estándar, $s_{\bar{Y}_0}$, las señales mayores a $Y_{LOD} = \bar{Y}_0 \pm 3s_{\bar{Y}_0}$ caerían fuera de la gaussiana del blanco analítico y podríamos asignarlas a la presencia de analito. Si tenemos una recta de calibrado de ecuación $y = bx + a$, el LOD se calcularía como:

$$X_{LOD} = \frac{Y_{LOD} - a}{b} \quad (21)$$

EMPLEO DE LA REGRESIÓN LINEAL EN ESPECTROSCOPÍA ATÓMICA

Sensibilidad del método: pendiente

Valor del Blanco (muestra sin especie a analizar): ordenada en el origen

Límite de detección:

Límite de cuantificación:

Como la señal del blanco debe coincidir con la ordenada del blanco analítico (puesto que es la señal que se obtendría a una concentración de analito igual a cero), el LOD se calculará como:

$$X_{LOD} = \frac{3s_a}{b} \quad (22)$$

siendo s_a la desviación estándar de la ordenada.

EMPLEO DE LA REGRESIÓN LINEAL EN ESPECTROSCOPÍA ATÓMICA

Sensibilidad del método: pendiente b (valor y su error)

Valor del Blanco (muestra sin especie a analizar): ordenada en el origen (valor y su error)

Límite de detección: X_{LOD}

Límite de cuantificación: X_{LOQ}

El límite de cuantificación (LOQ) se define como la cantidad de analito presente derivada de la menor señal analítica que puede ser medida con precisión y exactitud. De manera análoga al LOD, la IUPAC propone como LOQ al valor $Y_{LOQ} = \bar{Y}_0 \pm 10s_{\bar{Y}_0}$, que lleva a una concentración, a partir de la recta de calibrado:

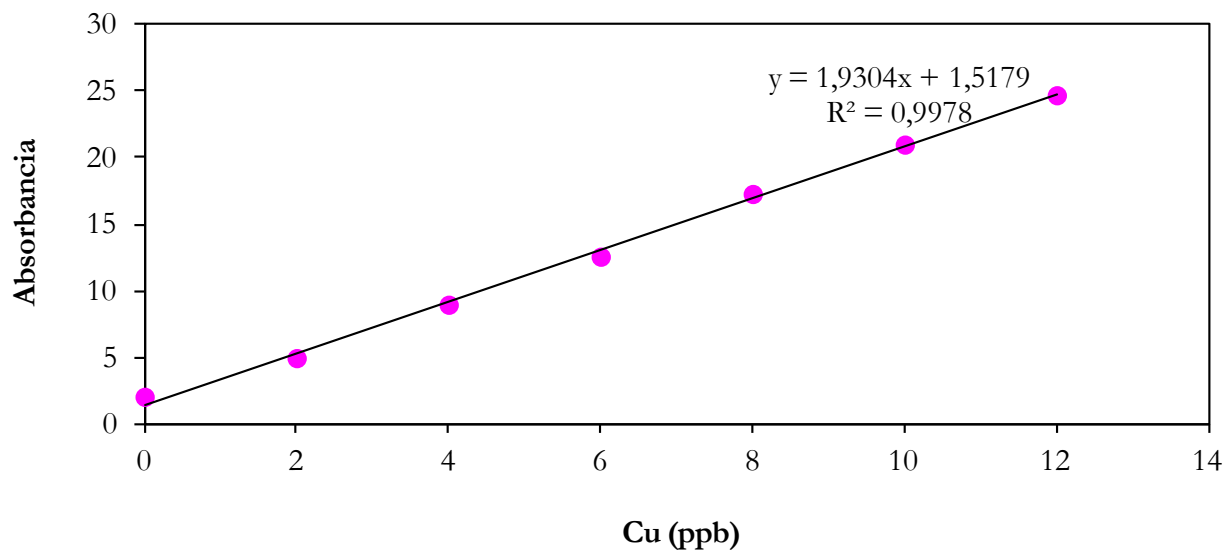
$$X_{LOQ} = \frac{10s_a}{b} \quad (23)$$

EMPLEO DE LA REGRESIÓN LINEAL EN EXTRACCIÓN EN FASE SOLIDA

Recta de calibrado del metodo SPE							
$y = bx + a$							
xi							
Concentración en la muestra (ppb)	xi^2	xi-xm	(xi-xm)^2	Absorbancia (y)	y''	(y-y'')^2	Sumatorio (y-y'')^2
0	0	-6	36	2,1	1,52	0,3364	0,9368
2	4	-4	16	5	5,38	0,1444	
4	16	-2	4	9	9,24	0,0576	
6	36	0	0	12,6	13,1	0,25	Sumatorio xi^2
8	64	2	4	17,3	16,96	0,1156	364
10	100	4	16	21	20,82	0,0324	
12	144	6	36	24,7	24,68	0,0004	
x media	6						
Ecuación de la recta							Sumatorio (xi-xmedia)^2
b	pendiente			1,93			112
a	ordenada en el origen			1,52			
Número de puntos en la curva				7			

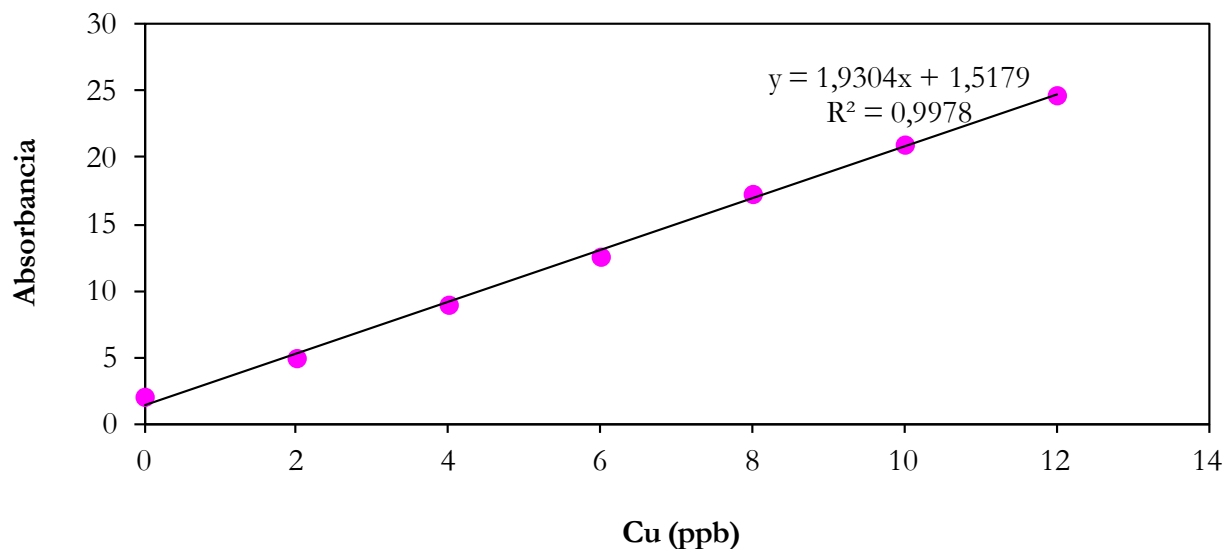
y'' corresponde con los valores de y calculados a partir de la ecuación de la recta

EMPLEO DE LA REGRESIÓN LINEAL EN EXTRACCIÓN EN FASE SOLIDA



Desv estandar de la curva $s(y/x)$				0,432851014	
desviacion estandar de la pendiente b				0,040900576	
desviacion estandar de la ordenada a				0,29493825	
LD				0,67282541	ppb

EMPLEO DE LA REGRESIÓN LINEAL EN EXTRACCIÓN EN FASE SOLIDA

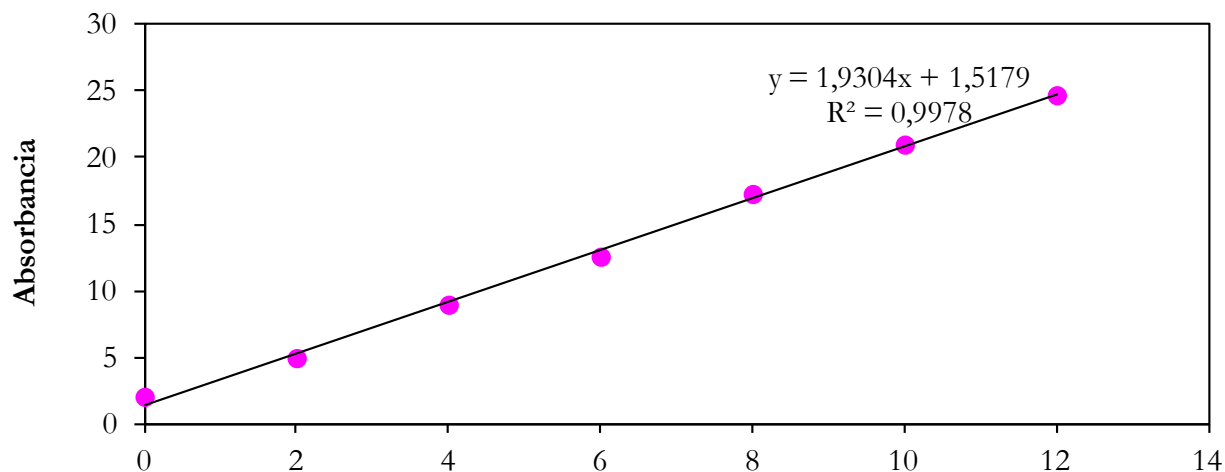


VALOR DE LA pendiente b CON LIMITE DE CONFIANZA

$$b = 1,93 \pm t \times \text{SD}b$$

b	1,93		
t x SD b	0,1051		
n	7		
n-2	5		
limite de confianza	95		
t (de dos colas)	2,57		

EMPLEO DE LA REGRESIÓN LINEAL EN EXTRACCIÓN EN FASE SOLIDA



VALOR DE LA ordenada a CON LIMITE DE CONFIANZA			
a = 1.52 +/- t x SDa			
a		1,52	
t x Sda		0,757991303	
n		7	
n-2		5	
limite de confianza		95	
t (de dos colas)		2,57	

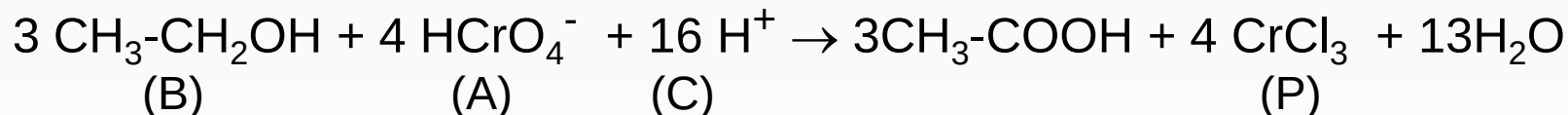


Cooperación interdisciplinar: la Estadística es una herramienta fundamental en el ámbito de las Ciencias e Ingeniería

Departamento de Ingeniería Química y Tecnología de los Alimentos

▶▶▶ REACCIÓN DE OXIDACIÓN DEL ETANOL POR Cr (VI)

La reacción que vamos a estudiar es:



La expresión genérica de velocidad tendría la forma:

$$-r_A = -\frac{dC_A}{dt} = k \cdot C_A^a C_B^b C_C^c$$

Puesto que los reactivos B y C se encuentran en exceso, puede hacerse aproximación a pseudo-primer orden:

$$-r_A = -\frac{dC_A}{dt} = k' \cdot C_A^a$$

Para determinar k' y el orden a aplicaremos los **métodos integral y diferencial**.

▶▶▶ REACCIÓN DE OXIDACIÓN DEL ETANOL POR Cr (VI)

Utilizamos método espectrofotométrico para realizar las determinaciones analíticas.

Pero conocemos la Abs de la formación de producto y necesitamos relacionarla con el reactivo:

A y P están en proporción estequiométrica

Debe cumplirse que: Lo que desaparece de A = Lo que se forma de P

$$CA_0 - CA = CP_0 + CP$$

$$CA_0 = CP_f \quad \text{y} \quad CP_0 = 0$$

Luego $CA = CP_f - CP$ o en función de absorbancias $\rightarrow$

$$\text{AbsA} = \text{AbsPf} - \text{Absi}$$

REACCIÓN DE OXIDACIÓN DEL ETANOL POR Cr (VI)

Método integral de análisis de datos

1.- Se supone una ecuación cinética (se elige un valor de $n = 0, 1$ ó 2)

$$-r_A = -\frac{dC_A}{dt} = k \cdot C_A^n$$

2.- Separación de variables

$$\frac{dC_A}{C_A^n} = -k \cdot dt$$

3.- Integración

$$\int_{C_{AO}}^{C_A} \frac{dC_A}{C_A^n} = -\int_0^t k \cdot dt$$

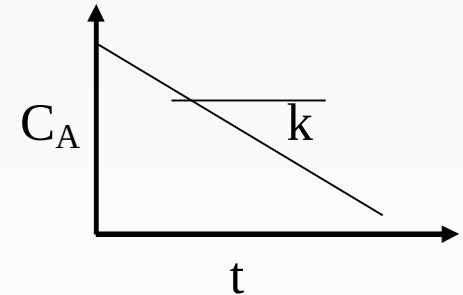
4.- Ajuste de los datos experimentales a la cinética propuesta

5.- Cálculo del valor del coeficiente cinético k

REACCIÓN DE OXIDACIÓN DEL ETANOL POR Cr (VI)

➤ Orden Cero

$$\int_{C_{A0}}^{C_A} dC_A = - \int k \cdot dt \quad \Rightarrow \quad C_A = C_{A0} - k \cdot t$$



➤ Orden Uno

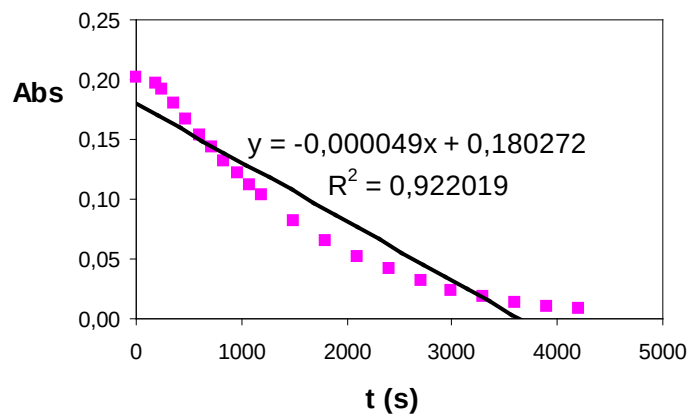
$$\int_{C_{A0}}^{C_A} \frac{dC_A}{C_A} = - \int k \cdot dt \quad \Rightarrow \quad \ln C_A = \ln C_{A0} - k \cdot t$$

➤ Orden Dos

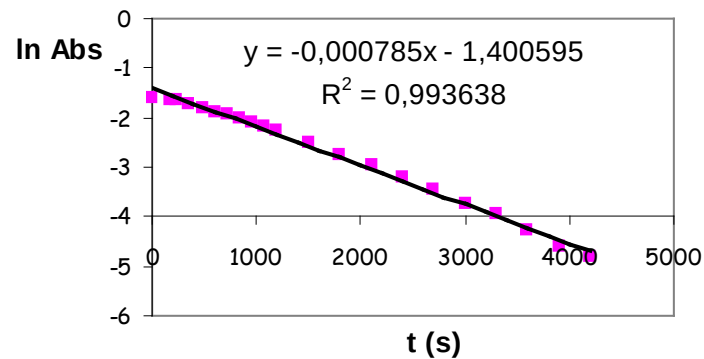
$$\int_{C_{A0}}^{C_A} \frac{dC_A}{C_A^2} = - \int k \cdot dt \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{C_A} = \frac{1}{C_{A0}} + k \cdot t$$

REACCIÓN DE OXIDACIÓN DEL ETANOL POR Cr (VI)

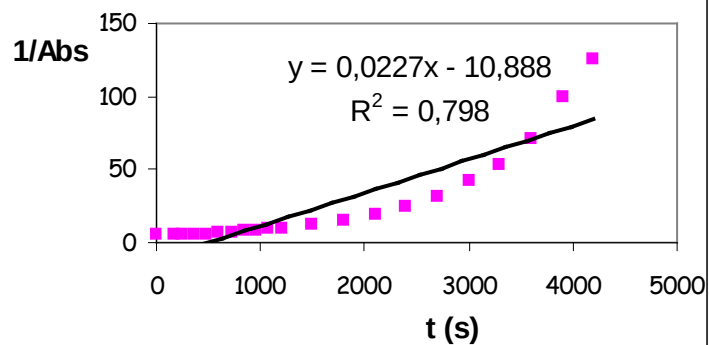
Orden 0



Orden 1



Orden 2



REACCIÓN DE OXIDACIÓN DEL ETANOL POR Cr (VI)

Método diferencial.

A → Productos

1.- Se parte de la ecuación cinética en su forma general (orden de reacción n)

$$-r_A = -\frac{dC_A}{dt} = k \cdot C_A^n$$

2.- Se linealiza la ecuación tomando logaritmos

$$\log \left(-\frac{dC_A}{dt} \right) = \log k + n \cdot \log C_A$$

3.- Se aproximan los diferenciales a incrementos

$$\log \left(-\frac{\Delta C_A}{\Delta t} \right) = \log k + n \cdot \log \bar{C}_A$$

4.- Ajuste de los datos experimentales a la ecuación anterior

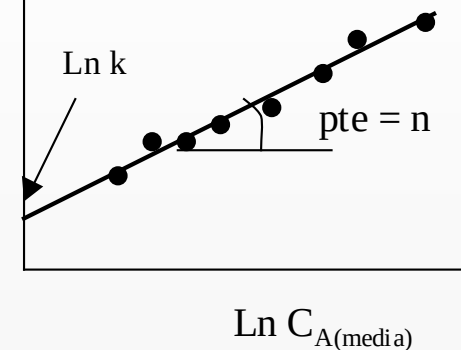
REACCIÓN DE OXIDACIÓN DEL ETANOL POR Cr (VI)

5.- Cálculo del valor del coeficiente cinético k y del orden de reacción n

Conc.	t	ΔC_A	Δt	$C_{A \text{ promedio}}$	$-\Delta C_A / \Delta t$	$\text{Log}(-\Delta C_A / \Delta t)$	$\text{Log } C_A$
C_{A1}	t_1	$\Delta C_{A1} = C_{A2} - C_{A1}$	Δt_1	$C_{A1} = (C_{A1} + C_{A2}) / 2$	$-\Delta C_{A1} / \Delta t_1$	$\log(\Delta C_{A1} / \Delta t_1)$	$\text{Log } C_{A1}$
C_{A2}	t_2	ΔC_{A2}	Δt_2	C_{A2}			
C_{A3}	t_3						

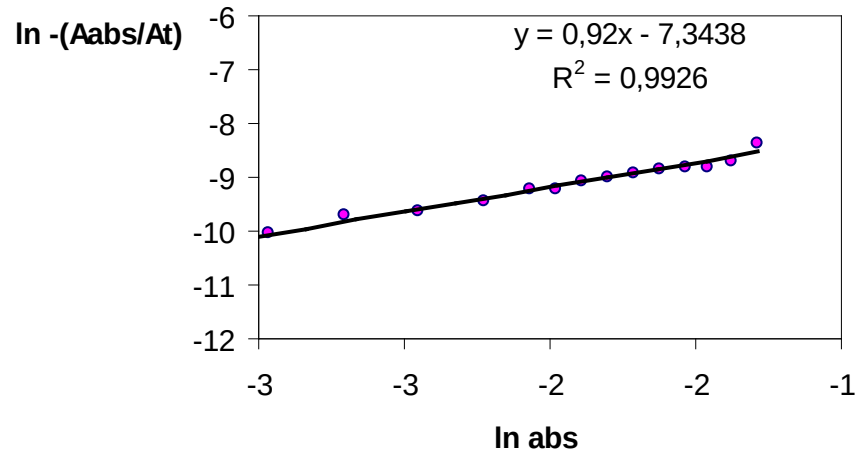
$\text{Ln}(-\Delta C_A / \Delta t)$

$$\log \left(-\frac{\Delta C_A}{\Delta t} \right) = \log k + n \cdot \log \bar{C}_A$$



REACCIÓN DE OXIDACIÓN DEL ETANOL POR Cr (VI)

Método diferencial



orden	0,92
ord. Origen	-7,343797049
k	0,000647

El método diferencial es útil cuando se dispone de muchos datos experimentales, pues la aproximación a incrementos supone un error considerable.

Lo ideal es complementar la información de ambos métodos:

- decidir con ambos métodos cual es el orden de reacción más probable
- utilizar la constante de reacción calculada a partir del método integral.

Cooperación interdisciplinar: la estadística es una herramienta fundamental en el ámbito de las ciencias e ingenierías

PI1_12_009_ANEXO 2



Grupos de investigación del departamento de Ingeniería Química y Tecnología de los Alimentos

1. Análisis y diseño de procesos con fluidos supercríticos, TEP128

El Grupo comprende las siguientes líneas que tienen en común que se trabaja a alta presión:

- Precipitación y encapsulación de micropartículas utilizando fluidos supercríticos.

Se realizan diseño de experimentos, rectas de regresión y estadística descriptiva.

- Extracción de compuestos (aceites, extractos antioxidantes, subproductos de la vinificación, aromas, colorantes alimentarios, extractos con propiedades alelopáticas) a partir de diferentes matrices.

Se usan diseños de experimentos, comparación de muestras, análisis de cluster, rectas de regresión.

- Eliminación de residuos tóxicos y peligrosos por oxidación en agua sub y supercrítica.

En esta parte utilizan diseños de experimentos, optimización, regresión multivariante.

2. Reactores Biológicos y Enzimáticos, TEP 105

La actividad del Grupo comprende las siguientes áreas:

- Tecnología de procesos biológicos.
- Diseño, optimación y control de procesos biológicos.
- Biodesulfuración y biofiltración de efluentes gaseosos contaminados.
- Diseño de procesos biológicos para la remediación de la contaminación ambiental por hidrocarburos y metales pesados presentes en suelos y/o lodos.
- Estudio de procesos biológicos para la obtención de productos químicos básicos.

- Producción de Vinagres: estudio y optimización del proceso para la obtención de productos de calidad.

3. Ingeniería y Tecnología de Alimentos AGR 203

La actividad del Grupo comprende las siguientes áreas:

- Tecnologías de vinificación en zonas cálidas: técnicas enológicas avanzadas y técnicas enzimáticas.
- Tecnologías de estabilización de vinos: estabilización tartárica y oxidativa mediante intercambio iónico.
- Tecnologías de crianza biológica de vinos: uso industrial de enzimas, técnicas de cultivo sumergido, de estabilización del velo y previas de encabezado.
- Tecnologías para el aprovechamiento de residuos de la industria agroalimentaria: fermentación en estado sólido, fermentaciones enzimáticas y extracciones avanzadas.

4. Tecnología del Medio Ambiente TEP-181

Desde su fundación, este grupo dirige su actividad investigadora a la *Protección Ambiental* en el marco de la Comunidad Autónoma Andaluza, definiendo dos líneas principales de investigación: Calidad Ambiental y Tecnologías de Depuración.

5. Tensioactividad y Energías Alternativas o Renovables TEP 109

La actividad del Grupo comprende las siguientes áreas:

- Análisis, síntesis, caracterización y evaluación de propiedades físicas, anfifílicas y detergentes de tensioactivos y formulaciones detergentes.
- Estudio de las reacciones de sulfonación y de sulfoxidación.

Grupos de investigación del departamento de Química Analítica

1. Geoquímica Marina, RNM236:

- Metodología de análisis ambiental de sub- y ultra-trazas metálicas.
- Monitorización de parámetros físico-químicos en muestras ambientales.
- Impacto ambiental en acuicultura marina.
- Ultratrazas de metales pesados como trazadores antropogénicos.
- Especiación química de contaminantes ambientales: influencia de la distribución química en su biodisponibilidad y toxicidad.
- Bioacumulación de metales pesados en organismos acuáticos.
- Interacción atmósfera-hidrosfera: incidencia de los aportes atmosféricos y fluviales en la zona de influencia mareal.

2. Instrumentación y Ciencias Ambientales, FQM249:

La actividad del Grupo comprende las siguientes áreas:

- Control de calidad en alimentos.
- Contribución de diferentes técnicas analíticas a la resolución de problemas reales.
- Aplicación de técnicas quimiométricas a datos electroanalíticos y espectroscópicos.
- Desarrollo de nuevos materiales sonogel-carbono para su utilización como sensores junto con electrodos de pasta de carbono y aplicación a la determinación de analitos de interés medioambiental.
- Caracterización electroquímica y estructural de materiales cerámicos y compuestos.

- Potencialidad de la espectroscopía atómica en el análisis de muestras reales.

3. Investigación Químico Analítica del Vino y Productos Vitivinícolas, ARG122

La actividad del Grupo comprende las siguientes áreas:

- Estudio de la tendencia a la inestabilidad oxidativa y control de los procesos de elaboración y conservación.
- Aislamiento, purificación y caracterización de compuestos en productos vitivinícolas y agroalimentarios, así como su viabilidad en otros usos (dietéticos, alimentarios, cosméticos, etc.).
- Estudio de componentes presentes en productos vitivinícolas y agroalimentarios beneficiosos para la salud.
- Análisis de polifenoles, aromas y otros parámetros en uvas, mostos, vinos, vinagres, brandy, licores y productos agroalimentarios.
- Caracterización y diferenciación de productos vitivinícolas y agroalimentarios y su relación con la calidad.

Cooperación interdisciplinar: la estadística es una herramienta fundamental en el ámbito de las ciencias e ingenierías

PI1_12_009_ANEXO 3



Cooperación interdisciplinar: la estadística es una herramienta fundamental en el ámbito de las ciencias e ingenierías

ANEXO 3: Encuesta y Análisis de los resultados de las encuestas



El presente cuestionario tiene como objetivo el mejorar la actividad de las asignaturas de Estadística en las titulaciones de Ciencias y de Ingeniería. La cumplimentación de este cuestionario le llevará unos minutos.

Muchas gracias por su colaboración.

Hay 16 preguntas en esta encuesta

Bloque I

1 [101]Sexo

Por favor seleccione **sólo una** de las siguientes opciones:

- ☐ Femenino
☐ Masculino

2 [102]Nivel de estudios

Por favor seleccione **sólo una** de las siguientes opciones:

- ☐ Licenciado en Química
☐ Ingeniero Químico
☐ Otro

3 [102_1]Indique:

Por favor, escriba su(s) respuesta(s) aquí:

Año de comienzo

Año de finalización

4 [103]Universidad por la que se tituló:

Por favor seleccione **sólo una** de las siguientes opciones:

- ☐ Universidad de Cádiz
☐ Universidad de Sevilla
☐ Otro

5 [104]Señale el tipo de actividad que mejor se adapte a la desarrollada por la empresa u organismo en el que trabaja:

Por favor seleccione **sólo una** de las siguientes opciones:

- ☐ Enseñanza a nivel medio
- ☐ Enseñanza o investigación a nivel Universitaria
- ☐ Empresa del Sector Medio Ambiental
- ☐ Empresa del Sector Aeronáutico
- ☐ Empresa del Sector Naval
- ☐ Empresa del Sector de la Construcción e Inmobiliaria
- ☐ Empresa de auditorías y consultorías
- ☐ Empresa del Sector Sanitario
- ☐ Empresa del Sector Petroquímico
- ☐ Empresa del Sector Agroalimentario
- ☐ Empresa del Sector Bancario y Seguros
- ☐ Empresa del Sector Energético
- ☐ Empresa del Sector Servicios
- ☐ Empresa del Sector de las Telecomunicaciones
- ☐ Otro

6 [105]Indique la categoría profesional que ocupa:

Por favor seleccione **sólo una** de las siguientes opciones:

- ☐ Puesto laboral del Grupo I. Nivel de Titulado de Grado Superior
- ☐ Puesto laboral del Grupo II. Titulado de Grado Medio
- ☐ Puesto laboral del Grupo III. Técnico Especialista
- ☐ Puesto laboral del Grupo IV. Técnico Auxiliar
- ☐ Becario o contrato en Prácticas
- ☐ Otros

7 [106]¿Cuánto tiempo transcurrió desde que terminó sus estudios hasta que consiguió trabajar en un entorno relacionado con sus estudios?

Por favor seleccione **sólo una** de las siguientes opciones:

- ☐ menos de 6 meses
- ☐ entre 6 meses y menos de un año
- ☐ entre un año y menos de dos años
- ☐ entre dos años y cuatro años
- ☐ más de cuatro años

8 [107]Indique qué formación de estadística recibió durante sus estudios:

Por favor seleccione **sólo una** de las siguientes opciones:

- ☐ Ninguna formación
- ☐ Escasa formación(menos de 30 horas)
- ☐ Formación básica (entre 30 y 60 horas)
- ☐ Más de 60 horas de formación

9 [108]Indique si para desarrollar su labor profesional requiere realizar tratamiento de datos

Por favor seleccione **sólo una** de las siguientes opciones:

- ☐ No, en ningún caso
- ☐ Sí, en ocasiones puntuales
- ☐ Sí, frecuentemente

10 [109]¿En qué tipo de aplicaciones de su actividad laboral se hace uso de la Estadística?

Sólo conteste esta pregunta si se cumplen las siguientes condiciones:

° La respuesta fue 2'Sí, en ocasiones puntuales' o 'Sí, frecuentemente' en la pregunta '9 [108]' (Indique si para desarrollar su labor profesional requiere realizar tratamiento de datos) Y La respuesta fue 3'Sí, en ocasiones puntuales' o 'Sí, frecuentemente' en la pregunta '9 [108]' (Indique si para desarrollar su labor profesional requiere realizar tratamiento de datos)

Por favor, escriba su respuesta aquí:

11 [110]Precise en la medida de lo posible qué elementos estadísticos utiliza en el desarrollo de su labor profesional

Sólo conteste esta pregunta si se cumplen las siguientes condiciones:

° La respuesta fue 2'Sí, en ocasiones puntuales' o 'Sí, frecuentemente' en la pregunta '9 [108]' (Indique si para desarrollar su labor profesional requiere realizar tratamiento de datos) Y La respuesta fue 3'Sí, en ocasiones puntuales' o 'Sí, frecuentemente' en la pregunta '9 [108]' (Indique si para desarrollar su labor profesional requiere realizar tratamiento de datos)

Por favor, marque las opciones que correspondan:

- ☐ Elementos de la Estadística Descriptiva (media aritmética, desviación típica, regresión etc.)
- ☐ Técnicas de Estadística Inferencial (contrastes de hipótesis, intervalos de confianza, anova, diseño de experimento, etc.)
- ☐ Elementos de Probabilidad
- ☐ Optimización

☐ Otro:**12 [111]Valore si la formación estadística recibida le ha resultado útil para el desarrollo de su labor profesional**

Sólo conteste esta pregunta si se cumplen las siguientes condiciones:

° La respuesta fue 2'Escasa formación(menos de 30 horas)' o 'Formación básica (entre 30 y 60 horas)' o 'Más de 60 horas de formación' en la pregunta '8 [107]' (Indique qué formación de estadística recibió durante sus estudios:) Y La respuesta fue 3'Escasa formación(menos de 30 horas)' o 'Formación básica (entre 30 y 60 horas)' o 'Más de 60 horas de formación' en la pregunta '8 [107]' (Indique qué formación de estadística recibió durante sus estudios:) Y La respuesta fue 4'Escasa formación(menos de 30 horas)' o 'Formación básica (entre 30 y 60 horas)' o 'Más de 60 horas de formación' en la pregunta '8 [107]' (Indique qué formación de estadística recibió durante sus estudios:)

Por favor seleccione **sólo una** de las siguientes opciones:

- ☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4
☐ 5

13 [112]Indique si utiliza algunos de los siguientes programas para realizar análisis estadísticos

Por favor, marque las opciones que correspondan:

- ☐ Excel
☐ R
☐ Statgraphics
☐ SPSS
☐ Otro:

14 [113]Indique, según su opinión, el grado de importancia que tiene la Estadística en el ámbito de su trabajo

Por favor seleccione **sólo una** de las siguientes opciones:

- ☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4
☐ 5

15 [114] ¿Estaría interesado en dar una charla a los estudiantes de Ciencias e Ingeniería sobre la utilidad de la Estadística en el desarrollo de su profesión?

Por favor seleccione **sólo una** de las siguientes opciones:

- ☐ Sí
- ☐ No

16 [115] Por favor, indique su correo electrónico para que podamos contactar

Sólo conteste esta pregunta si se cumplen las siguientes condiciones:

° La respuesta fue 'Sí' en la pregunta '15 [114]' (¿Estaría interesado en dar una charla a los estudiantes de Ciencias e Ingeniería sobre la utilidad de la Estadística en el desarrollo de su profesión?)

Por favor, escriba su respuesta aquí:

01.01.1970 – 01:00

Enviar su encuesta.

Gracias por completar esta encuesta.

La encuesta a través de la aplicación LimeSurvey

Proyecto Innovación Interdisciplinar

El presente cuestionario tiene como objetivo el medir la actitud de los estudiantes de Estudios en las Ciudades de Cienfuegos y de Ingeniería. La cumplimentación de este cuestionario le llevará unos minutos. Muchas gracias por su colaboración.

0%100%

Sexo

☐ Femenino

☐ Masculino

Nivel de estudios

Seleccione una de las siguientes opciones

☐ Licenciado en Química

☐ Ingeniero Químico

☐ Otro:

Indique:

En este campo sólo puede introducir números

Año de comienzo

Año de finalización

Universidad por la que se tituló

Seleccione una de las siguientes opciones

☐ Universidad de Cádiz

☐ Universidad de Sevilla

☐ Otro:

Indique el tipo de actividad que mejor se adapte a la desarrollada por la empresa u organismo en el que trabaja

Seleccione una de las siguientes opciones

Por favor escoge...

Indique la categoría profesional que ocupa

Seleccione una de las siguientes opciones

Por favor escoge...

¿Cuánto tiempo transcurrió desde que terminó sus estudios hasta que consiguió trabajar en un entorno relacionado con sus estudios?

Seleccione una de las siguientes opciones

☐ menos de 6 meses

☐ entre 6 meses y menos de un año

☐ entre un año y menos de dos años

☐ entre dos años y cuatro años

Análisis de los resultados de las encuestas

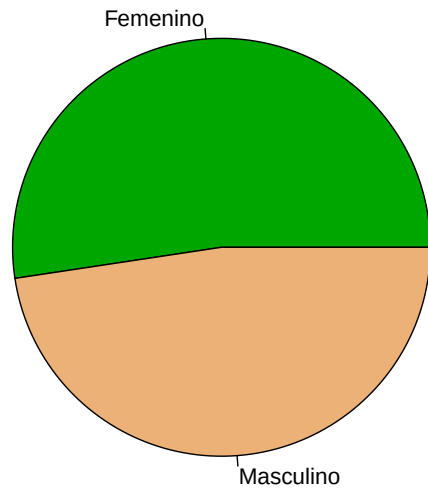
A continuación se incluye el informe del análisis de los resultados de las encuestas realizadas a los egresados de Ingeniería Química y Química, a partir de la base de datos de egresados de la Facultad de Ciencias facilitada por la dirección del Centro.

En ciertas preguntas de interés se ha realizado un estudio por sexo y por titulación. Y se presentan los gráficos de interés.

Dicho análisis se ha realizado con el software estadístico R.

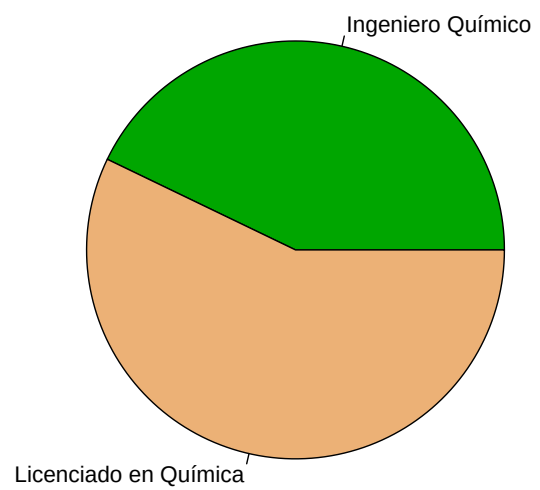
1. Sexo

	n	%
Femenino	11	52.4
Masculino	10	47.6



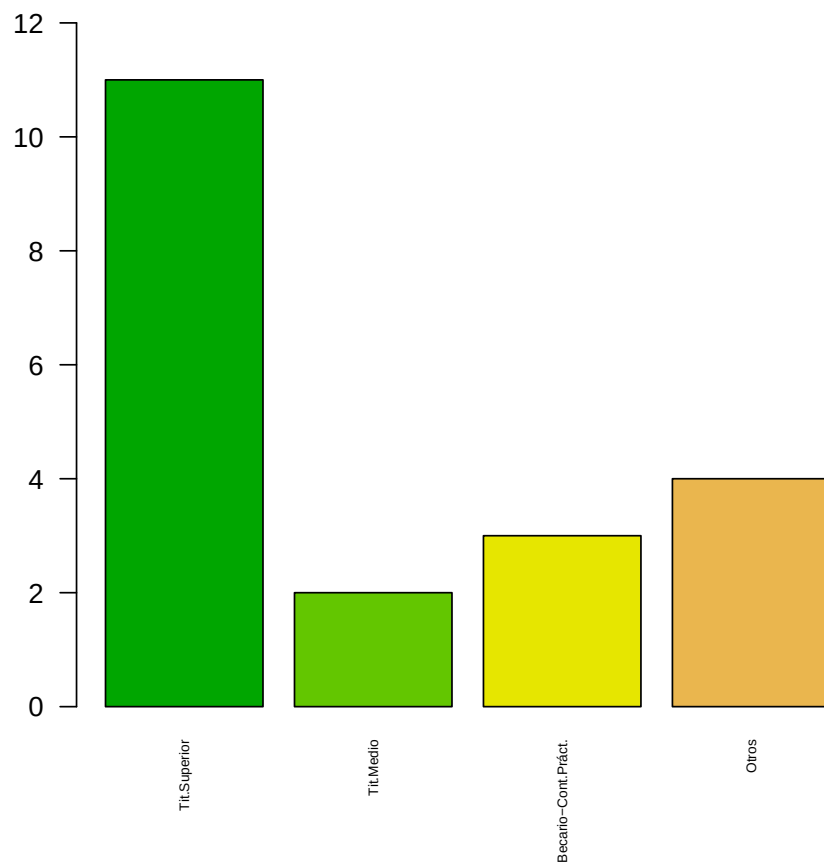
2. Titulación

	n	%
Ingeniero Químico	9	42.9
Licenciado en Química	12	57.1



3. Categoría profesional

	n	%
Puesto Lab.Grupo I.Titulado Superior	11	55.0
Puesto Lab.Grupo II.Titulado Medio	2	10.0
Becario o contrato en prácticas	3	15.0
Otros	4	20.0



3.1. Según Sexo

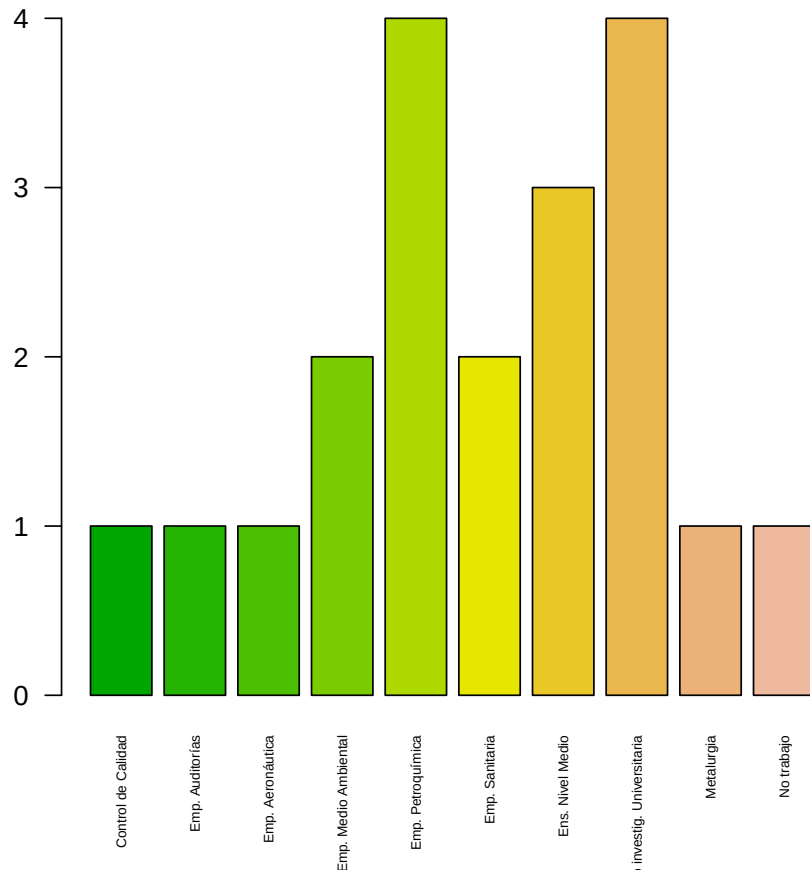
	Global(n)	Global(%)	Fem(n)	Fem(%)	Masc(n)	Masc(%)
Tit.Superior	11	55	6	55	5	56
Tit.Medio	2	10	1	9	1	11
Becario-Cont.Práct.	3	15	2	18	1	11
Otros	4	20	2	18	2	22

3.2. Según Titulación

	Global(n)	Global(%)	Ing. Quím.(n)	Ing. Quím.(%)	Lic. Quím.(n)	Lic. Quím.(%)
Tit. Superior	11	55	9	100	2	18
Tit. Medio	2	10	0	0	2	18
Becario-Cont. Práct.	3	15	0	0	3	27
Otros	4	20	0	0	4	36

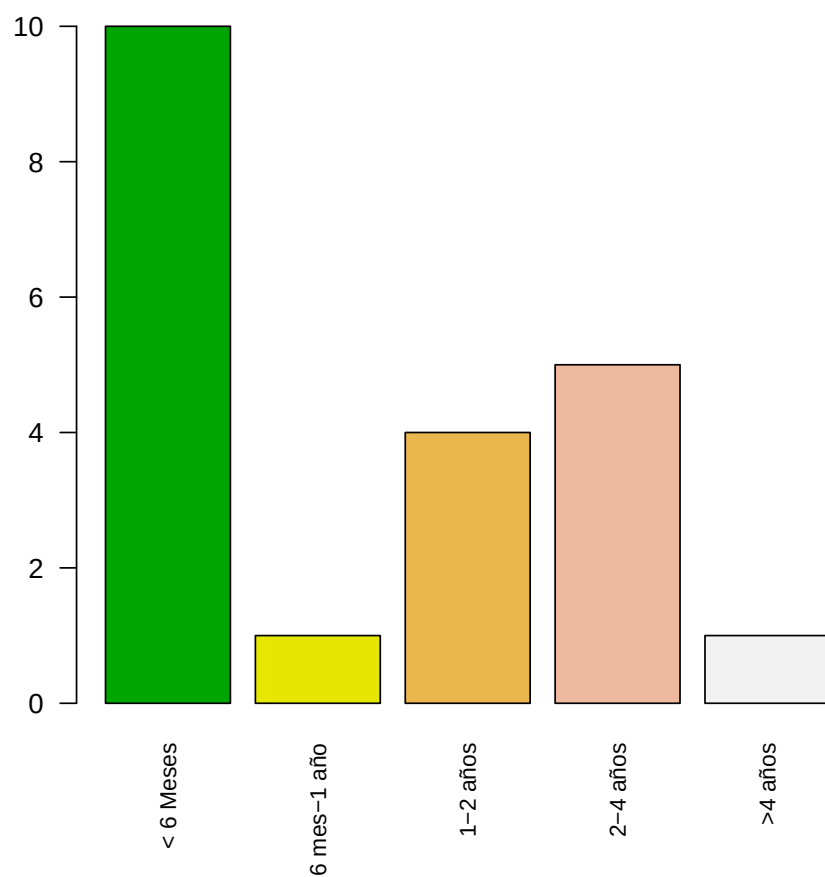
4. Tipo de actividad que mejor se adapte a la desarrollada por la empresa u organismo en el que trabaja

	n	%
Control de Calidad	1	5.0
Emp. Auditorías	1	5.0
Emp. Aeronáutica	1	5.0
Emp. Medio Ambiental	2	10.0
Emp. Petroquímica	4	20.0
Emp. Sanitaria	2	10.0
Ens. Nivel Medio	3	15.0
Ens o investig. Universitaria	4	20.0
Metalurgia	1	5.0
No trabajo	1	5.0



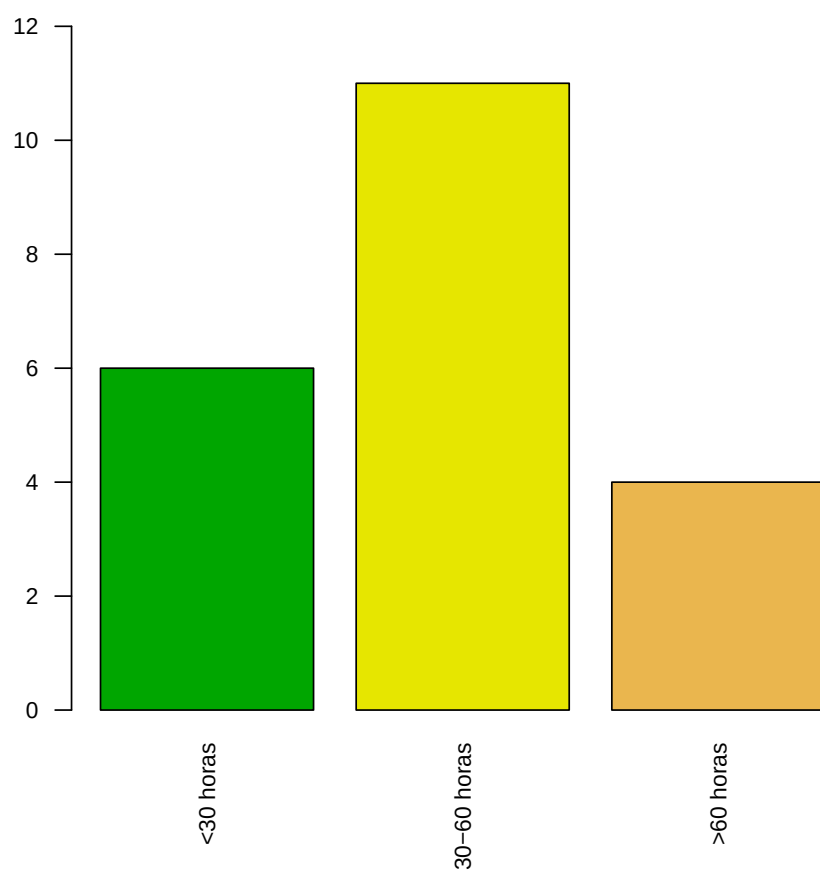
5. Tiempo que transcurrió desde que terminó sus estudios hasta que consiguió trabajar en un entorno relacionado con sus estudios

	n	%
Menos de 6 meses	10	47.6
Entre 6 meses y menos de un año	1	4.8
Entre un año y menos de dos años	4	19.0
Entre dos años y cuatro años	5	23.8
Más de cuatro años	1	4.8



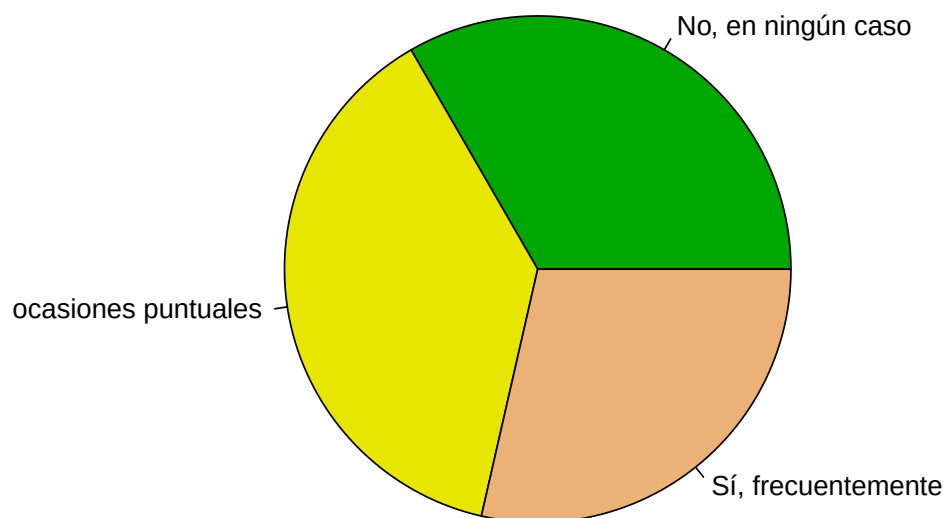
6. Formación Estadística recibida durante sus estudios

	n	%
Escasa formación(<30 horas)	6	28.6
Formación básica(30-60 horas)	11	52.4
>60 horas	4	19.0



7. ¿Para desarrollar su labor profesional requiere realizar tratamiento de datos?

	n	%
No, en ningún caso	7	33.3
Sí, en ocasiones puntuales	8	38.1
Sí, frecuentemente	6	28.6

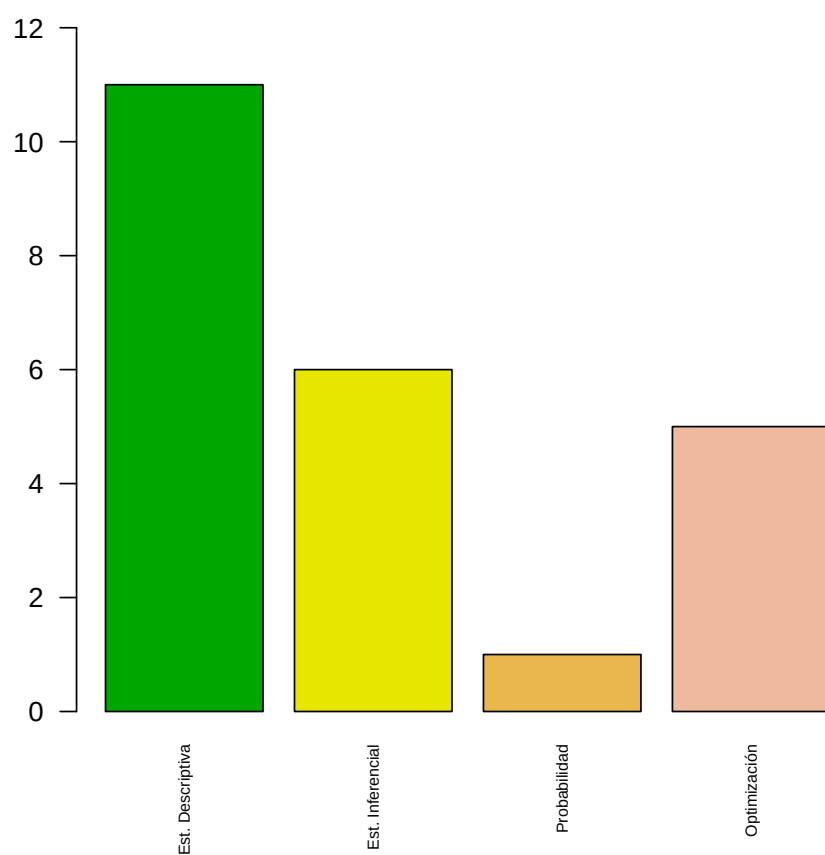


8. Aplicaciones

	n	%
Absentismo, historicos de accidentales y reprocesos de piezas,...	1	7.1
Análisis descriptivos de datos en esnsayos clinicos	1	7.1
En las mediciones	1	7.1
Estudio de ratios productivos, de calidad. Influencia de variables en resultados finales	1	7.1
Estudio y analisis de averias. Programacion de revisiones, repetitividad averias	1	7.1
excel y programas de diseño	1	7.1
Indicadores de gestión, puntuacion ofertas económicas, benchmarking	1	7.1
Informe comercial de ventas	1	7.1
interpretación de datos ambientales	1	7.1
Optimización de nuevas reacciones químicas	1	7.1
Principalme excel.	1	7.1
Tratamiento de datos de investigación científica	1	7.1
Tratamiento de resultados analíticos	1	7.1
Variaciones en las especificaciones de productos	1	7.1

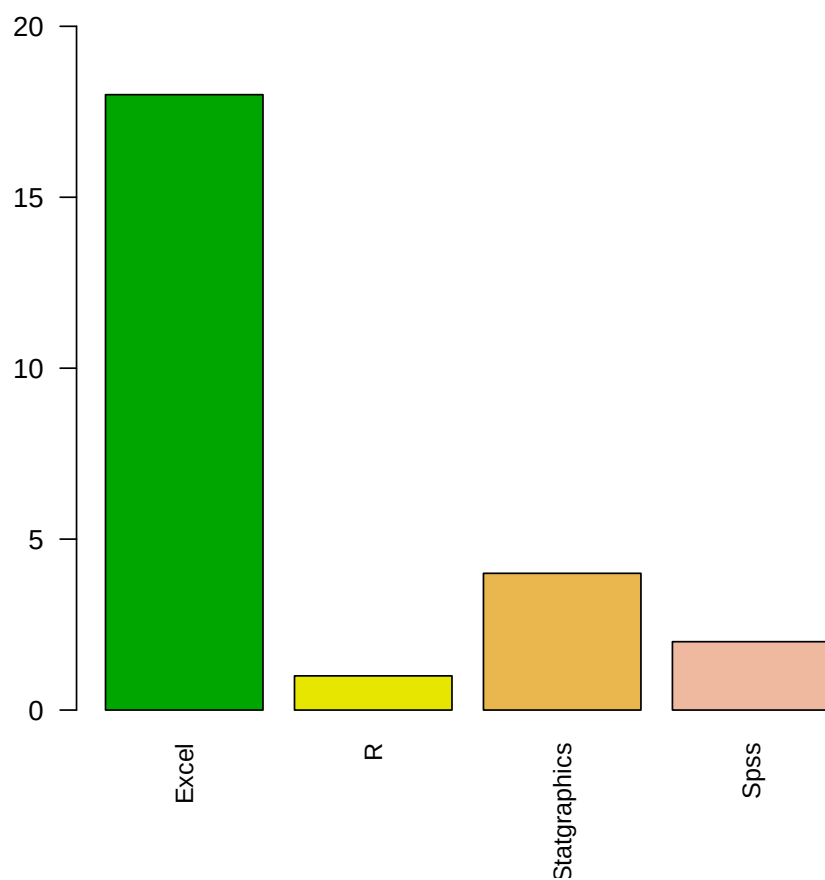
9. Elementos estadísticos utilizados en el desarrollo de su labor profesional

	SI	NO
Estadística Descriptiva	11	10
Estadística Inferencial	6	15
Probabilidad	1	20
Optimización	5	16



10. Programas utilizados para realizar análisis estadísticos

	SI	NO
Excel	18	4
R	1	20
Statgraphics	4	17
SPSS	2	19



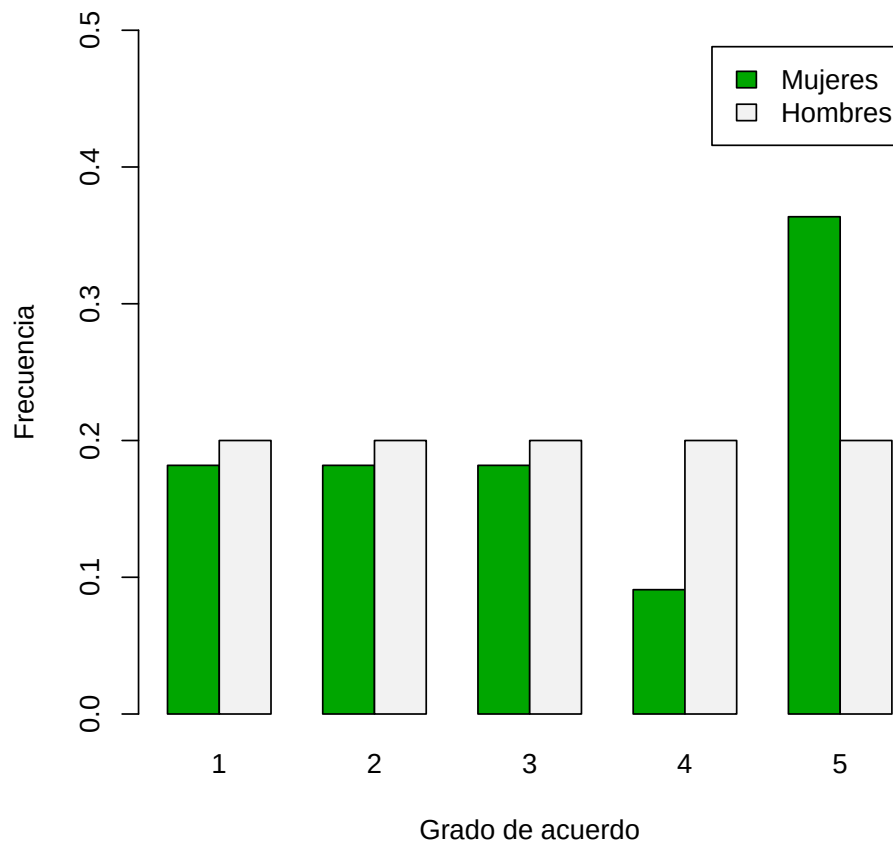
11. Grado de importancia que tiene la Estadística en el ámbito de su trabajo

11.1. Según Sexo

	Global	Femenino	Masculino
Cuenta	21.00	11.00	10.00
Mínimo	1.00	1.00	1.00
Media	3.14	3.27	3.00
Mediana	3.00	3.00	3.00
Máximo	5.00	5.00	5.00
Des. Típica	1.53	1.62	1.49

11.2. Según Titulación

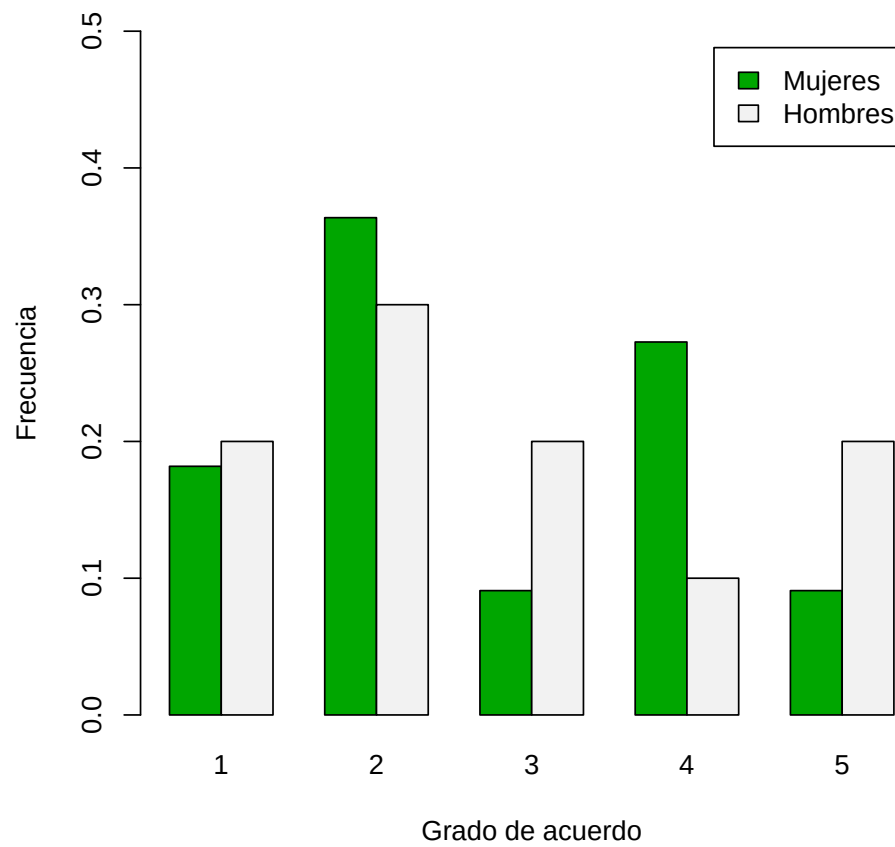
	Global	Ingeniero Químico	Licenciado en Química
Cuenta	21.00	9.00	12.00
Mínimo	1.00	1.00	1.00
Media	3.14	2.78	3.42
Mediana	3.00	3.00	3.50
Máximo	5.00	5.00	5.00
Des. Típica	1.53	1.39	1.62



12. Valoración de la formación estadística

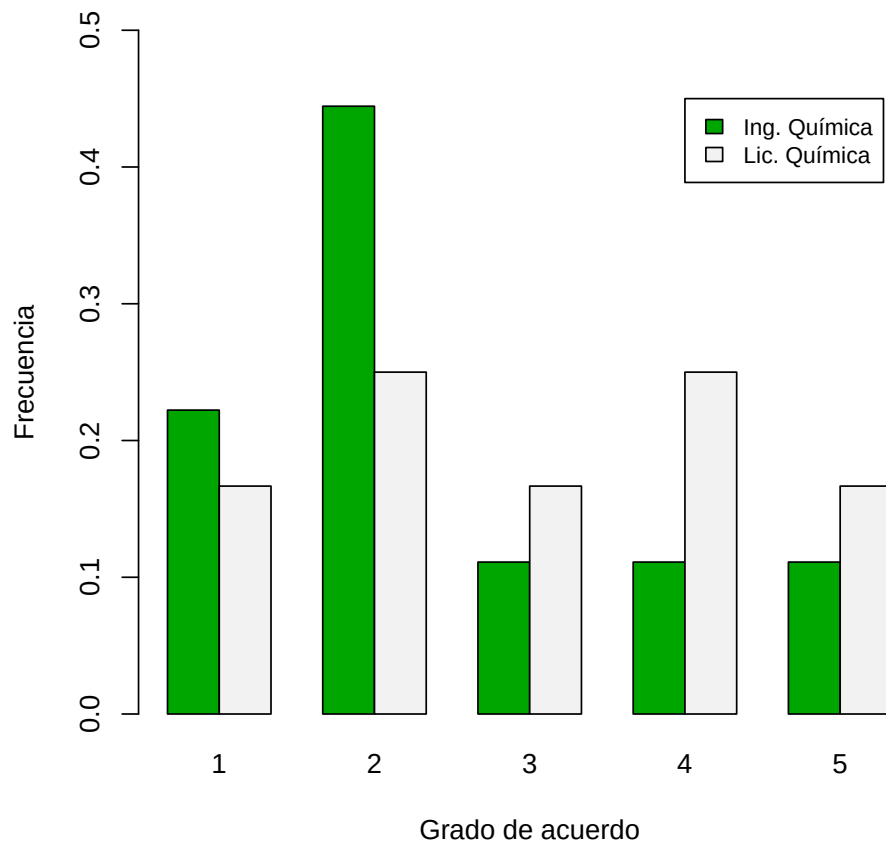
12.1. Según Sexo

	Global	Femenino	Masculino
Cuenta	21.00	11.00	10.00
Mínimo	1.00	1.00	1.00
Media	2.76	2.73	2.80
Mediana	2.00	2.00	2.50
Máximo	5.00	5.00	5.00
Des. Típica	1.37	1.35	1.48



12.2. Según Titulación

	Global	Ingeniero Químico	Licenciado en Química
Cuenta	21.00	9.00	12.00
Mínimo	1.00	1.00	1.00
Media	2.76	2.44	3.00
Mediana	2.00	2.00	3.00
Máximo	5.00	5.00	5.00
Des. Típica	1.37	1.33	1.41



Cooperación interdisciplinar: la estadística es una herramienta fundamental en el ámbito de las ciencias e ingenierías

ANEXO 3: Seminarios impartidos por egresados vinculados al sector empresarial



Profesional invitado: Inmaculada Expósito Álvarez

Empresa: Servicio de Oncología del Hospital Puerta del Mar

Titulación: Licenciada en Química

Puesto que ocupa: Coordinadora de ensayos clínicos en el Servicio de Oncología del Hospital Puerta del Mar

Fecha de impartición del seminario: 16 de mayo de 2012

Resumen del seminario

INMACULADA EXPÓSITO ÁLVAREZ, es graduada en Química y actualmente trabaja en el Hospital Universitario Puerta del Mar como coordinadora de ensayos clínicos en el servicio de oncología donde desarrolla una labor investigadora. Se ocupa de elaborar lo que se entiende por el protocolo de ensayo clínico, es decir describir el proceso desde que entra un paciente. Son numerosos los proyectos que lleva a cabo el servicio de oncología del Hospital Puerta del Mar, en los que son fundamentales elaborar un ensayo y sacar las conclusiones estadísticas correspondientes. Para ello utilizan el SPSS.

Los estudios que realiza en los distintos ensayos clínicos de oncología son:

- Análisis de calidad de vida en pacientes con cáncer de mama.
- Estudio comparativo en pacientes de larga supervivencia, para determinar si hay diferencias en el seguimiento en atención primaria o en atención especializada (consultas de oncología).
- En ensayos clínicos a nivel internacional: Determinar si un fármaco es efectivo, además de si es seguro en función de las toxicidades que se generan del mismo (si son aceptables o no).
- Determinar si las pacientes del servicio de oncología generan un tipo de toxicidades u otras, cuales se dan en mayor medida (en función del tratamiento recibido), si está relacionado con la situación laboral, estado civil...etc, el hecho de que acudan con mayor o menor frecuencia al servicio para ser atendidas de urgencia.
- Estudio de la demora del paciente para ser atendido en el servicio de oncología: tanto desde que se opera hasta que viene por primera vez, como el tiempo que tarda en ser atendido por las enfermeras en la sala de extracción de sangre, consulta con el médico y posterior entrada para recibir tratamiento quimioterápico.

Profesional invitado: Julián Mota Luque

Empresa: Acerinox

Titulación: Ingeniero químico

Puesto que ocupa: Coordinador en el departamento de Mantenimiento y Nuevas Instalaciones Mecánicas-Sección Recocido

Fecha de impartición del seminario: 29 de mayo de 2012

Resumen del seminario

Acerinox, S.A. es un grupo empresarial multinacional español, dedicado a la fabricación de aceros inoxidables. Desde su constitución en 1970, ha estado continuamente realizando programas de inversiones, desarrollando innovaciones tecnológicas propias que, en varias ocasiones, han constituido auténticas revoluciones en la tecnología de los aceros inoxidables.

JULIÁN MOTA LUQUE trabaja en el departamento de mantenimiento de su empresa. Este puesto es muy versátil pues a diario tiene que darle respuesta a un sin número de problemas que se presentan en toda la fábrica. El control estadístico del mantenimiento de la fábrica, permite detectar cuando un proceso se aparta de su funcionamiento esperado, identificando la existencia de un problema.

Su departamento intenta pasar del mantenimiento que soluciona problemas al que los evita por medio de una labor planificada y contemplada desde las primeras etapas de diseño, buscando eliminar todo fallo, y con ello cualquier incidencia sobre producción. Para ello tomaron una serie de medidas que cumplen sistemáticamente:

- Implantación de sistemas de adquisición y almacenamiento de datos eficaces en la elaboración de históricos (controlan a diario todas las tareas de mantenimiento que realizan para poder hacer comparaciones y estimaciones).
- Integración de los sistemas de información de todas las áreas de la empresa,
- Evaluación de la importancia y repercusión de cada máquina en el sistema productivo, para así destinar los recursos apropiados según su importancia
- Implantación del trabajo en equipo como modo de conseguir mejoras sustanciales al integrar a grupos de individuos de diferentes áreas y conocimientos.

Profesional invitado: Eva López García

Empresa: Cepsa

Titulación: Ingeniero químico

Puesto que ocupa: Jefa de fabricación de la refinería de Gibraltar de San Roque

Fecha de impartición del seminario: 29 de mayo de 2012

Resumen del seminario

EVA LÓPEZ GARCÍA estuvo durante 2 años trabajando en la empresa TAPCOR la cual se dedica a la fabricación exclusiva de tapones de corcho natural, uniendo la tradición de un producto histórico con las técnicas más avanzadas en la fabricación y acabado de los tapones de corcho natural.

Las principales propiedades de estos tapones son la elasticidad, la hermeticidad, compresibilidad y ligereza. En el encorchado de las botellas favorecen la conservación y evolución del vino al liberar pequeñas dosis de oxígeno.

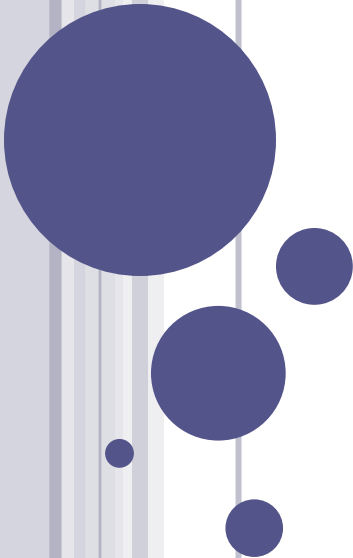
Su trabajo en dicha empresa iba encaminado al control de la calidad y en este sentido tenía que certificar la calidad de los tapones que se producía. Al realizar pruebas a los tapones para el control de la calidad de los mismos, evidentemente, los destruía, con lo cual era imposible comprobar los parámetros de calidad en toda la población.

Para resolver este problema se hace uso de la estadística para seleccionar el tamaño de muestra representativo que permitiera certificar con un 95 % de confianza que los tapones que se producen cumplen con los requisitos establecidos.

También al introducir nuevos métodos para el control de la calidad es imprescindible comparar los resultados obtenidos con los métodos que ya existen y en este contexto también la estadística cobra un papel primordial.

Actualmente trabaja como ingeniera de proceso en **CEPSA**. Se encarga fundamentalmente de programar y controlar los nuevos proyectos enfocados a la mejora o ampliación de los procesos productivos y a la implantación de nuevas tecnologías. Para ello, fija los datos básicos de diseño necesarios para adquisición de nuevos equipos y coordina con el laboratorio de investigación el diseño de experiencias y plantas piloto.

Así mismo, se encarga de supervisar los procesos de producción, con el objetivo de realizar mejoras orientadas al aumento de producción, calidad y/o seguridad de los equipos.



APLICACIÓN DE LA ESTADÍSTICA EN EL ÁMBITO LABORAL

**Inmaculada Expósito Álvarez.
Coordinadora de Ensayos Clínicos en Oncología.
H. U. Puerta del Mar**

INDICE

- Presentación.
- ¿Qué es un Coordinador de Ensayos Clínicos?
- Coordinador de Ensayos / Estadística.
- Conclusiones.

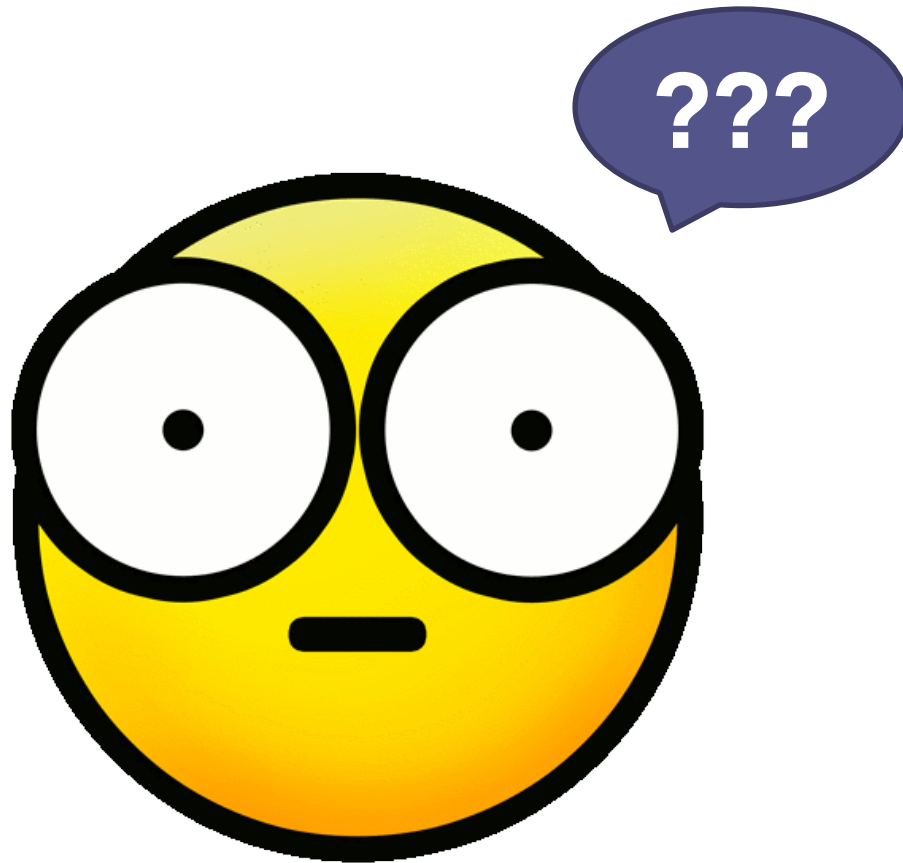


PRESENTACIÓN

- Licenciada en Química. Universidad de Cádiz.
- Máster en Ensayos Clínicos.
- Objetivo.
- Coordinadora de Ensayos Clínicos en Oncología. Entrevista.



¿QUÉ ES UN COORDINADOR DE ENSAYOS CLÍNICOS?



**COORDINADOR
DE
ENSAYOS**



ESTADÍSTICA



- ¿Para qué utilizamos la estadística?

- Pierre Louis/1823.

- ➡ Diseño de ensayos

- ➡ Creación de base de datos y su análisis.



- ¿Qué programas utilizamos?
- ¿Qué análisis realizamos?

➡ SPSS

➡ Estadística descriptiva (Media, Mediana, desviación típica, rangos...etc.)



○ ¿Qué resultados extraemos de los datos analizados?

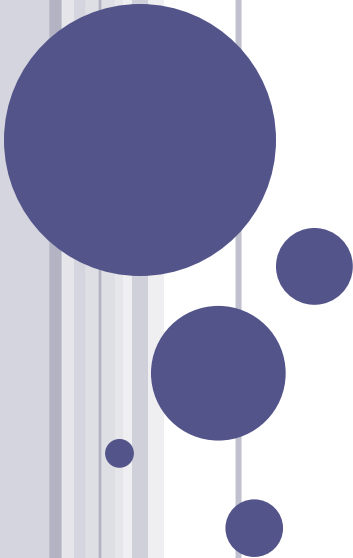
- ➡ Viabilidad de un fármaco.
- ➡ Comparativa de seguimientos en pacientes oncológicos.
- ➡ Evaluación de las toxicidades de los tratamientos.
- ➡ Calidad de vida/Satisfacción del paciente.



CONCLUSIONES

LA ESTADÍSTICA.....





APLICACIÓN DE LA ESTADÍSTICA EN EL ÁMBITO LABORAL

**Inmaculada Expósito Álvarez.
Coordinadora de Ensayos Clínicos en Oncología.
H. U. Puerta del Mar**

INDICE

- Presentación.
- ¿Qué es un Coordinador de Ensayos Clínicos?
- Coordinador de Ensayos / Estadística.
- Conclusiones.

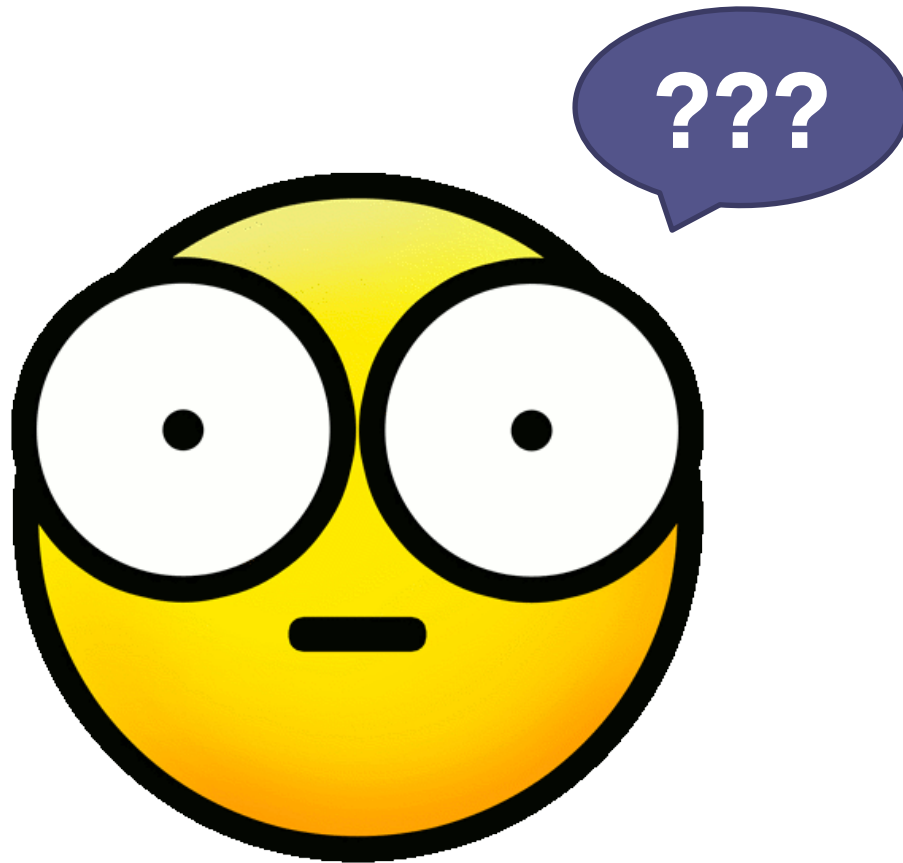


PRESENTACIÓN

- Licenciada en Química. Universidad de Cádiz.
- Máster en Ensayos Clínicos.
- Objetivo.
- Coordinadora de Ensayos Clínicos en Oncología. Entrevista.



¿QUÉ ES UN COORDINADOR DE ENSAYOS CLÍNICOS?



**COORDINADOR
DE
ENSAYOS**



ESTADÍSTICA



- ¿Para qué utilizamos la estadística?

- Pierre Louis/1823.

- ➡ Diseño de ensayos

- ➡ Creación de base de datos y su análisis.



- ¿Qué programas utilizamos?
- ¿Qué análisis realizamos?

➡ SPSS

➡ Estadística descriptiva (Media, Mediana, desviación típica, rangos...etc.)



○ ¿Qué resultados extraemos de los datos analizados?

- ➡ Viabilidad de un fármaco.
- ➡ Comparativa de seguimientos en pacientes oncológicos.
- ➡ Evaluación de las toxicidades de los tratamientos.
- ➡ Calidad de vida/Satisfacción del paciente.



CONCLUSIONES

LA ESTADÍSTICA.....



Cooperación interdisciplinar: la estadística es una herramienta fundamental en el ámbito de las ciencias e ingenierías

ANEXO 3: Material proporcionado por el Servicio de Oncología del H.U. Puerta del Mar



ENSAYO ALEATORIZADO SOBRE LA EFICACIA DE UNA CONSULTA DE ENFERMERÍA PARA PACIENTES CON CÁNCER DE MAMA QUE RECIBEN TRATAMIENTO QUIMIOTERÁPICO.

Equipo investigador :

Carmen Moreno Carval. Enfermera de Ensayos Clínicos. Fundación para la Investigación Puerta del Mar y Servicio de Oncología Médica. Hospital Universitario Puerta del Mar de Cádiz.

María Ángeles Alba Medinilla. Enfermera. Servicio de Oncología Médica. Hospital Universitario Puerta del Mar de Cádiz.

Lourdes Solana Grimaldi. Enfermera. Servicio de Oncología Médica. Hospital Universitario Puerta del Mar de Cádiz.

Margarita Criado Girbal. Bióloga Data Manager. Fundación para la Investigación Puerta del Mar y Servicio de Oncología Médica. Hospital Universitario Puerta del Mar de Cádiz.

Esperanza Arriola Arellano. Oncólogo Médico. Unidad Clínica de Patología Mamaria y Servicio de Oncología Médica. Hospital Universitario Puerta del Mar de Cádiz.

José M. Baena Cañada. Oncólogo Médico. Unidad Clínica de Patología Mamaria y Servicio de Oncología Médica. Hospital Universitario Puerta del Mar de Cádiz.

Resumen :

Objetivos: evaluar los efectos de la quimioterapia administrada a pacientes con cáncer de mama en términos de uso de los servicios sanitarios, calidad de vida, satisfacción de las pacientes y seguridad cuando se proporciona educación sanitaria en una consulta de enfermería.

Diseño: ensayo clínico controlado de asignación aleatoria, de intervención no farmacológica.

Sujetos y ámbito de estudio: pacientes con carcinoma de mama de reciente diagnóstico que inician tratamiento quimioterápico adyuvante, neoadyuvante o paliativo en el Hospital de Día Oncohematológico del Hospital Universitario Puerta del Mar de Cádiz.

Instrumentalización: asignación aleatoria de las pacientes en dos brazos según los cuidados de enfermería proporcionados. El brazo A es considerado el de información y educación estándar, que consiste en recibir información verbal y escrita de forma reglada, proporcionada por el especialista en Oncología Médica antes de iniciar el tratamiento quimioterápico y antes de cada ciclo de tratamiento. Así mismo, las pacientes podrán solicitar información a enfermería cuando lo precisen. El brazo B es considerado el de información y educación experimental y consiste en recibir información verbal y escrita, proporcionada por el especialista en Oncología Médica antes de iniciar el tratamiento quimioterápico y antes de cada ciclo de tratamiento. Las pacientes del brazo B recibirán además, información y educación regladas sobre la quimioterapia por parte de una enfermera del servicio de Oncología Médica antes del inicio del tratamiento y en cada ciclo en una consulta específica de enfermería.

Determinaciones: uso de los recursos sanitarios de las siguientes maneras: consulta no programada en atención primaria, en especializada (Oncología Médica u otras), en Urgencias u hospitalización. Toxicidad ocasionada por la quimioterapia medida por la escala de la OMS. Retirada del ensayo clínico por toxicidad grave. Calidad de vida medida mediante el cuestionario de la EORTC QOL-C30. Satisfacción con la atención sanitaria recibida.

MEMORIA DEL PROYECTO DE INVESTIGACION

1.- ANTECEDENTES Y ESTADO ACTUAL DEL TEMA

El cáncer de mama es la neoplasia maligna más frecuente en la mujer en todo el mundo. Es el tumor que causa más muertes en la mujer en nuestro país y que, además, muestra mayor incidencia en los países desarrollados. Por esto, el cáncer de mama representa un reto sanitario y social y justifica la necesidad de promover y realizar nuevos estudios para mejorar la salud de estas pacientes. Los avances conseguidos en los resultados de prevención y tratamiento del cáncer de mama en las últimas décadas han sido notables. No sólo se consigue diagnosticar la enfermedad en fases más precoces, sino que la supervivencia de estas mujeres ha sido mejorada con los avances en el tratamiento sistémico, bien adyuvante con objeto de erradicar la enfermedad micrometastásica, bien neoadyuvante en los casos localmente avanzados, o bien paliativo en caso de enfermedad avanzada. La participación de miles de mujeres en ensayos clínicos y el esfuerzo de muchos investigadores han contribuido definitivamente al avance en esta parcela de la Oncología Médica.

Ha sido demostrado claramente que la quimioterapia adyuvante reduce la mortalidad por cáncer de mama y sus efectos beneficiosos se producen tanto en mujeres premenopáusicas como postmenopáusicas, con o sin afectación ganglionar axilar y con positividad o negatividad para los receptores hormonales. Los agentes alquilantes, las antraciclinas y los taxanos en diferentes formas de combinación o secuencias, constituyen los fármacos de elección.

El tratamiento quimioterápico preoperatorio, primario o neoadyuvante definido como la administración del tratamiento citotóxico antes del tratamiento quirúrgico, se ha convertido en los últimos años en el tratamiento estándar para las mujeres con carcinomas localmente avanzados. Además, constituye una opción muy apropiada para las mujeres con tumores voluminosos pero operables, con objeto de aumentar las posibilidades de realizar una cirugía no mutilante de la mama.

El tratamiento de la enfermedad diseminada tiene como objetivo principal conseguir una mejora sintomática de las enfermas, que se traduce en una mejoría de su calidad de vida. En el tratamiento de primera línea del cáncer de mama metastásico, las combinaciones de quimioterapia han demostrado ser superiores a los esquemas de monoterapia y, de nuevo, las antraciclinas y taxanos son los fármacos más activos (1).

Las enfermeras juegan un papel vital en la valoración y los cuidados de los pacientes con efectos secundarios de la quimioterapia. La quimioterapia antineoplásica causa a menudo efectos adversos graves, tales como la neutropenia, náuseas y vómitos, complicaciones orales y otros, que alteran negativamente la calidad de vida de las pacientes y pueden influir en el éxito de dicho tratamiento. Se ha desarrollado un gran número de terapias de soporte, como los factores de crecimiento hematopoyético, los antieméticos y otras medidas, que sirven para mejorar los efectos secundarios de la quimioterapia. Sin embargo, son, en ocasiones, infrautilizados. Las enfermeras oncológicas, quienes actúan como conexión entre los oncólogos y las pacientes, pueden proporcionar un efecto positivo en la calidad de vida de las pacientes, educándolas a cerca de los efectos adversos potenciales y sobre la disponibilidad de las terapias de soporte. La enfermería oncológica otorga prioridad a los aspectos relacionados con la calidad de vida, si comparamos su atención con la de los médicos (2). La mayoría de los

programas educativos han sido dirigidos a los pacientes que reciben tratamiento oncológico activo y uno de sus objetivos es ayudarlos en el manejo de los efectos secundarios de dichos tratamientos (3).

Cuatro son los aspectos considerados relevantes cuando se analiza la satisfacción de los pacientes que reciben quimioterapia en un Hospital de Día Oncológico: la accesibilidad a los tratamientos y a las instalaciones, los aspectos técnicos de los cuidados, los aspectos interpersonales de dichos cuidados y, por último, la información y educación de los pacientes. La literatura médica claramente identifica dos áreas que precisan urgente atención: la evaluación y el manejo de los efectos adversos y la provisión de información a los pacientes (4) (5).

La educación de las pacientes, obteniendo adecuada información sobre los efectos secundarios de la quimioterapia y las medidas de autocuidados, son funciones esenciales de las enfermeras de una unidad de Oncología Médica (2) (6) (7). En diversos aspectos de los cuidados enfermeros de pacientes con cáncer se ha demostrado que la educación proporcionada por enfermería, ha mejorado el conocimiento de la propia enfermedad, la calidad de vida y la satisfacción (8) (9) (10). Otros parámetros, como son las reacciones de hipersensibilidad a la quimioterapia, la astenia y el impacto psicosocial de dicho tratamiento, han mejorado también con las estrategias de cuidados de enfermería (11) (12).

La escasa dotación de recursos humanos de enfermería en muchas Unidades de Oncología Médica no permite la implantación de una consulta de enfermería para proporcionar cuidados a los pacientes que reciben tratamiento quimioterápico. No existen ensayos clínicos de asignación aleatoria diseñados para demostrar el beneficio de la atención proporcionada por enfermería en pacientes con cáncer de mama que reciben tratamiento quimioterápico, pero los programas educativos de los pacientes en general y de colectivos específicos han demostrado ser eficientes para los sistemas sanitarios (13) (14) (15). La finalidad del presente ensayo clínico es demostrar el beneficio que pueden obtener las pacientes con cáncer de mama que reciben quimioterapia cuando se añaden los cuidados de enfermería de forma regular y estandarizada.

2.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Dickson R, Pestell R, Lippman M. Cancer of the breast. En: DeVita, Jr V, Hellman S, Rosenberg S. Cancer Principles and Practice of Oncology. 7th Edition on CD-ROM. Lippincott-Raven
2. Houston D. Supportive therapies for cancer chemotherapy patients and the role of the oncology nurse. Cancer Nurs. 1997 Dec;20(6):409-13.
3. Rimer B, Keintz MK, Glassman B. Cancer patient education: reality and potential. Prev Med. 1985 Nov;14(6):801-18.
4. Sitzia J, Wood N. Patient satisfaction with cancer chemotherapy nursing: a review of the literature. Int J Nurs Stud. 1998 Feb-Apr;35(1-2):1-12.

5. Steele S, Carruth AK. A comprehensive interdisciplinary chemotherapy teaching documentation flowsheet. *Oncol Nurs Forum*. 1997 Jun;24(5):907-11.
6. Wilson FL, Mood DW, Risk J, Kershaw T. Evaluation of education materials using Orem's self-care deficit theory. *Nurs Sci Q*. 2003 Jan;16(1):68-76.
7. Wallis M, Tyson S. Improving the nursing management of patients in a hematology/oncology day unit: an action research project. *Cancer Nurs*. 2003 Feb;26(1):75-83.
8. Templeton H, Coates V. Evaluation of an evidence-based education package for men with prostate cancer on hormonal manipulation therapy. *Patient Educ Couns*. 2004 Oct;55(1):55-61.
9. Daniel BT, Damato KL, Johnson J. Educational issues in oral care. *Semin Oncol Nurs*. 2004 Feb;20(1):48-52.
10. Fulton JS. Chemotherapeutic treatment of colorectal cancer: rationale, trends, and nursing care. *J Wound Ostomy Continence Nurs*. 1994 Jan;21(1):12-21.
11. Taplin SC, Blanke CD, Baughman C. Nursing care strategies for the management of side effects in patients treated for colorectal cancer. *Semin Oncol*. 1997 Oct;24(5 Suppl 18):S18-64-S18-70.
12. Benor DE, Delbar V, Krulik T. Measuring impact of nursing intervention on cancer patients' ability to control symptoms. *Cancer Nurs*. 1998 Oct;21(5):320-34.
13. Karam JA, Sundre SM, Smith GL. A cost/benefit analysis of patient education. *Hosp Health Serv Adm*. 1986 Jul-Aug;31(4):82-90.
14. Gallefoss F. Effects of patient education in COPD in a 1-year follow-up randomised, controlled trial. *Patient Educ Couns*. 2004 Mar;52(3):259-66.
15. Solá I, Thompson E, Subirana M, Pascual A. Intervenciones no-invasivas para la mejoría del bienestar y la calidad de vida de los pacientes con cáncer de pulmón Revisión Cochrane traducida). En: La Biblioteca Cochrane Plus, 2006 Número 2. Oxford: Update Software Ltd. Disponible en: <http://www.update-software.com> . (Traducida de The Cochrane Library, 2006 Issue 2 Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd.).

3. OBJETIVOS

1. Objetivo principal:

- Reducción en la demanda de atención sanitaria durante el tratamiento quimioterápico, definida como la necesidad de consulta no programada en atención primaria, en especializada (Oncología Médica u otras), en Urgencias u hospitalización.

2. Objetivos secundarios:

- Mejora de la calidad de vida de las pacientes, medida mediante el cuestionario de la EORTC QOL-C30.

- Mejora de la satisfacción de las pacientes con la atención sanitaria recibida.
- Reducción en la toxicidad ocasionada por la quimioterapia, medida por la escala de la OMS.
- Disminución del número de pacientes que discontinúan la quimioterapia por toxicidad.

4. APLICABILIDAD Y UTILIDAD PRACTICA DE LOS RESULTADOS PREVISIBLES EN EL AREA DE SALUD

La demostración de la eficacia de una consulta de enfermería para proporcionar cuidados a las pacientes con cáncer de mama que reciben tratamiento quimioterápico, permitirá establecer como estándar esta atención sanitaria. Ello supondrá demostrar que estas pacientes se beneficiarán de la atención por parte de enfermería en el proceso de tratamiento quimioterápico y que, por tanto, las Unidades de Oncología Médica deberán incorporar la infraestructura física y los recursos humanos adecuados para ello.

Si se demuestra el objetivo principal del ensayo clínico, es decir, reducir la demanda de atención sanitaria por parte de estas pacientes, puede deducirse la eficiencia de las actuaciones de enfermería, ya que se evitaría el coste que suponen los requerimientos sanitarios extras en Atención Primaria, Especializada, Urgencias u hospitalización. De este modo, el coste de los recursos para implantar una consulta de enfermería quedaría, sin duda, minimizado ante el ahorro antes expuesto.

Están de sobra justificadas las actuaciones encaminadas a mejorar la calidad de vida y la satisfacción de las pacientes, así como a minimizar la toxicidad del tratamiento quimioterápico, ya que éste es considerado como una terapia muy tóxica. Supondría un beneficio muy apreciado por las pacientes con cáncer de mama y una utilidad práctica de primer orden en este área de la atención sanitaria.

En la actualidad el peso más importante en el manejo de la toxicidad a la quimioterapia recae sobre el personal facultativo. La incorporación de enfermería supondrá liberar en parte a los oncólogos de esta tarea y mejorar la atención de las pacientes al incorporar la atención multidisciplinaria en el proceso de tratamiento de quimioterapia.

Están en marcha en nuestra comunidad estudios de metodología similar para demostrar el beneficio de diversas actuaciones sanitarias, pero no en la parcela de los cuidados de enfermería en pacientes con cáncer de mama que reciben tratamiento quimioterápico. La aprobación del ensayo clínico constituiría un elemento incentivador muy importante a la labor que desarrolla el personal de enfermería y facultativo del servicio de Oncología Médica del Hospital Universitario Puerta del Mar de Cádiz.

5. HIPOTESIS, METODOLOGIA Y PLAN DE TRABAJO

5.1. HIPÓTESIS

- La atención sanitaria específica en una consulta de enfermería a las pacientes con cáncer de mama que reciben tratamiento quimioterápico reduce la necesidad de consulta no programada en atención primaria, especializada, Urgencias u hospitalización durante todo el proceso de tratamiento quimioterápico.
- La atención sanitaria específica en una consulta de enfermería a las pacientes con cáncer de mama que reciben tratamiento quimioterápico mejora la calidad de vida y la satisfacción de las enfermas.
- La atención sanitaria específica en una consulta de enfermería a las pacientes con cáncer de mama que reciben tratamiento quimioterápico mejora la tolerancia a la quimioterapia y reduce el número de aquéllas que abandonan dicho tratamiento.

5.2. METODOLOGÍA

5.2.1. Diseño del estudio

Se trata de un ensayo clínico controlado de asignación aleatoria, de intervención no farmacológica. Es un estudio de base hospitalaria en el que se incluirán pacientes consecutivas con cáncer de mama que inician tratamiento quimioterápico en el servicio de Oncología Médica de un solo centro (Hospital Universitario Puerta del Mar). La fecha prevista de inicio será enero de 2007 y el periodo de reclutamiento finalizará en diciembre de 2008.

Las pacientes serán asignadas de manera aleatoria **...describir método de aleatorización...** a dos brazos según la información y educación sobre el tratamiento de quimioterapia recibidas. El brazo A es considerado el de información y educación estándar, que consiste en recibir información verbal y escrita de forma reglada, proporcionada por el especialista en Oncología Médica antes de iniciar el tratamiento quimioterápico y antes de cada ciclo de tratamiento. Así mismo, las pacientes podrán solicitar información a enfermería cuando lo precisen. El brazo B es considerado el de información y educación experimental y consiste en recibir información verbal y escrita, proporcionada por el especialista en Oncología Médica antes de iniciar el tratamiento quimioterápico y antes de cada ciclo de tratamiento. Las pacientes del brazo B recibirán además, información y educación sobre la quimioterapia por parte de una enfermera del servicio de Oncología Médica antes del inicio del tratamiento y en cada ciclo en una consulta específica de enfermería.

5.2.2. Unidades participantes y casos estimados

Se trata de un ensayo unicéntrico realizado mediante la colaboración del personal facultativo y de enfermería del servicio de Oncología Médica. La identificación de los casos susceptibles de incluir en el estudio se realizará de forma activa en la consulta de Oncología Médica después de la indicación de tratamiento quimioterápico por parte del oncólogo.

Previo al diseño del ensayo y al cálculo del tamaño de la muestra, hemos realizado una estimación prospectiva del número de consultas no programadas (atención primaria, especializada, urgencias u hospitalización) requeridas por las pacientes por ciclo de tratamiento. El resultado ha sido de **11** consultas en **36** ciclos (**30%**). El tamaño de la

muestra previsto es de ... y se ha calculado para identificar una diferencia de un 50 % (las pacientes atendidas en la consulta de enfermería consultarán en un 15%) en la proporción de consultas no programadas entre el grupo de intervención y de control, para una potencia de un 80% y un error de tipo I de 0,05.

5.2.3. Definición de caso. Sujetos de estudio

Pacientes con carcinoma de mama confirmado histológicamente, en estadio I, II, III y IV, que inician tratamiento quimioterápico adyuvante, neoadyuvante o paliativo por vez primera.

- Criterios de inclusión :

- 1.- Mujeres y hombres con carcinoma de mama confirmado histopatológicamente, estadios I, II, III y IV.
- 2.- Pacientes con carcinoma de mama en las que haya indicación de recibir tratamiento quimioterápico.
- 3.- Adecuada capacidad funcional (ECOG 0-2).
- 4.- Pacientes ambulatorias.
- 5.- Funciones hematopoyética, hepática, renal, cardíaca y pulmonar normales.
- 6.- Las pacientes deben estar incluidas en los protocolos de quimioterapia adyuvante, neoadyuvante o paliativa del servicio de Oncología Médica / Unidad Clínica de Patología Mamaria del Hospital Universitario Puerta del Mar de Cádiz.
- 7.- Pacientes capacitadas para otorgar su consentimiento informado para participar en el ensayo clínico (ver anexo 1).

- Criterios de exclusión :

- 1.- Pacientes con contraindicación para recibir tratamiento quimioterápico.
- 2.- Capacidad funcional deteriorada (ECOG 3-4).
- 3.- Pacientes hospitalizadas.
- 4.- Funciones hematopoyética, hepática, renal, cardíaca y pulmonar anormales.
- 5.- Pacientes incapacitadas para otorgar su consentimiento informado para participar en el ensayo clínico.
- 6.- Pacientes que reciban simultáneamente con la quimioterapia otros tratamientos antineoplásicos, como la radioterapia u hormonoterapia.

- Criterios de retirada:

- 1.- Solicitud explícita de la paciente de abandonar el estudio.

5.2.4 Variables

Variable principal:

- Número de consultas por cada ciclo de tratamiento quimioterápico en atención primaria, especializada, urgencias, hospitalización u otros.

Variables secundarias:

- Cada uno de los 30 items del cuestionario general de Calidad de Vida (cuestionario de la EORTC QLQ-C30 -versión 3-) y cada uno de los 22 items del cuestionario específico para pacientes con cáncer de mama (cuestionario de la EORTC QLQ-BR23 -versión 3-), recogidos en situación basal antes de iniciar la aleatorización, a la mitad del tratamiento y tras su finalización (ver anexo 2).
- Cada uno de los items del cuestionario de satisfacción (ver anexo 4).
- Cada uno de los diagnósticos enfermeros correspondientes a toxicidad a la quimioterapia, recogidos por intensidad según la escala de la OMS (ver anexo 5).
- Número de pacientes que abandonan el tratamiento quimioterápico a causa de la toxicidad.
- Datos identificativos del paciente.
- Nivel de estudios, status social y situación laboral.
- Variables clínicas.
- Hemograma basal y en cada ciclo.
- ECOG basal y en cada ciclo.
- Tipo de quimioterapia y nº de ciclos.
- Reducción de dosis en cada ciclo.

5.2.5 Análisis de los datos

El análisis se realizará en la población de intención de tratar, que se define como la población de todas las pacientes aleatorizadas, analizadas en el brazo al que hayan sido asignadas. Las pacientes asignadas al brazo B que no fueran atendidas en la consulta de enfermería en una o más ocasiones, se analizarán en su grupo de aleatorización (brazo B).

Para el análisis estadístico de los datos se utilizará el programa **SPSS version 8**. En el análisis estadístico se considerará $p < 0,05$ para indicar significación estadística. Se aplicará el test de la chi cuadrado con corrección de Fisher si se precisa para comparar las diferencias entre las variables cualitativas y el test de la t-student para variables cuantitativas entre los dos grupos.

Para el análisis de los cuestionarios de Calidad de Vida de cada paciente en múltiples puntos temporales, se realizarán análisis en cada punto temporal (por ejemplo, todos los pacientes en el momento de la pre-aleatorización, a la mitad del tratamiento quimioterápico y tras finalizarlo). En estos casos se aplicarán t-test simples. Como muchos de los items poseen distribución asimétrica, se aplicarán test no paramétricos como el test de Wilcoxon o de Mann-Whitney. Como los items expresan resultados en una escala de 4 valores se aplicarán técnicas de regresión logística para examinar el efecto de la intervención de enfermería en los resultados de calidad de vida. Además de calcular las medias de los valores de cada item y su comparación en los dos grupos de pacientes, se realizará la estimación del porcentaje de pacientes que presentan el item en su nivel “bastante” y “mucho” y de esta forma la comparación entre los dos grupos se realizará mediante comparación de proporciones binomiales o por test de chi cuadrado. En lo que respecta a las comparaciones entre las propias pacientes en los diferentes puntos temporales, las medidas repetidas se condensarán en una media global de calidad de vida para cada paciente en forma de puntuación media representativa, que podrán ser posteriormente comparadas. Para las escalas de medida de los cuestionarios de calidad

de vida (salud general y calidad de vida en general) cambios entre 5 y 10% serán considerados como significativos.

5.3. PLAN DE TRABAJO

5.3.1. Aplicación del protocolo de atención en la consulta de enfermería

Las pacientes asignadas al brazo A, considerado el de información y educación estándar, recibirán información verbal y escrita de forma reglada, proporcionada por el especialista en Oncología Médica antes de iniciar el tratamiento quimioterápico y antes de cada ciclo de tratamiento (ver anexo 6). Así mismo, las pacientes podrán solicitar información a enfermería cuando lo precisen.

Las pacientes asignadas al brazo B recibirán la misma atención que las del brazo A, pero además serán atendidas en una consulta específica de enfermería donde se les proporcionará información y educación sobre la quimioterapia antes del inicio del tratamiento y en cada ciclo. En dicha consulta, durante la primera visita, la enfermera dará información a cerca de las características y efectos secundarios de la quimioterapia y entrenará a la paciente en el manejo y cuidados necesarios. Se programarán visitas coincidiendo con cada ciclo de tratamiento quimioterápico y en las mismas se reforzarán las recomendaciones dadas en la primera visita. Así mismo, serán recogidos los diagnósticos enfermeros / toxicidad y se aconsejarán las actuaciones necesarias para su prevención o control.

En ambos brazos de asignación, en cada visita se recogerán los casos en que la paciente ha necesitado asistencia sanitaria en atención primaria, especializada, urgencias u hospitalización. También en ambos brazos de asignación se administrarán los cuestionarios de calidad de vida antes de la aleatorización, a la mitad del tratamiento de quimioterapia y al finalizar, debiendo ser rellenados por las pacientes en el servicio de Oncología Médica, justo antes del tratamiento quimioterápico. En la visita de finalización el cuestionario de satisfacción será rellenado por las pacientes de ambos brazos.

En la siguiente Tabla se recogen las actuaciones a realizar en las pacientes y en momento en que se deben realizar:

ACCIÓN	ACTUACIONES	MOMENTO EN QUE SE DEBEN REALIZAR
Consentimiento informado	Obtención	Antes de la inclusión en el estudio
Información verbal y escrita por el oncólogo	Proporcionar	Antes de iniciar el tratamiento quimioterápico y antes de cada ciclo de tratamiento
Información por enfermería	Proporcionar	Cuando la paciente lo precise
Consulta de enfermería*	Información y educación*	Antes de iniciar el

		tratamiento quimioterápico y antes de cada ciclo de tratamiento*
Diagnósticos enfermeros / toxicidad	Recoger	En el ciclo siguiente y en la visita de finalización
Consulta no programada en atención primaria, especializada, Urgencias u hospitalización	Recoger número de visitas y fecha de visita	En el ciclo siguiente y en la visita de finalización
Cuestionarios de calidad de vida	Administrar	antes de la aleatorización, a la mitad del tratamiento de quimioterapia y al finalizar
Cuestionario de satisfacción	Administrar	En la visita de finalización

*Sólo las pacientes del brazo B

5.3.2. Recogida de datos

Todas las pacientes serán reclutadas prospectivamente en la consulta del servicio de Oncología Médica. Los datos, resultado de la medida de las variables citadas, serán recogidas y archivadas en fichero de base de datos SPSS.

5.3.3. Seguimiento de las pacientes

Las pacientes serán seguidas durante el periodo que dura el tratamiento quimioterápico. La inclusión empezará en enero de 2007 y debe terminar en diciembre de 2008. No se realizarán análisis intermedios. El análisis final está previsto tras terminar el reclutamiento.

6.- ASPECTOS ETICOS

El propósito de esta investigación biomédica es la mejora de los procedimientos terapéuticos de las pacientes con cáncer de mama. Los investigadores seguirán las recomendaciones de la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial (ver Anexo 7).

Los investigadores se responsabilizarán de conservar la información necesaria sobre cada paciente, de manera que las autoridades sanitarias puedan tener acceso a dicha información en el caso de que sea necesario, manteniendo confidencial el nombre de la paciente. Esta información se conservará de manera confidencial todo el tiempo que se estipule legalmente, según la legislación española (ver Anexo 8).

A las pacientes se les informará por escrito sobre la naturaleza del estudio y se les proporcionará información pertinente sobre la finalidad perseguida. Participar en el ensayo clínico no implica ninguna intervención terapéutica diferente al tratamiento estándar del cáncer de mama y no existen riesgos potenciales para las pacientes por participar en él. La paciente y el investigador leerán y firmarán el consentimiento informado. Se facilitará a la paciente una copia del mismo fechado y firmado (ver Anexo 1). La paciente podrá abandonar el estudio en cualquier momento, sin perjuicio de la atención sanitaria que pueda recibir en el futuro.

Ha sido obtenido el permiso necesario de EORTC Quality of Life Group para poder emplear sus cuestionarios de calidad de vida en el presente estudio (ver anexo 3).

El protocolo del ensayo con sus anexos correspondientes será presentado en el Comité Ético de Investigación Clínica (CEIC) del Hospital Universitario Puerta del Mar de Cádiz. La decisión del CEIC relativa a la realización del estudio se presentará por escrito a los investigadores. Éstos informarán al CEIC de la terminación del estudio.

6.- MEDIOS DISPONIBLES Y RECURSOS

En el servicio de Oncología Médica del Hospital Universitario Puerta del Mar de Cádiz se atienden pacientes con cáncer de mama en número suficiente para completar el reclutamiento en el tiempo previsto (114 pacientes con nuevo diagnóstico de cáncer de mama en 2005). La dotación de recursos humanos e infraestructuras permiten llevar a cabo el presente ensayo clínico sin especiales dificultades. Como apoyo a la actividad investigadora, el servicio cuenta con una bióloga que hace las labores de data manager y con una enfermera de ensayos clínicos, contratadas por la Fundación para la Investigación Puerta del Mar de Cádiz.

ANEXO 1 : DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO DE LA PACIENTE

ENSAYO ALEATORIZADO SOBRE LA EFICACIA DE UNA CONSULTA DE ENFERMERÍA PARA PACIENTES CON CÁNCER DE MAMA QUE RECIBEN TRATAMIENTO QUIMIOTERÁPICO.

Su médico le ha explicado que va a recibir un tratamiento de quimioterapia por haber sido diagnosticada de cáncer de mama. Se trata de un tratamiento que ocasiona con frecuencia efectos secundarios, en cuya prevención y control influyen la información y educación que usted reciba sobre los mismos. De forma rutinaria los médicos y enfermeras que le atienden le facilitarán esta información y educación, tanto oralmente como por escrito.

Mejorar el proceso de información y educación, con la esperanza de que podamos reducir las veces que usted tenga que acudir al médico es el objetivo principal del estudio en el que le estamos invitando a participar. También creemos que podremos mejorar su calidad de vida, su tolerancia al tratamiento y que, en general, usted estará más satisfecha con la atención recibida. Aunque también es posible que estos objetivos no se consigan.

Si usted decide participar, debe saber que no va a ser sometida a ninguna prueba diagnóstica suplementaria, ni a ningún tratamiento diferente al habitual. El tipo de información y educación que usted va a recibir se decidirá al azar, por lo que es posible que le corresponda la de tipo rutinario o bien la experimental. Ésta última consiste en que una enfermera le visitará en una consulta antes de empezar la quimioterapia y antes de cada ciclo, para entrenarla específicamente sobre como prevenir y tratar los efectos secundarios que la quimioterapia puede ocasionarle.

También se le pedirá que rellene unos cuestionarios de calidad de vida antes de empezar la quimioterapia, a la mitad de dicho tratamiento y al terminarlo, así como un cuestionario de satisfacción al terminar la quimioterapia.

Su participación en este estudio es voluntaria. Si decide participar y posteriormente cambia de opinión, es libre de hacerlo y no tiene que aducir ningún motivo. La asistencia médica que reciba de los médicos y enfermeras no se verá afectada por su decisión.

Si participa, su historia clínica se pondrá a disposición de los investigadores, las autoridades sanitarias o los organismos pertinentes. Así mismo, los resultados que de ella se extraigan pueden publicarse con fines científicos, pero su identidad se mantendrá de forma confidencial. En el caso de que se plantee algún problema o pregunta en relación con este estudio, sus derechos como participante en una investigación clínica o cualquier perjuicio relacionado con la investigación, debe contactar con:

Dr./Dra./D^{ña} : Tel. :

CONSENTIMIENTO DE LA PACIENTE POR ESCRITO

Yo

He leído la hoja de información que se me ha entregado

He podido hacer preguntas sobre el estudio

He recibido respuestas satisfactorias a mis preguntas

He recibido suficiente información sobre el estudio.

He hablado con.....

Comprendo que mi participación es voluntaria.

Comprendo que puedo retirarme del estudio:

1. Cuando quiera
2. Sin tener que dar explicaciones
3. Sin que esto repercuta en mis cuidados médicos

Presto libremente mi conformidad para participar en el estudio.

Fecha

Firma del participante:

Fecha

Firma del investigador:

ANEXO 2: CUESTIONARIOS DE CALIDAD DE VIDA



EORTC QLQ-C30 (versión 3)

Estamos interesados en conocer algunas cosas de usted y su salud. Por favor, responda a todas las preguntas personalmente, rodeando con un círculo el número que mejor se aplique a su caso. No hay contestaciones "acertadas" o "desacertadas". La información que nos proporcione será estrictamente confidencial.

Por favor ponga sus iniciales:

--	--	--	--	--

Su fecha de nacimiento (día, mes, año):

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Fecha de hoy (día, mes, año):

31

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

	En absoluto	Un poco	Bastante	Mucho
1. ¿Tiene alguna dificultad para hacer actividades que requieran un esfuerzo importante, como llevar una bolsa de compra pesada o una maleta?	1	2	3	4
2. ¿Tiene alguna dificultad para dar un paseo <u>largo</u> ?	1	2	3	4
3. ¿Tiene alguna dificultad para dar un paseo <u>corto</u> fuera de casa?	1	2	3	4
4. ¿Tiene que permanecer en la cama o sentada en una silla durante el día?	1	2	3	4
5. ¿Necesita ayuda para comer, vestirse, asearse o ir al servicio?	1	2	3	4

Durante la semana pasada:

	En absoluto	Un poco	Bastante	Mucho
6. ¿Ha tenido algún impedimento para hacer su trabajo u otras actividades cotidianas?	1	2	3	4
7. ¿Ha tenido algún impedimento para realizar sus aficiones u otras actividades de ocio?	1	2	3	4
8. ¿Tuvo sensación de "falta de aire" o dificultad para respirar?	1	2	3	4
9. ¿Ha tenido dolor?	1	2	3	4
10. ¿Necesitó parar para descansar?	1	2	3	4
11. ¿Ha tenido dificultades para dormir?	1	2	3	4
12. ¿Se ha sentido débil?	1	2	3	4
13. ¿Le ha faltado el apetito?	1	2	3	4
14. ¿Ha tenido náuseas?	1	2	3	4

Por favor, continúe en la página siguiente

Durante la semana pasada:

	En absoluto	Un poco	Bastante	Mucho
15. ¿Ha vomitado?	1	2	3	4
16. ¿Ha estado estreñida?	1	2	3	4
17. ¿Ha tenido diarrea?	1	2	3	4
18. ¿Estuvo cansada?	1	2	3	4
19. ¿Interfirió algún dolor en sus actividades diarias?	1	2	3	4
20. ¿Ha tenido dificultad en concentrarse en cosas como leer el periódico o ver la televisión?	1	2	3	4
21. ¿Se sintió nerviosa?	1	2	3	4
22. ¿Se sintió preocupada?	1	2	3	4
23. ¿Se sintió irritable?	1	2	3	4
24. ¿Se sintió deprimida?	1	2	3	4
25. ¿Ha tenido dificultades para recordar cosas?	1	2	3	4
26. ¿Ha interferido su estado físico o el tratamiento médico en su vida <u>familiar</u> ?	1	2	3	4
27. ¿Ha interferido su estado físico o el tratamiento médico en su actividades <u>sociales</u> ?	1	2	3	4
28. ¿Le han causado problemas económicos su estado físico o el tratamiento médico?	1	2	3	4

Por favor en las siguientes preguntas, ponga un círculo en el número del 1 al 7 que mejor se aplique a usted29. ¿Cómo valoraría su salud general durante la semana pasada?

1 2 3 4 5 6 7

Pésima

Excelente

30. ¿Cómo valoraría su calidad de vida en general durante la semana pasada?

1 2 3 4 5 6 7

Pésima

Excelente

EORTC QLQ - BR23

Las pacientes a veces dicen que tienen los siguientes síntomas o problemas. Por favor indique hasta qué punto ha experimentado usted estos síntomas o problemas durante la semana pasada.

Durante la semana pasada:	En absoluto	Un poco	Bastante	Mucho
31. ¿Tuvo la boca seca?	1	2	3	4
32. ¿Tenían la comida y la bebida un sabor diferente al habitual?	1	2	3	4
33. ¿Le dolieron los ojos, se le irritaron o le lloraron?	1	2	3	4
34. ¿Se le cayó algo de pelo?	1	2	3	4
35. Conteste a esta pregunta sólo si le cayó algo de pelo: ¿Se sintió preocupada por la caída del pelo?	1	2	3	4
36. ¿Se sintió enferma o mal?	1	2	3	4
37. ¿Ha tenido subidas repentinas de calor en la cara o en otras partes del cuerpo?	1	2	3	4
38. ¿Tuvo dolores de cabeza?	1	2	3	4
39. ¿Se sintió menos atractiva físicamente a consecuencia de su enfermedad o tratamiento?	1	2	3	4
40. ¿Se sintió menos femenina a consecuencia de su enfermedad o tratamiento?	1	2	3	4
41. ¿Le resultó difícil verse desnuda?	1	2	3	4
42. ¿Se sintió desilusionada con su cuerpo?	1	2	3	4
43. ¿Estuvo preocupada por su salud en el futuro?	1	2	3	4
Durante las últimas <u>cuatro</u> semanas:	En absoluto	Un poco	Bastante	Mucho
44. ¿Hasta qué punto estuvo interesada en el sexo?	1	2	3	4
45. ¿Hasta qué punto tuvo una vida sexual activa? (con o sin coito)	1	2	3	4
46. Conteste a esta pregunta sólo si tuvo actividad sexual: ¿Hasta qué punto disfrutó del sexo?	1	2	3	4

Por favor, continúe en la página siguiente

Durante la semana pasada:	En absoluto	Un poco	Bastante	Mucho
47. ¿Sintió algún dolor en el brazo o en el hombro?	1	2	3	4
48. ¿Se le hinchó el brazo o la mano?	1	2	3	4
49. ¿Tuvo dificultad para levantar el brazo o moverlo a los lados?	1	2	3	4
50. Ha tenido algún dolor en la zona de su pecho afectado?	1	2	3	4
51. ¿Se le hinchó la zona de su pecho afectado?	1	2	3	4
52. ¿Sintió que la zona de su pecho afectado estaba más sensible de lo normal?	1	2	3	4
53. ¿Ha tenido problemas de piel en la zona de su pecho afectado (P.E. picor, sequedad, descamación)?	1	2	3	4

ANEXO 3: EORTC QLQ-C30 USER'S AGREEMENT

The EORTC Quality of Life Group grants permission to Dr. José M. Baena to employ the EORTC QLQ-C30 in an academic quality of life study entitled:

ENSAYO ALEATORIZADO SOBRE LA EFICACIA DE UNA CONSULTA DE ENFERMERÍA PARA PACIENTES CON CÁNCER DE MAMA QUE RECIBEN TRATAMIENTO QUIMIOTERÁPICO

The Group will supply Dr. José M. Baena, with: (1) the QLQ-C30 in the currently available languages; and (2) the standard algorithms for scoring the QLQ-C30. Use of the EORTC QLQ-C30 in the above-mentioned investigation is subject to the following conditions:

1. Dr. José M. Baena confirms that this study is being conducted without direct or indirect sponsorship or support from pharmaceutical, medical appliance or related, for-profit health care industries.
2. Dr. José M. Baena will grant the EORTC Quality of Life Group limited access to the trial database. Access will be limited to the following: (a) the EORTC QLQ-C30 and module data; and (b) additional data will be made available to the EORTC at the sole discretion of Dr. José M. Baena as deemed appropriate for the purpose of validation of the QLQ-C30.
3. Dr. José M. Baena will not modify, abridge, condense, translate, adapt or transform the QLQ-C30 or the basic scoring algorithms in any manner or form, including but not limited to any minor or significant change in wording or organization of the QLQ-C30.
4. Dr. José M. Baena will not reproduce the QLQ-C30 or the basic scoring algorithms except for the limited purpose of generating sufficient copies for its own use and shall in no event distribute copies of the QLQ-C30 to third parties by sale, rental, lease, lending, or any other means. Reproduction of the QLQ-C30 as part of any publication is strictly prohibited.
5. Analysis and reporting of QLQ-C30 data by Dr. José M. Baena should follow the written guidelines for scoring of the QLQ-C30 as provided by the EORTC Quality of Life Group.
6. This agreement holds for the above-mentioned study only. Use of the QLQ-C30 in any additional studies of Dr. José M. Baena will require a separate agreement.

Signed and dated by:

Dr. José M. Baena
Hospital Universitario Puerta del Mar
Ana de Viya 21
Cádiz
11009
Spain

Please return this User's Agreement form to :

EORTC Data Center, The Quality of Life Unit
Avenue E. Mounier 83 bte 11
1200 Brussels, Belgium.
Fax No. +32 2 779 45 68

We will contact you with the download details, within the next 24 hours (except on weekends)

ANEXO 4: CUESTIONARIO DE SATISFACCIÓN DE LAS PACIENTES

INICIALES:

FECHA:/...../.....

FECHA DE NACIMIENTO:/...../.....

	Muy buena	Buena	Ni buena ni mala	Mala	Muy mala
En general, ¿cómo calificaría usted la <u>atención sanitaria</u> recibida en este servicio?					
Si tuviera que <u>recomendar</u> un hospital a un familiar o amigo, diría que éste es...					
La <u>información sanitaria</u> que le han dado durante su asistencia al hospital ha sido...					
¿Cómo valoraría la actitud o disposición del personal para atenderle cuando lo ha necesitado? :					
1.Médicos					
2.Enfermeras					
¿Cómo valoraría la manera en que se han dirigido a usted (<u>respeto, amabilidad</u> , etc...) los profesionales que le han atendido?					

¿Qué es lo que más le ha gustado de este hospital? :

¿Qué es lo que menos le ha gustado de este hospital? :

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

ANEXO 5: CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE LOS DIAGNÓSTICOS ENFERMEROS / TOXICIDAD A LA QUIMIOTERAPIA

Diagnóstico enfermero / toxicidad	Grado				
	0	1	2	3	4
Flebitis	No		Presente		
Astenia	No	No altera las actividades normales	Causa dificultad para realizar algunas actividades	Severa, pérdida de habilidad para realizar algunas actividades	Completamente incapacitado
Lesión por extravasación	No	Dolor, picor o eritema	Dolor con inflamación o flebitis	Ulceración o necrosis intensas o prolongadas o requieren cirugía	-
Cutánea (rash / descamación)	No	Erupción macular o papular o eritema sin síntomas asociados	Erupción macular o papular o eritema con prurito u otros síntomas asociados que cubren < 50% del cuerpo o descamación u otras lesiones que cubren < 50% del cuerpo	Eritrodermia sintomática generalizada o erupción macular, papular o vesicular o descamación que cubre > 50% del cuerpo	Dermatitis exfoliativa generalizada o ulcerativa
Anorexia	No	Disminución de apetito	Ingesta oral significativamente disminuida	Requiere fluidos IV	Requiere sonda nasogástrica o nutrición parenteral
Estreñimiento	No	Requiere reblandecedores de heces o dieta	Requiere laxantes	Requiere evacuación manual o enema	Obstrucción o megacolon tóxico
Diarrea	No	<4 al día	4-6 al día o nocturnas	>7 al día o incontinencia o requiere hidratación IV por deshidratación	Consecuencias fisiológicas que requieren cuidados intensivos o shock hipovolémico
Mucositis orofaríngea	No	Úlceras no dolorosas, enantema o dolor faríngeo leve en ausencia de lesiones	Enantema doloroso, edema o úlcera, pero puede comer	Enantema doloroso, edema o úlceras que requieren hidratación IV	Ulceración grave o requiere nutrición enteral o parenteral o intubación profiláctica
Náuseas	No	Capaz de comer	Ingesta oral significativamente disminuida	Sin ingesta oral significativa,	-

				requiere fluidos IV	
Vómitos	No	1 al día	2-5 al día	>6 al día o requiere fluidos IV	Requiere nutrición parenteral o consecuencias fisiológicas que requieren cuidados intensivos o shock hipovolémico
Neutropenia febril	No	-	-	Presente	Sepsis amenazante de la vida (shock séptico)
Infección	No	Leve, sin tratamiento activo	Moderada, infección localizada, requiere tratamiento local u oral	Grave, infección sistémica, requiere antibióticos IV o antifúngicos u hospitalización	Sepsis amenazante de la vida (shock séptico)
Dolor	No	Leve	Moderado	Grave	Incapacitante
Insomnio	No	Ocasional, no interfiere con la función	Interfiere con la función pero no con las actividades diarias	Frecuente, interfiere con las actividades diarias	-
Ansiedad	No	No interfiere con la función	Interfiere con la función pero no con las actividades diarias	Grave, interfiere con las actividades diarias	Ideas suicidas
Depresión	No	No interfiere con la función	Interfiere con la función pero no con las actividades diarias	Grave, interfiere con las actividades diarias	Ideas suicidas

ANEXO 6: DOCUMENTO DE INFORMACIÓN SOBRE EL TRATAMIENTO DE QUIMIOTERAPIA

Mediante esta documentación, vamos a proporcionarle información sobre la atención médica y de enfermería que va a recibir durante esta etapa de su tratamiento.

OBJETIVOS DEL SERVICIO DE ONCOLOGÍA MÉDICA

En el servicio de Oncología Médica del hospital Puerta del Mar de Cádiz será atendido por especialistas (oncólogos y enfermeros) que se encargan del tratamiento sistémico del cáncer (quimioterapia, hormonoterapia y terapias biológicas), pero siempre desde el punto de vista integral en colaboración con otros especialistas (cirujanos, radioterapeutas, especialistas en el diagnóstico del cáncer) para proporcionarle una atención multidisciplinaria e individualizada. Tanto en el caso de que el tratamiento que le propongamos sea curativo, como si es paliativo, el objetivo principal de nuestra unidad será la mejora de su calidad de vida y satisfacer sus expectativas y deseos. Para ello, el servicio dispone de consultas médicas donde será atendido de forma ambulatoria sin lista de espera. Dispone también de una unidad de tratamiento, también sin lista de espera, que funciona ininterrumpidamente en turno de mañana y tarde desde las 08.00 a las 22.00 horas desde lunes a viernes y donde los tratamientos de quimioterapia y otros son administrados en régimen ambulatorio, teniendo que permanecer en la unidad solamente el tiempo que dura la administración (entre 15 minutos y varias horas), continuando con su ritmo de vida normal hasta la siguiente visita. Y, por último, dispone también de un área de hospitalización donde será atendido en caso de que las características de su enfermedad requieran ingreso. En cualquier caso, desde la primera visita, se le asignará un oncólogo que será el responsable de la atención que va a recibir durante todo el proceso de tratamiento y seguimiento.

FUNCIONAMIENTO DEL SERVICIO DE ONCOLOGÍA MÉDICA

Una vez que otro especialista del hospital u otro médico le ha propuesto la necesidad de ser atendido en el servicio de Oncología Médica, le aconsejamos lo siguiente:

1. Al llegar al servicio, póngase en contacto con la enfermera de la consulta, que le tomará los datos y le proporcionará la cita de su primera consulta con día y hora y oncólogo responsable.
2. En su primera visita y en las siguientes el oncólogo valorará todo su historial clínico y considerará la necesidad de realizar exploraciones complementarias. Posteriormente le informará verbalmente y por escrito a cerca de las opciones de tratamiento indicados en su caso. Usted podrá decidir y opinar sobre los tratamientos propuestos. Si acepta ser sometido a un tratamiento determinado el oncólogo le entregará un documento de consentimiento informado, que deberá firmar.
3. Una vez indicado el tratamiento de quimioterapia en régimen ambulatorio, la enfermera de la consulta le pondrá en contacto con la enfermera de la unidad de tratamiento, donde probablemente ya le estén esperando.

4. Es posible que otros pacientes, familiares, acompañantes y amigos pretendan asesorarle sobre el tratamiento y sus posibles efectos secundarios. Le recomendamos que ignore cualquier información que no proceda de su médico o del personal de enfermería que le atenderá en la unidad.
5. El primer día de tratamiento le informaremos de todos los aspectos relativos a la técnica de administración y a los posibles efectos secundarios.
6. En las visitas posteriores, su oncólogo y enfermera le interrogarán sobre la tolerancia al tratamiento y verificarán el estado de sus venas.

EL TRATAMIENTO DE QUIMIOTERAPIA

La quimioterapia es uno de los tratamientos aplicados con más frecuencia en Oncología, con carácter preventivo, curativo o paliativo. A diferencia de los tratamientos locales como la cirugía y la radioterapia, la quimioterapia es un tratamiento general o sistémico ya que trata todo el organismo.

Los tratamientos de quimioterapia son repartidos habitualmente en varias dosis o tandas que se le administrarán con diversos periodos de descanso (1 semana, 15 días, 21 días, 1 mes, etc.).

No intente compararse con ningún otro paciente o conocido que se trate o haya sido tratado con quimioterapia, ya que cada paciente es “único” en su tolerancia y respuesta al tratamiento.

CONSEJOS PARA CONTRARRESTAR O REDUCIR LOS POSIBLES EFECTOS SECUNDARIOS

La quimioterapia suele afectar fundamentalmente a los tejidos de nuestro organismo que están en continuo crecimiento o renovación. De este modo, durante el tiempo que dura el tratamiento puede que sufra algunos efectos secundarios. A continuación le damos algunas recomendaciones generales y particulares:

- Es conveniente que algún familiar cercano le acompañe al hospital para las sesiones y le recoja por si usted sale cansado o la medicación le produce algún tipo de reacción.
- Si usted trabaja organícese de manera que su horario se adapte a las sesiones; trabajar a tiempo parcial, desde casa o tomarse un día libre después de la terapia puede ayudarle a superar los contratiempos que la quimioterapia ocasiona en el organigrama vital de cada paciente.
- Si tiene hijos pequeños, tal vez necesite una persona que le ayude con ellos, quedándose en casa mientras duren las sesiones o colaborar en las tareas de la casa.
- Sea muy estricto con la higiene, realizando duchas diarias y evitando contacto con personas que puedan contagiarle resfriados u otras enfermedades.

- Limite sus actividades a cosas importantes, evite fatigarse y descanse lo más posible.
- **Trastornos del aparato digestivo**, por afectación de las células que recubren la pared interna de dicho aparato. Entre los más frecuentes:
 - *Náuseas y vómitos*: en la actualidad disponemos de fármacos capaces de controlar estos efectos secundarios, por lo que puede que ni aparezcan durante el tratamiento. No deje todo el trabajo para los medicamentos y siga los consejos que más adelante le damos. Si los antieméticos no funcionan y continúa con náuseas y vómitos, dígaselo a su médico para que cambie a algo diferente.
 - *Estreñimiento o diarrea*: en caso de que aparezcan estos problemas, consúltelo con su médico para que pueda prescribirle la dieta y los fármacos adecuados que le ayuden a controlarlos.
 - *Irritación de la mucosa oral*: pueden ser necesarios enjuagues preventivos o terapéuticos para su control. Procúrese siempre una buena higiene oral.
 - *Siga estos hábitos diarios*: use ropa amplia y cómoda, no lleve prendas ajustadas que le aprisionen o le aprieten. Aunque se sienta bien, no deje de tomar su medicación antiemética, ya que las náuseas pueden aparecer en cualquier momento y por sorpresa. Evite los olores fuertes o desagradables, como la gasolina, el tabaco y los perfumes. No tome alcohol, ayudará a prevenir las náuseas. Al tumbarse, que la cabeza quede lo más elevada posible, póngase dos almohadas en vez de una. Después de comer, repose un poco pero no se acueste; permanezca sentado y en tranquilidad. Pasee tranquilamente después de cada comida, a ser posible al aire libre. Si no come en compañía de otras personas, distráigase mientras leyendo, viendo la televisión o escuchando la radio o música. Si la medicación antiemética le produce estreñimiento, beba más líquido. Si aún así persiste, dígaselo a su médico.
 - *Siga estos hábitos alimenticios*: mientras come, hágalo despacio y con tranquilidad. No beba durante las comidas, beba los líquidos media hora antes de cada comida. No haga comidas copiosas o abundantes; es preferible comer poca cantidad más veces al día. Evite vegetales flatulentos, como el brócoli, la coliflor, el repollo, las judías verdes, pepinos, pimientos verdes, etc. Si le desagradan las comidas calientes, pruebe alimentos del tiempo o fríos, como el queso fresco o el requesón, yogur, sorbetes, bocadillos o sandwiches, ensaladas de pasta o de arroz o de patatas, y helados. Cuando tenga náuseas, prescinda de sus comidas preferidas. No tome alimentos grasientos como embutidos o frituras. Si el olor en la elaboración le provoca náuseas, pídale a alguien que cocine por usted; si no es posible, use el horno y el microondas en vez de la cocina tradicional. Si al despertar tiene náuseas, guarde algunas galletas en la mesita de noche y cómalas cuando las necesite. Alimentos “suaves” van muy bien para muchas personas. Pruebe con tostadas, cereales, yogur, helados, galletas dulces o saladas y pollo o

jamón cocidos y sin piel. Evite en lo posible las comidas ácidas como las vinagretas para las ensaladas, los tomates o los cítricos.

- **Alteraciones en los valores de los análisis de sangre**, al encontrarse las células productoras de la sangre en continua renovación.
 - Su oncólogo vigilará sus valores en sangre mediante análisis periódicos y previamente a la administración del tratamiento.
 - Las cifras normales suelen recuperarse durante los periodos de descanso entre un tratamiento y el siguiente.
 - Si fuera necesario, su oncólogo ampliará su periodo de descanso entre uno y otro ciclo de tratamiento.
 - Durante los meses de tratamiento debe tener especial precaución en no exponerse a contraer infecciones, al estar sus defensas más debilitadas.
 - Comunique la aparición de fiebre, ya que ésta puede requerir un tratamiento especial y contraindicar la administración de la quimioterapia.
 - Vigile la aparición de cualquier hematoma o mancha roja en la piel.
- **Función renal.** La mayoría de los fármacos se eliminan en gran parte con la orina en las horas o días siguientes a su administración, por ello es importante que:
 - Beba abundante líquido el día anterior y al menos dos días después a la administración del tratamiento.
 - Coma igualmente fruta fresca y jugosa así como otros alimentos líquidos y nutritivos.
 - Si observa algún cambio en la coloración de la orina tras el tratamiento no se asuste, ya que puede ser debido a la eliminación de los colorantes de los fármacos administrados, pero comuníquenoslo por si se debiera a otra causa.
- **Alopecia o caída del cabello**, ya que las células de la raíz del pelo se encuentran en permanente actividad. No todos los tratamientos de quimioterapia producen idénticos grados de alopecia. Incluso es posible que con la mayor parte de los tratamientos no note este efecto secundario. Pese a ello, su pelo en esta etapa es sumamente frágil y por tanto, es conveniente que siga estos consejos:
 - Es conveniente un corte del cabello entre 5 y 10 cm para evitar los traumatismos (tirones) al peinarse, vestirse o dormir.
 - Lávese frecuentemente con un producto neutro y agua fría para mantener una perfecta higiene del cuero cabelludo.
 - No se aplique tintes ni otros productos químicos durante estos meses, ya que seguramente empeorarían la situación.

- Al peinarse evite el cepillado y emplee un peine de púas anchas.
- **Exposición al sol.** Algunos de los fármacos que utilizamos pueden reducir las defensas naturales de la piel contra los rayos solares, favoreciendo la aparición de manchas y el oscurecimiento exagerado de las zonas expuestas. Conviene que durante los meses de tratamiento tome las siguientes precauciones:
 - En espacios abiertos como el campo o la playa, procure estar a la sombra durante el mayor tiempo posible.
 - Aproveche para el baño las primeras horas de la mañana o las últimas de la tarde.
 - Utilice un protector solar de la máxima graduación.
 - Mantenga la piel hidratada.
 - En algunas ocasiones se produce una pigmentación oscura bajo las uñas que desaparece algunos meses después de finalizado el tratamiento.
- **La quimioterapia y sus venas.** Muchos de los medicamentos de quimioterapia son irritantes para las venas, por lo que, aún administrados con la mejor de las técnicas, pueden causar flebitis, que se manifiesta por dolor a lo largo de la vena en la que se administró el medicamento, además de endurecimiento de la misma. A algunos pacientes se les dañan las venas después de algunas administraciones de medicamentos intravenosos, especialmente de quimioterapia. Otras personas tienen las venas muy delgadas o tienen pocas venas utilizables para la administración de medicamentos. Esto puede ser un problema, pues los medicamentos pueden inutilizar temporal o permanentemente las venas, que a veces se vuelven muy frágiles y se rompen fácilmente, con lo que a veces el medicamento administrado se sale de la vena y puede causar quemaduras en los tejidos vecinos a la vena, dependiendo del medicamento. Afortunadamente, en la actualidad existen métodos de acceso permanente a las venas o los accesos subcutáneos permanentes. Algunas personas casi forzosamente requerirán de alguno de estos métodos, otras lo encontrarán cómodo desde el principio, mientras que pocos en realidad no se beneficiarán con su uso. Si usted tiene alguna inquietud al respecto, pregunte a su oncólogo.
- **Alteraciones de la fertilidad.** Este tratamiento puede ocasionar algunos trastornos transitorios o permanentes del aparato reproductor, por su efecto sobre óvulos y espermatozoides. Si usted se encuentra en edad fértil y decidiera procrear, es conveniente que consulte antes a su médico. De igual forma, pueden presentarse alteraciones en el ciclo menstrual, como retrasos e incluso desaparición del periodo, situaciones que debe consultar con su médico. Antes que nada, es importante que sepa, si es mujer, que el embarazo durante el tratamiento con quimioterapia puede resultar en un producto con serias malformaciones, o muerto al nacer. Por lo mismo, debe evitar quedar embarazada si está recibiendo quimioterapia. El primer trimestre del embarazo es particularmente de riesgo para la vida y la integridad del producto de la gestación. Si está embarazada al momento de

hacerse aparente la necesidad de darle quimioterapia, infórmele a su médico. El le dirá que opciones hay, y qué expectativas con cada una (por ejemplo, si es posible esperar a que pase el primer trimestre y luego recibir la quimioterapia, si es recomendable un aborto terapéutico para que pueda recibir la quimioterapia, etc.). Por lo general, el estar recibiendo tratamiento con quimioterapia no es impedimento para llevar una vida marital y sexual completa, satisfactoria y normal.

- **¿Qué problemas emocionales puede causar el tratamiento?** Es común que los pacientes con cáncer experimenten sentimientos de temor, enojo y depresión. Al enfrentarse a los cambios que la quimioterapia puede causar, es conveniente que los pacientes y los familiares o amigos cercanos aprendan a reducir la tensión que sienten. A veces las personas que padecen cáncer deben aprender a expresar sus problemas y sentimientos. El hablar con un amigo íntimo, un miembro de la familia o con alguien del equipo médico puede ayudar a reducir la angustia. Durante el tratamiento contra el cáncer los pacientes deben conservar sus energías, y planificar su tiempo para descansar y usar sus fuerzas solamente para las actividades más importantes. El aprender técnicas de relajamiento físico y mental puede ayudar a reducir el cansancio. Muchas organizaciones, tales como la Sociedad Española contra el Cáncer o la Asociación Gaditana de Mujeres Mastectomizadas (Agamama) ofrecen apoyo emocional a través de programas diseñados para las personas con preocupaciones particulares. Muchas personas se han beneficiado con el sólo hecho de saber que otros se han enfrentado con éxito a problemas similares. Su médico de atención primaria puede asesorarle sobre la atención en Salud Mental

No dude en plantearnos otras dudas que pudieran surgirle durante su estancia en el servicio de Oncología Médica o en su domicilio. Nuestro teléfono de contacto es:

956002949

en horario de mañana de lunes a viernes

Gracias por su atención

ANEXO 7: DECLARACIÓN DE HELSINKI DE LA ASOCIACIÓN MÉDICA MUNDIAL

WORLD MEDICAL ASSOCIATION DECLARATION OF HELSINKI Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects

Adopted by the 18th WMA General Assembly, Helsinki, Finland, June 1964, and amended by the

29th WMA General Assembly, Tokyo, Japan, October 1975

35th WMA General Assembly, Venice, Italy, October 1983

41st WMA General Assembly, Hong Kong, September 1989

48th WMA General Assembly, Somerset West, Republic of South Africa, October 1996

and the 52nd WMA General Assembly, Edinburgh, Scotland, October 2000

Note of Clarification on Paragraph 29 added by the WMA General Assembly, Washington 2002

Note of Clarification on Paragraph 30 added by the WMA General Assembly, Tokyo 2004

A. INTRODUCTION

1. The World Medical Association has developed the Declaration of Helsinki as a statement of ethical principles to provide guidance to physicians and other participants in medical research involving human subjects. Medical research involving human subjects includes research on identifiable human material or identifiable data.
2. It is the duty of the physician to promote and safeguard the health of the people. The physician's knowledge and conscience are dedicated to the fulfillment of this duty.
3. The Declaration of Geneva of the World Medical Association binds the physician with the words, "The health of my patient will be my first consideration," and the International Code of Medical Ethics declares that, "A physician shall act only in the patient's interest when providing medical care which might have the effect of weakening the physical and mental condition of the patient."
4. Medical progress is based on research which ultimately must rest in part on experimentation involving human subjects.
5. In medical research on human subjects, considerations related to the well-being of the human subject should take precedence over the interests of science and society.
6. The primary purpose of medical research involving human subjects is to improve prophylactic, diagnostic and therapeutic procedures and the understanding of the aetiology and pathogenesis of disease. Even the best proven prophylactic, diagnostic, and therapeutic methods must continuously be challenged through research for their effectiveness, efficiency, accessibility and quality.
7. In current medical practice and in medical research, most prophylactic, diagnostic and therapeutic procedures involve risks and burdens.

8. Medical research is subject to ethical standards that promote respect for all human beings and protect their health and rights. Some research populations are vulnerable and need special protection. The particular needs of the economically and medically disadvantaged must be recognized. Special attention is also required for those who cannot give or refuse consent for themselves, for those who may be subject to giving consent under duress, for those who will not benefit personally from the research and for those for whom the research is combined with care.
9. Research Investigators should be aware of the ethical, legal and regulatory requirements for research on human subjects in their own countries as well as applicable international requirements. No national ethical, legal or regulatory requirement should be allowed to reduce or eliminate any of the protections for human subjects set forth in this Declaration.

B. BASIC PRINCIPLES FOR ALL MEDICAL RESEARCH

10. It is the duty of the physician in medical research to protect the life, health, privacy, and dignity of the human subject.
11. Medical research involving human subjects must conform to generally accepted scientific principles, be based on a thorough knowledge of the scientific literature, other relevant sources of information, and on adequate laboratory and, where appropriate, animal experimentation.
12. Appropriate caution must be exercised in the conduct of research which may affect the environment, and the welfare of animals used for research must be respected.
13. The design and performance of each experimental procedure involving human subjects should be clearly formulated in an experimental protocol. This protocol should be submitted for consideration, comment, guidance, and where appropriate, approval to a specially appointed ethical review committee, which must be independent of the investigator, the sponsor or any other kind of undue influence. This independent committee should be in conformity with the laws and regulations of the country in which the research experiment is performed. The committee has the right to monitor ongoing trials. The researcher has the obligation to provide monitoring information to the committee, especially any serious adverse events. The researcher should also submit to the committee, for review, information regarding funding, sponsors, institutional affiliations, other potential conflicts of interest and incentives for subjects.
14. The research protocol should always contain a statement of the ethical considerations involved and should indicate that there is compliance with the principles enunciated in this Declaration.
15. Medical research involving human subjects should be conducted only by scientifically qualified persons and under the supervision of a clinically competent medical person. The responsibility for the human subject must always rest with a medically qualified person and never rest on the subject of the research, even though the subject has given consent.

16. Every medical research project involving human subjects should be preceded by careful assessment of predictable risks and burdens in comparison with foreseeable benefits to the subject or to others. This does not preclude the participation of healthy volunteers in medical research. The design of all studies should be publicly available.
17. Physicians should abstain from engaging in research projects involving human subjects unless they are confident that the risks involved have been adequately assessed and can be satisfactorily managed. Physicians should cease any investigation if the risks are found to outweigh the potential benefits or if there is conclusive proof of positive and beneficial results.
18. Medical research involving human subjects should only be conducted if the importance of the objective outweighs the inherent risks and burdens to the subject. This is especially important when the human subjects are healthy volunteers.
19. Medical research is only justified if there is a reasonable likelihood that the populations in which the research is carried out stand to benefit from the results of the research.
20. The subjects must be volunteers and informed participants in the research project.
21. The right of research subjects to safeguard their integrity must always be respected. Every precaution should be taken to respect the privacy of the subject, the confidentiality of the patient's information and to minimize the impact of the study on the subject's physical and mental integrity and on the personality of the subject.
22. In any research on human beings, each potential subject must be adequately informed of the aims, methods, sources of funding, any possible conflicts of interest, institutional affiliations of the researcher, the anticipated benefits and potential risks of the study and the discomfort it may entail. The subject should be informed of the right to abstain from participation in the study or to withdraw consent to participate at any time without reprisal. After ensuring that the subject has understood the information, the physician should then obtain the subject's freely-given informed consent, preferably in writing. If the consent cannot be obtained in writing, the non-written consent must be formally documented and witnessed.
23. When obtaining informed consent for the research project the physician should be particularly cautious if the subject is in a dependent relationship with the physician or may consent under duress. In that case the informed consent should be obtained by a well-informed physician who is not engaged in the investigation and who is completely independent of this relationship.
24. For a research subject who is legally incompetent, physically or mentally incapable of giving consent or is a legally incompetent minor, the investigator must obtain informed consent from the legally authorized representative in

accordance with applicable law. These groups should not be included in research unless the research is necessary to promote the health of the population represented and this research cannot instead be performed on legally competent persons.

25. When a subject deemed legally incompetent, such as a minor child, is able to give assent to decisions about participation in research, the investigator must obtain that assent in addition to the consent of the legally authorized representative.
26. Research on individuals from whom it is not possible to obtain consent, including proxy or advance consent, should be done only if the physical/mental condition that prevents obtaining informed consent is a necessary characteristic of the research population. The specific reasons for involving research subjects with a condition that renders them unable to give informed consent should be stated in the experimental protocol for consideration and approval of the review committee. The protocol should state that consent to remain in the research should be obtained as soon as possible from the individual or a legally authorized surrogate.
27. Both authors and publishers have ethical obligations. In publication of the results of research, the investigators are obliged to preserve the accuracy of the results. Negative as well as positive results should be published or otherwise publicly available. Sources of funding, institutional affiliations and any possible conflicts of interest should be declared in the publication. Reports of experimentation not in accordance with the principles laid down in this Declaration should not be accepted for publication.

C. ADDITIONAL PRINCIPLES FOR MEDICAL RESEARCH COMBINED WITH MEDICAL CARE

28. The physician may combine medical research with medical care, only to the extent that the research is justified by its potential prophylactic, diagnostic or therapeutic value. When medical research is combined with medical care, additional standards apply to protect the patients who are research subjects.
29. The benefits, risks, burdens and effectiveness of a new method should be tested against those of the best current prophylactic, diagnostic, and therapeutic methods. This does not exclude the use of placebo, or no treatment, in studies where no proven prophylactic, diagnostic or therapeutic method exists.¹
30. At the conclusion of the study, every patient entered into the study should be assured of access to the best proven prophylactic, diagnostic and therapeutic methods identified by the study.²
31. The physician should fully inform the patient which aspects of the care are related to the research. The refusal of a patient to participate in a study must never interfere with the patient-physician relationship.

32. In the treatment of a patient, where proven prophylactic, diagnostic and therapeutic methods do not exist or have been ineffective, the physician, with informed consent from the patient, must be free to use unproven or new prophylactic, diagnostic and therapeutic measures, if in the physician's judgement it offers hope of saving life, re-establishing health or alleviating suffering. Where possible, these measures should be made the object of research, designed to evaluate their safety and efficacy. In all cases, new information should be recorded and, where appropriate, published. The other relevant guidelines of this Declaration should be followed.

¹ **Note of clarification on paragraph 29 of the WMA Declaration of Helsinki**

The WMA hereby reaffirms its position that extreme care must be taken in making use of a placebo-controlled trial and that in general this methodology should only be used in the absence of existing proven therapy. However, a placebo-controlled trial may be ethically acceptable, even if proven therapy is available, under the following circumstances:

- Where for compelling and scientifically sound methodological reasons its use is necessary to determine the efficacy or safety of a prophylactic, diagnostic or therapeutic method; or
- Where a prophylactic, diagnostic or therapeutic method is being investigated for a minor condition and the patients who receive placebo will not be subject to any additional risk of serious or irreversible harm.

All other provisions of the Declaration of Helsinki must be adhered to, especially the need for appropriate ethical and scientific review.

² **Note of clarification on paragraph 30 of the WMA Declaration of Helsinki**

The WMA hereby reaffirms its position that it is necessary during the study planning process to identify post-trial access by study participants to prophylactic, diagnostic and therapeutic procedures identified as beneficial in the study or access to other appropriate care. Post-trial access arrangements or other care must be described in the study protocol so the ethical review committee may consider such arrangements during its review.

9.10.2004

ANEXO 8: COMPROMISO DEL INVESTIGADOR



Servicio Andaluz de Salud
CONSEJERÍA DE SALUD

D.....con DNI.....

Y CATEGORÍA.....

.....CONOCE LOS SIGUIENTES ASPECTOS
RELACIONADOS CON LA PARTICIPACION DE PERSONAS EN PROYECTOS DE INVESTIGACION:

1. Los datos relativos a la salud tienen la consideración de datos especialmente protegidos (Ley Orgánica 15/1999, de 13 de Diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal -LOPD-), y la razón de ello reside en que forman parte de la intimidad y privacidad del individuo, derecho reconocido y protegido por nuestra constitución (artículo 18.1 y 4 C.E).
2. Las personas participantes en Estudios de Investigación han de ser previamente informadas autorizando por escrito su consentimiento de participación.
3. En el caso de que los datos personales de los participantes sean recogidos en un fichero (conjunto organizado de datos de carácter personal), éstos deben ser informados de modo expreso de tal circunstancia así como de la finalidad y de las partes que tendrán acceso a los mismos.
4. Los profesionales del Centro implicados en estudios de investigación están obligados en todo momento a garantizar la custodia de toda aquella información que contenga datos personales, ya sea en formato electrónico, en papel o en cualquier otro tipo de soporte. Esto implica que el acceso a los ficheros y documentación con los datos de los participantes debe estar restringido al personal autorizado.
5. Cada usuario de bases de datos personales de los participantes en estudios será responsable de la confidencialidad de su contraseña y, en caso de que la misma sea reconocida fortuita o fraudulentamente por personas no autorizadas, deberá proceder a su cambio.
6. Los responsables de estudios de investigación comunicarán por escrito a la Subcomisión de Investigación del Centro todas aquellas incidencias relativas a la seguridad de los participantes y/o los profesionales que sucedan en el contexto del estudio de investigación.

Y SE COMPROMETE A VELAR POR SU CUMPLIMIENTO EN FUNCIÓN DE SUS RESPONSABILIDADES

En Cádiz, ade.....200.....

Fdo: Firma.....

D.N.I.....

El tipo de análisis que aquí se realiza es un ANOVA con medidas repetidas. Para ello utilizamos un procedimiento estadístico que se denomina Modelo Lineal General.

1.- En primer lugar utilizamos un modelo de un factor, con medidas repetidas en ese factor. En este caso el factor (que se denomina factor intrasujeto) se podría denominar tiempo (tiene 3 niveles: al principio, a la mitad y al finalizar la quimioterapia). Y la variable dependiente es la Calidad de Vida (Escala global de Calidad de Vida, la pregunta 30 del cuestionario QLQ-C30), cuya puntuación se ha transformado en una escala de puntaje entre 0 y 100.

En definitiva, lo que se ha hecho es comparar la calidad de vida en estos tres periodos temporales (lo que vosotros denomináis analizar la evolución de la calidad de vida). Los resultados son los siguientes:

Contrastes multivariados^b

Efecto	Valor	F	Gl de la hipótesis	Gl del error	Significación
tiempo Traza de Pillai	,098	2,444 ^a	2,000	45,000	,098
Lambda de Wilks	,902	2,444 ^a	2,000	45,000	,098
Traza de Hotelling	,109	2,444 ^a	2,000	45,000	,098
Raíz mayor de Roy	,109	2,444 ^a	2,000	45,000	,098

a. Estadístico exacto

b.

Diseño: Intersección

Diseño intra sujetos: tiempo

En esta tabla se presentan varios estadísticos y todos ellos tratan de poner a prueba la hipótesis nula de que la calidad de vida es igual en cualquier momento del seguimiento. La “p” (lo que aparece como Significación) es en todos $>0,05$, lo que iría a favor de la hipótesis nula, es decir la calidad de vida es igual en cualquier momento del seguimiento.

Pero antes de concluir esto, hay que asumir que las varianzas de las diferencias entre cada dos niveles del factor son iguales (es decir la p es $>0,05$). Esto se hace con la “prueba de esfericidad de Mauchly”, cuyo resultado pongo a continuación:

Prueba de esfericidad de Mauchly

Medida: Calidad de vida

Efecto intra-sujeto	V de Mauchly	Chi-cuadrado aprox.	gl	Significación	Epsilon ^a		
					Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	Límite-inferior
tiempo	,784	10,933	2	,004	,823	,849	,500

Contrasta la hipótesis nula de que la matriz de covarianza error de las variables dependientes transformada es una matriz identidad.

a. Puede usarse para corregir los grados de libertad en las pruebas de significación promediadas. Los valores se muestran en la tabla Pruebas de los efectos inter-sujetos.

b.

Diseño: Intersección

Diseño intra sujetos: tiempo

Como veis, en este caso la $p=0,04$ es $<0,05$ y, por tanto, rechazamos la hipótesis nula, es decir no podemos asumir que las varianzas sean iguales. En este caso, vamos a basar nuestra decisión en un estadístico F, que aparece en la tabla siguiente (se puede utilizar el valor de cualquiera de los tres: Greenhouse-Geisser, Huynh-Feldt o Límite-inferior. Cada uno tiene asignado una p o significación)

Pruebas de efectos intra-sujetos.

Medida: Calidad de vida

Fuente		Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
tiempo	Esfericidad asumida	1183,963	2	591,981	3,629	,030
	Greenhouse-Geisser	1183,963	1,645	719,670	3,629	,039
	Huynh-Feldt	1183,963	1,698	697,201	3,629	,038
	Límite-inferior	1183,963	1,000	1183,963	3,629	,063
Error(tiempo)	Esfericidad asumida	15006,513	92	163,114		
	Greenhouse-Geisser	15006,513	75,677	198,298		
	Huynh-Feldt	15006,513	78,116	192,106		
	Límite-inferior	15006,513	46,000	326,229		

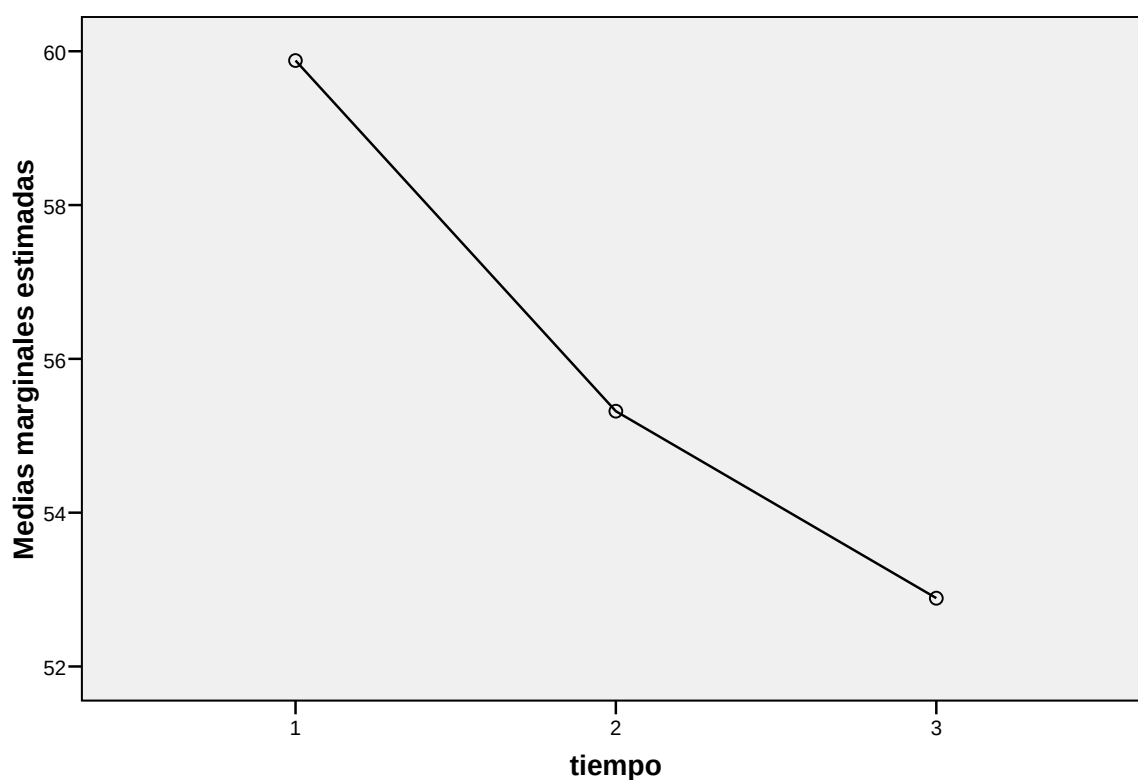
Los dos primeros son significativos ($p=0,029$ y $0,038$) y el último no lo es, aunque está en el límite ($p=0,063$). Casi podríamos concluir que la calidad de vida es diferente a lo largo del tiempo. Os pongo una tabla con los datos descriptivos y un gráfico:

tiempo

Medida: Calidad_de_vida

tiempo	Media	Error típ.	Intervalo de confianza al 95%.	
			Límite inferior	Límite superior
1	59,878	2,701	54,442	65,315
2	55,319	2,404	50,480	60,159
3	52,888	2,779	47,293	58,482

Medias marginales estimadas de Calidad_de_vida



2.- En segundo lugar habría que comparar si existen diferencias en la evolución de la calidad de vida en función de las siguientes variables: edad, estadio, estado civil, nivel de estudios, estatus social, situación laboral y tipo de quimioterapia. Algunas de las variables las hemos recodificado porque en algunas categorías prácticamente no había individuos, y quedan así:

Estadio: 1=I, 2=II, 3=III, IV.

Estado civil: 1=Casada, 2=Soltera, Divorciada, Viuda.

Nivel de estudios: 1=Ninguno, 1º; 2=2º, Universitaria.

Estatus Social: 1=Bajo, Medio-bajo; 2=Medio-alto, Alto

Situación laboral: 1=En paro, Baja temporal, Pensionista; 2=Ama de casa; 3=En activo.

Tipo de Quimioterapia: 1=Antraciclinas, 2=Antraciclinas y Taxanos.

Para este análisis se realiza el mismo procedimiento anterior, la diferencia es que ahora se trata de un Modelo con dos factores, con medidas repetidas en un factor. Por un lado tendríamos el factor intrasujeto (la medida de la calidad de vida a lo largo del tiempo) y por otro lado un factor intersujeto (el resto de las variables. Que es lo que diferencia a un sujeto de otro).

a.- Variable Edad. Resultados:

Contrastes multivariados^c

Efecto		Valor	F	Gl de la hipótesis	Gl del error	Significación
tiempo	Traza de Pillai	,302	4,333 ^a	2,000	20,000	,027
	Lambda de Wilks	,698	4,333 ^a	2,000	20,000	,027
	Traza de Hotelling	,433	4,333 ^a	2,000	20,000	,027
	Raíz mayor de Roy	,433	4,333 ^a	2,000	20,000	,027
tiempo * Edad	Traza de Pillai	1,175	1,198	50,000	42,000	,276
	Lambda de Wilks	,168	1,150 ^a	50,000	40,000	,326
	Traza de Hotelling	2,900	1,102	50,000	38,000	,381
	Raíz mayor de Roy	1,694	1,423 ^b	25,000	21,000	,208

a. Estadístico exacto

b. El estadístico es un límite superior para la F el cual ofrece un límite inferior para el nivel de significación.

c.

Diseño: Intersección+Edad

Diseño intra sujetos: tiempo

En este caso los cuatro estadísticos coinciden en señalar que el efecto del factor tiempo (evolución de la calidad de vida a lo largo del tiempo) es significativa ($p=0,027$ que es $<0,05$). Pero no ocurre lo mismo con la interacción tiempo-edad (todas las $p>0,05$)

Después habría que ver si se cumple la igualdad de varianza

Prueba de esfericidad de Mauchly

Medida: Calidad_de_vida

Efecto intra-sujeto	W de Mauchly	Chi-cuadrado aprox.	gl	Significación	Epsilon ^a		
					Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	Límite-inferior
tiempo	,852	3,193	2	,203	,871	1,000	,500

Contrasta la hipótesis nula de que la matriz de covarianza error de las variables dependientes transformadas es proporcional a una matriz identidad.

a. Puede usarse para corregir los grados de libertad en las pruebas de significación promediadas. Las pruebas correctas se muestran en la tabla Pruebas de los efectos inter-sujetos.

b.

Diseño: Intersección+Edad

Diseño intra sujetos: tiempo

En este caso si ($p=0,203$, que es $>0,05$). En cualquier caso, si nos fijamos en los resultados siguientes tenemos que seguir concluyendo que no hay efecto de la interacción tiempo-edad.

Repetimos el mismo análisis para las siguientes variables:

b.- Estadio

Estadísticos descriptivos

	EstadioC1	Media	Desv. típ.	N
INICIAL_Calidad_de_Vida	I	53,9683	17,16929	9
	II	63,6905	18,82963	24
	III y/o IV	57,1429	18,58410	14
	Total	59,8784	18,51599	47
INTER_Calidad_de_Vida	I	55,5556	16,66667	9
	II	55,9524	17,32648	24
	III y/o IV	54,0816	16,02448	14
	Total	55,3191	16,48236	47
FIN_Calidad_de_Vida	I	49,2063	19,04762	9
	II	55,3571	18,98605	24
	III y/o IV	51,0204	19,97981	14
	Total	52,8875	19,05368	47

Contrastes multivariados

Efecto		Valor	F	Gl de la hipótesis	Gl del error	Significación
tiempo	Traza de Pillai	,078	1,806 ^a	2,000	43,000	,176
	Lambda de Wilks	,922	1,806 ^a	2,000	43,000	,176
	Traza de Hotelling	,084	1,806 ^a	2,000	43,000	,176
	Raíz mayor de Roy	,084	1,806 ^a	2,000	43,000	,176
tiempo * EstadioC1	Traza de Pillai	,060	,677	4,000	88,000	,609
	Lambda de Wilks	,940	,672 ^a	4,000	86,000	,613
	Traza de Hotelling	,064	,667	4,000	84,000	,617
	Raíz mayor de Roy	,063	1,395 ^b	2,000	44,000	,259

a. Estadístico exacto

b. El estadístico es un límite superior para la F el cual ofrece un límite inferior para el nivel de significación.

c.

Diseño: Intersección+EstadioC1

Diseño intra sujetos: tiempo

No hay significación ni de la variable tiempo ni de la interacción tiempo-Estadio

A continuación presentamos una tabla donde lo que se hace es comparar la evolución de la calidad de vida entre los estadios (pero se hace una comparación dos a dos. Si globalmente ya te dice que no hay diferencias en función del estadio, tampoco las habrá comparando dos a dos (como se puede apreciar al ver los resultados de las p o significación)

Comparaciones múltiples

Medida: Calidad_de_vida

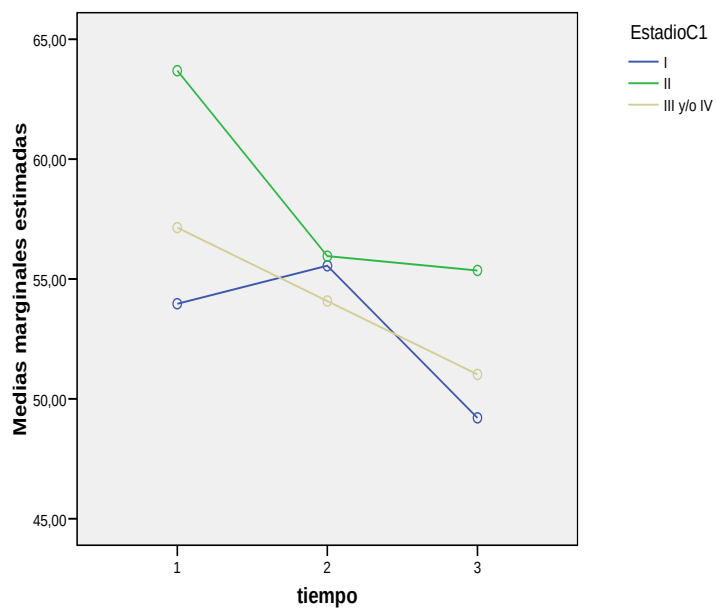
DHS de Tukey

(I) EstadioC1	(J) EstadioC1	Diferencia entre medias (I-J)	Error típ.	Significación	Intervalo de confianza al 95%.	
					Límite inferior	Límite superior
I	II	-5,4233	5,80914	,622	-19,5133	8,6667
	III y/o IV	-1,1716	6,34981	,981	-16,5729	14,2298
II	I	5,4233	5,80914	,622	-8,6667	19,5133
	III y/o IV	4,2517	4,99809	,674	-7,8711	16,3745
III y/o IV	I	1,1716	6,34981	,981	-14,2298	16,5729
	II	-4,2517	4,99809	,674	-16,3745	7,8711

Basado en las medias observadas.

Esto mismo lo expresamos en un gráfico

Medias marginales estimadas de Calidad_de_vida



c.- Estado civil

Estadísticos descriptivos

	EC1	Media	Desv. típ.	N
INICIAL_Calidad_de_Vida	Casada	57,5893	19,36598	32
	Soltera, Divorciada o Viuda	64,2857	16,57484	14
	Total	59,6273	18,63952	46
INTER_Calidad_de_Vida	Casada	54,4643	16,40401	32
	Soltera, Divorciada o Viuda	56,1224	17,23809	14
	Total	54,9689	16,48675	46
FIN_Calidad_de_Vida	Casada	54,4643	17,56676	32
	Soltera, Divorciada o Viuda	47,9592	22,13640	14
	Total	52,4845	19,06055	46

Contrastes multivariados^b

Efecto		Valor	F	Gl de la hipótesis	Gl del error	Significación
tiempo	Traza de Pillai	,162	4,150 ^a	2,000	43,000	,022
	Lambda de Wilks	,838	4,150 ^a	2,000	43,000	,022
	Traza de Hotelling	,193	4,150 ^a	2,000	43,000	,022
	Raíz mayor de Roy	,193	4,150 ^a	2,000	43,000	,022
tiempo * EC1	Traza de Pillai	,097	2,322 ^a	2,000	43,000	,110
	Lambda de Wilks	,903	2,322 ^a	2,000	43,000	,110
	Traza de Hotelling	,108	2,322 ^a	2,000	43,000	,110
	Raíz mayor de Roy	,108	2,322 ^a	2,000	43,000	,110

a. Estadístico exacto

b.

Diseño: Intersección+EC1

Diseño intra sujetos: tiempo

Prueba de esfericidad de Mauchly

Medida: Calidad_de_vida

Efecto intra-sujeto	V de Mauchly	Chi-cuadrado aprox.	gl	Significación	Epsilon ^a		
					Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	Límite-inferior
tiempo	,798	9,700	2	,008	,832	,880	,500

Contrasta la hipótesis nula de que la matriz de covarianza error de las variables dependientes transformada es una matriz identidad.

a. Puede usarse para corregir los grados de libertad en las pruebas de significación promediadas. Las se muestran en la tabla Pruebas de los efectos inter-sujetos.

b.

Diseño: Intersección+EC1

Diseño intra sujetos: tiempo

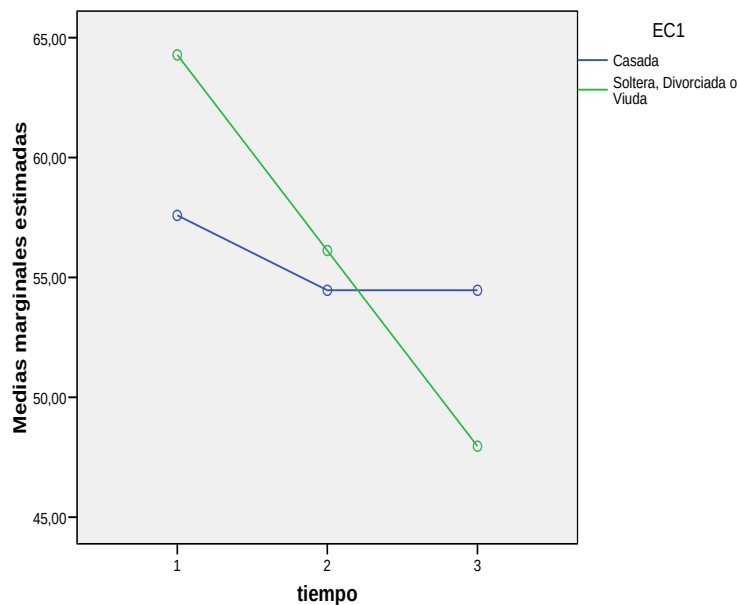
Pruebas de efectos intra-sujetos.

Medida: Calidad_de_vida

Fuente		Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
tiempo	Esfericidad asumida	1858,310	2	929,155	5,792	,004
	Greenhouse-Geisser	1858,310	1,664	1116,788	5,792	,007
	Huynh-Feldt	1858,310	1,761	1055,411	5,792	,006
	Límite-inferior	1858,310	1,000	1858,310	5,792	,020
tiempo * EC1	Esfericidad asumida	864,521	2	432,261	2,695	,073
	Greenhouse-Geisser	864,521	1,664	519,551	2,695	,084
	Huynh-Feldt	864,521	1,761	490,997	2,695	,081
	Límite-inferior	864,521	1,000	864,521	2,695	,108
Error(tiempo)	Esfericidad asumida	14116,254	88	160,412		
	Greenhouse-Geisser	14116,254	73,215	192,805		
	Huynh-Feldt	14116,254	77,473	182,209		
	Límite-inferior	14116,254	44,000	320,824		

No se presenta las tablas de comparaciones dos a dos porque aquí solo hay dos grupos

Medias marginales estimadas de Calidad_de_vida



d.- Nivel de Estudios

Estadísticos descriptivos

	Estudios1	Media	Desv. típ.	N
INICIAL_Calidad_de_Vida	Ninguno o 1º	60,7143	17,49636	24
	2º o Universitario	56,4626	18,88536	21
	Total	58,7302	18,07586	45
INTER_Calidad_de_Vida	Ninguno o 1º	54,1667	17,35846	24
	2º o Universitario	55,7823	16,22845	21
	Total	54,9206	16,66976	45
FIN_Calidad_de_Vida	Ninguno o 1º	52,3810	20,92224	24
	2º o Universitario	52,3810	17,68969	21
	Total	52,3810	19,26285	45

Contrastes multivariados^b

Efecto		Valor	F	Gl de la hipótesis	Gl del error	Significación
tiempo	Traza de Pillai	,078	1,780 ^a	2,000	42,000	,181
	Lambda de Wilks	,922	1,780 ^a	2,000	42,000	,181
	Traza de Hotelling	,085	1,780 ^a	2,000	42,000	,181
	Raíz mayor de Roy	,085	1,780 ^a	2,000	42,000	,181
tiempo * Estudios1	Traza de Pillai	,029	,626 ^a	2,000	42,000	,540
	Lambda de Wilks	,971	,626 ^a	2,000	42,000	,540
	Traza de Hotelling	,030	,626 ^a	2,000	42,000	,540
	Raíz mayor de Roy	,030	,626 ^a	2,000	42,000	,540

a. Estadístico exacto

b.

Diseño: Intersección+Estudios1

Diseño intra sujetos: tiempo

Prueba de esfericidad de Mauchly

Medida: Calidad_de_vida

Efecto intra-sujeto	V de Mauchly	Chi-cuadrado aprox.	gl	Significación	Epsilon ^a		
					Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	Límite inferior
tiempo	,789	9,932	2	,007	,826	,875	,500

Contrasta la hipótesis nula de que la matriz de covarianza error de las variables dependientes tran: una matriz identidad.

a. Puede usarse para corregir los grados de libertad en las pruebas de significación promediadas se muestran en la tabla Pruebas de los efectos inter-sujetos.

b.

Diseño: Intersección+Estudios1

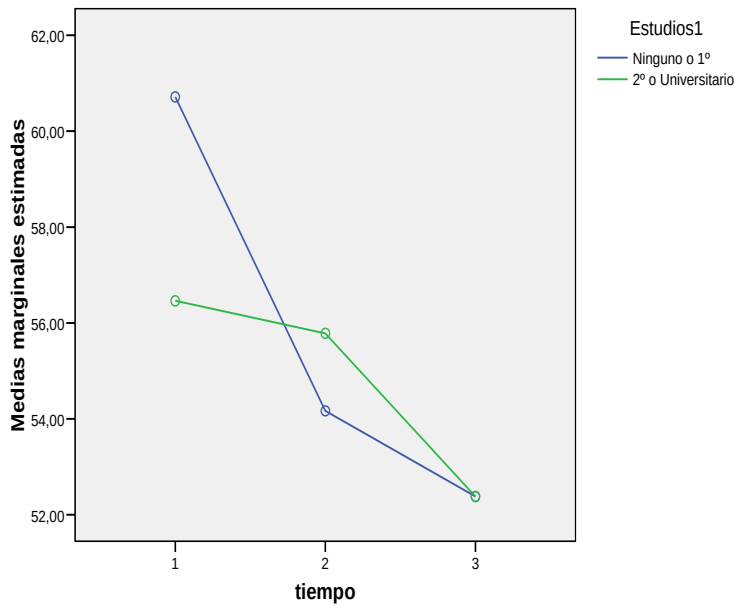
Diseño intra sujetos: tiempo

Pruebas de efectos intra-sujetos.

Medida: Calidad_de_vida

Fuente		Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
tiempo	Esfericidad asumida	870,910	2	435,455	2,603	,080
	Greenhouse-Geisser	870,910	1,652	527,162	2,603	,091
	Huynh-Feldt	870,910	1,750	497,771	2,603	,088
	Límite-inferior	870,910	1,000	870,910	2,603	,114
tiempo * Estudios1	Esfericidad asumida	205,755	2	102,878	,615	,543
	Greenhouse-Geisser	205,755	1,652	124,544	,615	,513
	Huynh-Feldt	205,755	1,750	117,600	,615	,522
	Límite-inferior	205,755	1,000	205,755	,615	,437
Error(tiempo)	Esfericidad asumida	14385,326	86	167,271		
	Greenhouse-Geisser	14385,326	71,039	202,499		
	Huynh-Feldt	14385,326	75,234	191,208		
	Límite-inferior	14385,326	43,000	334,542		

Medias marginales estimadas de Calidad_de_vida



e.- estatus Social

Estadísticos descriptivos

	ES1	Media	Desv. típ.	N
INICIAL_Calidad_de_Vida	Bajo o Medio-Bajo	62,5000	15,65630	24
	Medio-Alto o Alto	57,1429	21,10140	23
	Total	59,8784	18,51599	47
INTER_Calidad_de_Vida	Bajo o Medio-Bajo	54,1667	18,82963	24
	Medio-Alto o Alto	56,5217	13,94281	23
	Total	55,3191	16,48236	47
FIN_Calidad_de_Vida	Bajo o Medio-Bajo	55,3571	20,77150	24
	Medio-Alto o Alto	50,3106	17,15885	23
	Total	52,8875	19,05368	47

Contrastes multivariados^b

Efecto		Valor	F	Gl de la hipótesis	Gl del error	Significación
tiempo	Traza de Pillai	,098	2,384 ^a	2,000	44,000	,104
	Lambda de Wilks	,902	2,384 ^a	2,000	44,000	,104
	Traza de Hotelling	,108	2,384 ^a	2,000	44,000	,104
	Raíz mayor de Roy	,108	2,384 ^a	2,000	44,000	,104
tiempo * ES1	Traza de Pillai	,106	2,611 ^a	2,000	44,000	,085
	Lambda de Wilks	,894	2,611 ^a	2,000	44,000	,085
	Traza de Hotelling	,119	2,611 ^a	2,000	44,000	,085
	Raíz mayor de Roy	,119	2,611 ^a	2,000	44,000	,085

a. Estadístico exacto

b.

Diseño: Intersección+ES1

Diseño intra sujetos: tiempo

Prueba de esfericidad de Mauchly

Medida: Calidad_de_vida

Efecto intra-sujeto	W de Mauchly	Chi-cuadrado aprox.	gl	Significación	Epsilon ^a		
					Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	Límite-inferior
tiempo	,745	12,959	2	,002	,797	,840	,500

Contrasta la hipótesis nula de que la matriz de covarianza error de las variables dependientes transformadas es una matriz identidad.

a. Puede usarse para corregir los grados de libertad en las pruebas de significación promediadas. Las pruebas se muestran en la tabla Pruebas de los efectos inter-sujetos.

b.

Diseño: Intersección+ES1

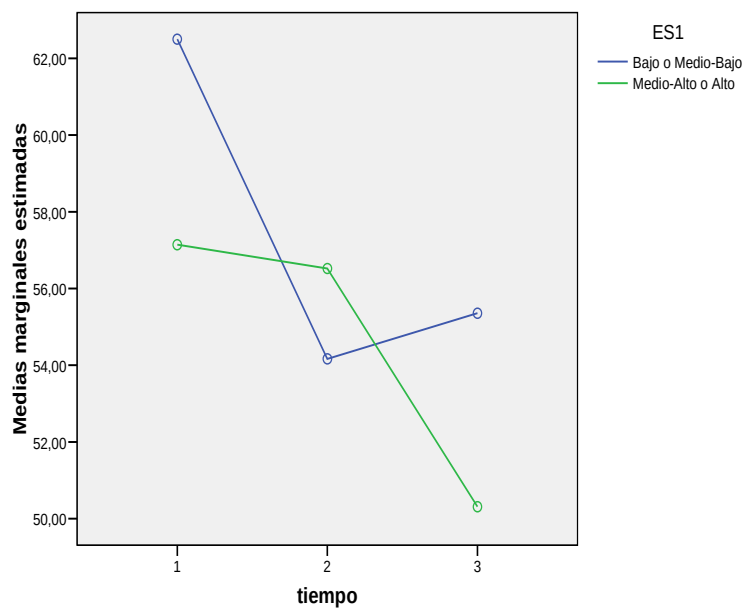
Diseño intra sujetos: tiempo

Pruebas de efectos intra-sujetos.

Medida: Calidad_de_vida

Fuente		Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
tiempo	Esfericidad asumida	1177,187	2	588,594	3,639	,030
	Greenhouse-Geisser	1177,187	1,593	738,755	3,639	,041
	Huynh-Feldt	1177,187	1,679	700,992	3,639	,038
	Límite-inferior	1177,187	1,000	1177,187	3,639	,063
tiempo * ES1	Esfericidad asumida	447,704	2	223,852	1,384	,256
	Greenhouse-Geisser	447,704	1,593	280,961	1,384	,255
	Huynh-Feldt	447,704	1,679	266,599	1,384	,256
	Límite-inferior	447,704	1,000	447,704	1,384	,246
Error(tiempo)	Esfericidad asumida	14558,809	90	161,765		
	Greenhouse-Geisser	14558,809	71,706	203,034		
	Huynh-Feldt	14558,809	75,569	192,655		
	Límite-inferior	14558,809	45,000	323,529		

Medias marginales estimadas de Calidad_de_vida



f.- Situación laboral

Estadísticos descriptivos

	Trabajo1	Media	Desv. típ.	N
INICIAL_Calidad_de_Vida	En paro, Baja temporal o Pensionista	58,6466	19,57296	19
	Ama de casa	58,0357	16,05158	16
	En activo	64,2857	20,65711	12
	Total	59,8784	18,51599	47
INTER_Calidad_de_Vida	En paro, Baja temporal o Pensionista	52,6316	16,53186	19
	Ama de casa	54,4643	16,67517	16
	En activo	60,7143	16,25972	12
	Total	55,3191	16,48236	47
FIN_Calidad_de_Vida	En paro, Baja temporal o Pensionista	47,3684	17,85088	19
	Ama de casa	55,3571	20,11870	16
	En activo	58,3333	18,73389	12
	Total	52,8875	19,05368	47

Contrastes multivariados^c

Efecto		Valor	F	Gl de la hipótesis	Gl del error	Significación
tiempo	Traza de Pillai	,089	2,095 ^a	2,000	43,000	,135
	Lambda de Wilks	,911	2,095 ^a	2,000	43,000	,135
	Traza de Hotelling	,097	2,095 ^a	2,000	43,000	,135
	Raíz mayor de Roy	,097	2,095 ^a	2,000	43,000	,135
tiempo * Trabajo1	Traza de Pillai	,044	,494	4,000	88,000	,740
	Lambda de Wilks	,956	,488 ^a	4,000	86,000	,745
	Traza de Hotelling	,046	,482	4,000	84,000	,749
	Raíz mayor de Roy	,045	,990 ^b	2,000	44,000	,380

a. Estadístico exacto

b. El estadístico es un límite superior para la F el cual ofrece un límite inferior para el nivel de significación.

c.

Diseño: Intersección+Trabajo1

Diseño intra sujetos: tiempo

Prueba de esfericidad de Mauchly

Medida: Calidad_de_vida

Efecto intra-sujeto	W de Mauchly	Chi-cuadrado aprox.	gl	Significación	Epsilon ^a		
					Greenhou se-Geisser	Huynh-Feldt	Límite-inferior
tiempo	,786	10,335	2	,006	,824	,891	,500

Contrasta la hipótesis nula de que la matriz de covarianza error de las variables dependientes transformadas es prop una matriz identidad.

a. Puede usarse para corregir los grados de libertad en las pruebas de significación promediadas. Las pruebas co se muestran en la tabla Pruebas de los efectos inter-sujetos.

b.

Diseño: Intersección+Trabajo1

Diseño intra sujetos: tiempo

Pruebas de efectos intra-sujetos.

Medida: Calidad_de_vida

Fuente		Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
tiempo	Esfericidad asumida	1033,069	2	516,534	3,102	,050
	Greenhouse-Geisser	1033,069	1,648	626,890	3,102	,060
	Huynh-Feldt	1033,069	1,782	579,869	3,102	,056
	Límite-inferior	1033,069	1,000	1033,069	3,102	,085
tiempo * Trabajo1	Esfericidad asumida	352,169	4	88,042	,529	,715
	Greenhouse-Geisser	352,169	3,296	106,852	,529	,681
	Huynh-Feldt	352,169	3,563	98,837	,529	,695
	Límite-inferior	352,169	2,000	176,085	,529	,593
Error(tiempo)	Esfericidad asumida	14654,344	88	166,527		
	Greenhouse-Geisser	14654,344	72,509	202,104		
	Huynh-Feldt	14654,344	78,389	186,945		
	Límite-inferior	14654,344	44,000	333,053		

Comparaciones múltiples

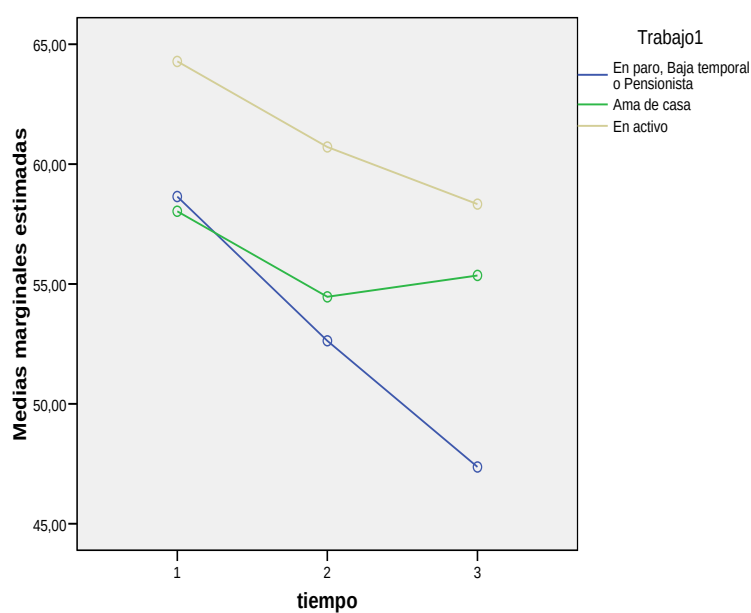
Medida: Calidad_de_vida

DHS de Tukey

(I) Trabajo1	(J) Trabajo1	Diferencia entre medias (I-J)	Error típ.	Significación	Intervalo de confianza al 95%.	
					Límite inferior	Límite superior
En paro, Baja temporal o Pensionista	Ama de casa	-3,0702	4,98284	,812	-15,1560	9,0156
	En activo	-8,2289	5,41493	,292	-21,3627	4,9049
Ama de casa	En paro, Baja temporal o Pensionista	3,0702	4,98284	,812	-9,0156	15,1560
	En activo	-5,1587	5,60800	,631	-18,7608	8,4434
En activo	En paro, Baja temporal o Pensionista	8,2289	5,41493	,292	-4,9049	21,3627
	Ama de casa	5,1587	5,60800	,631	-8,4434	18,7608

Basado en las medias observadas.

Medias marginales estimadas de Calidad_de_vida



g.- Tipo de quimioterapia

Estadísticos descriptivos

	QT1	Media	Desv. típ.	N
INICIAL_Calidad_de_Vida	Antraciclinas	56,3910	18,11633	19
	Antraciclinas t Taxanos	59,4286	17,82378	25
	Total	58,1169	17,80497	44
INTER_Calidad_de_Vida	Antraciclinas	53,3835	17,06471	19
	Antraciclinas t Taxanos	54,2857	14,86904	25
	Total	53,8961	15,66850	44
FIN_Calidad_de_Vida	Antraciclinas	50,3759	18,05033	19
	Antraciclinas t Taxanos	52,5714	18,77181	25
	Total	51,6234	18,28320	44

Contrastes multivariados^b

Efecto		Valor	F	Gl de la hipótesis	Gl del error	Significación
tiempo	Traza de Pillai	,083	1,855 ^a	2,000	41,000	,169
	Lambda de Wilks	,917	1,855 ^a	2,000	41,000	,169
	Traza de Hotelling	,090	1,855 ^a	2,000	41,000	,169
	Raíz mayor de Roy	,090	1,855 ^a	2,000	41,000	,169
tiempo * QT1	Traza de Pillai	,005	,100 ^a	2,000	41,000	,906
	Lambda de Wilks	,995	,100 ^a	2,000	41,000	,906
	Traza de Hotelling	,005	,100 ^a	2,000	41,000	,906
	Raíz mayor de Roy	,005	,100 ^a	2,000	41,000	,906

a. Estadístico exacto

b.

Diseño: Intersección+QT1

Diseño intra sujetos: tiempo

Prueba de esfericidad de Mauchly

Medida: Calidad_de_vida

Efecto intra-sujeto	W de Mauchly	Chi-cuadrado aprox.	gl	Significación	Epsilon ^a		
					Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	Límite-inferior
tiempo	,807	8,769	2	,012	,839	,890	,500

Contrasta la hipótesis nula de que la matriz de covarianza error de las variables dependientes transformadas es una matriz identidad.

a. Puede usarse para corregir los grados de libertad en las pruebas de significación promediadas. Las pruebas se muestran en la tabla Pruebas de los efectos inter-sujetos.

b.

Diseño: Intersección+QT1

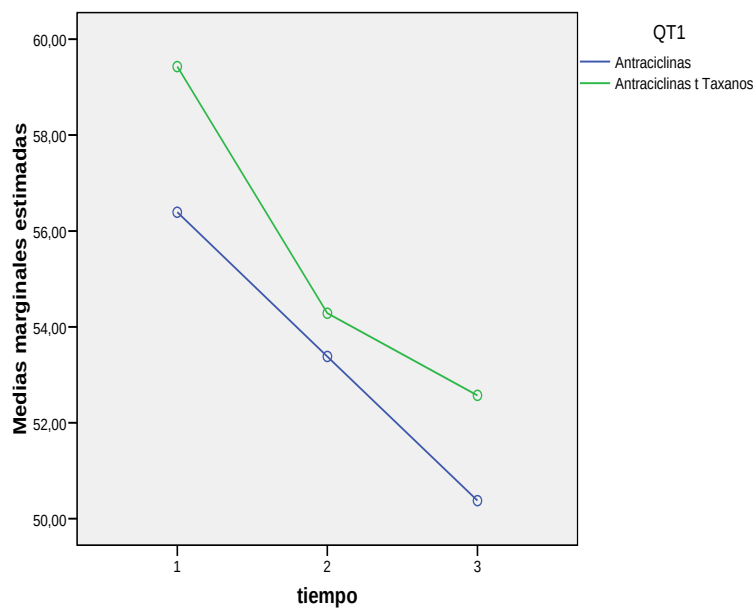
Diseño intra sujetos: tiempo

Pruebas de efectos intra-sujetos.

Medida: Calidad_de_vida

Fuente		Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
tiempo	Esfericidad asumida	915,516	2	457,758	2,697	,073
	Greenhouse-Geisser	915,516	1,677	545,903	2,697	,083
	Huynh-Feldt	915,516	1,780	514,219	2,697	,080
	Límite-inferior	915,516	1,000	915,516	2,697	,108
tiempo * QT1	Esfericidad asumida	24,978	2	12,489	,074	,929
	Greenhouse-Geisser	24,978	1,677	14,894	,074	,900
	Huynh-Feldt	24,978	1,780	14,029	,074	,911
	Límite-inferior	24,978	1,000	24,978	,074	,788
Error(tiempo)	Esfericidad asumida	14257,644	84	169,734		
	Greenhouse-Geisser	14257,644	70,437	202,418		
	Huynh-Feldt	14257,644	74,777	190,669		
	Límite-inferior	14257,644	42,000	339,468		

Medias marginales estimadas de Calidad_de_vida



Cooperación interdisciplinar: la estadística es una herramienta fundamental en el ámbito de las ciencias e ingenierías

PI1_12_009_ANEXO 4



Cooperación interdisciplinar: la estadística es una herramienta fundamental en el ámbito de las ciencias e ingenierías

Cuadernillo de actividades



Indice

Introducción.....	2
1. Actividades realizadas en clase.....	3
1.1. Grado en Ingeniería Química.....	3
1.2. Grado en Química.....	7
2. Otras Actividades.....	11
2.1. Grado en Ingeniería Química.....	11
2.2. Grado en Química y Ciencias Ambientales.....	28
3. Glosario.....	38

Introducción

Presentamos un borrador del cuadernillo de actividades en que se incluyen una serie de actividades obtenidas de los distintos contextos explorados, docente, investigación y empresarial, tras los correspondientes debates en los que se ha procedido a depurar las propuestas iniciales. Las actividades propuestas van dirigidas a los estudiantes que cursen la asignatura de Estadística y Optimización del grado en Ingeniería Química, así como a los que cursen la asignatura de Estadística tanto del grado en Química como del grado en Ciencias Ambientales. Además de adaptar algunas de las actividades para los estudiantes que cursen las asignaturas de Introducción a la Probabilidad y a la Estadística e Inferencia Estadística del grado en Matemáticas. Este borrador finaliza con un glosario de términos químico-estadísticos que habrá que seguir ampliando.

La idea final sería contar con un documento de trabajo para los estudiantes de Ciencias e Ingeniería de la Facultad de Ciencias, inicializado con una buena introducción teórica con los principales elementos teóricos de la Estadística, que continuaría con una variedad de actividades propuestas para los grados anteriormente citados, entre las que se incluya algunas resueltas con Excel y R.

1. Actividades realizadas en clase

A continuación se recogen las diferentes actividades realizadas en clase con los alumnos. En todas ellas hay un componente común: una primera fase experimental, donde los propios alumnos toman los datos en un laboratorio y en unas condiciones determinadas, y una segunda parte de análisis de los resultados, donde los alumnos analizan desde el punto estadístico los datos obtenidos.

1.1. Grado en Ingeniería Química

Asignatura: Laboratorio integrado de Química.

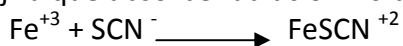
Curso: 2º

Semestre: 4º

ACTIVIDAD: DETERMINACIÓN ESPECTROFOTOMÉTRICA DE LA CONSTANTE DE EQUILIBRIO.

Objetivo: Encontrar la constante de equilibrio de una reacción tomando como base la formación de complejos coloreados de hierro(III).

Fundamento: Para medir una constante de equilibrio, se deben medir las concentraciones de las especies que intervienen en el equilibrio. La determinación colorimétrica del hierro(III) está basada en la formación de tiocianato de Fe(III) que se produce al reaccionar una solución de sulfocianuro de potasio con el ión férrico formando una coloración rojiza que absorbe radiación visible.



Fase Experimental

Curva de calibración para soluciones de FeSCN^{+2} .

La medida de la concentración de una sustancia mediante un método instrumental es muy utilizado en Química Analítica y se basa en la existencia de una relación proporcional entre dicha concentración y una señal respuesta que proporciona el instrumento.

Esta relación suele ser lineal, en cuyo caso sigue la siguiente expresión:

$$y \text{ (señal analítica)} = a \cdot x \text{ (concentración de la sustancia)} + b \quad (1)$$

Esta relación viene dada por la ecuación de una recta, donde a y b son constantes para cada método y a es la pendiente. Este valor a proporciona la *sensibilidad del método* empleado, es decir, lo que cambia la señal analítica al variar la concentración de la sustancia.

En esta práctica se utiliza la existencia de una relación, en principio lineal, entre un carácter medible (la *absorbancia*) de este método espectrofotométrico y la variable a determinar (la *concentración de tiocianato de Fe(III)*)

Esta relación lineal se determina realizando la *calibración del método con patrones*. Para ello, se preparan varias disoluciones patrón de **concentración conocida** y se mide la **señal analítica** que produce el instrumento para cada patrón. Con el conjunto de pares de datos se realizará una representación gráfica y se establecerá la función matemática o “*curva de calibración*”.

Esta curva ($y=a.x+b$) permite determinar a partir de una concentración de la sustancia (x), la señal analítica (y) que se produce y, *si la relación lineal entre ambas variables fuese perfecta*, ésta permitiría también estimar de forma precisa la concentración (x) de la sustancia en una muestra, midiendo la señal analítica que produce (y).

Aunque, en general, la relación lineal no es perfecta, es usual en Química, utilizar la expresión lineal (1), para realizar predicciones sobre la concentración (x), a pesar de no ser esta la recta que minimiza los errores.

Los datos que se van a utilizar en esta práctica han sido obtenidos por los alumnos de 2º del Grado de Ingeniero Químico en la asignatura *Laboratorio Integrado de Química* con las indicaciones que se muestra a continuación.

Las disoluciones que se indican en la *Tabla 1* son de $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 0,1M (Nitrato Férrico), de KSCN $3 \cdot 10^{-3}\text{M}$ (Tiocianato de Potasio) y de HNO_3 0,1M (Ácido nítrico) y se encuentran preparadas en el laboratorio.

Para simplificar el trabajo, se añaden los volúmenes de estas disoluciones midiéndolos con las buretas o pipetas que el profesor indique, para cada una de ellas. Finalmente, enrasar cada matraz con 20ml de agua destilada y medir la absorbancia.

Para ello el grupo se divide en dos subgrupos, uno de ellos contará con un espectrofotómetro grande y el otro grupo con uno pequeño.

Nº	Fe^{3+} (mL)	SCN^- (mL)	HNO_3 (mL)
1	10	0	5,0
2	10	0,2	4,8
3	10	0,4	4,6
4	10	0,6	4,4
5	10	0,9	4,1
6	10	1,2	3,8
7	10	1,5	3,5
8	10	2	3

Tabla 1

Los datos obtenidos en el laboratorio, al realizar la práctica anterior, fueron los siguientes:

Concentración	Absorbancia	Aparato	Grupo
0.0	0.0234	Grande	A
3.0	0.1443	Grande	A
6.0	0.2485	Grande	A
9.0	0.38785	Grande	A
13.5	0.64855	Grande	A
18	0.728	Grande	A
22.5	0.9052	Grande	A
30.0	1.1849	Grande	A
0.0	0.0276	Grande	B
3.0	0.1503	Grande	B
6.0	0.269	Grande	B
9.0	0.36755	Grande	B
13.5	0.56175	Grande	B
18	0.7458	Grande	B
22.5	0.85275	Grande	B
30.0	1.16755	Grande	B
0.0	0.064	Pequeño	A
3.0	0.166	Pequeño	A
6.0	0.306	Pequeño	A
9.0	0.4145	Pequeño	A
13.5	0.581	Pequeño	A
18	0.7325	Pequeño	A
22.5	0.8975	Pequeño	A
30.0	1.139	Pequeño	A
0.0	0.058	Pequeño	B
3.0	0.168	Pequeño	B
6.0	0.2945	Pequeño	B
9.0	0.409	Pequeño	B
13.5	0.57	Pequeño	B
18	0.7145	Pequeño	B
22.5	0.866	Pequeño	B
30.0	1.104	Pequeño	B

Fase de análisis

A partir de los datos obtenidos en el laboratorio, se pide:

1. Obtener la *curva de calibrado* a partir de los valores del laboratorio.
2. Determinar la *sensibilidad* del método.

3. Calcular el coeficiente de correlación de la recta. Evalúa la bondad de la recta de y sobre x .
4. ¿Qué concentración de tiocianato de Fe(III) tendría una muestra que produce en el espectrofotómetro una absorbancia (y) de 0,648? Realiza esta predicción haciendo uso de la recta $y=a.x+b$ (despejando x) y de la recta $x=a'.y+b'$ y compara ambos resultados.
5. ¿Existen diferencias significativas en la absorbancia recogida por los 2 aparatos de medida?
6. ¿Conocías el concepto de curva de calibración? Indica la asignatura en la que lo has visto.
7. ¿Te resulta de interés este tipo de actividades en el que se trata de poner de manifiesto la aplicabilidad de la Estadística en experimentos usuales de Química basados en datos reales? Razona la respuesta.
8. ¿Crees que la Estadística te puede resultar útil en el desempeño de la profesión de Ingeniero Químico? Razona la respuesta

1.2. Grado en Química.

Asignatura: Estadística

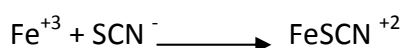
Curso: 1º

Semestre: 1º

ACTIVIDAD: DETERMINACIÓN ESPECTROFOTOMÉTRICA DE LA CONSTANTE DE EQUILIBRIO.

Objetivo: Encontrar la constante de equilibrio de una reacción tomando como base la formación de complejos coloreados de hierro(III).

Fundamento: Para medir una constante de equilibrio, se deben medir las concentraciones de las especies que intervienen en el equilibrio. La determinación colorimétrica del hierro(III) está basada en la formación de tiocianato de Fe(III) que se produce al reaccionar una solución de sulfocianuro de potasio con el ión férrico formando una coloración rojiza que absorbe radiación visible.



Fase Experimental

Curva de calibración para soluciones de FeSCN^{+2} .

La medida de la concentración de una sustancia mediante un método instrumental es muy utilizado en Química Analítica y se basa en la existencia de una relación proporcional entre dicha concentración y una señal respuesta que proporciona el instrumento.

Esta relación suele ser lineal, en cuyo caso sigue la siguiente expresión:

$$y \text{ (señal analítica)} = a \cdot x \text{ (concentración de la sustancia)} + b \quad (1)$$

Esta relación viene dada por la ecuación de una recta, donde a y b son constantes para cada método y a es la pendiente. Este valor a proporciona la *sensibilidad del método* empleado, es decir, lo que cambia la señal analítica al variar la concentración de la sustancia.

En esta práctica se utiliza la existencia de una relación, en principio lineal, entre un carácter medible (la *absorbancia*) de este método espectrofotométrico y la variable a determinar (la *concentración de tiocianato de Fe(III)*)

Esta relación lineal se determina realizando la *calibración del método con patrones*. Para ello, se preparan varias disoluciones patrón de **concentración conocida** y se mide la **señal analítica** que produce el instrumento para cada patrón. Con el conjunto de pares de datos se realizará una representación gráfica y se establecerá la función matemática o “*curva de calibración*”.

Esta curva ($y=a.x+b$) permite determinar a partir de una concentración de la sustancia (x), la señal analítica (y) que se produce y, *si la relación lineal entre ambas variables fuese perfecta*, ésta permitiría también estimar de forma precisa la concentración (x) de la sustancia en una muestra, midiendo la señal analítica que produce (y).

Aunque, en general, la relación lineal no es perfecta, es usual en Química, utilizar la expresión lineal (1), para realizar predicciones sobre la concentración (x), a pesar de no ser esta la recta que minimiza los errores.

Los datos que se van a utilizar en esta práctica han sido obtenidos por los alumnos de 2º del Grado de Ingeniero Químico en la asignatura *Laboratorio Integrado de Química* con las indicaciones que se muestra a continuación.

Las disoluciones que se indican en la *Tabla 1* son de $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 0,1M (Nitrato Férrico), de KSCN $3 \cdot 10^{-3}\text{M}$ (Tiocianato de Potasio) y de HNO_3 0,1M (Ácido nítrico) y se encuentran preparadas en el laboratorio.

Para simplificar el trabajo, se añaden los volúmenes de estas disoluciones midiéndolos con las buretas o pipetas que el profesor indique, para cada una de ellas. Finalmente, enrasar cada matraz con 20ml de agua destilada y medir la absorbancia.

Para ello el grupo se divide en dos subgrupos, uno de ellos contará con un espectrofotómetro grande y el otro grupo con uno pequeño.

Nº	Fe^{3+} (mL)	SCN^- (mL)	HNO_3 (mL)
1	10	0	5,0
2	10	0,2	4,8
3	10	0,4	4,6
4	10	0,6	4,4
5	10	0,9	4,1
6	10	1,2	3,8
7	10	1,5	3,5
8	10	2	3

Tabla 1

Fase de análisis

A partir de los datos obtenidos en el laboratorio,

Concentración	Absorbancia	Aparato	Grupo
0.0	0.0234	Grande	A
3.0	0.1443	Grande	A
6.0	0.2485	Grande	A
9.0	0.38785	Grande	A
13.5	0.64855	Grande	A
18	0.728	Grande	A
22.5	0.9052	Grande	A
30.0	1.1849	Grande	A
0.0	0.0276	Grande	B
3.0	0.1503	Grande	B
6.0	0.269	Grande	B
9.0	0.36755	Grande	B
13.5	0.56175	Grande	B
18	0.7458	Grande	B
22.5	0.85275	Grande	B
30.0	1.16755	Grande	B
0.0	0.064	Pequeño	A
3.0	0.166	Pequeño	A
6.0	0.306	Pequeño	A
9.0	0.4145	Pequeño	A
13.5	0.581	Pequeño	A
18	0.7325	Pequeño	A
22.5	0.8975	Pequeño	A
30.0	1.139	Pequeño	A
0.0	0.058	Pequeño	B
3.0	0.168	Pequeño	B
6.0	0.2945	Pequeño	B
9.0	0.409	Pequeño	B
13.5	0.57	Pequeño	B
18	0.7145	Pequeño	B
22.5	0.866	Pequeño	B
30.0	1.104	Pequeño	B

se pide lo siguiente:

1. Obtener la *curva de calibrado* a partir de los valores del laboratorio.
2. Determinar la *sensibilidad* del método.
3. Calcular el coeficiente de correlación de la recta. Evalúa la bondad de la recta de y sobre x.

4. ¿Qué concentración de tiocianato de Fe(III) tendría una muestra que produce en el espectrofotómetro una absorbancia (y) de 0,648? Realiza esta predicción haciendo uso de la recta $y=a.x+b$ (despejando x) y de la recta $x=a'.y+b'$ y compara ambos resultados.
5. ¿Existen diferencias significativas en la absorbancia recogida por los 2 aparatos de medida?
6. ¿Conocías el concepto de curva de calibración?
7. ¿Te resulta de interés este tipo de actividades en el que se trata de poner de manifiesto la aplicabilidad de la Estadística en experimentos usuales de Química basados en datos reales?
8. ¿Crees que la Estadística te puede resultar útil en el desempeño de la profesión de Químico?

2. Otras Actividades

En este apartado se presentan algunas actividades propuestas con datos obtenidos en el ámbito de la docencia o de la investigación.

2.1. Grado en Ingeniería Química

2.1.1. Actividades en el ámbito de la docencia

ACTIVIDAD 1

Introducción:

La velocidad de la mayoría de las reacciones es muy sensible a la temperatura, observándose que dicha velocidad aumenta con ésta según la ley de Arrhenius.

$$k = Ae^{-E_a/RT}$$

K: cte de velocidad (es la misma cte de velocidad que determinamos en el otro ejemplo por el método diferencial)

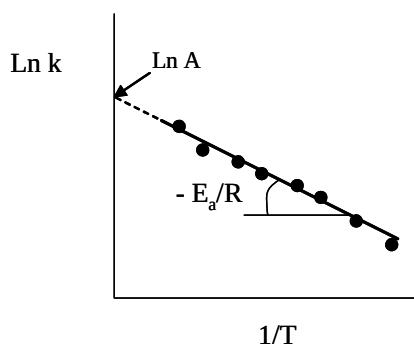
A: factor de frecuencia

E_a: energía de activación que es lo que se pretende determinar. Es un parámetro muy importante en cinética química.

R: cte de los gases ideales ($R = 8,314 \text{ J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$)

T: temperatura expresada en (Kelvin)

Si se linealiza esta ecuación, $\ln k = \ln A - E_a/RT$, representando datos de K a diferentes temperaturas es posible obtener la energía de activación por regresión lineal.



Pero nosotros en los experimentos no tenemos datos de k a diferentes temperaturas. Tenemos datos del tiempo de reacción a diferentes temperaturas.

Como la velocidad de reacción es inversamente proporcional al tiempo de reacción, se puede relacionar éste con la constante de velocidad, y por tanto, con la temperatura. Representando adecuadamente el tiempo de reacción para varias temperaturas se obtiene una recta cuya pendiente es E_a/R , a partir de la cual se determina la energía de activación.

Luego k será proporcional (a través de una constante C) a

$$1/t \rightarrow k = C \cdot 1/t$$

Si linealizamos $\rightarrow \ln k = \ln C + \ln 1/t$

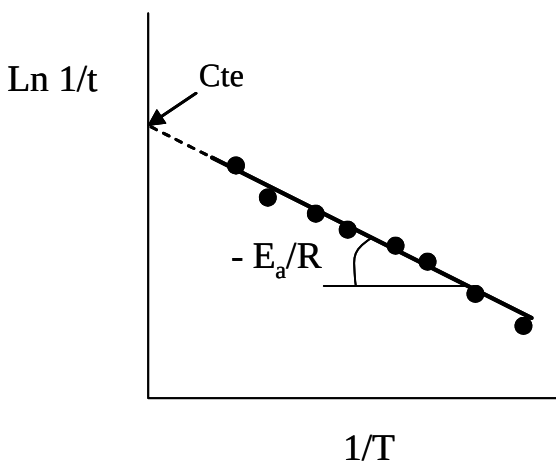
Despejando $\rightarrow \ln 1/t = \ln k - \ln C$

Si sustituimos $\ln k$ por su valor en la linealización de Arrhenius ($\ln k = \ln A - E_a/RT$):

$$\rightarrow \ln 1/t = (\ln A - E_a/RT) - \ln C \rightarrow \ln 1/t = \ln A - \ln C - E_a/RT \rightarrow \ln 1/t = \text{Cte} - E_a/RT$$

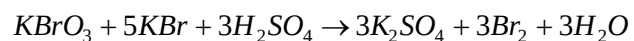
Representando $\ln 1/t$ para varias temperaturas es posible obtener una recta cuya pendiente es E_a/R , a partir de la cual se determina la energía de activación.

Nota: También es posible representar $\ln t = E_a/RT - \text{Cte}$, pero se ha preferido la primera ecuación pues es mejor similar con la representación original de Arrhenius



Actividad propuesta: Determinar la energía de activación

A continuación se muestran datos del tiempo total de reacción a diferentes temperaturas para la siguiente reacción



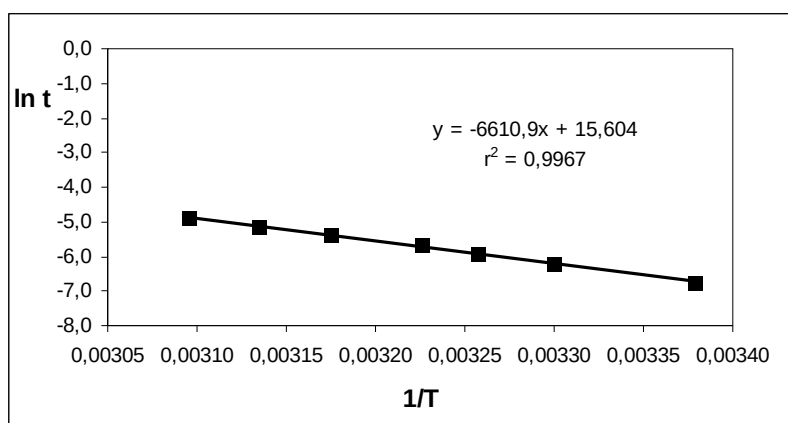
Temperatura (K)	T total en segundos
291	1681
298	906
303	652
308	426
313	318
318	231
323	180

Calcular la energía de activación de la reacción entre los iones bromato y bromuro a partir del tiempo de reacción medido a distintas temperaturas.

Un ejemplo de resultado:

Hay que utilizar la temperatura en Kelvin y la constante de los gases con las unidades adecuadas: $R = 8,314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

Temp (°C)	Temp (K)	1/T (K ⁻¹)	tiempo (s)	ln 1/t
23	296	0,00338	871	-6,770
30	303	0,00330	499	-6,213
34	307	0,00326	368	-5,908
37	310	0,00323	284	-5,649
42	315	0,00317	221	-5,398
46	319	0,00313	169	-5,130
50	323	0,00310	133	-4,890



Luego $-E_a/R = -6610,9 \text{ K} \rightarrow E_a = 54955,5 \text{ J/mol}$

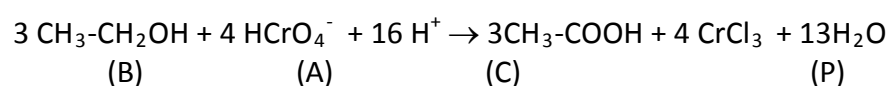
Promedio de un grupo

PROMEDIO E_a	55076
Desv std	4409
95%conf	3055
límite superior	58131
límite inferior	52020

ACTIVIDAD 2

Introducción:

La reacción que vamos a estudiar es:



La expresión genérica de velocidad tendría la forma:

$$-r_A = -\frac{dC_A}{dt} = k \cdot C_A^a C_B^b C_C^c$$

Puesto que los reactivos B y C se encuentran en exceso, puede hacerse aproximación a pseudo-primer orden:

$$-r_A = -\frac{dC_A}{dt} = k' \cdot C_A^a$$

Para determinar k' y el orden n aplicaremos los métodos integral y diferencial. Pero conocemos la Abs de la formación de producto y necesitamos relacionarla con el reactivo:

A y P están en proporción estequiométrica

Debe cumplirse que: Lo que desaparece de A = Lo que se forma de P

$$C_{A0} - C_A = C_{P0} + C_P$$

$$C_{A0} = C_{Pf} \text{ y } C_{P0} = 0$$

Luego $C_A = C_{Pf} - C_P$ o en función de absorbancias $\rightarrow \text{Abs}_A = \text{Abs}_{Pf} - \text{Abs}_i$

Se hace un repaso rápido con transparencias de los métodos integral y diferencial

- *Método integral de análisis de datos*

Supongamos una reacción genérica del tipo: A $\rightarrow$ Productos

1.- Se supone una ecuación cinética (se elige un valor de $n = 0, 1$ ó 2)

$$-r_A = -\frac{dC_A}{dt} = k \cdot C_A^n$$

2.- Separación de variables

$$\frac{dC_A}{C_A^n} = -k \cdot dt$$

3.- Integración

$$\int_{C_{A0}}^{C_A} \frac{dC_A}{C_A^n} = -\int_0^t k \cdot dt$$

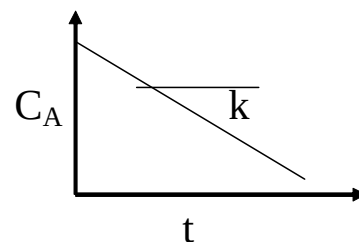
4.- Ajuste de los datos experimentales a la cinética propuesta

5.- Cálculo del valor del coeficiente cinético k

$\Rightarrow$ Orden Cero

$$\int_{C_{A0}}^{C_A} dC_A = - \int k \cdot dt \quad \Rightarrow \quad C_A = C_{A0} - k \cdot t$$

En todos los casos verificar el ajuste en función de r^2 y si la ordenada en el origen coincide con el valor experimental (en este caso C_{A0}).



↪ Orden Uno

$$\int_{C_{A0}}^{C_A} \frac{dC_A}{C_A} = - \int k \cdot dt \quad \Rightarrow \quad \ln C_A = \ln C_{A0} - k \cdot t$$

↪ Orden Dos

$$\int_{C_{A0}}^{C_A} \frac{dC_A}{C_A^2} = - \int k \cdot dt \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{C_A} = \frac{1}{C_{A0}} + k \cdot t$$

- *Método diferencial de análisis de datos*

Supongamos una reacción genérica del tipo: $A \rightarrow \text{Productos}$

1.- Se parte de la ecuación cinética en su forma general (orden de reacción n)

$$-r_A = - \frac{dC_A}{dt} = k \cdot C_A^n$$

2.- Se linealiza la ecuación tomando logaritmos

$$\log \left(- \frac{dC_A}{dt} \right) = \log k + n \cdot \log C_A$$

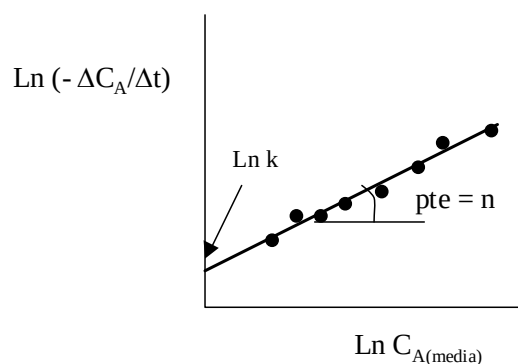
3.- Se aproximan los diferenciales a incrementos

$$\log \left(- \frac{\Delta C_A}{\Delta t} \right) = \log k + n \cdot \log \bar{C}_A$$

4.- Ajuste de los datos experimentales a la ecuación anterior

5.- Cálculo del valor del coeficiente cinético k y del orden de reacción n

Conc.	t	ΔC_A	Δt	$C_{A \text{ promedio}}$	$-\Delta C_A / \Delta t$	$\text{Log}(-\Delta C_A / \Delta t)$	$\text{Log } C_A$
C_{A1}	t_1	$\Delta C_{A1} = C_{A1} - C_{A2}$	Δt_1	$C_{A1} = (C_{A1} + C_{A2}) / 2$	$-\Delta C_{A1} / \Delta t_1$	$\text{log}(\Delta C_{A1} / \Delta t_1)$	$\text{Log } C_{A1}$
C_{A2}	t_2	ΔC_{A2}	Δt_2	C_{A2}			
C_{A3}	T_3						



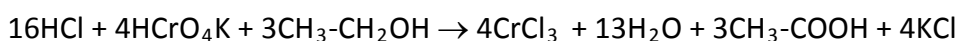
El método diferencial es útil cuando se dispone de muchos datos experimentales, pues la aproximación a incrementos supone un error considerable. Lo ideal es complementar la información de ambos métodos: Decidir con ambos métodos cual es el orden de reacción más probable y

finalmente utilizar la constante de reacción calculada a partir del método integral.

Actividad propuesta: *Determinar parámetros de la ley de velocidad para reacciones homogéneas*

Los reactores discontinuos se utilizan principalmente para determinar parámetros de la ley de velocidad para reacciones homogéneas. La determinación se realiza normalmente midiendo la concentración como función del tiempo y después se utiliza el método diferencial o el integral de análisis de datos para determinar el orden de reacción, n , y la constante de velocidad, k .

Dada la ecuación de oxidación del etanol en medio acético (teniendo en cuenta que se trabaja en exceso de ácido y etanol):



Se obtienen datos de absorbancia (proporcional a la concentración) a diferentes intervalos de tiempo (ver Tabla 1).

A partir de los datos anteriores, se pretende calcular:

1. Aplicando el método integral de análisis de datos cinéticos si la reacción es de orden cero, uno o dos con respecto al HCrO_4K .
2. Aplicando el método diferencial de análisis de datos la constante de velocidad, k .

$x = t(s)$	$y = (Abs_{\infty} - Abs_t)$
0	0,248
120	0,229
240	0,214
360	0,199
480	0,184
600	0,170
720	0,157
840	0,146
960	0,135
1080	0,125
1380	0,103
1680	0,084
1980	0,069
2280	0,058
2580	0,045
2880	0,036
3180	0,029
3480	0,023
3780	0,019
4080	0,015
4380	0,012

Tabla 1

Un ejemplo de resultado:

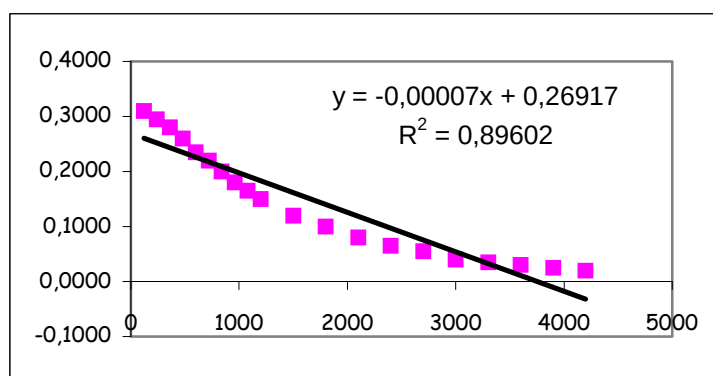
Hay que utilizar la temperatura en K y la constante de los gases con las unidades adecuadas: $R = 8,314 \text{ J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$

ORDEN 0				
$(Ab_f - Ab) = Ab_f - K \cdot t$				
t (min)	Ab	Ab _f -Ab	Eje x = t(s)	Eje y = (Ab _f -Ab)
2	0,05	0,31	120	0,3100
4	0,065	0,295	240	0,2950
6	0,08	0,28	360	0,2800
8	0,1	0,26	480	0,2600
10	0,125	0,235	600	0,2350
12	0,14	0,22	720	0,2200
14	0,16	0,2	840	0,2000
16	0,18	0,18	960	0,1800
18	0,195	0,165	1080	0,1650
20	0,21	0,15	1200	0,1500
25	0,24	0,12	1500	0,1200
30	0,26	0,1	1800	0,1000
35	0,28	0,08	2100	0,0800
40	0,295	0,065	2400	0,0650
45	0,305	0,055	2700	0,0550
50	0,32	0,04	3000	0,0400
55	0,325	0,035	3300	0,0350
60	0,33	0,03	3600	0,0300
65	0,335	0,025	3900	0,0250
70	0,34	0,02	4200	0,0200

ORDEN 0

Pendiente	-7,17E-05
K (recta) (s ⁻¹)	7,17E-05
O.O.	0,269171
Ab _f (recta)	0,26917

Experimentalmente	
Ab _f	0,36

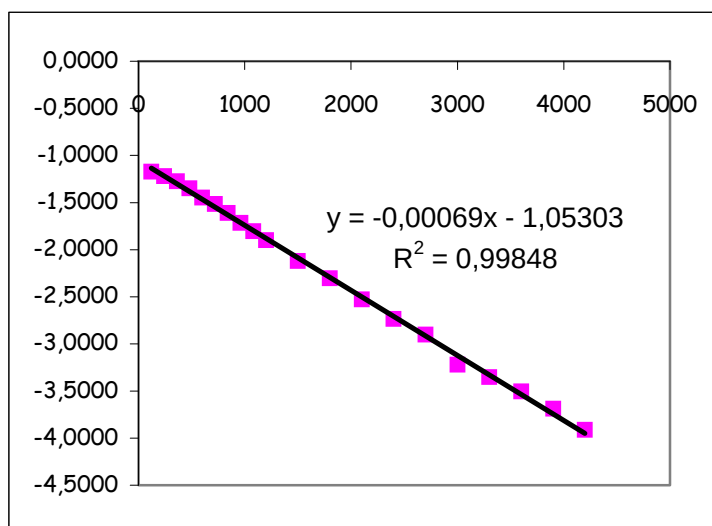


ORDEN 1				
$\ln (Ab_f - Ab) = \ln Ab_f - K t$				
t (min)	Ab	Abf-Ab	Eje x = t(s)	Eje y = ln (Abf-Ab)
2	0,05	0,31	120	-1,1712
4	0,065	0,295	240	-1,2208
6	0,08	0,28	360	-1,2730
8	0,1	0,26	480	-1,3471
10	0,125	0,235	600	-1,4482
12	0,14	0,22	720	-1,5141
14	0,16	0,2	840	-1,6094
16	0,18	0,18	960	-1,7148
18	0,195	0,165	1080	-1,8018
20	0,21	0,15	1200	-1,8971
25	0,24	0,12	1500	-2,1203
30	0,26	0,1	1800	-2,3026
35	0,28	0,08	2100	-2,5257
40	0,295	0,065	2400	-2,7334
45	0,305	0,055	2700	-2,9004
50	0,32	0,04	3000	-3,2189
55	0,325	0,035	3300	-3,3524
60	0,33	0,03	3600	-3,5066
65	0,335	0,025	3900	-3,6889
70	0,34	0,02	4200	-3,9120

ORDEN 1

Pendiente	-0,000689
K (recta) (s ⁻¹)	0,000689
O.O.	-1,053035
Ab _f (recta)	0,3489

Experimentalmente	
Ab _f	0,36

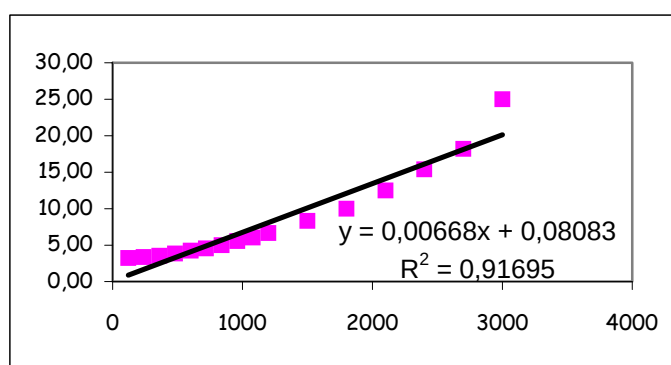


ORDEN 2				
$1/(Ab_f - Ab) = (1/Ab_f) + K t$				
t (min)	Ab	Abf - Ab	Eje x = t(s)	Eje y = 1/(Abf - Ab)
2	0,05	0,31	120	3,2258
4	0,065	0,295	240	3,3898
6	0,08	0,28	360	3,5714
8	0,1	0,26	480	3,8462
10	0,125	0,235	600	4,2553
12	0,14	0,22	720	4,5455
14	0,16	0,2	840	5,0000
16	0,18	0,18	960	5,5556
18	0,195	0,165	1080	6,0606
20	0,21	0,15	1200	6,6667
25	0,24	0,12	1500	8,3333
30	0,26	0,1	1800	10,0000
35	0,28	0,08	2100	12,5000
40	0,295	0,065	2400	15,3846
45	0,305	0,055	2700	18,1818
50	0,32	0,04	3000	25,0000
55	0,325	0,035	3300	28,5714
60	0,33	0,03	3600	33,3333
65	0,335	0,025	3900	40,0000
70	0,34	0,02	4200	50,0000

ORDEN 2

Pendiente	0,010059
K (recta) (L mol ⁻¹ s ⁻¹)	0,010059
O.O.	-3,282717
Ab _f (recta)	-0,3046

Experimentalmente	
Ab _f	0,36



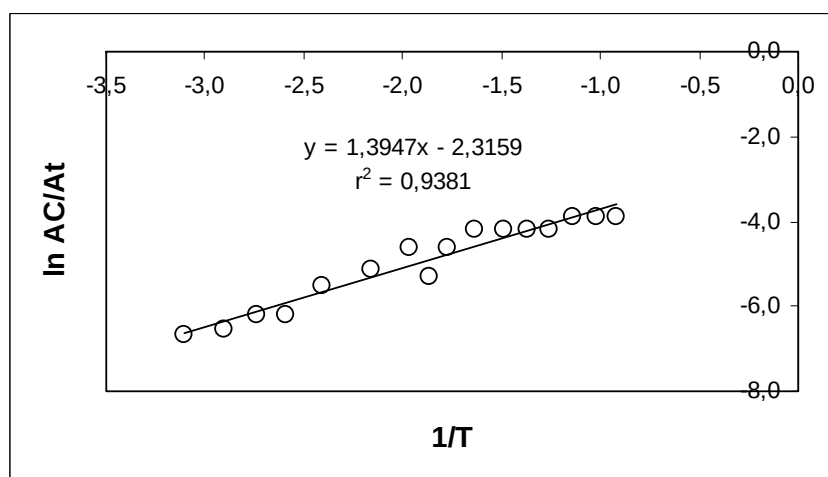
Método diferencial

Abf 0,36

k 0,0517

n 1,097954759

t(min)	Ab	Abf-Ab	Ln Am	LN(-incA/inc t)
0	0	0,42		
2	0,05	0,31	-1,01	-2,90
4	0,065	0,295	-1,20	-4,89
6	0,08	0,28	-1,25	-4,89
8	0,1	0,26	-1,31	-4,61
10	0,125	0,235	-1,40	-4,38
12	0,14	0,22	-1,48	-4,89
14	0,16	0,2	-1,56	-4,61
16	0,18	0,18	-1,66	-4,61
18	0,195	0,165	-1,76	-4,89
20	0,21	0,15	-1,85	-4,89
25	0,24	0,12	-2,00	-5,12
30	0,26	0,1	-2,21	-5,52
35	0,28	0,08	-2,41	-5,52
40	0,295	0,065	-2,62	-5,81
45	0,305	0,055	-2,81	-6,21
50	0,32	0,04	-3,05	-5,81
55	0,325	0,035	-3,28	-6,91
60	0,33	0,03	-3,43	-6,91
65	0,335	0,025	-3,59	-6,91
70	0,34	0,02	-3,79	-6,91



ACTIVIDAD 3

Introducción:

La ecuación de Clausius-Clapeyron relaciona la presión de vapor con la temperatura, pudiendo aplicarse la misma a transformaciones de fase, donde una de las fases presentes es el vapor y tiene comportamiento ideal.

$$\frac{d \ln p}{dT} = \frac{\Delta H}{RT^2} \quad (1)$$

ΔH calor durante el cambio de fase

p presión de vapor de la sustancia

T temperatura (Kelvin)

R constante de los gases (J/molK)

Si se considera ΔH independiente de la T , integrando indefinidamente se obtiene:

$$\ln p = \text{cte} - \frac{\Delta H}{RT} \quad (2)$$

Actividad propuesta:

Para calcular el calor de vaporización del agua se obtuvieron las siguientes medidas experimentales:

$T (^{\circ}\text{C})$	$P (\text{atm})$	
76	0,396	0,386
77	0,418	0,409
81	0,479	0,471
84	0,554	0,552
88	0,654	0,658
92	0,759	0,760
96	0,888	0,885
100	0,999	0,999

1. Ajusta por mínimos cuadrados los datos experimentales y determina la ecuación ajustada.
2. Determina los valores de la pendiente y el intercepto (la ordenada en el origen) y determina los intervalos de confianza correspondientes.
3. Comprueba la significación del intercepto y de la pendiente.
4. Calcula el coeficiente de correlación y el de determinación. Interpreta los resultados.
5. Realiza un análisis de los residuos. Explica el comportamiento observado.

2.1.2. Actividades en el ámbito de la Investigación

Actividades propuestas con datos obtenidos por el grupo de investigación *Análisis y Diseño de Procesos con Fluidos Supercríticos*

ACTIVIDAD 1

En el proceso de obtención de biodiesel unos de los parámetros fundamentales que se deben controlar durante la reacción de transesterificación entre el aceite y metanol es la temperatura.

En un estudio realizado se obtuvieron los siguientes valores de temperatura (°C):

95, 108, 97, 112, 99, 106, 105, 100, 99, 98, 104, 110, 107, 111, 103, 110, 100, 99, 98, 95, 105, 107, 100, 106, 98, 111, 104, 100, 104, 103, 97, 112, 98, 100, 102

1. Construya una tabla de frecuencia.
2. Obtenga representaciones gráficas adecuadas. ¿Se podría representar el histograma y el polígono de frecuencias absolutas?
3. ¿Qué efecto tendría si en lugar de representar las frecuencias absolutas represento las frecuencias relativas?
4. Calcula medidas de tendencia central y de dispersión adecuadas al estudio realizado.
5. Suponiendo normalidad en los datos, determine el intervalo de confianza de la media poblacional con un 95 % de confianza.
6. Construya el gráfico de control. Comente la importancia del mismo.

ACTIVIDAD 2

Se presume que el efecto de la presión y temperatura en el rendimiento de extracción de productos bioactivos a partir de determinada materia prima no son independientes. Para determinar el grado de relación entre los factores estudiados (P, T), se realizó un diseño experimental 2^2 donde se evalúan los niveles de cada uno de estos factores y se mide el rendimiento de extracción obtenido en cada prueba. A continuación se muestran los resultados obtenidos de dos determinaciones paralelas.

Presión (bar)	Temperatura (°C)	Rendimiento de extracción (mg extracto/ 100 g mtra seca)	
100	35	390	370
	50	130	150
500	35	610	590
	50	1000	980

1. Con el auxilio del gráfico de barras de los efectos de los factores estudiados (P,T) y de la interacción, analice de manera cualitativa la significación de estos sobre el rendimiento.
2. Haciendo uso del análisis de varianza ¿Actúan de manera independiente los factores estudiados? Razona la respuesta.
3. Escriba la ecuación de regresión. Analiza e interpreta los signos de los coeficientes de la ecuación.

2.2. Grado en Química y Ciencias Ambientales

2.2.1 Actividades en el ámbito de la docencia

ACTIVIDAD 1

Ámbito: Grado en Química.

Introducción:

De las diversas técnicas instrumentales empleadas para el análisis de metales en aguas, la voltamperometría de redisolución anódica es especialmente adecuada, ya que permite la determinación simultánea de iones metálicos, con gran sensibilidad y bajos límites de detección siendo además aplicable a muestras de agua salinas.

Un aspecto importante de esta técnica es la facilidad con la que los cationes metálicos pueden ser electrodepositados como amalgamas aplicando un potencial adecuado. Dicha etapa de electrodeposición permite que la especie a determinar pueda ser preconcentrada en el electrodo y posteriormente analizada.

La etapa de preconcentración hace mejorar sustancialmente el límite de detección de la técnica utilizada en la etapa analítica. Con la ASV pueden realizarse análisis de metales a nivel de trazas (han sido determinadas concentraciones del orden de 10-10 M e incluso más bajas).

En nuestro caso, el potencial aplicado al electrodo de trabajo debe ser lo suficientemente negativo como para producir la electrodeposición catódica de los metales presentes en la disolución. Mientras se aplica este potencial, la disolución debe estar agitada para favorecer la preconcentración de la muestra mediante el transporte de iones metálicos desde el seno de la disolución hasta el electrodo.

Por lo que en esta primera etapa, el metal es depositado en la gota de mercurio por reducción de los iones correspondientes:



Así, el metal reducido se disuelve en el mercurio formando una amalgama. Una vez finalizado el periodo de preconcentración se para la agitación y se mantiene la electrólisis al potencial de deposición E_d , durante unos pocos segundos. Esta etapa de reposo tiene como finalidad favorecer la homogeneización de la sustancia sobre el electrodo.

A continuación se hace un barrido hacia potenciales positivos (Etapa de redisolución). El barrido de potenciales puede ser lineal o de pulso diferencial. Este último proporciona una mejor discriminación entre las corrientes faradaicas y de carga y permite mejorar el límite de detección. Por esta razón se utiliza este tipo de barrido para la medida de concentraciones muy bajas.

Al alcanzar un potencial característico, próximo al potencial de semionda polarográfico en el medio utilizado E_p , los átomos del metal amalgamados en el mercurio vuelven a la disolución por oxidación:



Durante este proceso de oxidación del elemento, se obtienen picos de intensidad de corriente proporcionales a la concentración del catión metálico en la muestra.

De esta forma, el potencial del pico E_p sirve para identificar al elemento presente en la disolución y la intensidad del pico de redisolución para determinar la concentración de metal en la disolución, C_M^{n+} .

Por lo tanto, la información sobre el analito se obtiene a partir de medidas de intensidad de corriente frente a potencial aplicado a un electrodo. Al registro de la intensidad de corriente frente al barrido de potencial se le llama voltamperograma.

La fase experimental consta de los siguientes pasos:

- Tratamiento previo de la muestra de agua: Se pipetea 25 mL de la muestra de agua problema y se añade un volumen de ácido nítrico diluido necesario para alcanzar un pH entre 1,7 y 2,0 unidades. Comprobar que el pH es el correcto mediante un potenciómetro previamente calibrado.
- Preparación de la disolución patrón: Se prepara una disolución patrón con concentraciones adecuadas de Cd(II) y Cu(II), de manera que la adición de 0,05 mL sobre los 25 mL de muestra duplique la concentración de los dos iones.
- Análisis por ASV:
 - Se transfieren los 25 mL de muestra a la celda polarográfica.
 - Se hace burbujear nitrógeno a través de la disolución durante 5 minutos para eliminar el oxígeno disuelto.
 - Se efectúa el análisis de la muestra problema en las condiciones experimentales mencionadas anteriormente.
 - Tras identificar los picos (el Cd(II) a -0,58 V y el Cu(II) a -0,1 V, aproximadamente), y determinar su intensidad, se realizan adiciones sucesivas de pequeños volúmenes (0,05 mL) de la disolución patrón que contiene los dos iones y se registran los nuevos voltamperogramas.

Actividad propuesta: *Determinación de cd y cu en agua mediante voltamperometría de redisolución anódica (asv).*

El objetivo de esta práctica consiste en realizar un análisis de metales en una muestra de agua problema, utilizando como técnica de medida la voltamperometría de redisolución anódica (ASV: anodic stripping voltammetry) empleando como electrodo de trabajo un electrodo de gota colgante de mercurio. De los posibles metales a determinar en el agua, se han seleccionado los iones metálicos Cd(II) y Cu(II), al nivel de microgramo por litro (ppb). El primero, por su toxicidad incluso a bajas concentraciones y el segundo, por ser un elemento esencial para el organismo a determinados niveles.

A partir de los datos obtenidos en el laboratorio al realizar la práctica anterior, se pide:

1. Obtener y representar gráficamente las *curvas de calibrado* que explican los valores de Cd y Cu en función de las intensidades pico (nA).
2. Evalúa la bondad de estas rectas de calibrado.
3. A partir de las rectas obtenidas en el punto 1 determina las concentraciones de Cd y Cu presentes en la muestra de agua problema.
4. Calcular los coeficientes de correlación de las variables que intervienen en las rectas.
5. ¿Son las cantidades de Cd y Cu homogéneas en igual medida?
6. ¿Te resulta de interés este tipo de actividades en el que se trata de poner de manifiesto la aplicabilidad de la Estadística en experimentos usuales de Química basados en datos reales? Razona la respuesta.
7. ¿Crees que la Estadística te puede resultar útil en el desempeño de la profesión de Químico? Razona la respuesta.

Un ejemplo de resultado:

Los datos obtenidos y la curva de calibrado fueron los siguientes

Para el Cadmio:

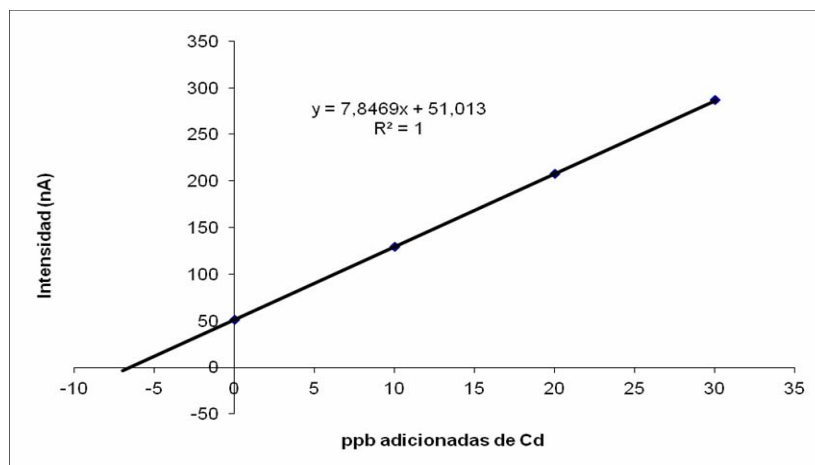
	Concentracion Cd (ppb)	Intensidad (nA)	Intensidad (nA)	Media Intensidad (nA)
Muestra	0	51,17	50,93	51,05
Adición 1	10	128,29	131,08	129,685
Adición 2	20	209,19	205,68	207,435
Adición 3	30	287,35	286,04	286,695

Para calcular la concentración de la muestra:

Se extrapola la recta hasta el corte con el eje x
Se calcula el valor de x cuando la y vale 0
Se toma el valor absoluto

Concentración de Cd en la muestra:

6,501 **Ppb**



Para el Cobre:

	Concentracion Cu		Media	
	(ppb)	Intensidad (nA)	Intensidad (nA)	Intensidad (nA)
Muestra	0	89,05	89,21	89,13
Adición 1	10	187,94	195,58	191,76
Adición 2	20	285,51	283,21	284,36
Adición 3	30	380,97	381,22	381,095

Para calcular la concentración de la muestra:

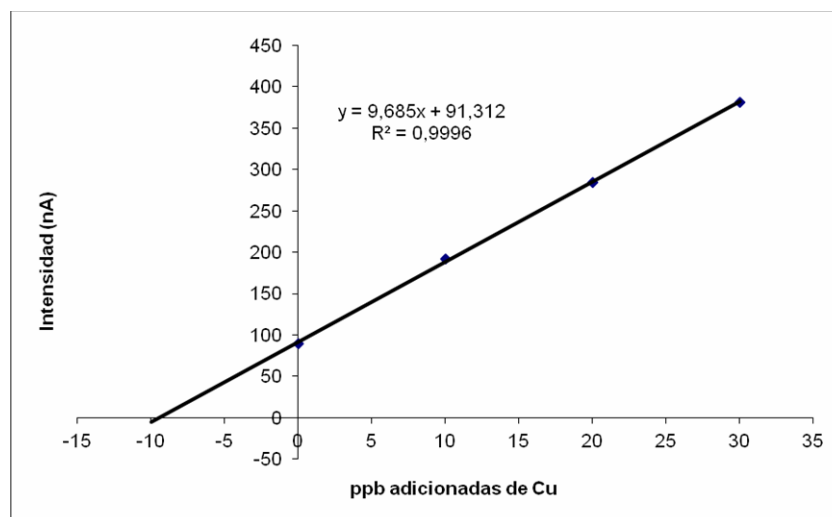
Se extrapola la recta hasta el corte con el eje x

Se calcula el valor de x cuando la y vale 0

Se toma el valor absoluto

Concentración de Cu en la muestra:

9,428 Ppb



ACTIVIDAD 2

Ámbito: Grado en Ciencias Ambientales.

Introducción:

Se tiene la costumbre de designar por detergente (del latín «detergere»: limpiar) a los productos susceptibles de permitir las operaciones de limpieza. A esta definición etimológica se han superpuesto las más generales de tensoactivo, «surfactif», syndet, tensido. Un «*surfactif*» se define como un compuesto químico que disuelto o puesto en suspensión en un líquido es preferentemente absorbido a una interfaz, lo que determina un conjunto de propiedades fisicoquímicas o químicas de interés práctico. La molécula de un compuesto comporta al menos un grupo susceptible de asegurar una afinidad hacia las superficies netamente polares, inducir con frecuencia a la solubilización en el agua y un radical que tiene poca afinidad con el agua. Esta estructura permite la modificación de ciertas propiedades fisicoquímicas al nivel de contactos sólidos-líquidos y la disminución de tensiones superficiales. Esta acción constituye el factor esencial en las operaciones de limpieza.

Se distingue, según la naturaleza del grupo polar hidrófilo: los detergentes aniónicos, catiónicos, no iónicos y anfólitos.

Los detergentes aniónicos representan la gran mayoría de los productos utilizados para la limpieza, los más difundidos son los de origen petrolífero (alquilsulfatos, alquilsulfonatos y alquilarilsulfatos de cadena lineal o ramificada).

Los detergentes catiónicos poseen uno o varios grupos funcionales que, en disolución acuosa, suministran iones cargados positivamente. En la práctica estos agentes de superficie son generalmente los clorhidratos de amina o los derivados de amonio cuaternario. Si poseen propiedades desinfectantes y germicidas interesantes, se emplean poco como detergentes. Sirven para el mordentado y bruñido de los tejidos.

Los detergentes no iónicos están formados por moléculas que contienen grupos hidroxilados hidrófilos y grupos lipófilos; los grupos hidroxilados no se ionizan en disolución. Están elaborados por fijación de polímeros de óxido de etileno o de

propileno sobre las moléculas de hidrógeno móvil (alcohol, ácido), de amina, etc. Su utilización se desarrolla en la industria textil (tratamiento de la lana en bruto y del algodón) y del cobre, industrias metalúrgicas (decapado y lubricación), farmacéuticas y de cosméticos. Para el uso doméstico, entran hasta en una proporción del 20 % en los polvos llamados «especiales no espumantes» para lavadora y los deterativos para textiles delicados.

Los detergentes anfólitos se ionizan según las condiciones del medio con las características de un agente de superficie aniónico o catiónico.

Análisis de detergentes aniónicos

Los dos métodos propuestos para la determinación de detergentes aniónicos tienen su origen en la formación de complejos extraíbles por un disolvente orgánico; el primero se basa en la determinación colorimétrica de un complejo detergente-azul de metileno, el segundo utiliza la formación de un complejo detergente-ortofenantrolina cúprica, determinado por espectrometría de absorción atómica del metal.

El primer método no permite determinar más que los detergentes aniónicos que tienen por lo menos 5 átomos de carbono. Es sensible a numerosas interferencias (sulfuros, sulfatos, tiocianatos, sustancias orgánicas diversas, proteínas...); por otra parte, es susceptible de ser adaptado a determinaciones en flujo continuo.

El segundo método no es sensible más que a las materias reductoras (sulfuros...). Es el más sensible de los dos métodos, principalmente para los umbrales de detección y las sensibilidades equivalentes, además da una precisión mayor y es mucho más específico.

En ciertos casos, se puede realizar una concentración previa por absorción o por extracción líquido-líquido.

- Preparación de la curva de calibrado (método colorimétrico)

En una serie de erlenmeyers de 250 ml, numerados, añadir sucesivamente:

<i>Número de los recipientes</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
<i>Disolución diluida patrón de detergente de 0,01 g/L(mL)</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>5</i>	<i>10</i>
<i>Agua destilada(mL)</i>	<i>100</i>	<i>99</i>	<i>95</i>	<i>90</i>
<i>Disolución tampón (mL)</i>	<i>10</i>	<i>10</i>	<i>10</i>	<i>10</i>
<i>Disolución de azul de metileno neutro (mL)</i>	<i>5</i>	<i>5</i>	<i>5</i>	<i>5</i>
<i>Cloroformo (mL)</i>	<i>15</i>	<i>15</i>	<i>15</i>	<i>15</i>
<i>Correspondencia en mg/L de detergente</i>	<i>0</i>	<i>0,1</i>	<i>0,5</i>	<i>1</i>

Agitar lenta y uniformemente durante 2 minutos con un agitador electromagnético, evitando la emulsión. Verter el contenido de los erlenmeyer en una serie de embudos de decantación. Recoger los extractos clorofórmicos en erlenmeyer que contengan:

- Agua destilada . . . 100 mL
- Disolución neutra de azul de metileno 5 mL
- Ácido sulfúrico 1 N . . 1 mL

Tapar cuidadosamente para evitar las pérdidas de cloroformo por evaporación.

Agitar durante 1 minuto con un agitador electromagnético. Transvasar a una segunda serie de embudos de decantación. Recoger los extractos clorofórmicos en matraces aforados de 25 mL, filtrando sobre lana de vidrio.

Volver a verter en erlenmeyers correspondientes las fases básicas y las ácidas de cada serie de embudos de decantación. Realizar otras 2 veces las extracciones extrayendo cada vez solamente con 5 mL de cloroformo. Reunir los extractos clorofórmicos en los matraces aforados de 25 mL y completar hasta enrase con cloroformo para reemplazar el que se ha evaporado en el curso de las operaciones.

Efectuar la lectura espectrométrica a la longitud de onda de 650 nm.

Construir la curva de calibrado.

- *Procedimiento para el análisis de la muestra:*

En dos erlenmeyers de 250 mL, añadir sucesivamente:

	BLANCO	MUESTRA
Agua a analizar (mL)	-	100
Agua destilada (mL)	100	-
Disolución tapón(mL)	10	10
Disolución de Azul de metileno (mL)	5	5
Cloroformo puro (mL)	15	15

Para cada erlenmeyer, proceder a la extracción como se ha descrito para la preparación de la curva de calibrado. Efectuar las lecturas en el espectrómetro a la longitud de onda de 650 nm, teniendo en cuenta el valor leído para el testigo. Obtener los resultados a partir de la curva de calibración.

- *Expresión de los resultados:*

Para una muestra de 100 mL, la curva da directamente el contenido de detergente aniónico expresado en miligramos por litro de agua. Precisar correctamente el nombre químico del producto de referencia utilizado para la calibración.

<i>Disolución Patrón</i>	<i>Concentración detergente (mg/L)</i>	<i>Absorbancia (650nm)</i>
1	0	
2	0,1	
3	0,5	
4	1	
<i>Muestra Problema</i>	<i>Réplica</i>	<i>Absorbancia</i>

Actividad propuesta: *determinación de detergentes en agua por extracción líquido-líquido y detección por espectroscopía de absorción molecular uv-visible*

A partir de la recta de calibrado, se pide:

1. Obtener la ecuación de la recta de regresión
2. Calcular el coeficiente de correlación lineal
3. ¿Se trata de un buen ajuste?
4. Calcular la concentración de tensoactivos de la muestra (ppm)

2.2.2 Actividades en el ámbito de la investigación

Actividades propuestas con datos obtenidos por el grupo de investigación *Geoquímica Marina*.

ACTIVIDAD 1

Para el análisis de plomo en una muestra de agua de la costa de Huelva, se ha aplicado el procedimiento analítico descrito en el método voltamétrico publicado en la revista (Journal of Hazardous Materials 166, 2009, 1326–1331).

Los datos obtenidos para el cálculo de la recta de calibrado para el análisis de Pb(II) bajo las condiciones óptimas se muestran a continuación:

Concentración Pb(II) (nM)	Intensidad (nA)
0.00	1.61
2.41	3.49
4.82	5.91
7.23	7.67
12.05	11.80
24.13	26.04
48.22	54.74
72.32	77.29
96.43	99.21
120.54	124.54
144.65	146.20

Bajo esas condiciones óptimas, se ha realizado repetidas veces (4 veces cada una) el análisis de 4 muestras de blancos, cuyos resultados son los siguientes:

Valores de Intensidad (nA) de los blancos:

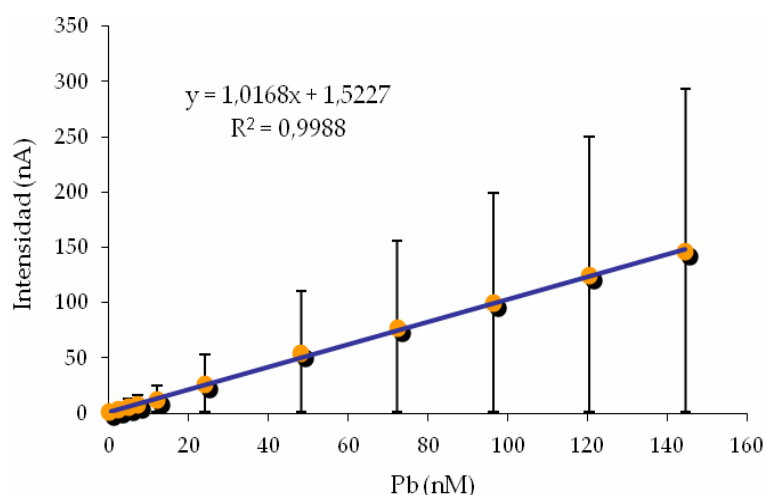
Blancos	Blancos	Blancos	Blancos
1.033	1.139	0.87	1.203
1.239	0.8645	1.323	0.9624
1.081	1.025	1.311	1.074
1.056	0.9834	1.05	0.971

A partir de estos datos reales:

1. Representa la recta de calibrado (Intensidad vs concentración Pb(II)) y calcula la ecuación de la misma.
2. Calcula el límite de detección y cuantificación del método. Para ello debes seguir los siguientes pasos:
 - a) Estimar la media y la desviación estándar del blanco.
 - b) Calcular el límite de detección mediante: $LD=3 DS_b/m$, donde DS_b es la desviación estándar del blanco y m es la pendiente de la recta de calibrado.

- c) Calcular el límite cuantificación mediante: $LD=10 DS_b/m$, donde DS_b es la desviación estándar del blanco y m es la pendiente de la recta de calibrado.
3. Compara los resultados obtenidos con los publicados en el artículo de Espada et al. (2009).

A continuación se muestra la recta de calibrado.



ACTIVIDAD 2

La exactitud del método analítico publicado para la determinación de plomo (Journal of Hazardous Materials 166, 2009, 1326–1331), se evaluó mediante el análisis de una muestra de referencia certificada de agua de estuario, LGC 6016. El valor certificado para Pb es **de 196 ± 3 ppb**. Se trata de un agua procedente del estuario Severn de Gran Bretaña, cerca de Avonmouth, zona bastante industrializada.

Al medir la muestra certificada con el método propuesto bajo las condiciones óptimas, la concentración obtenida fue de: **191.8 ± 2.3 ppb de Pb**.

A partir de estos datos reales:

- Calcula el error absoluto y relativo.
- ¿Puede decirse que es fiable el resultado obtenido con el método de la bibliografía?
- ¿Existen diferencias significativas entre la concentración de plomo encontrada y la certificada por el material de referencia?

3. Glosario

Calibrado-Curva de regresión

Si tenemos una serie de patrones de concentración $x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n$ que, una vez medidos por una determinada técnica presentan unas señales analíticas $y_1, y_2, \dots, y_i, \dots, y_n$. Si representamos las señales frente a las concentraciones obtenemos la denominada curva de calibración.

Coeficiente de variación de Pearson

Se define por la expresión:

$$CV = \frac{S}{|\bar{x}|}$$

El coeficiente de variación de Pearson se caracteriza por ser una medida adimensional y suele expresarse multiplicada por cien, es decir en forma de porcentaje, representa el número de veces que la desviación típica S contiene a $\bar{x}$. Cuanto mayor es CV menos representativa es x , además la máxima representatividad de x se tiene cuando $CV = 0$. Dudaremos de la representatividad de x si $CV > 0.5$.

Desviación estándar

La desviación estándar es un parámetro que da cuenta de la dispersión de los datos obtenidos. En el caso de una población hablaremos de la desviación estándar de la población, s . Para una muestra se calcula con la siguiente fórmula:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Al cuadrado de la desviación estándar se le denomina varianza (s^2).

Error absoluto

Nos indica si medimos u obtuvimos más o menos que el valor experimental, y en qué cantidad excedimos del valor real o que cantidad nos faltó; esto según el signo de la sustracción.

$$E_A = \text{valor experimental} - \text{valor teórico}$$

Error relativo

Es una forma de conocer el porcentaje de error que obtuvimos en nuestros resultados.

$$E_R = (\text{valor experimental} - \text{valor teórico}) / \text{Valor teórico} \times 100$$

Especificidad

Es la aptitud de un método para valorar inequívocamente el analito en presencia de componentes que se sospecha que puedan estar presentes (impurezas, productos de degradación, matriz, etc.). En general, se considera que
especificidad = 100% selectividad

Exactitud-Eficiencia

La exactitud da cuenta de la proximidad entre el resultado obtenido por un método y el valor "real". Como se trata de un parámetro cualitativo (un método será muy o poco exacto) para describir el error asociado a un resultado, hace falta un parámetro que permita medir la exactitud cuantitativamente. Este parámetro es el error que se divide en dos componentes, la veracidad y la precisión.

$$< E^2 > = s^2 + (\bar{x} - \mu)^2$$

Con lo cual vemos como el error cuadrático medio correspondiente a la exactitud se equipara a la suma de la varianza de repetición pura (error aleatorio) más el cuadrado de la veracidad (error sistemático).

La exactitud es máxima cuando el sesgo es nulo y la dispersión aleatoria es mínima.

Intervalo Dinámico

Intervalo de concentraciones entre el límite de cuantificación (LOQ) y el límite de linealidad (LOL).

Intervalo de Linealidad

Ámbito entre la menor y la mayor concentración de analito en la muestra, para las cuales se ha demostrado que el procedimiento analítico tiene el nivel adecuado de precisión, exactitud y linealidad.

Límites de confianza de una medida - Intervalo de Confianza

Es la probabilidad de que el verdadero valor del parámetro estimado en la población se sitúe en el intervalo de confianza obtenido. El nivel de confianza se denota por (1-a), aunque habitualmente suele expresarse con un porcentaje ((1-a)_100 %). Es habitual tomar como nivel de confianza un 95% o un 99 %, que se corresponden con valores a de 0.05 y 0.01 respectivamente.

Límite de cuantificación

El límite de cuantificación (LOQ) se define como la cantidad de analito presente derivada de la menor señal analítica que puede ser medida con precisión y exactitud. De manera análoga al LOD, la IUPAC propone como LOQ al valor $Y_{LOQ} = \bar{Y} \pm 10s_{\bar{Y}_0}$.

Límite de detección(LOD)-Detección de outliers

El límite de detección (LOD) se define como la cantidad más pequeña de analito en una muestra que puede ser detectada con un nivel de confianza dado. Concentración correspondiente a una señal de magnitud igual al blanco más tres veces la desviación estándar del blanco.

Si analizamos un blanco de la muestra varias veces y obtuviéramos la señal media ($\bar{Y}_0$) y su desviación estándar, $s_{\bar{Y}_0}$, las señales mayores a $Y_{LOD} = \bar{Y}_0 \pm 3s_{\bar{Y}_0}$ caerían fuera de la gaussiana del blanco analítico y podríamos asignarlas a la presencia de analito.

Linealidad

La linealidad a veces se examina a partir del coeficiente de correlación, considerando lineal el calibrado si $r > 0.999$. Otro método se basa en que la desviación estándar relativa de la pendiente no supere el 5%. Ésta es la conocida como linealidad online. El porcentaje de linealidad se calcula como

$$\%Lin = 100(1 - \frac{s_b}{b})$$

Media aritmética - Promedio

Es el dato promedio teórico de nuestro experimento.

$$\bar{x} = \text{suma de valores} / n^{\circ} \text{ total de valores}$$

Mediana

Para un conjunto de n datos ordenados de menor a mayor, la mediana es el valor de la observación que ocupa el lugar $(n+1)/2$ si n es impar o bien la media de los valores que ocupan los lugares $n/2$ y $n/2 + 1$ si n es par.

Porcentaje de error

$$\%error = 1 - (\text{valor experimental}) \times 100 / \text{valor teórico}$$

Precisión - P-Valor

Es el grado de confianza con que se puede repetir un experimento y éste puede dar los mismos resultados. Es utilizado como sinónimo de repetitibilidad. En estadística el p-valor está definido como la probabilidad de obtener un resultado al menos tan extremo como el que realmente se ha obtenido (valor del estadístico calculado), suponiendo que la hipótesis nula es cierta.

Repetitividad

Se define la repetitividad como la desviación estándar obtenida al analizar una misma muestra varias veces, en un periodo de tiempo corto, sin cambiar de equipo de medida, reactivos o analista.

Reproducibilidad

La reproducibilidad se define como la desviación estándar obtenida al analizar varias veces la muestra en días distintos, pudiendo variar condiciones tales como el equipo, reactivos o analistas.

Selectividad - Intervalo de confianza:

La capacidad de un método para determinar exactamente y específicamente el analito de interés en la presencia de otros componentes en la matriz bajo condiciones de prueba establecidas.

Sensibilidad-Pendiente curva de regresión

La sensibilidad se define como el cociente entre la señal medida y la concentración de analito. Cuando trabajamos con curvas de calibrado, la sensibilidad es la pendiente de la curva a una concentración dada. En caso de ser una recta, coincide con la pendiente de la misma.

Veracidad-Insensgidez

La veracidad (insensgidez) es un parámetro que expresa la proximidad de la media de una serie de resultados obtenidos con el método al valor real. Generalmente se expresa en términos de error, definido como la diferencia entre el resultado de medida y el valor real.

Cooperación interdisciplinar: la estadística es una herramienta fundamental en el ámbito de las ciencias e ingenierías

PI1_12_009_ANEXO 5





LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

Cooperación interdisciplinar: la Estadística es una herramienta fundamental en el ámbito de las Ciencias e Ingeniería

A. Castaño Martínez, L. Casas Cardoso, M.D. Galindo Riaño, E. Espada Bellido, I. Espejo Miranda,

M.A. López Sánchez, C. Mantell Serrano, M.Á. Máñez Muñoz, S. Pérez Plaza, A.M. Rodríguez Chía,

A. Suárez Llorens, C. Valero Franco

Dirección Postal: Facultad de Ciencias, 11510, Puerto Real, Universidad de Cádiz

RESUMEN: Este trabajo se corresponde con el proyecto de innovación registrado en la convocatoria de Innovación y Mejora Docente de la Universidad de Cádiz para desarrollarse durante el curso 2011/2012. Nos planteamos dos objetivos generales: Incrementar la motivación, participación e interés de los estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Estadística en las titulaciones de Ingeniería Química, Química, CC Ambientales, Matemáticas. Así como fomentar la cooperación y coordinación entre profesores en el proceso de enseñanza-aprendizaje del conocimiento estadístico plasmado en problemas reales del ámbito de las Ciencias e Ingeniería.

- 1. PALABRAS CLAVE:** Aprendizaje contextualizado, Cooperación interdisciplinar, Estadística.
- 2. ÁREA DE CONOCIMIENTO:**

- Ciencias Experimentales y de la Salud
- Ingenierías y Arquitectura

SECRETARIA TÉCNICA
VII CIDUI



LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

3. ÁMBITO TEMÁTICO DEL CONGRESO:

- La cooperación en y por el conocimiento

4. MODALIDAD DE PRESENTACIÓN:

- Comunicación electrónica

5. DESARROLLO:

La propuesta de este proyecto es el resultado de la reflexión e intercambio de ideas de varios profesores en las diferentes reuniones de coordinación de los distintos títulos y en otros foros, sobre la necesidad de buscar material para impulsar la motivación en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Estadística, así como la coordinación de actividades entre asignaturas que hacen uso de la Estadística.

En este sentido, una de las cualidades del proceso de enseñanza que contribuyen a la génesis e incremento de la motivación es sin duda el aprendizaje contextualizado, es decir, ayudar al estudiante a ver la aplicabilidad del conocimiento estadístico al mundo real, y más concretamente en la disciplina del grado que está cursando el estudiante.

En la búsqueda de un ambiente de aprendizaje contextualizado, un grupo de profesores de Estadística de los grados de Matemáticas, Ingeniería Química, Química y CC Ambientales nos planteamos trabajar conjuntamente con compañeros que imparten otras disciplinas que hacen uso de la Estadística en los títulos de Ingeniería Química, Química y CC Ambientales,

SECRETARIA TÉCNICA
VII CIDUI



LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

respectivamente. El objetivo es obtener un consenso en las herramientas estadísticas más convenientes para este tipo de estudiantes, así como elaborar en un futuro próximo un cuaderno de actividades sobre situaciones reales de las aplicaciones estadísticas de interés en las profesiones de ingeniero químico, químico y ambientólogo en un marco de colaboración interdisciplinar. Además plantearemos actividades que sean de interés en las asignaturas que tratan con la Estadística Descriptiva e Inferencial del grado en Matemáticas y que les muestre la utilidad del conocimiento matemático-estadístico para la resolución de problemas reales en las Ciencias experimentales.

La mayoría de los miembros del equipo y autores de este trabajo han participado en la elaboración de las memorias de los planes de estudio de los grados de Química, Ingeniería Química, CC Ambientales y Matemáticas y por ello son perfectos conocedores de los diversos títulos implicados, así como de la necesidad de la Estadística en las distintas asignaturas y, lo más importante, en el desarrollo de las profesiones de ingeniero químico, químico y ambientólogo. Un grupo de trabajo con profesorado de diferentes disciplinas, perteneciente a cuatro departamentos, enriquecerá la experiencia suponiendo también un impulso en la motivación del profesorado y por tanto justifica que este trabajo se encuadre en el ámbito temático de “La cooperación en y por el conocimiento”.

La relación de asignaturas, departamentos, titulaciones y centros implicados es la siguiente:

- Departamento: Estadística e Investigación Operativa
Centro: Facultad de Ciencias:

Título: Grado en Matemáticas

40209006 Introducción a la Probabilidad y a la Estadística (2º semestre)

SECRETARIA TÈCNICA
VII CIDUI



LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

40209024 Inferencia Estadística (3º semestre)

Título: Grado en Química

40208006 Estadística (1º semestre)

Título: Grado en Ingeniería Química

40210003 Estadística y Optimización (2º semestre)

Centro: Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales:

Título: Grado en CC Ambientales

42306005 Estadística (2º semestre)

- Departamento: Ingeniería Química y Tecnología de los Alimentos
Centro: Facultad de Ciencias

Título: Grado en Ingeniería Química

40210021 Principios de Ingeniería Química (2º semestre)

40210032 Termodinámica aplicada a la Ingeniería Química (4º semestre)

- Departamento: Química Analítica
Centro: Facultad de Ciencias

Título: Grado en Química

40208014 Química Analítica IV (6º semestre)

Centro: Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales:

Título: Licenciatura en CC Ambientales

SECRETARIA TÉCNICA
VII CIDUI



LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

2303041 Técnicas de análisis químico (optativa)

- Departamento Ciencia de los Materiales e Ingeniería metalúrgica y Química Inorgánica
Centro: Facultad de Ciencias

Título: Grado en Ingeniería Química

40210031 Laboratorio integrado de Química (3º semestre)

a) Objetivos

Nos planteamos dos objetivos generales: Incrementar la motivación, participación e interés de los estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Estadística en las titulaciones de Ingeniería Química, Química, CC Ambientales, Matemáticas, doble título Ingeniería Química y Química y doble título CC Ambientales y Química. Así como fomentar la cooperación y coordinación entre profesores en el proceso de enseñanza-aprendizaje del conocimiento estadístico plasmado en problemas reales del ámbito de las Ciencias e Ingeniería. En resumen, estos objetivos tratan de buscar un incremento en la motivación tanto del estudiante como del profesorado, en el proceso de enseñanza-aprendizaje del conocimiento estadístico, sin los cuales no sería posible un aprendizaje significativo. Para ello nos planteamos una serie de objetivos específicos cuyos logros nos permitirá su aplicación práctica en el aula y poder conseguir los objetivos generales.

Los objetivos específicos del proyecto son los siguientes:

- Identificación de los conocimientos estadísticos y competencias básicas que requiere el perfil profesional de Ingeniero Químico y Químico, respectivamente.

SECRETARIA TÉCNICA

VII CIDUI



LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

- Revisión y ajuste del contenido de los programas y metodologías aplicadas en las asignaturas involucradas.
- Diseño de actividades contextualizadas en el ámbito de las Ciencias e Ingeniería comunes a distintas asignaturas y distintos títulos.
- Realización de actividades contextualizadas en el ámbito de las Ciencias e Ingeniería comunes a distintas asignaturas y distintos títulos.
- Realización de un cuaderno de actividades propuestas que contemplen las aplicaciones estadísticas en el área de la Ingeniería Química y la Química y que sean de utilidad para las asignaturas de titulaciones de Matemáticas, CC. Ambientales, Química e Ingeniería Química.

Los objetivos específicos están justificados en la búsqueda de un entorno de aprendizaje contextualizado, ayudando al estudiante a ver la aplicabilidad de los conceptos y modelos estadísticos al mundo real, su futuro profesional, así como hacerles entender la importancia de una buena formación en Estadística en el desempeño de su profesión. El producto futuro resultante será un cuaderno de trabajo que podrá ser utilizado en las distintas asignaturas, títulos y centros participantes en este proyecto. Y por ello partimos de un ambiente de cooperación multidisciplinar y un entorno real.

Se organizarán dos seminarios para ser impartidos, a ser posible, por dos profesionales en el ámbito de la Química e Ingeniería Química, respectivamente, para que cuenten sus experiencias en el ámbito profesional y la importancia del papel de la Estadística en el

SECRETARIA TÉCNICA
VII CIDUI



LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

desarrollo de su profesión. Se estudiarán posibles vías de cooperación con sendas empresas, adquisición de datos, problemas de estudios actuales, etc.

b) Descripción del trabajo

De forma general y para garantizar una coordinación óptima entre los participantes del proyecto se establecen reuniones de trabajo periódicas. Se organizan seminarios con una puesta en común de los posibles avances y dificultades encontradas en el desarrollo del trabajo. Y se realiza una división en subgrupos de trabajo para mayor operatividad.

Para el desarrollo de la actividad, distinguimos las siguientes etapas:

- 1. Acciones iniciales de coordinación, recopilación e intercambio de información.**
- 2. Debate y depuración de la información.**
- 3. Tratamiento de la información. Adaptación de los problemas según contenidos del programa.**
- 4. Diseño de actividades.**
- 5. Elaboración del material docente.**

1. Acciones iniciales de coordinación, recopilación e intercambio de información.

En esta fase inicial, de exploración del terreno, es fundamental el intercambio de conocimiento entre todos los miembros de cada subgrupo y finalmente de todos los miembros del equipo. Para ello se propone:

SECRETARIA TÉCNICA
VII CIDUI



LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

Creación de un curso en el campus virtual. De esta forma se facilita la comunicación entre los participantes a través de los foros, se publican los progresos de las distintas reuniones y será el espacio idóneo para disponer del material del proyecto, accesible para todos. Suponiendo, por tanto, una evidencia del trabajo del grupo.

Actualización de la bibliografía básica de interés que conecte la Estadística con el campo de la Ciencia e Ingeniería.

Entrevistas con los grupos/proyectos de investigación en el campo de la Ingeniería Química y Química y estudio de posibles vías de cooperación en la consecución de los objetivos para la búsqueda de problemas reales de interés que utilicen la Estadística para su estudio y resolución.

Preparación de una encuesta dirigida a profesionales del ámbito de Química e Ingeniería Química para obtener información sobre la necesidad de la Estadística en el desempeño de su labor profesional. Nos permitirá conocer mejor qué tipo de problemas necesita resolver un ingeniero o un químico para cuyo estudio y resolución sea necesaria la Estadística.

Exposición por parte de los profesores de las asignaturas que hacen uso de la Estadística sobre qué tipo de problemas se resuelven en sus respectivas asignaturas.

2. Debate y depuración de la información.

Se debate la información extraída en los distintos contextos: investigación, empresarial y docente, delimitando, si fuese necesario, el campo de acción en función de su utilidad en la búsqueda de problemas reales de interés para el estudiante y priorizando en cualquier caso el contexto docente. Establecer las pautas para cubrir la necesidad de coordinación

SECRETARIA TÉCNICA
VII CIDUI



LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

entre las distintas asignaturas de un mismo título o doble título para optimizar el aprendizaje.

3. Tratamiento de la información. Adaptación de los problemas según contenidos del programa.

En esta etapa se realizará un tratamiento de la información atendiendo a los contenidos del programa, así como un estudio de la validez del programa para cubrir los aspectos esenciales del futuro profesional, detectados en la etapa anterior.

Se analizarán las distintas propuestas de interés para el futuro profesional tanto en el ámbito docente, ya que le serán necesarias para superar otras asignaturas, como en el campo de la investigación o empresarial. Se concretarán las situaciones reales que se explorarán y se clasificarán según aspectos metodológicos a tratar. En los casos que se considere oportuno se solicitarán los datos del estudio, en otros casos son los propios alumnos los que realizan la recogida de la información. En el caso de la asignatura de *Laboratorio integrado de Química*, uno de los objetivos propuestos es la recogida de los datos por los propios alumnos y que se utilizarán en la asignatura de *Estadística y Optimización* de Ingeniería Química, así como servirá de bases para la propuesta de actividades de interés para el estudiante de Matemáticas, concretamente en las asignaturas de *Introducción a la Probabilidad y a la Estadística e Inferencia Estadística*.

4. Diseño de actividades.

En esta fase se propondrán actividades de diversa índole para facilitar el aprendizaje autónomo del estudiante. Esta fase comenzará a finales del segundo semestre y nos

SECRETARIA TÈCNICA
VII CIDUI



LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

permitirá tener en cuenta los resultados obtenidos en las asignaturas del primer semestre para mejorar la propuesta de actividades.

Se propondrán los siguientes tipos de actividades:

- Actividades de resolución de problemas reales procedentes de la empresa, investigación e incluso de la necesidad de otras disciplinas. Son fundamentalmente los que se han obtenido en la etapa anterior, aunque tendrá sentido proponer otras actividades basadas en los datos reales obtenidos o bien desglosar las actividades obtenidas anteriormente en función del objetivo que se quiera atender.
- Actividades para modelar y diseñar situaciones reales desde el punto de vista estadístico. Se trata de trasladar situaciones que se puedan encontrar en el campo de la investigación y/o en el campo empresarial, así como en otras asignaturas o laboratorios, que tienen un importante componente estadístico y que se diseñarán para que los estudiantes hagan propuestas de modelización del problema.

En definitiva son actividades que requerirán del estudiante la capacidad para comprender la naturaleza del aporte que la utilización de la técnica estadística proporcionará, así como para valorar el grado de dificultad que incorpora; dominio de los conceptos estadísticos básicos, conocimiento general de las técnicas estadísticas, que le permita incluso comprender las limitaciones de sus propios conocimientos estadísticos. Concienciación de la necesidad en situaciones reales de obtener una respuesta, aunque sea imperfecta. Estas actividades serán muy útiles también para los estudiantes de Estadística del doble título CC Ambientales y Química, así como al estudiante de

SECRETARIA TÉCNICA
VII CIDUI



LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

Matemáticas, proporcionando una dimensión de la realidad y utilidad del conocimiento matemático-estadístico en la resolución de problemas reales de interés en las ciencias experimentales.

5. Elaboración del material docente.

Como resultado del proyecto de innovación educativa elaboraremos un primer borrador de un cuaderno con las distintas actividades resultantes, en el que se incluirá la resolución de algunos de los problemas complejos justificando e introduciendo los elementos teóricos necesarios.

Además incluirá actividades con las soluciones obtenidas con un software estadístico adecuado.

La mayoría de las actividades serán actividades propuestas surgidas en los contextos explorados: docente, investigación y empresarial, ya que se tratará de un cuaderno de trabajo que invite a la acción. Se aplicarán las actividades que tengan sentido en las respectivas asignaturas del segundo semestre.

Al incluir asignaturas de primer y segundo semestre, nos permitirá llegar mejor preparados a las asignaturas del segundo semestre, tratando por tanto las experiencias que se tengan en el primer semestre como experiencias pilotos que nos guiarán para mejorar su aplicación a las asignaturas del segundo semestre.

c) Resultados y/o conclusiones

La conclusión del trabajo presentado esperamos que sea la consecución de los objetivos planteados en el proyecto de Innovación y Mejora docente.

SECRETARIA TÉCNICA
VII CIDUI



LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

El proyecto se puso a funcionar en el mes de diciembre, siendo el período de inicio oficial el 23 de noviembre, con lo cual se comenzó con aproximadamente 10 semanas de retraso, esto supondrá una demora en la consecución de los objetivos, ya que está pensado para realizarse en un año. Así mismo resultaba complicado poder poner en marcha algunas de las acciones descritas en el proyecto para las asignaturas del primer semestre, por tanto nos marcamos como objetivo prioritario diseñar algunas actividades para su aplicación en las mismas.

A continuación describiremos los resultados obtenidos durante el período de trabajo del primer semestre.

Se dispuso un curso en el campus virtual con la misma denominación que el proyecto de interés y el trabajo que nos ocupa “Cooperación interdisciplinar: la estadística es una herramienta fundamental en el ámbito de las Ciencias e Ingeniería”, que tiene por código EXT_PI112009_01.

SECRETARIA TÉCNICA
VII CIDUI



LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD



Este espacio del campus virtual está siendo una evidencia de la evolución del trabajo desarrollado. Organizado en función de las fases que se ha distinguido para el desarrollo de la actividad, se publican los avances obtenidos en cada una de ellas que se van perfilando en las reuniones mantenidas tanto de modo presencial como a través de las discusiones establecidas por los foros del curso virtual. Así mismo se publican las actas de las reuniones y se planifican las tareas a desarrollar.

Las asignaturas del primer semestre involucradas en este proyecto son:

- Laboratorio integrado de Química, que se imparte en segundo curso del grado en Ingeniería Química.

SECRETARIA TÉCNICA
VII CIDUI



LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

- Estadística, que se imparte en primer curso del grado en Química.

Debido al poco tiempo disponible para trabajar en estas asignaturas, nos planteamos diseñar una actividad en la que intervinieran las dos asignaturas.

Los estudiantes en la asignatura de Laboratorio integrado realizan una práctica genérica denominada “Determinación espectrofotométrica de la constante de equilibrio”. En esta práctica realizan una serie de mediciones con el objetivo de realizar una curva de calibración. Se trata por tanto de datos experimentales obtenidos por los propios alumnos en un determinado contexto.

Los datos obtenidos serán la fuente de información de una actividad debidamente motivada y contextualizada que se ha propuesto en la otra asignatura involucrada en el primer semestre, Estadística, ubicada en primer curso del grado en Química. Se les propuso trabajar los siguientes conceptos:

- Curva de calibrado. Ajuste lineal.
- Sensibilidad del método. Pendiente de la recta
- Bondad del ajuste lineal.
- Calcular predicciones.
- Estudiar si existen diferencias significativas entre los grupos de mediciones obtenidos con los dos espectrofotómetros utilizados.

De esta forma se motiva al alumno en el laboratorio para obtener datos de mayor calidad y fiabilidad, así como en el aula, representando, utilizando y facilitando el aprendizaje de métodos de ajuste por regresión que ayudará a la mejor comprensión de lo que esto significa y aporta en sus estudios.

SECRETARIA TÉCNICA
VII CIDUI



LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

Una vez realizada la actividad en dicha asignatura se pidió a los alumnos que la valorasen. Las conclusiones de los profesores y de los estudiantes son las siguientes:

- Los estudiantes opinan que este tipo de actividades les resulta interesante ya que les sirve como ejemplo de un experimento real, con datos reales de los que ellos utilizan habitualmente. Así como el hecho de poder aplicar los conocimientos aprendidos en Estadística y la herramienta informática utilizada (RCommander)

Otro aspecto que valoran de este ejercicio es ver que los aspectos que aquí han trabajado les van a servir para comprender y realizar mejor una de las prácticas químicas que van a realizar en la asignatura “Operaciones básicas de Laboratorio” durante el segundo semestre.

En resumen los estudiantes valoran la realización de esta actividad ya que les ha servido de ejemplo para ver la utilidad de la Estadística en su profesión de químico y en el desarrollo de otras asignaturas.

- Por parte de las profesoras se concluye que los estudiantes han resuelto correctamente todas las cuestiones planteadas.

En los seminarios realizados durante el primer semestre se han expuesto problemas básicos a los que se tiene que enfrentar un graduado en Química, muy útiles para la asignatura básica de Estadística en el grado en Química. Este tipo de actividad ha dado lugar a debates muy interesantes quedando patente la importancia de la Estadística para el desarrollo de la profesión del graduado en Química.

SECRETARIA TÉCNICA
VII CIDUI



LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

En las puestas en común realizadas se ha detectado la necesidad de establecer un lenguaje común en lo que afecta a ciertos términos y se procederá a elaborar un glosario con términos del ámbito de la Química e Ingeniería Química que tienen un significado estadístico concreto, tales como Precisión, Exactitud, Repetitividad, Reproducibilidad, Veracidad, Incertidumbre, Errores experimentales: absolutos, relativos, Curva de calibrado, Sensibilidad, Intervalo dinámico, Límites de detección, Límites de confianza de una medida, etc. Este glosario de términos pasará a formar parte del cuaderno de actividades facilitando de esta forma la comprensión de ciertos términos y afianzando el contenido estadístico de los mismos.

En el análisis de la bibliografía se proponen referencias a incluir en las bibliografías básicas de ciertas asignaturas, así como artículos de divulgación en el área de Quimiometría, que pueden resultar de interés para niveles más avanzados.

Se han realizado contactos con algunos grupos de investigación de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Cádiz que hacen uso de la Estadística en su labor investigadora. En concreto se tiene contacto con los siguientes grupos de investigación:

- Geoquímica Marina
- Análisis y Diseño de Procesos con Fluidos Supercríticos

En cuanto al ámbito empresarial, en el segundo semestre, se ha diseñado una encuesta dirigida a profesionales de Ingeniería Química y Química con el objetivo de detectar el grado de importancia que tiene la Estadística en el desarrollo de su labor profesional, qué aplicaciones realiza, qué elementos utiliza. Los resultados de la encuesta supondrán otra

SECRETARIA TÉCNICA
VII CIDUI



LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

fuente de información a tener en cuenta para la tarea de diseñar actividades básicas de Estadística. La encuesta se enviará durante el mes de mayo.

Las asignaturas involucradas durante el segundo semestre son:

- Estadística y Optimización, que se imparte en primer curso de Ingeniería Química.
- Química Analítica IV, que se imparte en tercer curso de Química.
- Técnicas de Análisis Químico, asignatura optativa de Ciencias Ambientales.
- Termodinámica Aplicada a la Ingeniería Química, que se imparte en segundo curso de Ingeniería Química.
- Principios de Ingeniería Química, que se imparte en segundo curso de Ingeniería Química.
- Introducción a la Probabilidad y la Estadística, asignatura de primer curso de Matemáticas.

En este segundo semestre se está trabajando en el diseño de diversas actividades:

Propuesta de actividades utilizando datos reales obtenidos por los estudiantes de la asignatura Técnicas de Análisis Químico, en este caso son datos de una práctica en la que tienen que calcular la concentración de metales (Cu y Cd) en una muestra problema mediante el método de adiciones estándar (mediante extrapolación de la recta de calibrado y corte con el eje x).

Propuesta de actividades utilizando datos proporcionados por el grupo de investigación Geoquímica Marina, que se corresponden con los utilizados en un artículo de Espada-

SECRETARIA TÉCNICA
VII CIDUI



LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

Bellido et al. (2009) en la revista Journal of Hazardous Materials. En este caso se propone a los estudiantes el cálculo del límite de detección y cuantificación de un método analítico (determinación de plomo en aguas) con los datos proporcionados y que podrán comparar con los resultados publicados en el artículo en cuestión. Por otro lado también se propondrá una actividad que contemple la validación del método analítico, que tiene como objetivo fundamental definir y asegurar la calidad de la información analítica generada.

Propuesta de actividades que describen problemas de Ingeniería Química, ya sea en el ámbito de la docencia o de la investigación que utilicen la Estadística y la Optimización para su resolución, se trataran problemas de ajuste y regresión, de intervalos de confianza, etc. Se ha detectado que una de las partes de la Estadística inferencial que más utilizan son los intervalos de confianza. Y por otro lado, se ha detectado que la parte de Diseño de Experimentos es importante para la investigación en Ingeniería Química, sin embargo el contenido de la asignatura de Estadística y Optimización, que abarca: Estadística descriptiva, probabilidad, estadística inferencial y optimización lineal, es demasiado amplio para un total de 6 créditos, que imposibilita la dedicación a dicha parte.

Por otro lado, se trabaja en la mejora de las actividades diseñadas durante el primer semestre y las propuestas en este período, para su aplicación en las asignaturas que correspondan del segundo semestre. Es importante en el diseño de las actividades adecuarlas al nivel al que van dirigido.

SECRETARIA TÉCNICA
VII CIDUI



LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

El producto esperado es el material docente, un cuaderno de trabajo que contendrá los distintos tipos de actividades diseñadas en el que se incluirá la resolución de algunos de los problemas complejos justificando e introduciendo los elementos teóricos necesarios. Además incluirá actividades con las soluciones obtenidas con un software estadístico adecuado.

El cuaderno resultante se tratará de mejorar, actualizar y publicar tras la finalización del proyecto.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ROBERTO BEHAR GUTIÉRREZ Y PERE GRIMA CINTAS (2001). Mil y una dimensiones del aprendizaje de la Estadística, *Estadística Española*, vol. 43, núm. 148, 2001, págs. 189 -207

ROBERTO BEHAR GUTIERREZ (1998). Aprendizaje de la estadística: Factores que inciden y estrategias de enseñanza. XXIV Congreso Español de Estadística e Investigación Operativa, Seio , p.29 - 30 ,

JUAN LUIS PEÑALOZA FIGUEROA Y CARMEN G VARGAS PÉREZ (2006). ¿Qué debe cambiar en el aprendizaje de la Estadística en las Ciencias del comportamiento? XIV JORNADAS DE ASEPUMA Y II ENCUENTRO INTERNACIONAL

SECRETARIA TÉCNICA
VII CIDUI



LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

E. ESPADA-BELLIDO, M.D. GALINDO-RIAÑO, M. GARCÍA-VARGAS (2009). Sensitive adsorptive stripping voltammetric method for determination of lead in water using multivariate analysis for optimization. Journal of Hazardous Materials 166, 1326–1331.

SECRETARIA TÉCNICA
VII CIDUI

CIDUI

2012

Congrés
Internacional
de Docència
Universitària
i Innovació

Barcelona

VII Congrés Internacional de Docència Universitària i Innovació

ANTONIA CASTAÑO MARTÍNEZ

Ha presentat en el VII Congrés Internacional de Docència Universitària i Innovació, realitzat a Barcelona durant els dies 4, 5 i 6 de juliol de 2012, la següent comunicació:

Ha presentado en el VII Congreso Internacional de Docencia Universitaria e Innovación, realizado en Barcelona durante los días 4, 5 i 6 de julio de 2012, la siguiente comunicación:

Presented at the 7th International Conference on University Education and Innovation, which took place in Barcelona on the 4th, 5th and 6th of July 2012, the following paper:

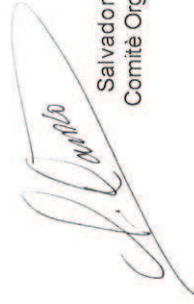
Cooperación interdisciplinar: la Estadística es una herramienta fundamental en el ámbito de las Ciencias e Ingeniería

de la qual són autors | de la cual son autores | written by

Castaño Martínez, Antonia
Casas Cardoso, Lourdes
Espejo Miranda, Inmaculada
Espada Bellido, Estrella

Galindo Riaño, M^a Dolores
López Sánchez, M^a Auxiliadora
Mantell Serrano, Casimiro
Máñez Muñoz, M^a Ángeles

Pérez Plaza, Sonia
Rodríguez Chía, Antonio Manuel
Suárez Llorens, Alfonso
Valero Franco, Concepción



Salvador Carrasco Calvo
Comité Organizador VII CIDUI

Barcelona, 6 de juliol de 2012



Josep Eladi Baños Díez
Vicerector de Docència y Ordenació Acadèmica,
Universitat Pompeu Fabra



Contextualizando la Estadística en los Grados de Ciencias e Ingeniería Química

Galindo Riaño, M.D., Casas Cardoso, L., Castaño Martínez, A., Espada Bellido, E., Espejo Miranda, I. López Sánchez, M.A., Mantell Serrano, C., Máñez Muñoz, M.A., Pérez Plaza, S., Rodríguez Chía, A.M., Suárez Llorens, A., Valero Franco, C.

Facultad de Ciencias, Universidad de Cádiz, Campus Universitario de Puerto Real, C/República Saharaui S/N, 11510 Puerto Real – Cádiz (dolores.galindo@uca.es)

Palabras clave: Contextualización del aprendizaje, cooperación docente, estadística, ciencias, ingeniería

Un grupo de profesores de diferentes áreas de conocimiento ha puesto en marcha un proyecto de innovación y mejora docente con objeto de potenciar la motivación de profesores y alumnos para facilitar el proceso de aprendizaje-enseñanza en el conocimiento de la Estadística, en los títulos de Ciencias e Ingeniería Química de la Universidad de Cádiz.

Los alumnos de Grados como Ingeniería Química, Química o Ciencias Ambientales a veces no aprecian la importancia que pueden tener las ciencias como la Estadística en el desarrollo de sus estudios, y sobre todo en su futuro como egresados. Aíslan los conceptos y su aprendizaje de su aplicación directa en la profesión.

Es por ello, que en este proyecto se planteó como objetivo fundamental la contextualización del aprendizaje de la Estadística en el ámbito de las ciencias experimentales y en el de la ingeniería química, poniendo en valor esta ciencia haciéndola más cercana a los problemas que se plantean en las asignaturas fundamentales de los títulos mencionados. Así, se apostó por incrementar la motivación, participación e interés de los estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Estadística en las titulaciones de Ingeniería Química, Química, CC Ambientales, Matemáticas, doble título Ingeniería Química y Química y doble título CC Ambientales y Química.

Como punto de partida se seleccionaron aquellas áreas de conocimiento en las que esta cooperación era más factible en función de su docencia, identificando algunas competencias a adquirir por los alumnos en donde el uso de la Estadística era de interés. Los profesores de las ramas de conocimiento participantes pusieron en común las actividades docentes en las que esto ocurría, con idea de enfatizar durante la docencia de la estadística los casos reales más ejemplarizantes y cercanos para los alumnos. Los profesores de ciencias e ingeniería química indicaron a los profesores de estadística como utilizaban y en donde la estadística. Así, se propuso relacionar prácticas de laboratorio, estudio de modelización de sistemas, optimización de sistemas químicos y procesos en ingeniería, etc. con los temas impartidos en las asignaturas de estadística.

Igualmente, y con objeto de identificar los conocimientos estadísticos y competencias básicas que requiere el perfil profesional de un graduado en un título de Ciencias o Ingeniería Química, se diseñó una encuesta para ser realizada *on-line* por los egresados de los últimos años de la Facultad de Ciencias de la UCA (Fig. 1). Desde la dirección del centro y/o los coordinadores de título se obtuvo la lista de los egresados desde el año 2008 para recabar esta información

En la encuesta se preguntaban aspectos como: formación de estadística recibida durante los estudios, necesidad en el puesto de trabajo actual de realizar tratamiento de datos, aplicaciones de la Estadística en la actividad laboral, elementos estadísticos utilizados en el desarrollo de la labor profesional (elementos de Estadística Descriptiva (media aritmética, desviación típica, regresión etc.), técnicas de Estadística Inferencial (contrastes de hipótesis, intervalos de confianza, Anova, diseño de experimento, etc.), elementos de probabilidad, optimización,...), uso de programas estadísticos en el puesto de trabajo (Excell, R, Statgraphics, SPSS, otros). El objetivo era conocer el grado de importancia que tiene la Estadística en el ámbito del trabajo de los egresados del centro y como valoran desde su experiencia profesional la formación estadística que recibieron.

Proyecto Innovación Interdisciplinaria

El presente cuestionario tiene como objetivo el medir la actividad de las asignaturas de Estadística en las titulaciones de Ciencias o de Ingeniería. La cumplimentación de este cuestionario le llevará unos minutos. Muchas gracias por su colaboración.

0% 100%

Sexo

☐ Femenino ☐ Masculino

Nivel de estudios. Seleccione una de las siguientes opciones

☐ Licenciado en Química

☐ Ingeniero Químico

☐ Otro:

Indique:

En este campo sólo puede introducir números

Año de comienzo:

Año de finalización:

Universidad por la que se tituló. Seleccione una de las siguientes opciones

☐ Universidad de Cádiz

☐ Universidad de Sevilla

Figura 1: Encuesta realizada para la evaluación del interés de la Estadística en el ámbito laboral de titulados en Química e Ingeniería Química

Para que esta experiencia sea más cercana a los alumnos de los Grados, se propuso igualmente invitar a algunos de estos egresados cuya actividad laboral estuviese más directamente relacionada con la aplicación de la Estadística en la Ciencia. Así por ejemplo, se contó con una egresada en C. Químicas que actualmente trabaja en un proyecto de ensayos de fármacos en oncología, modelizando las respuestas de los enfermos y la viabilidad de los tratamientos.

Con esta información, se pretende por último revisar y ajustar los contenidos de los programas y metodologías aplicadas en las asignaturas involucradas, así como diseñar actividades contextualizadas en el ámbito de las Ciencias e Ingeniería, que contemplen las aplicaciones estadísticas más reales y directas.

Todo ello se realiza como trabajo de innovación y cooperación docente entre profesores de los departamentos de: Estadística e Investigación Operativa, Ingeniería Química y Tecnología de los Alimentos, Química Analítica, Ciencia de los Materiales e Ingeniería metalúrgica y Química Inorgánica de la UCA.

Agradecimientos: Este trabajo forma parte de los trabajos realizados en el ámbito del Proyecto de Innovación y Mejora Docente, de referencia 12PI1_12_009, de la convocatoria del Primer Semestre del curso 2011/12, titulado: "Cooperación interdisciplinar: la Estadística es una herramienta fundamental en el ámbito de las Ciencias e Ingeniería"

INDOQUIM 2012

El comité organizador de la VII Reunión de Innovación Docente en Química (INDOQUIM 2012), celebrado en Barcelona del 10 al 13 de Julio de 2012,

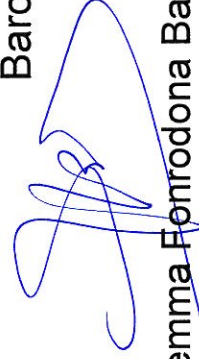
CERTIFICA que la comunicación:

TÍTULO: Contextualizando la Estadística en los Grados de Ciencias e Ingeniería Química

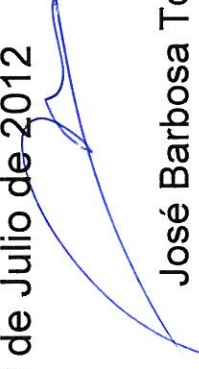
AUTORES: Galindo Riaño, M.D., Casas Cardoso, L., Castaño Martínez, A., Espada Bellido, E., Espejo Miranda, I. López Sánchez, M.A., Mantell Serrano, C., Máñez Muñoz, M.A., Pérez Plaza, S., Rodríguez Chía, A.M., Suárez Llorens, A., Valero Franco, C.

ha sido presentada como COMUNICACIÓN POSTER en dicho evento.

Barcelona, 13 de Julio de 2012



Gemma Ferradona Baldajos
Presidentes del Comité Organizador



José Barbosa Torralbo