



## LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

---

### CUENTAS DE COLORES COMO RECURSO PARA LA APLICACIÓN EN EL AULA DE LA ESTADÍSTICA DE MUESTREO

#### 1. RESUMEN:

La presente comunicación muestra la metodología y resultados de una experiencia realizada en el aula, correspondiente a la asignatura Análisis Químico del grado de Farmacia. En esta actividad se abordan los aspectos más importantes de la estadística del muestreo. A través de esta experiencia en el aula se pretende que al finalizar los estudiantes sean capaces de comprender y aplicar correctamente la estadística del muestreo, calcular el tamaño de la muestra primaria y el número de muestras de laboratorio a analizar para obtener un determinado error de muestreo. Los resultados obtenidos con estudiantes de distintos cursos académicos indican que se alcanzan los objetivos previstos.

#### 2. ABSTRACT:

This communication presents the methodology and results corresponding to an experience realized in the subject Analytical Chemistry in the Pharmacy degree. The topics related with the statistical sampling are tackled in this activity. At the end of the experience the students should be able to understand and apply the sampling statistics, calculate the sample size and the number of laboratory samples required. The results obtained with students from different levels, show that the previous objectives can be reached.

SECRETARIA TÉCNICA

VII CIDUI

ISBN 978-84-695-4073-2



## LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

---

**3. PALABRAS CLAVE :** Seminario práctico, Análisis Químico, Estadística del muestreo /

**KEYWORDS:** Activity in the classroom, Analytical Chemistry, Sampling statistics

**4. ÁREA DE CONOCIMIENTO:** Ciencias Experimentales y de la Salud

**5. ÁMBITO TEMÁTICO DEL CONGRESO:** Innovación en la enseñanza superior

**6. MODALIDAD DE PRESENTACIÓN:** Comunicación póster

**7. DESARROLLO:**

**a) Objetivos**

El objetivo de la Química Analítica es determinar cualitativa o cuantitativamente la cantidad de analito en una muestra. El procedimiento analítico incluye una serie de etapas, tales como:

1. La definición del problema analítico, en base al cual se establece la información que se debe obtener, así como la selección del método.
2. El muestreo y obtención de una muestra representativa.
3. La preparación de la muestra. Esta etapa a menudo implica etapas de separación del analito o la utilización de reacciones con el propósito de eliminar interferentes, etc.
4. Medida de la concentración o cantidad del analito o analitos.
5. Interpretación de los resultados y establecimiento de conclusiones.

Cuando se da el resultado final de un análisis químico éste deberá expresarse a partir del valor medio obtenido y de un valor que indicará la incertidumbre asociada a ese valor. Por lo tanto los resultados son expresados usando conceptos estadísticos.

SECRETARIA TÉCNICA

VII CIDUI

ISBN 978-84-695-4073-2



## LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

---

La precisión del resultado final de un análisis depende de los errores aleatorios que afectan a cada paso del análisis. Por ello, se deberán considerar todas las etapas del procedimiento analítico que pueden influir en el resultado final. Por consiguiente, aspectos relacionados con el muestreo, tales como el tamaño de muestra y el número de muestras a analizar, afectan considerablemente al resultado obtenido.

En muchas situaciones analíticas, la cantidad de material a analizar es demasiado grande como para ser totalmente utilizada en el procedimiento analítico. De modo que una fracción de la población deberá ser tomada y llevada al laboratorio para ser analizada. Esta operación recibe el nombre de muestreo, y es una herramienta científica, cuya función básica es determinar que parte de una población debe examinarse, con la finalidad de hacer inferencias sobre dicha población. En estadística se usa la palabra población para referirse no sólo a personas si no a todos los elementos que han sido escogidos para su estudio y el término muestra se usa para describir una porción escogida de la población.

La muestra debe lograr una representación adecuada de la población, en la que se reproduzca de la mejor manera los rasgos esenciales de dicha población que son importantes para la investigación. Para que una muestra sea representativa, y por lo tanto útil, debe reflejar las similitudes y diferencias encontradas en la población, es decir ejemplificar las características de ésta. La fracción analizada, obtenida a partir del muestreo, deberá ser representativa de la totalidad de la muestra.

Cuando utilizamos un método analítico para resolver un problema, no tenemos garantías de que los resultados obtenidos sean exactos y precisos. En el diseño de un método analítico deberemos considerar las posibles fuentes de error, tanto los errores determinados como los

SECRETARIA TÉCNICA

VII CIDUI

ISBN 978-84-695-4073-2



## LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

---

indeterminados, y tomar las medidas adecuadas para minimizar los posibles errores. Una fuente de error puede ser la toma de la muestra y la pérdida de analito en la preparación de la muestra entre otras. Si la cantidad de muestra a tomar o el número de muestras no es adecuado, la precisión del método se verá afectada. Cada etapa del procedimiento analítico contribuye a la imprecisión y se manifiesta a través de la desviación estándar. Para aislar la imprecisión debida al muestreo, el proceso analítico puede dividirse en dos grandes pasos: el muestreo y la aplicación del método analítico. Según la propagación de errores aleatorios, la varianza global del resultado analítico ( $s_o^2$ ) es la suma de las varianzas debidas al muestreo ( $s_s^2$ ) y al método analítico ( $s_m^2$ ) (**Eq.1**)

$$s_o^2 = s_s^2 + s_m^2 \quad \text{Eq.1}$$

En la ecuación 1,  $s_s^2$  se calcula a partir de medidas de  $s_o$  de una serie de muestras de laboratorio, cada una de ellas obtenida de varias muestras compuestas, mientras que  $s_m^2$  se calcula a partir de medidas repetidas de una sola muestra de laboratorio. En consecuencia, la varianza global estará limitada bien por el método analítico, bien por la toma de muestra. Desafortunadamente, la mayoría de procedimientos analíticos tratan de minimizar la varianza global a través de la mejora de la varianza del método, lo cual es en muchas ocasiones un esfuerzo inútil. Si la imprecisión debida al muestreo es relativamente grande ( $s_m < s_s/3$ ) es mejor analizar más muestras y usar un método más rápido aunque sea menos preciso.

Para reducir al mínimo los errores de muestreo, el tamaño de la muestra debe ser adecuado. Cuando la muestra es demasiado pequeña su composición puede diferir sustancialmente de la del conjunto de la población objeto, induciendo un importante error de muestreo. Si la muestra es demasiado grande, el tiempo y el dinero necesarios para recogerlas y

## LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

analizarlas pueden ser importantes, sin que por ello se logre reducir de manera significativa el error de muestreo. A partir de la estadística se llega a una expresión que relaciona la masa de muestra tomada con la desviación estándar del muestreo (**Eq. 2**):

$$m \cdot R^2 = K_s \quad \text{Eq. 2}$$

Donde m es la masa de muestra, R la desviación estándar relativa de muestreo en %, y Ks es la constante de muestreo de Ingamell que representa el peso de la muestra para un 1% de incertidumbre de muestreo a nivel de confianza de 68% y se obtiene determinando la desviación estándar por la masa de la muestra. Según esta expresión, la varianza de la muestra es inversamente proporcional al peso de la muestra. El producto de la masa de muestra por la desviación estándar relativa del muestreo es aproximadamente constante en muestras grandes. Para muestras pequeñas no se cumple la expresión por falta de representatividad de la muestra.

El número de muestras de laboratorio a analizar depende del intervalo de confianza que se desea obtener para el valor medio y la desviación estándar deseada. El intervalo de confianza para el resultado del análisis se muestra en la ecuación 3 (**Eq.3**).

$$\bar{x} \pm \frac{ts_o}{\sqrt{N}} \quad \xrightarrow{\quad \uparrow \quad} \quad \bar{x} \pm \frac{ts_s}{\sqrt{N}} \quad \text{Eq. 3}$$

$Si s_m < s_s / 3$

El término  $s_s / \sqrt{N}$  representa la incertidumbre absoluta que se puede tolerar en un determinado nivel de confianza. Si se divide la incertidumbre absoluta por el valor de la media, es posible calcular la incertidumbre relativa (r) que se puede tolerar a cierto nivel de confianza.



## LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

A partir de la incertidumbre relativa puede obtenerse el número de muestras a analizar. Esta ecuación se resuelve de forma iterativa, ya que el valor de  $t$  depende del valor de  $N$ .

$$r = \frac{t s_s}{\bar{x} \sqrt{N}} \rightarrow N = \frac{t^2 s_s^2}{r^2 \bar{x}^2} = \frac{t^2 s_s^2}{s_{\bar{x}}^2} \quad \text{Eq. 4}$$

Donde  $N$  es el número de muestras,  $s_s^2$  la varianza del muestreo,  $s_x$  la desviación estándar aceptable del promedio de los resultados analíticos,  $r$  la desviación estándar relativa aceptable del promedio de los resultados analíticos ( $r = s_x / \bar{x}$ ), y  $t$  la  $t$  de Student

Como inicialmente no se conoce, previamente se estima el valor de  $t$  para un nivel de confianza dado y se usa un procedimiento iterativo para calcular  $n$ . Se considera  $t=1.96$  (para  $n=\infty$ ) y un nivel de confianza de 95%. Se calcula un valor preliminar de  $n$ , que luego se usa para seleccionar un valor más aproximado de  $t$  y se recalcula  $n$ . Se continúa con la iteración hasta un valor de  $n$  constante. Por lo tanto, la ecuación 4 proporciona el valor del número de muestras para las cuales se consigue un determinado error de muestreo. De este modo habremos mejorado la varianza del muestreo recogiendo un determinado número de muestras de un tamaño apropiado. Si  $s_s^2$  es significativamente mayor que  $s_m^2$  se puede ignorar la contribución de la desviación del método a la varianza global y estimar el número de muestras a analizar a partir de la ecuación 4. Analizar una muestra más de una vez no mejora la varianza global, dado que la varianza del método es insignificante.

Cualquier experto en Química Analítica estará de acuerdo en la importancia del muestreo dentro del procedimiento analítico. Sin embargo en muchas ocasiones, esta etapa está poco considerada en los curriculums, especialmente en los de introducción a la Química Analítica.

SECRETARIA TÉCNICA

VII CIDUI

ISBN 978-84-695-4073-2



## LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

---

Generalmente, el estudiante recibe escasa información de esta etapa, y además en ocasiones existe poca concordancia entre la explicación teórica en clase y la práctica realizada en el laboratorio. La mayoría de las prácticas de laboratorio no incluyen la etapa de muestreo, por lo que los estudiantes carecen de conocimientos prácticos acerca de ésta. Bien es cierto que la inclusión de esta etapa en las prácticas de laboratorio, alargaría considerablemente el tiempo requerido para su realización y por lo tanto repercutiría en el número de prácticas que el estudiante podría realizar. Dada la importancia de la etapa de muestreo y del tratamiento estadístico de la misma, consideramos interesante que estos contenidos sean introducidos en los cursos de introducción a la Química Analítica. El principal objetivo de este trabajo es mostrar cómo se ha diseñado una actividad a realizar en el aula que permite mejorar la enseñanza-aprendizaje de conceptos básicos de la Química Analítica tales como el muestreo y la estadística del muestreo. La metodología empleada fue la de seminario práctico en el aula. En el presente trabajo también se incluyen los resultados obtenidos cuando esta actividad fue realizada por estudiantes de 2º curso de Análisis Químico del Grado en Farmacia.

Los principales objetivos de este seminario fueron:

1. La obtención de una muestra representativa.
2. Estudio de la influencia del tamaño de muestra.
3. Cálculo del tamaño de muestra para una determinada desviación estándar relativa.
4. Estudio de número de muestras a partir de un determinado tamaño de muestra.

Con esta experiencia en el aula se pretende que los estudiantes alcancen las siguientes competencias:

SECRETARIA TÉCNICA

VII CIDUI

ISBN 978-84-695-4073-2



## LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

---

- Capacidad para comprender y aplicar correctamente la estadística del muestreo
- Capacidad para calcular el tamaño de la muestra primaria
- Capacidad para calcular el número de muestras de laboratorio a analizar fijando un error de muestreo determinado.

### b) Descripción del trabajo

En el curso académico 2010-2011 se implantó el Grado de Farmacia en la Universidad de Valencia y por consiguiente su adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES). Esta modificación en los planes de estudio implicó una serie de cambios en las actividades a realizar, que permitían una mayor implicación por parte de los estudiantes. Se trataba por tanto de combinar metodologías clásicas con nuevas para que el estudiante fuera parte más activa y protagonista del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Análisis Químico es una materia básica obligatoria de 9 créditos ECTS que se imparte en el segundo curso del grado en Farmacia de la Universitat de València. Los créditos ECTS presenciales de la asignatura se reparten en 40 horas de clases magistrales, 15 horas de seminarios prácticos, 25 horas de prácticas de laboratorio y 4 horas de tutorías grupales. Todas las sesiones (clases magistrales, seminarios y tutorías), a excepción de las prácticas de laboratorio, se imparten en sesiones de 1 hora. Las prácticas de laboratorio están organizadas en 6 sesiones de 4 horas, 5 de las cuales son de carácter práctico y la última sesión es seminario de corrección y evaluación.

Como consecuencia de los cambios producidos en la adaptación al grado y con el objetivo de adecuarnos a esta nueva filosofía, nos planteamos una serie de actividades que

SECRETARIA TÉCNICA

VII CIDUI

ISBN 978-84-695-4073-2



## LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

---

contribuyeran a la mayor participación de los estudiantes. Por ello, hemos elaborado material tanto para las sesiones de seminarios como de tutorías. En la presente comunicación presentamos en qué consiste, como se desarrolla, y los resultados obtenidos de uno de estos seminarios.

Esta clase de seminario lleva por título “Estadística del muestreo”. Esta actividad consiste en la realización de una experiencia en el aula donde se introducen conceptos básicos de muestreo y de tratamiento estadístico de los datos.

### *Metodología*

Para la realización de esta actividad, previamente el profesor pondrá a disposición de los estudiantes el material necesario. En este caso, se han elaborado dos documentos. El primero incluye conceptos teóricos sobre muestreo y tratamiento estadístico. Concretamente, se confeccionó un documento en formato PowerPoint que ilustraba de modo sencillo los aspectos fundamentales del tema. El segundo documento, describe detalladamente cual es el objetivo del seminario, como deberán organizarse los estudiantes, qué material deberán emplear y la lista de tareas a realizar por el grupo. Previamente a la asistencia al seminario el estudiante deberá preparar el seminario, lo que implica la lectura del material complementario. En el aula, antes de comenzar la realización del seminario los estudiantes se organizarán en grupos de 4 estudiantes, y el tiempo de duración es de 1 hora. Durante el seminario los estudiantes deberán resolver las cuestiones planteadas y entregar los resultados al finalizar la sesión. Los resultados obtenidos serán evaluados e incluidos en la evaluación continua junto con el resto de seminarios y tutorías realizadas.

SECRETARIA TÉCNICA

VII CIDUI

ISBN 978-84-695-4073-2



## LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

En la **Figura 1** se muestra el documento que estará a disposición de los estudiantes en el aula virtual aproximadamente una semana antes de la realización del seminario. Este documento va acompañado de información complementaria. De este modo, los estudiantes disponen de información y tiempo suficiente para poder preparar el seminario previamente a su ejecución en el aula.



**Figura 1.** Documento con la información referente a la realización del seminario.

En el aula los estudiantes deberán realizar las siguientes etapas: 1) Muestreo; 2) Estudio de la influencia del tamaño de muestra y los términos estadísticos correspondientes; 3) Cálculo



## LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

---

del tamaño de muestra para una determinada desviación estándar relativa; 4) Estudio de número de muestras a partir de un determinado tamaño de muestra. A continuación se detallan las tareas a realizar en cada uno de ellas.

### *1) Muestreo*

Para la realización de la experiencia, el profesor dispone de una muestra real formada por cuentas de colores de 3 mm de nueve colores diferentes (**Figura 2**). Suponemos que el conjunto formado por todas las piezas de colores contenidas en un envase constituyen la población de un material a granel constituido por varios componentes. El profesor realizará la etapa de muestreo, para ello agitará el contenedor que contiene las cuentas de colores y tomará las muestras en recipientes de distintos tamaños (dos diferentes). Posteriormente se repartirá a cada grupo de estudiantes porciones de la misma que denominaremos muestras primarias. Cada grupo de estudiantes deberá trabajar con cada una de sus muestras de manera independiente.



**Figura 2.** Cuentas de colores empleadas en la experiencia.

SECRETARIA TÉCNICA

VII CIDUI

ISBN 978-84-695-4073-2



## LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

---

### 2) Estudio de la influencia del tamaño de muestra

El objetivo de esta actividad es investigar como el tamaño de muestra influye en la incertidumbre asociada a la etapa de muestreo. En este apartado se muestrearán dos tamaños de muestra. Cada grupo de estudiantes deberá contar el número de piezas de un determinado color y el número total de piezas de cada uno de los tamaños. A partir de los datos obtenidos, deberá calcular: 1) el % de uno de los componentes de la muestra (p.ej. piezas rojas); 2) a partir de los datos de todos los grupos, los valores de la media, desviación estándar y desviación estándar relativa para los dos tamaños de muestra estudiados; 3) y finalmente deben comparar los resultados obtenidos para ambos tamaños de muestra.

Generalmente, se requiere mayor tamaño de muestra a mayor heterogeneidad de la muestra y menor fracción de analito en la muestra. Con los resultados obtenidos, los estudiantes deben ser capaces de establecer sus propias conclusiones y comentar como el tamaño de muestra influye en los valores de desviación estándar relativa. Por consiguiente, deberán indicar cual de los dos tamaños de muestra utilizados sería el más apropiado para el análisis.

### 3) Cálculo del tamaño de muestra para una determinada desviación estándar relativa

Sabiendo que la desviación estándar es determinante en la selección del tamaño de muestra, se propone a los estudiantes que fijando este término en un 10%, calculen cual debería ser el tamaño de muestra. Para poder hacer el cálculo deben previamente, y a partir de los datos anteriores, estimar la constante de muestreo de Ingamell ( $K_s$ ). Como ya se ha visto en la introducción  $K_s$  representa el peso de la muestra para una incertidumbre de muestreo a nivel de confianza de 68%, y se obtiene determinando la desviación estándar por medición de una serie de muestras de peso  $w$ . Finalmente a partir de la constante ( $K_s$ ) los estudiantes deberán calcular

SECRETARIA TÉCNICA

VII CIDUI

ISBN 978-84-695-4073-2



## LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

---

el tamaño de muestra. Para poder realizar este apartado el profesor explicará las expresiones a utilizar (Eq. 2) y el significado de las mismas o proporcionales el material adecuado para su conocimiento.

### *4) Estudio de número de muestras a partir de un determinado tamaño de muestra*

Finalmente, estableciendo que el tamaño de muestra obtenido en el apartado anterior es el adecuado para que la desviación estándar relativa sea de un 10%, los estudiantes deben calcular cuantas muestras de laboratorio se necesitan para obtener una incertidumbre relativa en el resultado no superior al 10% con un nivel de confianza del 95%. De modo análogo al apartado anterior el profesor explica las expresiones matemáticas a utilizar (Eq.3, Eq.4) y el significado de las mismas. El estudiante debe aplicar las expresiones y calcular a través de un cálculo iterativo el número de muestras a analizar en las condiciones especificadas por el profesor.

### **c) Resultados y/o conclusiones**

Esta experiencia viene realizándose desde la implantación del grado de Farmacia, curso 2009-2010, y anteriormente en el grupo piloto de innovación educativa. Hasta el curso 2009-2010, esta actividad se realizó con grageas de chocolate y cobertura de colores (Lacasitos). A los estudiantes se les repartían muestras de un tamaño determinado y se realizaba la experiencia. Los resultados obtenidos a lo largo de estos años nos indican que la realización del muestreo y su tratamiento estadístico en el aula de manera práctica, permite concienciar al estudiante de la importancia de esta etapa en el procedimiento analítico, así como de facilitar la comprensión y aprendizaje de ciertos conceptos que desde el punto de vista teórico les resultan complejos. La

SECRETARIA TÉCNICA

VII CIDUI

ISBN 978-84-695-4073-2



## LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

---

principal desventaja de utilizar Lacasitos es que la experiencia se encarece. No obstante si el presupuesto lo permite, es una experiencia diferente para los estudiantes.

A continuación se muestran los resultados obtenidos en el curso 2010-2011, utilizando cuentas de colores. Este seminario se realizó en dos grupos de 80 estudiantes. Para la realización de los seminarios cada grupo se divide en dos grupos de 40 estudiantes. Por lo tanto, los datos obtenidos corresponden a 4 grupos de 40 estudiantes. En cada grupo, los estudiantes fueron organizados en grupos de 4, por lo que en cada grupo había 10 subgrupos.

Como ya se ha comentado anteriormente, en el aula el profesor realizó el muestreo y los estudiantes empezaron a realizar sus tareas. Tras contar el número de piezas rojas por muestra cada grupo de estudiante debía realizar a una serie de cálculos que le permitirían responder a las cuestiones (a, b y c del documento) relacionadas con la variación de la incertidumbre en función del tamaño de muestra (**Figura 2**). En la **Tabla 1** se muestran los resultados obtenidos en los distintos grupos en los que se realizó la actividad. Para todos los grupos se observa que cuando la muestra fue de 10g, tanto las medias como las desviaciones estándar fueron similares. Al comparar estos resultados con los correspondientes a muestras de 35g, se observa que la media es similar, mientras que la desviación estándar fue menor, de ahí que los valores de RSD obtenidos fueran también menores. Con ello, los estudiantes concluyeron que el tamaño de muestra influía en la varianza del muestreo, siendo recomendable trabajar con muestras de tamaño mayor (eg. 35g).

SECRETARIA TÉCNICA

VII CIDUI

ISBN 978-84-695-4073-2



## LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

**Tabla 1.** Resultados estadísticos correspondientes a los cuatro grupos que realizaron la actividad.

|                   | <b>Grupo A</b> | <b>Grupo B</b> | <b>Grupo C</b> | <b>Grupo D</b> | <b>Masa 35 g</b> |
|-------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------------|
| <b>Subgrupo1</b>  | 10,03          | 14,36          | 10             | 8,81           | 10,877           |
| <b>Subgrupo2</b>  | 10,88          | 15,48          | 13,36          | 12,97          | 12,39            |
| <b>Subgrupo3</b>  | 8,83           | 9,6            | 12,15          | 12,08          | 11,176           |
| <b>Subgrupo4</b>  | 12,6           | 10,48          | 11,89          | 11,29          | 12,91            |
| <b>Subgrupo5</b>  | 9,96           | 13,47          | 10,73          | 9,89           | 14,147           |
| <b>Subgrupo6</b>  | 10,21          | 11,28          | 10,5           | 9,47           | 9,91             |
| <b>Subgrupo7</b>  | 15,05          | 10,75          | 6,1            | 18             | 13,14            |
| <b>Subgrupo8</b>  | 8,46           | 10,33          | 15,5           | 11             | 11,86            |
| <b>Subgrupo9</b>  | 13,75          | 9,92           | 10,51          | 9,09           | 11,3             |
| <b>Subgrupo10</b> | 13,43          | 12,08          | 11,37          | 11,37          | 10,21            |
| <b>X</b>          | 11,32          | 11,775         | 11,211         | 11,397         | 11,792           |
| <b>s</b>          | 2,24           | 2,02           | 2,43           | 2,68           | 1,35             |
| <b>RSD(%)</b>     | 19,80          | 17,13          | 21,69          | 23,53          | 11,47            |

SECRETARIA TÉCNICA

VII CIDUI

ISBN 978-84-695-4073-2

## LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

---

Para valorar la cantidad de masa necesaria (cuestión d), se calculó el tamaño de muestra fijando la desviación estándar del muestreo y aplicando la ecuación 2. Los resultados obtenidos se muestran en la **Tabla 2**. Inicialmente se calculó el valor de Ks considerando un tamaño de 10g y conociendo la desviación estándar relativa. A partir del valor de Ks se calculó el tamaño de la muestra. El tamaño de muestra fue dependiente del valor de RSD (%), estando comprendido entre 29 y 59 g cuando el tamaño de muestra fue de 10g.

**Tabla 2.** Resultados de Ks y masa (g) obtenidos por los distintos grupos.

|                 | Grupo A | Grupo B | Grupo C | Grupo D |
|-----------------|---------|---------|---------|---------|
| <b>Ks</b>       | 3922    | 2934    | 4703    | 5535    |
| <b>Masa (g)</b> | 39      | 29      | 47      | 55      |

Finalmente, se calculó el número de muestras necesarias para el tamaño obtenido siendo el valor de la desviación estándar relativa en el muestreo del 10% y la incertidumbre relativa en el resultado no superior al 10% con un nivel de confianza del 95%. El resultado obtenido indica que el número de muestras a tomar estará entre 5 y 7.

A raíz de los resultados obtenidos (en el aula) y a través de la percepción y evaluación de los resultados, consideramos que es una actividad muy positiva para los estudiantes y les permite de modo muy sencillo aprender los conceptos del muestreo y la estadística del mismo. Los resultados obtenidos por los estudiantes fueron satisfactorios y el tiempo para la realización de la actividad fue adecuado. En relación a la realización de los cálculos, los estudiantes mostraron



## LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

---

cierta dificultad en el entendimiento del cálculo iterativo a realizar para el cálculo del número de muestras a tomar. Por ello, la realización del seminario les permitió aclarar sus dudas al respecto. Como puntos débiles, señalar que a pesar de que el material estuvo disponible en el aula virtual, algunos estudiantes asistieron al seminario sin haberlo preparado. Por lo tanto consideramos que en el futuro tendremos que encontrar el modo para que los estudiantes realicen esta tarea previamente a la asistencia. Una solución podría ser la inclusión de una serie de preguntas relacionadas con el muestreo, que los estudiantes deberían entregar a la entrada al seminario. Estas preguntas podrían ser:

1. Describe los pasos implicados en la etapa de muestreo
2. Indica cual es el propósito del muestreo en el procedimiento analítico
3. Indica las diferencias entre la muestra bruta y muestra de laboratorio
4. Indica los factores a considerar para que la muestra sea representativa

Las respuestas serían recogidas y evaluadas, incluyéndose en la evaluación total de la actividad.

Esta actividad ofrece muchas alternativas. El material empleado son cuentas de colores en el que las distintas piezas se encuentran en proporciones similares, sin embargo dada la versatilidad de la experiencia y del material empleado, puede adaptarse a situaciones diferentes desde el punto de vista analítico (componentes mayoritarios o componentes trazas). Si el tiempo destinado al seminario es superior a una hora, puede realizarse la actividad para un compuesto mayoritario y otro a niveles de trazas. Se trata de un material reciclable, que requiere una única inversión.

SECRETARIA TÉCNICA

VII CIDUI

ISBN 978-84-695-4073-2



## LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

---

Aunque este seminario ha sido diseñado para los estudiantes del grado de Farmacia, dadas sus características es aplicable a cualquier asignatura en la que se impartan estos conocimientos.

### 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- *Effect of sample size on sampling error, an experiment for introductory Analytical Chemistry.* Vitt. J.E; Engstrom. R.C. J.Chem.Edu., 76 (1) 1999.
- *An Experiment in the Sampling of Solids for Chemical Analysis* Guy, R.D.; Ramble, L.;
- Wentzell, P.D. J. Chem. Educ., 1998 (75) 1028-1033.
- *A Classroom Exercise in Sampling Technique.* Ross, M.R.; Bacon, D.W.; Wolsey, W.C.
- J. Chem. Educ. 2000, 77, 1015-1016.
- *Two Experiments Illustrating the Importance of Sampling in a Quantitative Chemical*
- *Analysis.* Harvey, D. J. Chem. Educ., 2002, 79, 360-363.

SECRETARIA TÉCNICA

VII CIDUI

ISBN 978-84-695-4073-2