

# Estudio fenomenológico del comportamiento de los coloides\*

## Phenomenological Study of Colloid Behavior

**Diana Paola Ruiz-Díaz\*\***

### Cómo citar este artículo:

Ruiz-Díaz, D.P. (2023). Estudio fenomenológico del comportamiento de los coloides. *Pre-Impresos Estudiantes*, (24), 49-54.

### Resumen

Diversas sustancias presentes en la vida cotidiana de todo ser humano —como las gelatinas, cremas dentales, protectores solares, yogures, entre otros— forman parte de un sistema disperso llamado coloides. Estos han sido estudiados por diversos científicos, entre ellos John Tyndall (1863), Thomas Graham (1861) y Wilhelm Ostwald (1915), quienes establecieron criterios que permitieron clasificarlos con respecto a otras sustancias, a partir de su comportamiento ante diferentes fenómenos. Algunos de los que se han estudiado en relación con los coloides incluyen el efecto Tyndall, la velocidad de difusión y la diálisis.

**Palabras claves:** fenómeno; coloide; clasificación; sustancia; sistema

### Abstract

Various substances present in the everyday life of every human being—such as gelatin, toothpaste, sols, yogurt, and others—are part of a dispersed system called colloids. These colloids have been studied by numerous scientists, including John Tyndall (1863), Thomas Graham (1861), and Wilhelm Ostwald (1915), who established criteria to classify them in relation to other substances based on their behavior under different phenomena. Some of the phenomena studied in relation to colloids include the Tyndall effect, diffusion rate, and dialysis.

**Keywords:** phenomenon; colloid; classification; substance; system

---

\* Esta ponencia es construida en el marco del trabajo de grado de la Maestría en Docencia de la Química, “Estudio fenomenológico con coloides para promover valores científicos en estudiantes de Educación Básica Primaria”

\*\* Magíster en Docencia de la Química de la Universidad Pedagógica Nacional, Licenciada en Química y Educación Ambiental de la Universidad Antonio Nariño, ponente en el IV Encuentro de Estudios Históricos de la Enseñanza de las Ciencias y en la VIII Semana de la Investigación y I Encuentro de Semilleros de Investigación. [dp Ruiz-Diaz@upn.edu.co](mailto:dp Ruiz-Diaz@upn.edu.co)

## Introducción

Desde mi ejercicio como docente de ciencias naturales en Educación Básica Primaria, he evidenciado que los estudiantes diariamente tienen contacto con sustancias como yogures, soles, gelatinas, entre otros. Sin embargo, en el aula de clase se hace énfasis en el estudio de los sistemas de dispersión como las soluciones y las suspensiones, sin incluir estas sustancias familiares. Así, en este trabajo nos proponemos atender el interés que suscita tanto para el docente como para el estudiante estas sustancias conocidas por su cercanía, para delimitar y profundizar en aspectos importantes del estudio de los coloides.

## Los coloides

Desde la Edad Media, los coloides han sido un objeto de estudio, incluso para los alquimistas que los usaban en la medicina. Científicos notables como Joseph Macquer (1776), Robert Brown (1827), Francesco Selmi (1845), Michael Faraday (1839), John Tyndall (1863), Thomas Graham (1861) y Wolfgang Ostwald (1915), estudiaron aspectos de los coloides como los soles, movimiento browniano, propiedades eléctricas, efecto de la luz y difusión a través de membranas, respectivamente.

Estas investigaciones han llevado a la identificación y caracterización de los sistemas dispersos cuando se hace incidir luz sobre ellos, y han permitido distinguir diferentes maneras de propagación de la luz en estos sistemas. Además, llevaron a comprender cómo se comportan estos sistemas en condiciones de concentración variable, en algunos casos mediados por una membrana semipermeable, así como del estudio de las diferentes velocidades de difusión que pueden ocurrir en estos. Fenómenos que a partir de un proceso de observación riguroso pueden ser distintivos para caracterizar los sistemas dispersos. En nuestro estudio, privilegiamos tres comportamientos claves, para lo cual retomamos

los planteamientos de Ostwald (1915), sobre el análisis elemental de los coloides: el fenómeno Tyndall, la difusión y la diálisis.

Con el fenómeno Tyndall es posible observar una turbidez que no se percibe a simple vista en las sustancias, en relación a cómo la luz se propaga a través de ellas. Este fenómeno permitiría comprender que la dispersión que ocurre en el medio continuo de un coloide difiere de la dispersión que ocurre en una solución. En las soluciones moleculares altamente dispersas se evidencia interferencia en la trayectoria del haz de luz; en contraste, en los coloides la fase dispersa hace que la luz incidente se disperse en mayor proporción (Ostwald, 1915).

En la misma línea, los experimentos de difusión nos permiten analizar la variación de la velocidad y del movimiento a través de los diferentes sistemas. Esto proporciona información sobre cómo la naturaleza de estos sistemas afecta su comportamiento. Por su parte, la diálisis es un proceso de filtración que posibilita la separación de la fase dispersa del medio continuo, para lo cual es fundamental analizar la dispersión en cada sistema (Ostwald, 1915).

Los sistemas dispersos están formados por dos componentes claves: uno que se distribuye homogéneamente en el otro, y son conocidos como *medio continuo* y *fase dispersa*. Cuando estos componentes interactúan forman medios dispersos que pueden ser soluciones, coloides o suspensiones (Moreno, 2021). Atendiendo a esto, surge el interés de analizar las interacciones que ocurren entre las fases de cada sistema y cómo esto se relaciona con su comportamiento.

El análisis del comportamiento de los coloides ha sido una tarea bastante compleja. Sin embargo, las experimentaciones de Ostwald (1915) y otros científicos mencionados anteriormente han dado cuenta de esto. La experimentación sirve como puente que —a través de la observación, interpretación y análisis— explica el comportamiento de diferentes sustancias.

En este sentido, se pretende abordar el fenómeno Tyndall, la difusión y la diálisis de sustancias de manera experimental y teórica, para observar, interpretar y analizar el comportamiento de los coloides. Donde esta interacción entra, la fase dispersa y el medio continuo del sistema conforman el esquema teórico que resulta del estudio.

## Fenómenos de estudio para la caracterización del sistema coloidal

Desde el esquema de esta investigación se hace necesario pensar en métodos experimentales que lleven a la comprensión de las fases que conforman cada sistema a nivel macroscópico. Esto es fundamental para la caracterización de soluciones, coloides y suspensiones; en esta línea, Ostwald (1915) plantea un análisis general y elemental de coloides, basado en el estudio de los fenómenos de dispersión de la luz, velocidad de difusión y separación de fases.

### Dispersión de la luz

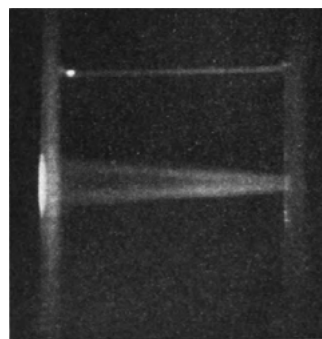
Este fenómeno se estudia desde el efecto Tyndall, que lleva el nombre del físico británico John Tyndall, quien lo descubrió y estudió. Permite demostrar la turbidez presente en las sustancias con relación al *esparcimiento de la luz*, término que hace referencia a la desviación que presenta un rayo de luz al momento en que incide sobre sustancias que tienen un tamaño menor, similar o mayor al de la longitud de onda incidente, esto se puede expresar en la siguiente ecuación:

$$\chi = \frac{2\pi r}{\lambda}$$

Donde:  $2\pi r$  representa la circunferencia de la partícula, considerándola como una esfera de radio  $r$ , y  $\lambda$ , la longitud de onda de la luz que incide (Palacio *et al.*, 2015).

A partir de lo anterior, Tyndall (1873) demostró que las partículas de fase dispersa presentes en los sistemas coloidales tienen un tamaño similar al de la longitud de onda de la luz láser, por lo cual se observa la trayectoria del haz a través del sistema, a diferencia de las soluciones que no causan una dispersión visible. Es decir, aunque la luz pasa a través de ellas, su trayectoria no es visible; si bien este comportamiento se da desde unas propiedades microscópicas de los sistemas, es posible evidenciarlo de manera macroscópica. Este es un criterio que nos lleva a comprender que hay comportamientos que difieren en la interacción de la fase dispersa y medio continuo de cada sistema; por consiguiente, se convierte en un criterio de clasificación.

En este orden de ideas, Ostwald (1915) propuso el desarrollo de la experimentación del fenómeno Tyndall (figura 1), mediante el uso de una fuente de luz concentrada con un condensador, un diafragma y un recipiente con paredes paralelas, en donde se pone la sustancia a estudiar.



**Figura 1.** Fenómeno Tyndall

*Fuente:* Ostwald (1915).

En el experimento, logró diferenciar entre las soluciones y los coloides. En las primeras, caracterizadas por tener partículas de la fase dispersa considerablemente menores con relación a longitud de onda de la luz, se aprecia una interrupción de la luz; mientras que en los coloides, es visible el esparcimiento de la luz a medida que atraviesa la sustancia.

## Velocidad de difusión

La velocidad de difusión es una propiedad física de los sistemas dispersos y demuestra la rapidez del movimiento de una sustancia de un punto a otro, esta puede estar determinada por la naturaleza del medio. Es decir, los sistemas con mayor viscosidad reducen la velocidad de difusión, debido a que presentan mayor resistencia al movimiento, como es el caso de los sistemas coloidales (Verdel, 2014).

Esta viscosidad puede estar dada por las fuerzas de atracción y repulsión entre las fases de cada sistema; en los coloides, la fuerza de repulsión entre las partículas impide que se acerquen demasiado entre sí, situación que incrementa la resistencia al flujo y, por tanto, produce un aumento de su viscosidad. En las soluciones, la fuerza de atracción entre las sustancias permite una dispersión más uniforme, lo que evita la formación de aglomerados y, en consecuencia, disminuye su viscosidad (Domínguez, 2008).

Thomas Graham (1861) estudió a profundidad los coloides y, de hecho, fue quien les dio su nombre. Su trabajo se enfocó en el estudio de la difusión de gases y líquidos en los coloides, lo que lo llevó a formular la ley de difusión de Graham, que describe la relación entre la velocidad de difusión y la composición de las sustancias coloidales.

En concordancia con lo anterior, Ostwald (1915) desarrolló un experimento (figura 2) en el que utilizó dos tubos que contenían solución de agar congelada, moderadamente concentrada. Luego, agregó dos sustancias en cada uno de los tubos: rojo Congo (coloide) y una solución de safranina (solución). Al dejar reposar estas muestras, observó que las sustancias coloidales no se difundían, o lo hacían con extrema lentitud, en comparación con una solución.

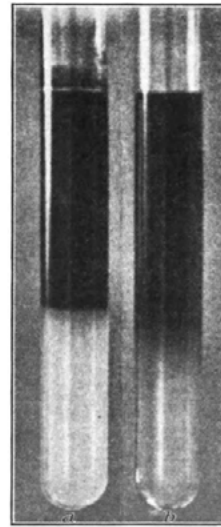


FIG. 2.—Diffusion experiments with gelatine gels at end of 24 hours. (a) (Colloid) congo red; (b) (molecularly dispersed) safranin.

Figura 2. Velocidad de difusión

Fuente: Ostwald (1915).

## Separación del medio continuo y la fase dispersa

La diálisis (figura 3) es un modo de filtración que permite la separación de las fases de un sistema, mediante membranas semipermeables que retienen solutos de mayor tamaño, moléculas pequeñas como las que se encuentran en el medio continuo, sales o metabolitos pequeños que se difundan a través de ellas (Amorós *et al.*, 2013).

Cabe recordar que, en los coloides, la fase dispersa consiste en las partículas suspendidas en el líquido. Estas son más grandes que las moléculas de la fase dispersante, pero aún más pequeñas que las partículas visibles, como en el caso de las sustancias heterogéneas.

En los mismos estudios de difusión, Thomas Graham (1862) demostró cómo pasaban las sustancias a través de membranas semipermeables y acuñó el término *diálisis*.

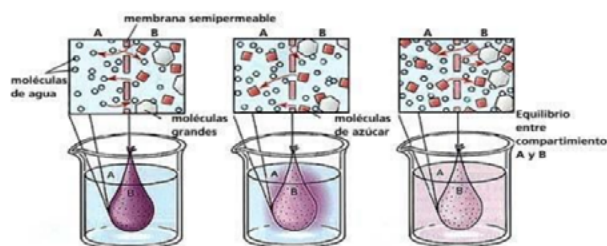


Figura 3. Diálisis

Fuente: Amorós et al. (2013).

Ostwald (1915) propuso el uso de un saco de difusión y un matraz Erlenmeyer para la siguiente experimentación: en el matraz vertió una solución, y puso el coloide en un saco de difusión y lo tapó con un corcho; luego de unos minutos, observó un proceso de filtración del matraz de Erlenmeyer a la bolsa de difusión.

Con esta experimentación ocurrieron dos fenómenos importantes de analizar. La solución dispuesta en el Erlenmeyer se filtra a través del saco de difusión, lo que genera una leve hinchazón en este. Cabe recordar que las fases del sistema al interactuar de manera iónica, atómica o molecular se disuelven en el medio, por lo cual su tamaño es inferior a los poros del saco de difusión; mientras que, en los coloides, ocurre una dispersión del sistema. Entonces, se produce un bloqueo de la fase dispersa que impide que esta salga al medio exterior del saco.

### Implicaciones en la enseñanza de las ciencias en la Educación Básica Primaria

Enseñar ciencias en primaria tiene como finalidad desarrollar en los niños y niñas el entendimiento del mundo en el que viven. Esto es posible aprovechando su curiosidad natural y guiándolos hacia un razonamiento más profundo sobre los fenómenos que ocurren en su

entorno. En este sentido, la orientación pedagógica cumple un papel crucial, ya que ayuda a los estudiantes a razonar y dar una explicación de los fenómenos que observan en su contexto.

Cuando los estudiantes se enfrentan a nuevas experiencias de aprendizaje, tienen la oportunidad de cuestionar sus ideas previas y modificarlas, para explicar y comprender con mayor claridad lo que ocurre en sus entornos (González, 2007). Es común que los estudiantes sientan curiosidad por diferentes sustancias como la gelatina, la miel y el yogur. También, que reconozcan que algunas de ellas tienen un comportamiento que no se ajusta a las clasificaciones convencionales que han aprendido.

A partir de esta premisa, esta investigación tiene como objetivo principal acercar a los estudiantes a una experiencia de aprendizaje consciente, crítica y reflexiva. Se espera, entonces, que puedan analizar y relacionar lo que perciben sensorialmente con el comportamiento característico de los coloides. Esto les permitirá conocer y comprender mejor las sustancias que los rodean y cómo se comportan, lo cual fomenta su desarrollo cognitivo y su capacidad para razonar y explicar fenómenos naturales de manera más fundamentada.

## Referencias

- Amoros, L., Amaya, E., Erico, M., Lambertucci, M., Miers, J., Mogro, E., Quispe, L., Recalt, M. y Tocho, E. (2013). Diálisis y ultrafiltración. *Bioquímica I*.
- Graham, T. (1861). Liquid Diffusion applied to Analysis. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 151: 183-224. <https://doi.org/10.1098/rstl.1861.0011>
- González, I. (2007). La enseñanza de las ciencias naturales en educación primaria" [Tesis de

licenciatura, Universidad Pedagógica de Nacional]. Repositorio institucional UPN. <http://200.23.113.51/pdf/24144.pdf>

Moreno Botella, R. (2021). *Los coloides*. Los Libros de la Catarata.

Ostwald, W. (1915). *A handbook of colloid-chemistry*. Blankiston's Son & Co.

Palacio, J., Fulla, Y Rivera, E. (2015). Modelo Físico-Matemático para la Estimación del Tamaño de

Partículas en Suspensiones Coloidales de Baja Dilución. *Revista CINTEX*, 20(1), 53-68.

Tyndall, J. (1873). *Six lectures on light*. Longmans, Green, And Co.

Verdel, R. (2014). *Difusión de Fick e introducción a difusión en sistemas confinados*. <https://ixtlan.izt.uam.mx/leo/wp-content/uploads/2020/10/Roberto-Verdel.pdf>