

Ensayo de escalada

The climbing assay:

Learning data analysis through live experiments with fruit flies..

..reflecting contemporary research into ageing and neurodegeneration

Patrick Strangward, Catherine Alnuamaani, Sanjai Patel, Andreas Prokop

University of Manchester

La versión original se puede encontrar en:

https://figshare.com/articles/Biology_lessons_for_schools_using_the_fruit_fly_Drosophila/1352064

Traducción: Ana Fernández-Miñán, CABD, Sevilla

Resumen

Como se explica en nuestra página web [drosophila4schools](#), la mosca de la fruta *Drosophila melanogaster* ha estado al frente de la investigación biológica durante más de 100 años. Se ha convertido en el animal con el mejor entendimiento conceptual de la biología fundamental. Debido a esto, la mayoría del currículo central de biología se puede explicar extremadamente bien usando moscas – con experimentos excitantes, simples y baratos que son un reflejo de la investigación actual y proporcionan a los alumnos una comprensión clara de la misma.

El planteamiento de esta lección y los materiales adjuntos demuestran una simple y divertida práctica para estudiantes. Los estudiantes examinan la relación entre envejecimiento y movilidad usando *Drosophila*. Moscas viejas y jóvenes se bajan al fondo de sus respectivos tubos delante de una pared de escalada. Después de 15 segundos se toma una foto para permitir que los alumnos puntúen la movilidad de cada mosca. Los estudiantes anotan estos datos mientras que el profesor dibuja los datos de cada estudiante en una plantilla de Excel hecha a medida. Las gráficas individuales se pueden comparar con la gráfica de datos acumulados, poniendo de manifiesto de una forma inequívocamente clara la importancia del tamaño de muestra.

Esta lección desarrolla las habilidades de análisis de datos de los estudiantes. Estas habilidades incluyen su capacidad para organizar de forma apropiada datos experimentales en tablas y gráficas, interpretar tendencias en los datos, y mostrar una mejor comprensión de la importancia del tamaño de la muestra. El ensayo de escalada está siendo activamente usado en investigación actual para entender el mecanismo de envejecimiento y neurodegeneración. Por lo tanto permite a los estudiantes apreciar la importancia fundamental de estas habilidades para la investigación del mundo real, y se proporcionan explicaciones apropiadas en la lección que también introducen los conceptos de envejecimiento y neurodegeneración. Además, se proporciona material online para esta lección en la página web [drosophila4schools](#), y puede ser usada para potenciar el aprendizaje, para revisar contenidos, o para deberes para casa.

Contenido

1. Información general y explicaciones de la lección.
2. Instrucciones prácticas.
3. Plantamiento de la lección.
4. Plantilla de deberes.

1. Información general y explicaciones de la lección

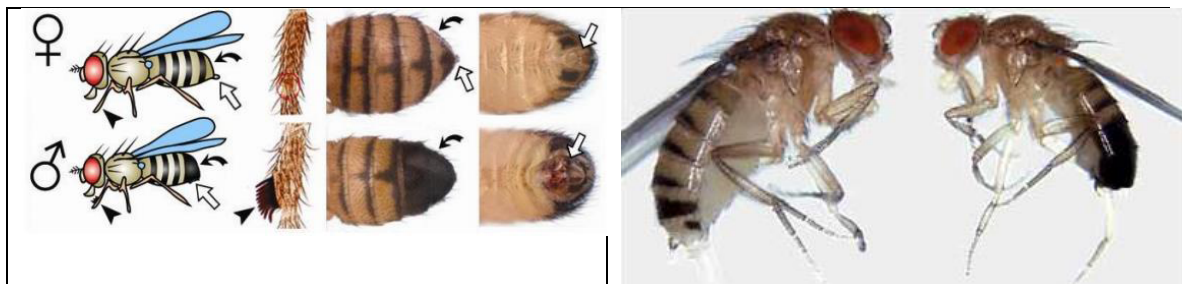
Esta sección pretende proporcionar al profesor información adicional relacionada con la lección. Le da al profesor la información necesaria para sentirse cómodo contestando a las preguntas más generales de los estudiantes sobre la lección. También se proporciona información esencial debajo de las diapositivas de la presentación de PowerPoint, mientras que las pistas pedagógicas se proporcionan en el Planteamiento de la lección (sección 2). Para entender como y por qué la mosca de la fruta ha llegado a ser tan importante en investigación, por favor ver este video.

(<https://www.youtube.com/watch?v=Jb4-tqAPolc>)

Más información y materiales se pueden encontrar en el página de Manchester Fly Facility.

(<http://www.flyfacility.ls.manchester.ac.uk/forthepublic/>).

Sexando moscas



La habilidad para distinguir entre el macho y la hembra de *Drosophila* es un requerimiento diario en los laboratorios de moscas para llevar a cabo cruces genéticos con propósitos experimentales. Las hembras son normalmente más grandes que los machos y tienen rayas negras en su abdomen, mientras que estas rayas están fusionadas en el extremo del abdomen en los machos (flecha curvada). Además, los machos tienen una placa genital más grande y oscura (flecha blanca) y poseen un grupo de cerdas, llamadas peines sexuales, en sus patas delanteras que se usan para sujetar a la hembra durante el cortejo.

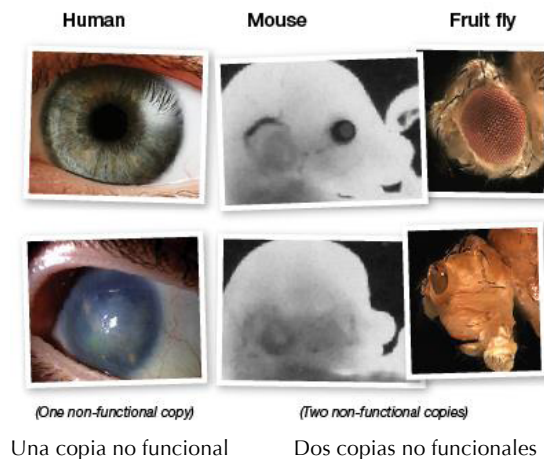
Drosophila como sistema modelo

Drosophila es un importante pilar en el proceso del descubrimiento científico con más de 100.000 publicaciones científicas. Es el organismo modelo que se encuentra detrás de 7 Premios Nobel en Fisiología o Medicina. ¿Pero por qué se ha hecho la mosca de la fruta tan importante para investigación? Muestra el video a los estudiantes y a continuación evalúa cuantas preguntas son capaces de contestar (para estudiantes más flojos puede ser mejor mostrar las preguntas de antemano).

1. ¿Cuál es el nombre científico de la mosca de la fruta?
2. ¿A cuántos Premios Nobel han contribuido las moscas de la fruta?
3. ¿De dónde son originarias las moscas de la fruta?
4. ¿Cuándo se supone que entraron las moscas de la fruta en América?
5. ¿Quién usó las moscas de la fruta para demostrar el enlace entre Mutación, Genes, Cromosomas y Herencia?
6. ¿Cuántas moscas se pueden mantener en una pocas bandejas de laboratorio?
7. ¿Cómo de rápido se convierten las moscas en “Abuelos”?
8. Verdadero o Falso – los humanos y las moscas de la fruta comparten muchos genes.

Respuestas: (1) *Drosophila melanogaster*, (2) 5, (3) África ecuatorial, (4) la segunda mitad del siglo 19 (aprox. 1870), (5) Thomas Hunt Morgan, (6) Población de Londres, (7) 25 días, (8) Verdadero.

Para enfatizar la idea de usar organismos modelo en investigación, se puede dar el ejemplo del gen Pax6. Se encontró que Pax6 se requiere en *Drosophila* para inducir la formación de ojo. El mismo gen está afectado en ciertos pacientes con degeneración de retina y mutaciones en ratón del gen Pax6 causan el mismo fenotipo de ojo. Al introducir el gen Pax6 de ratón en moscas que carecían de la versión de la mosca de este gen, se pueden restaurar los ojos normales, lo que claramente indica que este gen tiene una función conservada evolutivamente. Esto se aplica a muchos otros ejemplos, ya que el 75% de los genes de enfermedades humanas tienen un equivalente en *Drosophila*.



Siempre que sea posible, puede ser muy ventajoso estudiar primero la función de los genes en la mosca ya que la investigación en moscas es económicamente eficiente, necesitan menos espacio para mantenerse en los laboratorios, crían rápidamente (ideal para experimentos genéticos), hay menos aspectos legales y éticos, y los resultados pueden ser trasladados a investigación en organismos superiores o humanos.

Por ejemplo, pregúntate a ti mismo al final de esta lección como llevarías a cabo un test de movilidad en ratón y lo que implicaría (por ej. cuando pienses en el número de muestra).

Habiendo explicado estos principios debería ser más fácil apreciar la relevancia de la parte final de la película, de la que recordamos que “la mosca de la fruta ha contribuido al menos a 7 áreas de investigación”: Cáncer, Evolución, Células Madre, Células de la línea germinal, Sueño, Envejecimiento, Enfermedades, Fisiología, Nutrición, Enfermedades neurodegenerativas...

Introduciendo y realizando el experimento

Ahora es fácil aproximarse al problema del envejecimiento y al hecho de que *Drosophila* se use en investigación del envejecimiento. Pide a los estudiantes que examinen la relación entre movilidad y envejecimiento. La mayoría de ellos señalarán fácilmente que nuestra capacidad de correr rápido, saltar alto y levantar objetos pesados disminuye con la edad. Los estudiantes pueden a continuación comprobar si las moscas muestran síntomas de envejecimiento similares, realizando un ensayo de escalada en el que se compara la movilidad de moscas viejas versus jóvenes. (Ver la Sesión práctica que se adjunta con esta lección).

En resumen, el ensayo de escalada consiste en bajar, dando golpes a los tubos, moscas viejas de 5-7 semanas y moscas jóvenes de 1 semana hacia la base de sus respectivos tubos delante de una pared de escalada. Después de 15 segundos se toma una foto para documentar hasta que altura han escalado las moscas. Los datos individuales y/o los datos conjuntos de toda la clase se representan en una gráfica en papel o en una plantilla de Excel, lo que debería demostrar que la movilidad decrece a medida que envejecen las moscas. Para más información sobre como llevar a cabo esta sección práctica ver la sección 3.

Drosophila en el estudio del envejecimiento y las enfermedades degenerativas.

¿Por qué vemos esta relación entre envejecimiento y movilidad? Nuestro sistema músculo-esquelético (huesos, uniones, tendones, ligamentos y más importantemente músculos) degenera a medida que envejecemos, limitando la



fuerza y la flexibilidad. Pero, ¿por qué alguna gente joven tiene problemas de movilidad? Los individuos pueden sufrir enfermedades o desórdenes provocados por heridas del sistema músculo-esquelético (por ejemplo distrofia muscular) pero también del sistema nervioso (por ejemplo daño en la espina dorsal, o la enfermedad de Parkinson).

El profesor Hawking padece una enfermedad de neuronas motoras (Motor neuron disease – MND) en la que la causa primaria se encuentra en el sistema nervioso y no en los músculos.

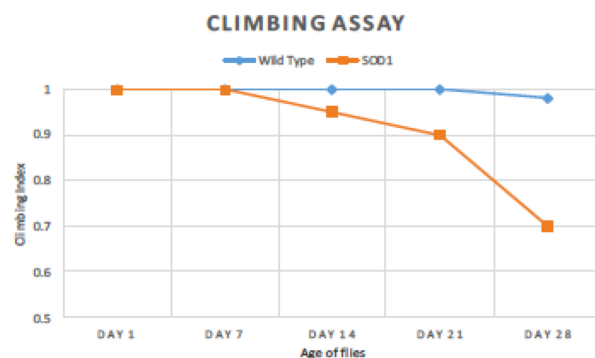
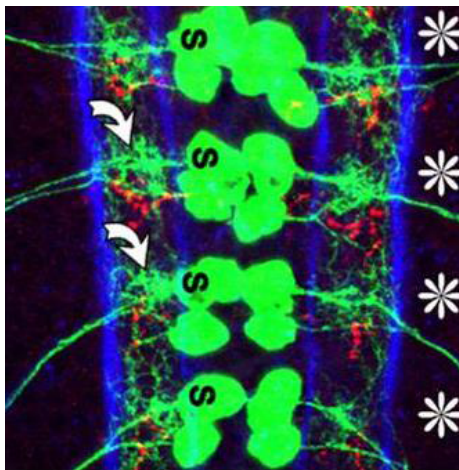
Para ilustrar esto, pide a los estudiantes que decidan doblar sus brazos: la decisión se toma en el cerebro, esta información viaja hacia abajo via impulsos nerviosos hasta la médula espinal y después baja por los nervios hasta el músculo del bíceps que se contrae.

Los elementos celulares que median esta transmisión de información son neuronas motoras superiores e inferiores que mandan potenciales de acción a lo largo de extensiones tipo cable llamadas axones. Pero, ¿qué ocurre si estas conexiones neuronales se dañan o se pierden? Las órdenes no se pueden transmitir a los músculos y, en MND, esto lleva a una pérdida progresiva de las actividades musculares incluyendo apretar, caminar, hablar, tragar y finalmente respirar. Desde el momento de la diagnosis, la media de esperanza de vida puede ser de tan solo 3 años. Cabe destacar, que aún no entendemos totalmente cómo o por qué las neuronas mueren temprano.

Drosophila está jugando un papel importante en el entendimiento de como funcionan las condiciones neurodegenerativas como el MND. Las moscas de la fruta tienen neuronas motoras igual que los humanos. Usando tecnología genética/transgénica moderna podemos insertar genes humanos asociados con el MND (por ejemplo SOD1) en el genoma de la mosca, lo que causa una pérdida progresiva de la función de las neuronas motoras. Como mostraron Watson y col. en el 2008, estas moscas se comportan peor en el ensayo de escalada de manera significativa.

¡Estos ensayos de escalada se pueden usar por tanto para cribar elevados números de moscas mutantes para genes relevantes en condiciones neurodegenerativas como el MDN! (¡Imagina hacer esto en ratón!).

Nota: en la presentación de powerpoint se da otro ejemplo de investigación con la enfermedad de Parkinson en moscas, la explicación está en las notas debajo de las diapositivas.



Izquierda: Neuronas motoras en la cuerda nerviosa ventral (equivalente a la médula espinal) en *Drosophila*. Derecha: Gráfica mostrando la capacidad de escalada de moscas expresando SOD1 humano (hSOD1) (naranja) comparada con la de las silvestres (azul; Watson et al., 2008, J Biol Chem 283, 24972ff.)

Mentiras, malditas metiras y estadística

Los datos que genera la clase para el ensayo de escalada pueden ser recogidos en una plantilla Excel hecha a medida. Esto proporciona una actividad complementaria a la de representar los datos individuales en una gráfica en papel, y permite desarrollar las habilidades de la clase en el análisis de datos. También permite que la clase calcule la media/mejor estimación para cada segmento de altura, identificando valores atípicos e incluyendo barras de error. Cuando se comparen las gráficas individuales de la clase, los estudiantes notarán que es más fácil identificar la tendencia de los datos agrupados, y que esta tendencia encaja con la hipótesis original (mientras que las gráficas individuales no muestran correlación entre la edad y la movilidad). Esto hace inequívocamente claro el poder del tamaño de la muestra, y su importancia a la hora de confiar en las conclusiones que puedas extraer de tus datos.

Mientras que examinamos las tendencias en gráficas para determinar una relación entre dos variables, ¿cómo sabes con seguridad qué esta relación es un reflejo preciso de un fenómeno natural o simplemente casualidad? ¡Debemos usar la estadística! En este caso usamos un t-test (incluido en el archivo Excel) que produce un valor p; este valor ayuda a determinar la significancia de los resultados (si una diferencia es “real” o casualidad). El valor p se encuentra entre 0 y 1, y efectivamente determina la validez de la hipótesis nula (“No hay relación entre envejecimiento y movilidad”).

- Los valores pequeños de p (<0.05) indican una fuerte evidencia contra la hipótesis nula, por lo que puedes rechazarla (y aceptar la hipótesis alternativa - que la movilidad se reduce con la edad).
- Un valor p elevado (>0.05) indica una evidencia débil contra la hipótesis nula por lo que no puedes rechazarla.
- Un valor p cercano a 0.05 se considera marginal.

2. Instrucciones prácticas

Preparación del ensayo de escalada:

- Crece *Drosophila melanogaster* silvestres durante 6 semanas a 25°C en viales de comida estándar.

Para prevenir que las moscas se peguen en la papilla, coloca una tira de papel de filtro en el vial para que las moscas suban, y transfiere las moscas a viales nuevos cada 2-3 días.

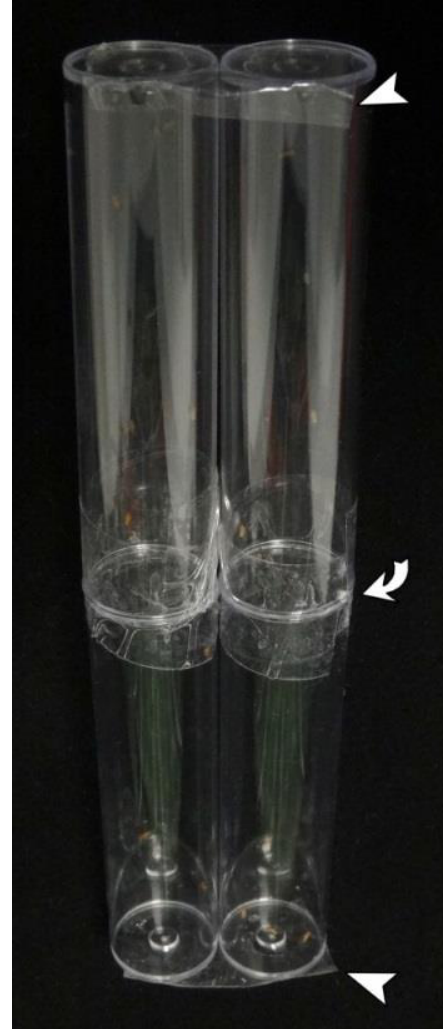
- Usa éter, un corto periodo de tiempo en el congelador o CO₂ para anestesiarse a las moscas¹ y transfiere 10 moscas a un vial de plástico vacío usando una brocha pequeña. Une la parte abierta del vial a un segundo vial para generar un tubo cerrado más largo y asegura los viales con cinta adhesiva (flecha curvada en la imagen).

- Usa el mismo método para preparar un segundo tubo, pero esta vez conteniendo 10 moscas jóvenes que hayan eclosionado en los últimos 1-3 días.

- Marca la parte superior del tubo que contiene la moscas viejas para distinguirlas de las recién eclosionadas.

- Junta los dos tubos en paralelo y sujétalos con cinta adhesiva en la base y en la parte superior (puntas de flecha).

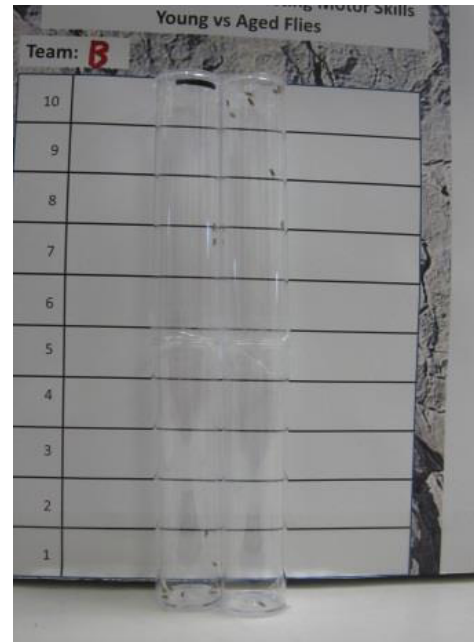
- Imprime una copia de la Pared de Escalada de Moscas (página al final de esta sección) y pégala en una bandeja o tapa del tamaño apropiado. Coloca un peso detrás de la bandeja para que se quede derecha.



Realizando el ensayo de escalada:

- Mira el video “KS3-Climbing Assay-Film.wmv” (parte de este paquete²) que demuestra como se hace este experimento.

- Golpea los tubos para que las moscas se vayan a la parte inferior y después déjalos de pie, directamente delante de la pared de escalada. Inmediatamente, enciende el temporizador.
- Después de 15 segundos toma una foto de los tubos. Asegúrate de que la cámara está a la misma altura que los tubos, de forma que la parte inferior/superior de los tubos está alineada con la línea inferior/superior de la pared de escalada y que el número del equipo/puesto está claramente visible.
- Imprime copias de todas las fotos y deja que cada equipo cuente el número de moscas por sección vertical de la pared de escalada, contando moscas viejas y jóvenes por separado.
- Cada equipo representa sus datos individuales en una gráfica en papel.
- En paralelo, los datos de todos los grupos se introducen en la plantilla de Excel ("KS3-ClimbingAssay-stats.xls"; parte de este paquete). Si este proceso se proyecta en una pantalla los estudiantes verán como las barras acumuladas de las gráficas/curvas evolucionan gradualmente.
- Compara las gráficas individuales con las acumuladas y discute la importancia fundamental del número de muestra.
- Usa los resultados para discutir aspectos del envejecimiento o neurodegeneración (Powerpoint), a saber dos ejemplos de áreas de investigación en los que los ensayos de escalada se están usando.



¹Para más consejos sobre como manejar moscas, ver:

www.otago.ac.nz/genetics/otago038337.pdf

² El paquete se puede descargar en: [dx.doi.org/10.6084/m9.figshare.1352064](https://doi.org/10.6084/m9.figshare.1352064)

La pared de escalada de la mosca - comprobando las habilidades motoras de moscas jóvenes vs viejas

Equipo

10	
9	
8	
7	
6	
5	
4	
3	
2	
1	

Planteamiento de la lección

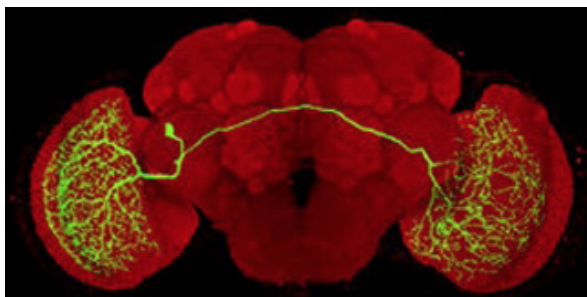
HORA	ALUMNO/PROFESOR ACTIVIDAD y PREGUNTAS CLAVE	
Minutos	Actividad del Profesor	Actividad del Alumno
0-5	Los alumnos entran	Los alumnos entran. Examinan la primera tarea mientras que se colocan.
5-8	Primera tarea: Solicita respuestas de los alumnos. ¿Qué son? ¿Moscas (de la fruta)? ¿En qué se diferencian? Tamaño y color. Explica que hay moscas de la fruta machos y hembras. Deja que adivinen cual es cual. (Consejo: es una excelente oportunidad para recordarles la anatomía de los insectos – 6 patas, cabeza, tórax y abdomen).	Contestan las preguntas sobre la primera tarea
8-10	Dirige a los estudiantes para que escriban el título, la fecha y los objetivos de la lección.	Escriben el título, fecha y los objetivos de la lección.
10-15	Explícales que hoy van a hacer un experimento práctico usando la mosca de la fruta y que el siguiente video es una pequeña introducción a lo que son las moscas de la fruta y como se usan en investigación. Explícales que después del video les harás unas cuantas preguntas sobre lo que acaban de ver. (Consejo: para clases más flojas dales un par de minutos para leer las preguntas antes de ver el video).	Ven el video
15-20	Muestra las preguntas a los estudiantes, ponles en grupos de tres y dales un par de minutos para discutir las respuestas. Feedback de la clase entera.	Discuten tranquilamente en grupos de tres las respuestas a las preguntas.
20-22	Pregunta a los estudiantes por qué las moscas de la fruta pueden ser útiles en investigación. Obtén de ellos la idea de que son pequeñas, baratas y crían rápidamente. Esto permite a los investigadores realizar experimentos a gran escala. Recalca la importancia de que son comparables a los humanos (homología genética – compartimos muchos genes iguales – y estructuras de organización comunes), por lo tanto la investigación en moscas nos da información sobre la condición humana. Las moscas no son el objeto de estudio, sino la herramienta de estudio – para que podamos entender a los humanos / enfermedades humanas (compara las moscas con un mechero Bunsen o una pipeta).	Proporcionan las respuestas en común. Proporcionan las respuestas según se les pregunte. Muestran que han comprendido a través de las respuestas correctas a las preguntas de control de conceptos.
22-40	Explica que vamos a examinar la relación entre movilidad y envejecimiento usando las moscas de la fruta. Saca algunas ideas de los alumnos sobre que le sucede a nuestra capacidad para movernos a medida que envejecemos (Podemos correr tan rápido, saltar tan alto, levantar objetos pesados). Los estudiantes llevan a cabo el experimento como se detalla en la plantilla adjunta.	Hacen la práctica en parejas. Toman fotos usando sus móviles.
40-55	Pregunta a los estudiantes por qué se pierde movilidad cuando envejecemos. Introduce la idea de que al envejecer nuestros músculos se deterioran. ¿Por qué algunos jóvenes tienen problemas de movilidad? Muestrales la foto de Stephen Hawking,	Proporcionan las respuestas según se les pregunte. Muestran que han comprendido a través de las respuestas correctas a las

	<p>señala que no se puede mover pero que sus músculos no son el problema. Saca a relucir la idea de cerebro, sistema nervioso y/o médula espinal controlando nuestros músculos.</p> <p>Brevemente introduce el sistema nervioso y la idea de que la señalización eléctrica son los medios por los que el cerebro se comunica con el cuerpo. ¿Qué sucede si los nervios/neuronas que controlan nuestros músculos (neuronas motoras) se pierden o se dañan? Parálisis; efectivamente esto es el MND.</p>	preguntas de control de conceptos.
55-60	<p>Usa el MND como un ejemplo de enfermedad neurodegenerativa y explica como la investigación en la mosca de la fruta se está usando para investigarla, y en última instancia curarla.</p> <p>Dales deberes y explica el sistema del semáforo, un método útil para calibrar como de apropiada es la actividad según la edad.</p> <p>Para los deberes, manda por correo electrónico las plantillas de excel y haz que anoten sus valores individuales y luego te manden de vuelta la plantilla.</p> <p>Una vez que todos los datos de la clase están almacenados en una plantilla de excel, envíala de vuelta a toda la clase para que puedan completar los deberes.</p>	Anotan los deberes en su agenda.

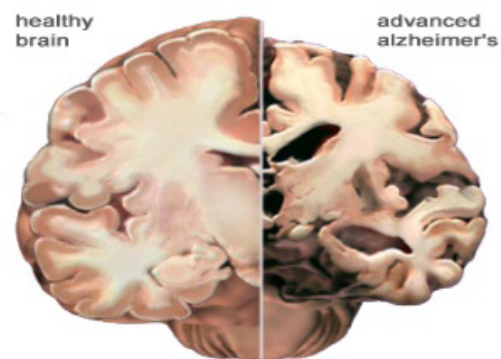
Las moscas de la fruta y las enfermedades neurodegenerativas

¿Qué es una enfermedad neurodegenerativa?

- Las **neuronas** son las células especializadas que forman nuestros nervios, transmiten mensajes en forma de impulsos nerviosos dentro del sistema nervioso y el cuerpo.
- Durante el **envejecimiento** saludable muchas neuronas mueren, pero sobreviven las suficientes para mantener el sistema nervioso en edades avanzadas.
- Las **enfermedades neurodegenerativas** (EN) aceleran la pérdida de neuronas causando disfunciones en el sistema nervioso, como pérdida de coordinación motora o memoria.
- Las EN incluyen **Alzheimer's, Parkinson's, Huntington's o Enfermedad de las neuronas motoras**.
- Las EN cuestan 112 billones de libras cada año en el Reino Unido.
- Sin embargo, **los mecanismos detrás de las EN** no se entienden bien. Las moscas de la fruta son una herramienta poderosa para incrementar nuestro conocimiento sobre ellas y por tanto ayudar al desarrollo de nuevos tratamientos efectivos.



Neurona verde en un cerebro de mosca



¿Cómo nos puede ayudar la Mosca de la Fruta a entender las Enfermedades Neurodegenerativas en Humanos?

- A pesar de las diferentes apariencias, el Hombre y la Mosca tienen mucho en común: comparten los mismos genes (**homología genética**) y las neuronas de la Mosca son muy similares a las humanas. Muchas de las lecciones que se aprenden en Moscas se pueden por tanto trasladar a Humanos.
- Las EN normalmente se **manifiestan en la vejez** y los síntomas empeoran con la edad. Las Moscas de la Fruta envejecen mucho más rápido y mueren en 2 meses, pero muestran todos los síntomas típicos del envejecimiento: les salen arrugas, duermen menos, se hacen más lentas y sus neuronas mueren.

- Las **herramientas genéticas** modernas nos han permitido explotar a la Mosca de la Fruta como modelo de EN. Por ejemplo, la enfermedad de Alzheimer está causada por una deposición aberrante de ciertas proteínas que se acumulan en las células nerviosas (ovillos neurofibrilares) y alrededor de ellas (placas amiloides), provocando la muerte neuronal. Se puede conseguir que las Moscas de la Fruta expresen esas mismas proteínas humanas, permitiéndonos estudiar como causan la degeneración neuronal en el Alzheimer.

- Las moscas crían **rápidamente**, son **baratas** de mantener, y por tanto se pueden realizar **experimentos a gran escala**, examinando muchos factores genéticos o enormes librerías de drogas potenciales, para descubrir los **mecanismos de la enfermedad** y/o posibles **tratamientos**.

www.lab.ls.manchester.ac.uk/flyfacility/

Plantilla de Deberes: Habilidades para el Análisis de Datos (Ensayo de Escalada)

¡Semáforos! Simplemente colorea los círculos al lado de cada tarea de color rojo, amarillo, o verde dependiendo de lo difícil que los encuentres. (Rojo = Difícil, Amarillo = O.K., Verde = Fácil).

Tarea 1

Cada pareja recibirá una plantilla de Excel por correo. Introduce tus datos generados en el ensayo de escalada en la plantilla y mándala de vuelta a tu profesor.

Recibirás un segundo correo con los datos de toda la clase en una plantilla Excel.

- Rodea con un círculo los valores atípicos de tu conjunto de datos.
- Calcula la mejor estimación de cada segmento de altura para las moscas jóvenes y viejas (o la media si no tienes valores atípicos).
- Representa los datos de la clase en una gráfica lineal usando los valores de las mejores estimaciones que hayas calculado (recuerda nombrar tus ejes, dale un título a la gráfica e incluye un símbolo).
- Añade las barras de rango.
- Compara los datos representados de la clase con tus datos individuales, ¿tienen la misma tendencia? ¿En qué grupo de datos (clase o individual) confías más?

Explica el concepto del tamaño de muestra.

Para saber si las diferencias que vemos entre los dos grupos (en este caso moscas viejas y jóvenes) es “real” (lo llamamos significativo) o se debe a la casualidad debemos usar estadística. En este caso usaremos un t-test, aunque debes saber que hay muchos test de estadística diferentes. Cabe destacar, que todos los test estadísticos generan un valor p. El valor p es un número entre 0 y 1 que te permite determinar si puedes rechazar tu hipótesis nula (no hay relación entre envejecer y movilidad) y por tanto aceptar tu hipótesis alternativa (la movilidad disminuye en moscas más viejas).

- Con un valor $p < 0.05$ rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alternativa.
 - Con un valor $p > 0.05$ no podemos rechazar la hipótesis nula.
- Observa tu plantilla, ¿cuál es el valor p? ¿Significa esto que hay una diferencia significativa entre moscas viejas y jóvenes y que puedes aceptar tu hipótesis alternativa? (sí/no)

O Tarea 2

¡Haz un listado de todas las características típicas del envejecimiento en humanos que se te ocurran!

O Tarea 3

Usando el cuadro de abajo, elige una característica del envejecimiento en humanos y diseña un experimento con el que se podría examinar esta característica utilizando la Mosca de la Fruta. Puedes describir el experimento utilizando puntos negros, diagramas o ambos.