

FARMA

COMICS



Ilustrado por:
Felipe Luna Lira

Ilustrador: Felipe Luna Lira

Director: Felipe Rodríguez Oria

Equipo: Andrea Soto, Fabiana Sánchez, Federico Förster,
Valentina Mardones y Diego Allendes



Este proyecto de innovación en docencia de la Universidad del Desarrollo, FarmaComics, representa el resultado de un esfuerzo colectivo por transformar contenidos tradicionalmente complejos, como los de la farmacología, en algo totalmente distinto.

Agradecemos profundamente a Felipe Luna, ilustrador, por aceptar el desafío de unir las ciencias con la expresividad del arte, dando vida a este universo en el que Martín busca salvar a su madre a través de la comprensión de la farmacocinética. Extendemos también nuestro sincero agradecimiento al equipo de Farmacología —docentes y ayudantes— quienes, con su entusiasmo, compromiso y amor por esta disciplina, hicieron posible este trabajo: Teresa Pelissier, Marta Morales, Federico Förster, Paulina Bunster, Fabiana Sánchez, Andrea Soto, Emilia Echeverría, Diego Allendes y Valentina Mardones. A cada uno, gracias por su aporte directo o indirecto en la creación de este cómic que hoy ponemos a disposición de la comunidad estudiantil. Por último, nos gustaría recalcar que este cómic tiene como misión complementar los contenidos de farmacocinética mediante la imaginación y el uso de analogías que, esperamos, faciliten la comprensión de los procesos de ADME en nuestros alumnos y contribuyan a una experiencia de aprendizaje más significativa y cercana." - Felipe Rodríguez Oria

Recurso realizado en el marco de los Proyectos de Innovación y Fortalecimiento de la Docencia del Centro de Innovación Docente, Universidad del Desarrollo

Equipo

Director: Felipe Rodríguez Oria

Ilustrador: Felipe Luna Lira

Participantes:

Federico Förster, Fabiana Sánchez, Andrea Soto, Diego Allendes y Valentina Mardones

Contacto: felipe.rodriguez20@udd.cl

Capítulo 1: Absorción

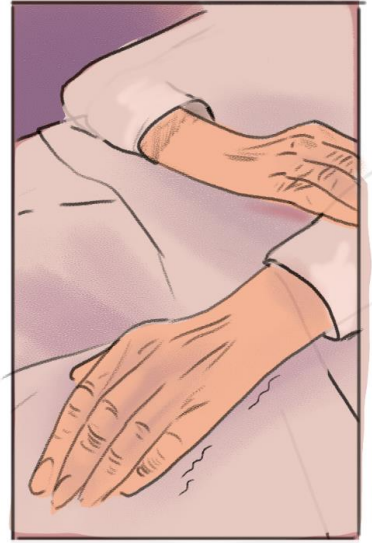
"El paso desde el sitio de administración hasta la circulación sistémica"



cof cof
cof cof



Ojalá encontrar luego
un medicamento que te quite ese
dolor de una vez.



No entiendo
por qué ningún
tratamiento funciona



No te preocupes
tanto por mí,
estaré bien

Dentro de poco
estarás mejor con los
medicamentos nuevos.

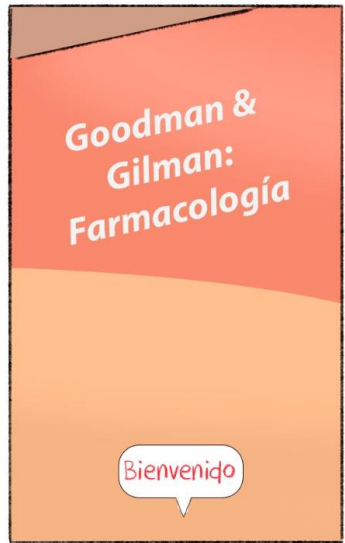
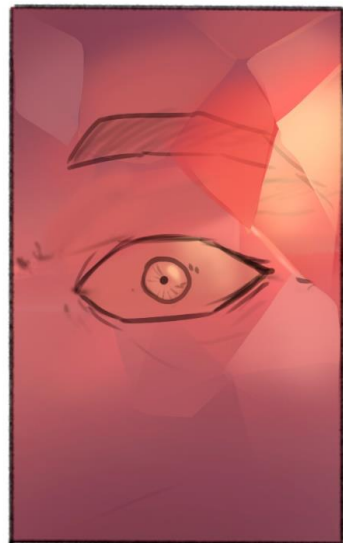
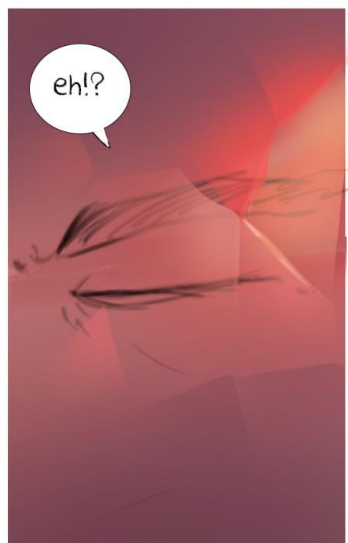
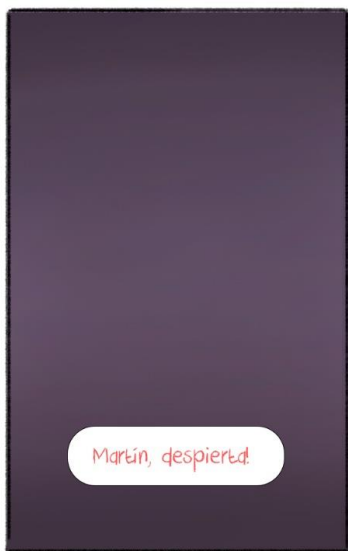
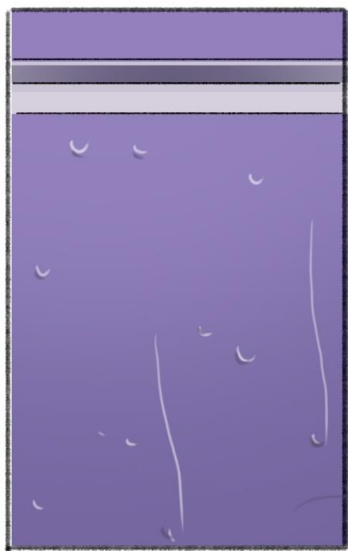
superaremos esto
juntos.

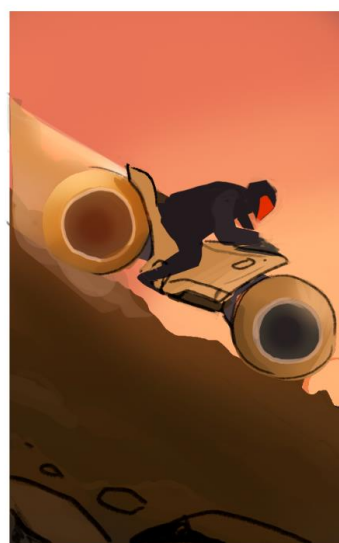
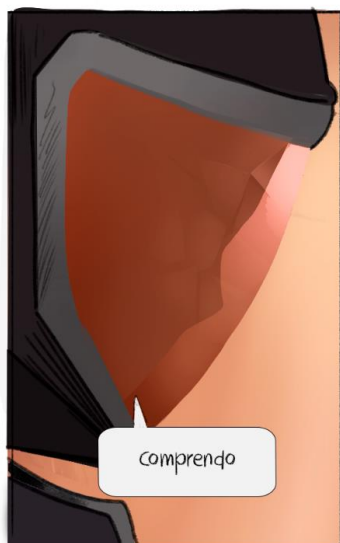
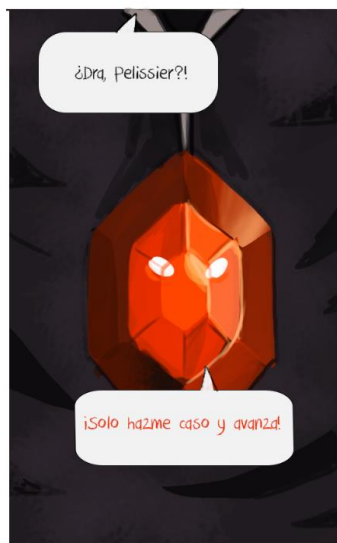
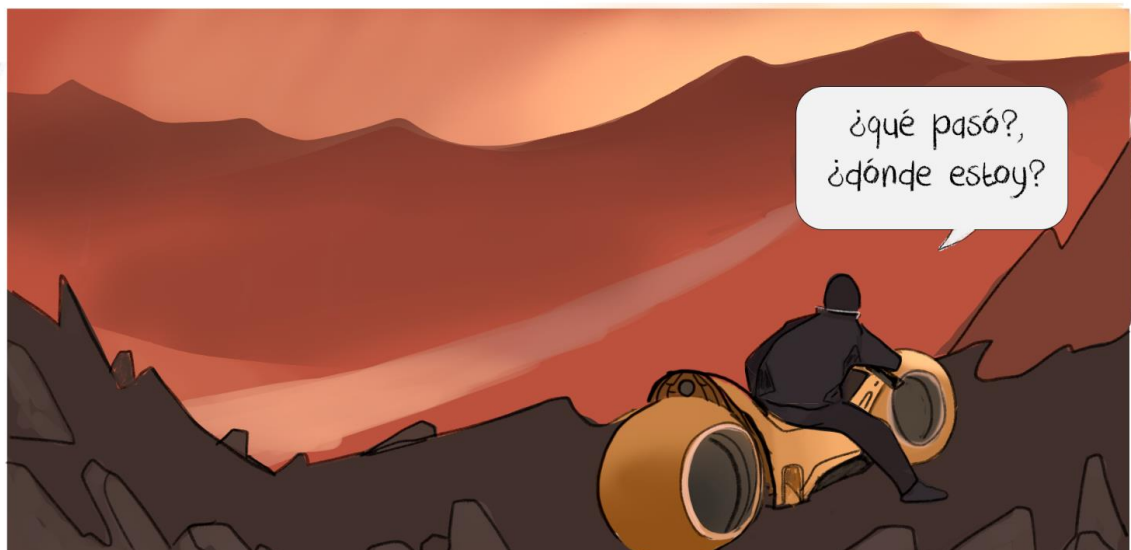


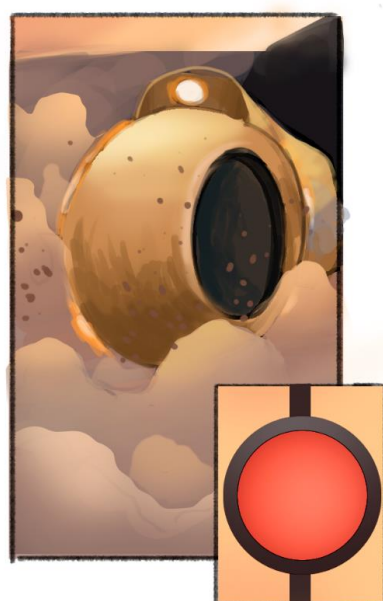
Tengo que irme ya,
mañana salgo
temprano a la U.
Descansa má'

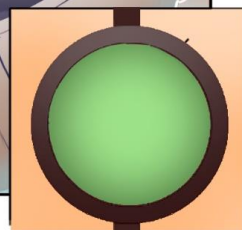
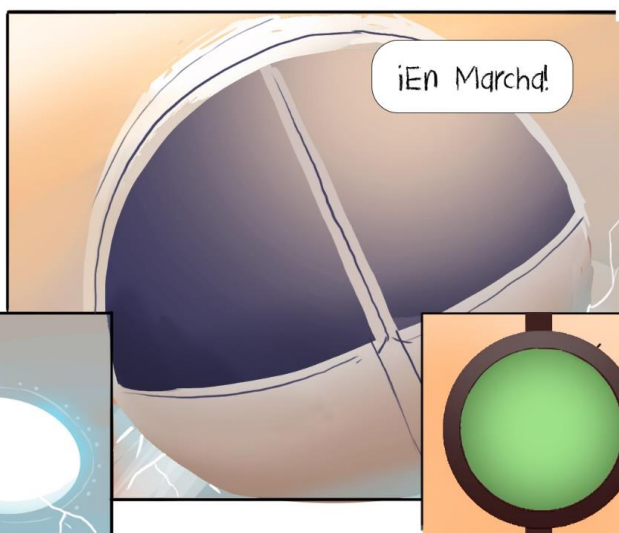


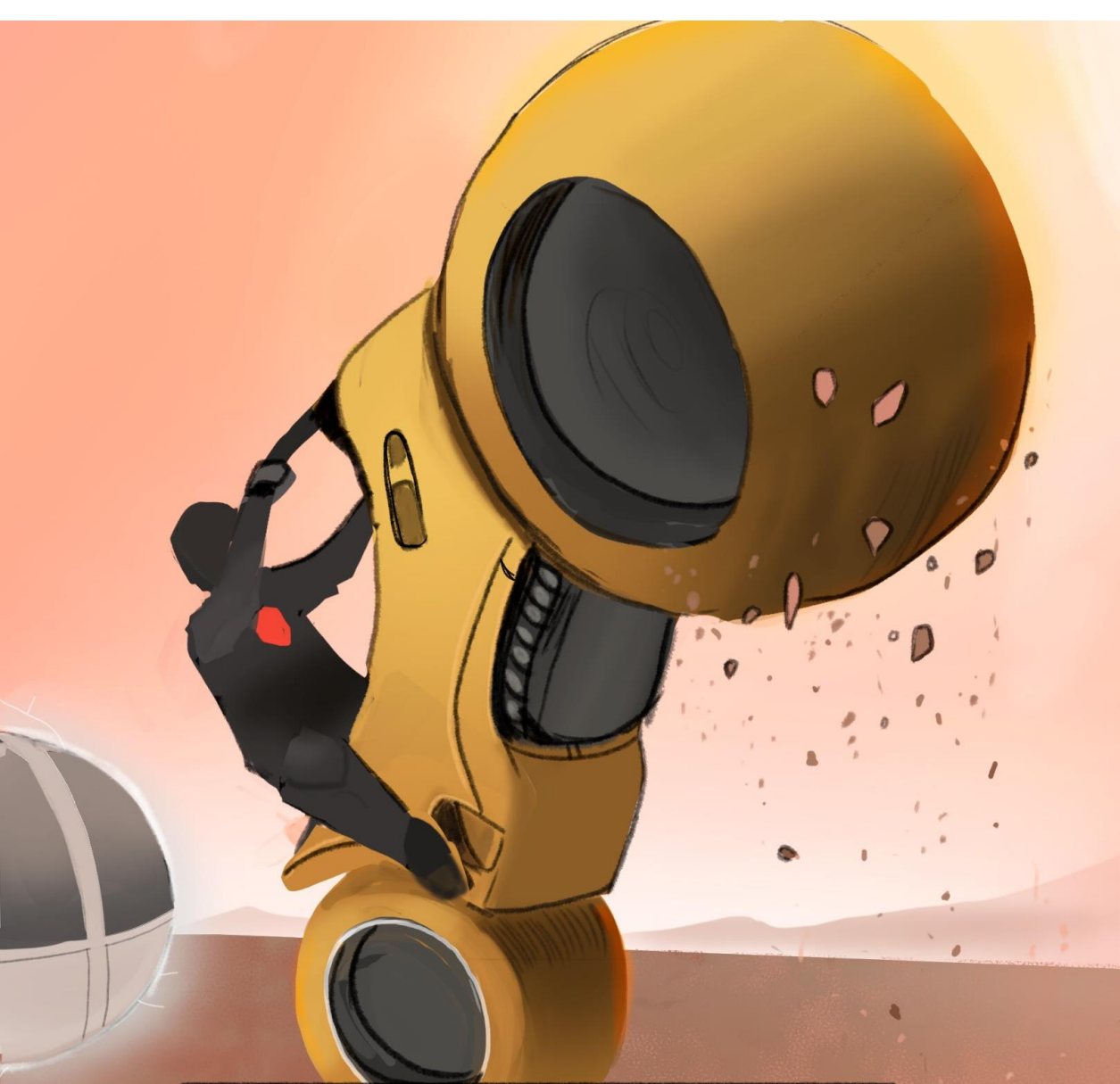
No le queda mucho tiempo,
debo
encontrar rápido una
respuesta

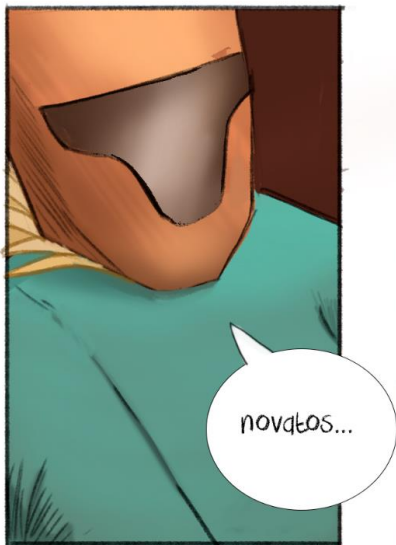
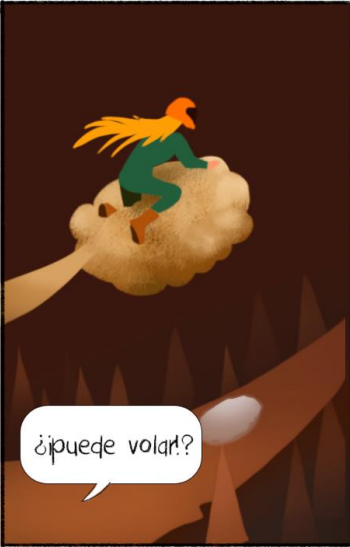














¿Qué está
pasando!?

Máxima potencia Jr.

¿Qué fue lo que le
pasó doctora?

Basicamente, esta ruta
no está hecha para ella

Fue aspirada hacia
otro lado, quizás la
volvamos a ver más
adelante

Hey, ¡espérennos!

No los pierdas de
vista Martín

Wow

Ácido Clorhídrico...
No lo toques

¡Entendido!



sigue avanzando
Martín, lo importante
es llegar



Shaaa, la voladita...

Ejem... sigo aquí...

Perdón profe.

¿Qué son todos
esos caminos?

Me estás...
Ya deberías saberlo a
estas alturas

Si, si era broma...

Llegamos...

Profe...

AAAAAAAAAAAAH!

¡PORFAVOR! ¡AYUDA!







Dra, un corredor!

Martín...
no es necesario.



Yo creo que si,
iré a hablar
con él

Quizás nos
heche una mano



Disculpa,
¿eres un competidor?



¿Un competidor?

Alguna vez lo fui...

He estado aquí eternamente...
puedes llamarme Hako.



Eternamente..

¿A qué te refieres con eso?

Los míos ya fueron
expulsados hace
mucho tiempo.
Si quieres continuar
en
la competencia, te
recomiendo
mantenerte alejado
de la luz



Eso verde es...

Copiado, gracias!



¿un trago querida?

no gracias.

¿qué era esa cosa verde?



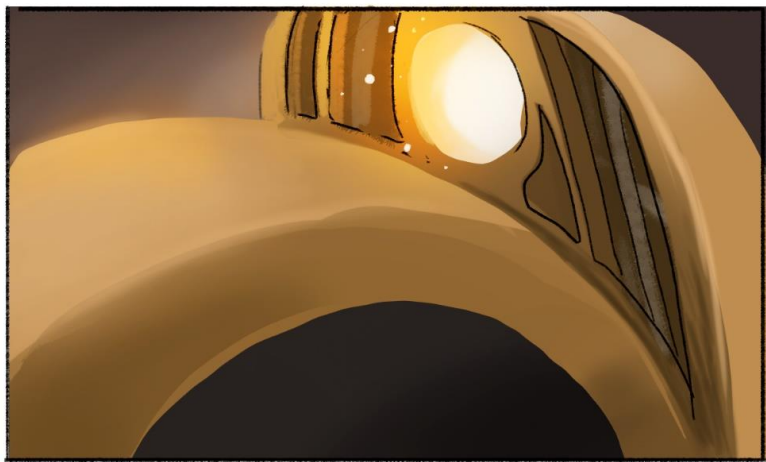
Gracias por el consejo
señor Hako.
Lo tendremos presente



Martín
es
hora de
seguir



No pensaba
quedarme
aquí a
beber esa
cosa con
ese viejo
rancio



A que se refería el
viejo con lo de la luz...



Posiblemente, a que si seguimos
la luz, jamás llegaremos a la meta.

Aún así... debemos encontrar
la forma de salir de aquí Mar...

Dra...



Esa luz?



Frena Martín!!



eso estuvo cerca..



pero la moto... se quedó
estancada en esta casa...



Profe! mire, están siendo
arrastrados por la luz

Debe...

No.



¿Ya se te olvidaron las palabras
de Hako?

Chico, ayúdame porfavor!

Si quieres salvar a tu madre, mantente
alejado de esto,
debes retroceder.

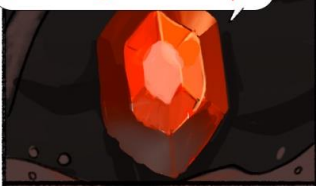


Desgraciado, me las pagarás.



Oh no... profe,
nos atrapa!

Perfecto! justo a tiempo



Espere, esto no tiene
sentido...



Maldición...
lo siento mamá







Dra.. no sé si agradecer o no
que su plan haya funcionado.



Despavila Martín...
ahora viene por nosotros

Corre!

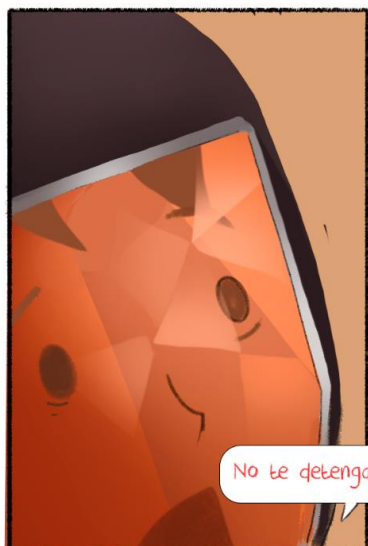


La carga, la llevo en la espalda...
¿cómo?

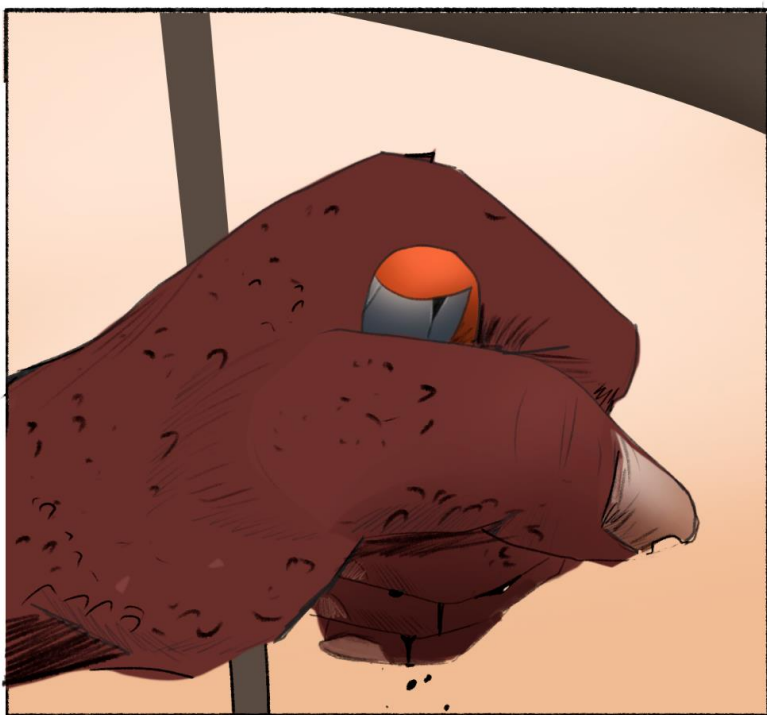
Siempre fuiste
uno con ella.

veo la meta!

Pues sigue
moviéndote

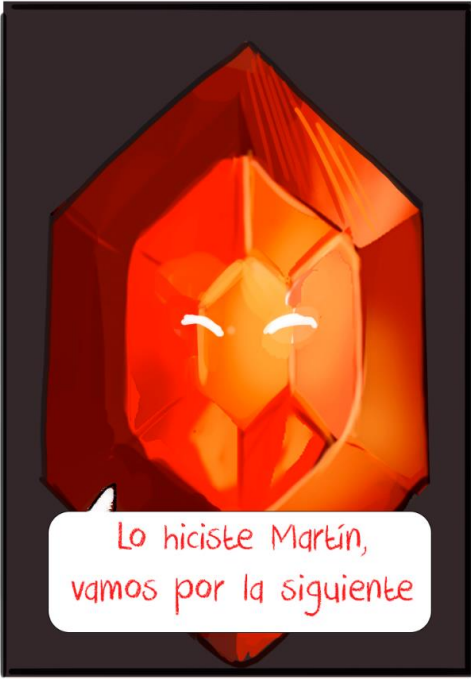


No te detengas!



Eh!?

Algunos tienen
ciertos privilegios



Capítulo 2: Distribución

"Proceso por el cual un fármaco es transportado desde el espacio intravascular hasta los tejidos y células del cuerpo"



Oh mi cabeza..
¿Cómo iré a la U así?





¿Qué fue todo eso,
habrá sido un sueño?



El niño, el viejo,
parecía tan real.



desde cuando me han
gustado las motos...

¿será una señal ?



Y la Dra, ¿por qué ella...?



Madre...
¿cómo estarás ahora?



Siento que estoy cerca
de encontrar la cura que necesitas

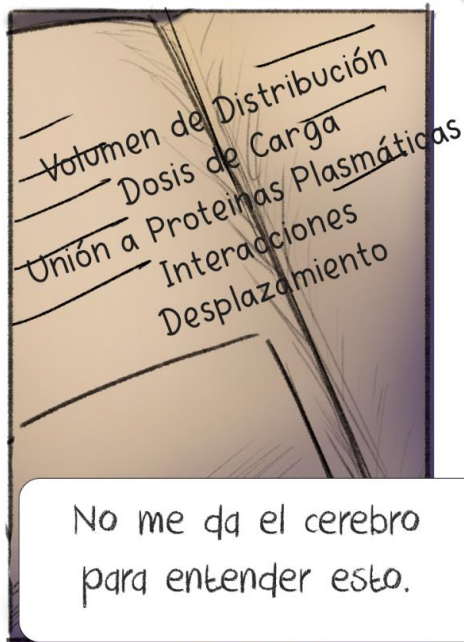


No te preocupes tanto por mi. Cuéntame sobre
ese examen... ¿pudiste apelar por la nota?



si madre, lo tengo
bajo control.

no te desgastes tanto



¿No te cansas de hacer lo mismo siempre?

Podrías por lo menos tomar un camino diferente la próxima vez me atrapas, ya me sé el camino de memoria.

Eh? volví?

Un segundo... Por qué no escucho los motores si voy tan rápido

Muévete!

cierra la boca Warfario



esto no es lo que esperaba..



CONCHE....



¿HMI?



¿Trajiste amigos idiota?



Nos vemos!

Lamento haberte usado como cojín.
cojín de piedras eso si.

¿Quién cargo
eres tú?

¿Te das cuenta de lo
que acabas de hacer

**DEJASTE ESCAPAR
AL WARFARIO!!**

Emm, nop. Soy un competidor,
has visto una moto amarilla?

¿War... qué?

ven conmigo, debemos encontrar a ese warfario

vale y luego me llevas a la meta?

veo que no le tomas el peso a lo que acaba de pasar..

Mira niño... los warfarios invaden estas tierras cada vez que sale el sol. Cosas terribles han ocurrido por culpa de ellos en el pasado.

Es el deber de la la legión evitar que se repita la historia.

Además, este lugar es peligroso, una extraña fuerza rodea estos bosques. No deberías atravesarlo solo.

¿a qué te refieres?

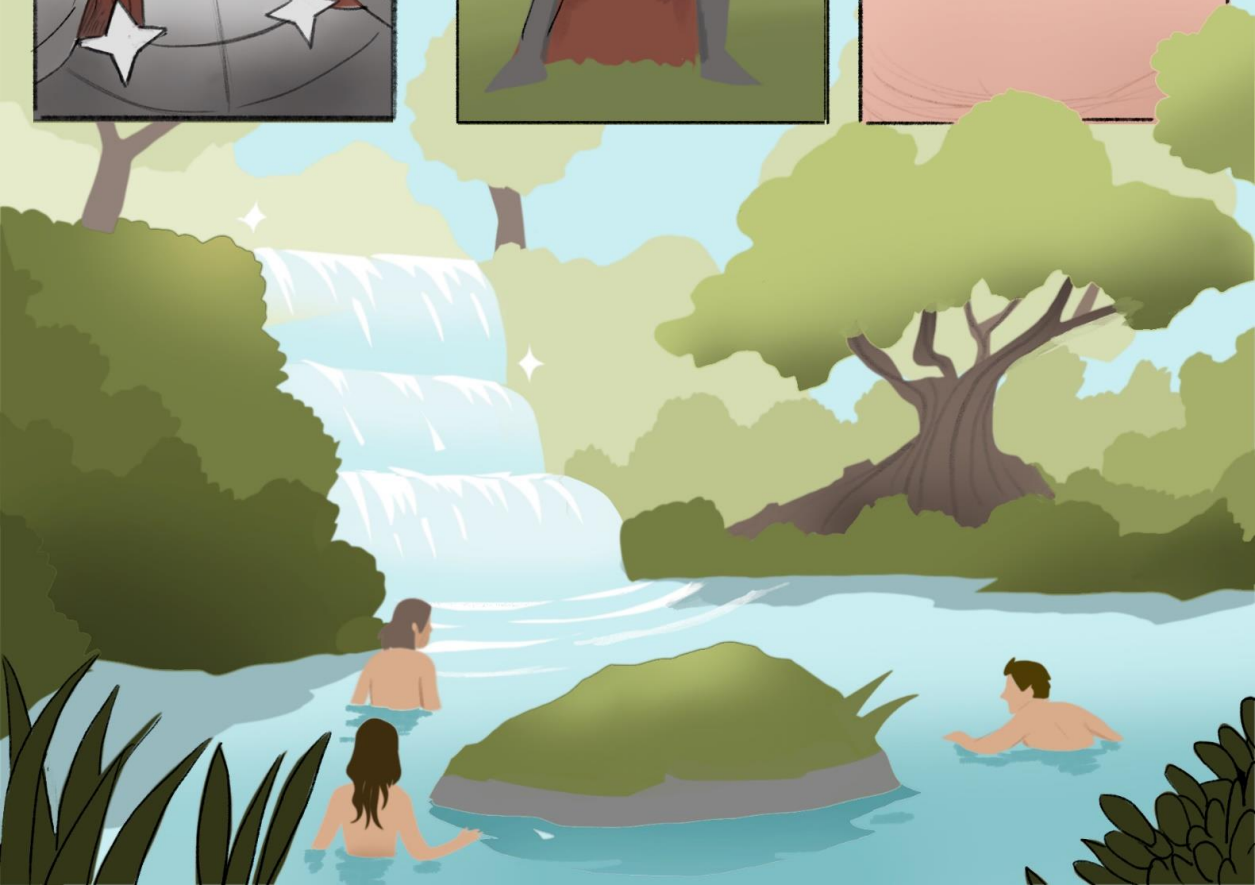
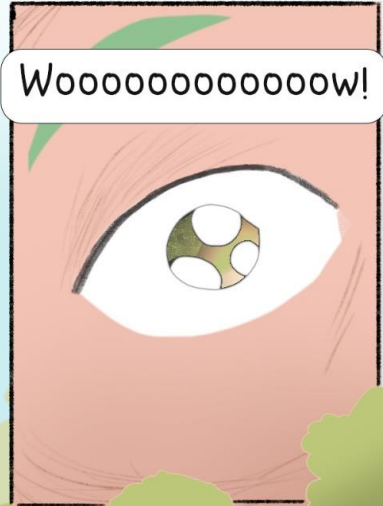
¿eh?

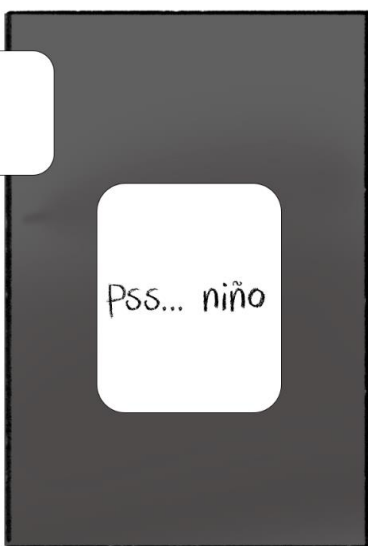
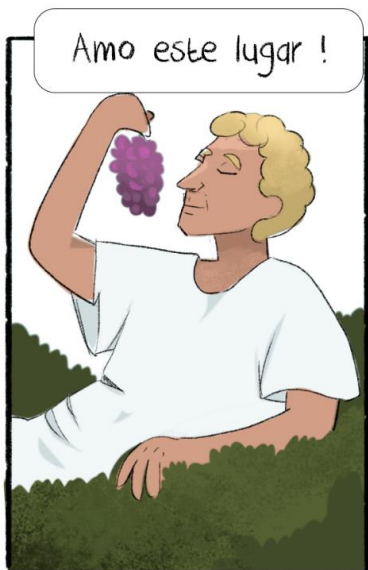
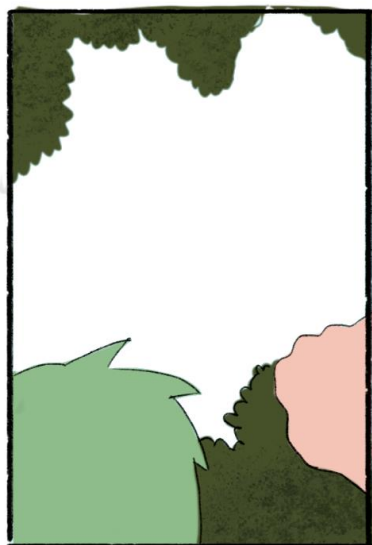
Si pierdes el sendero terminarás siendo uno con él





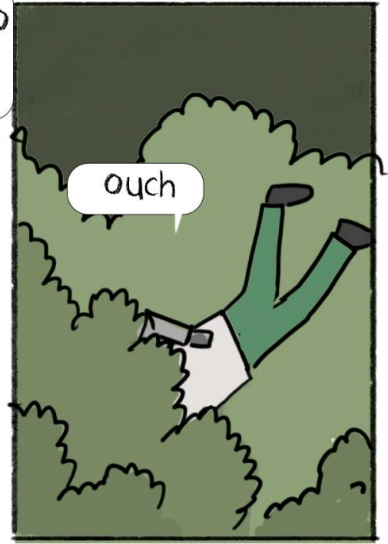
Y esa es la razón por la que nunca debes alejarte de mi niño







ya te dije que no quiero
beber cosa verde





¿Qué demonios
le pasó al oasis?

Nunca existió, fuiste seducido.

Ellos se desviaron de su propósito por la atracción que
sentían hacia este lugar. ¡No hacen el bien para nuestra
sociedad! ¡Son un peligro para nuestro mundo! Y tú
pudiste terminar como ellos.

Andando... y no te alejes de mí



¿Falta mucho? Siento
que llevamos horas
caminando.

Creo que empiezo a valorar
a los Warfarios... ellos, al
menos, no lloriqueaban
tanto como tú.



No tengo
muchas opciones...



Solo sigue
avanzando.

Me recuerdas
a alguien...



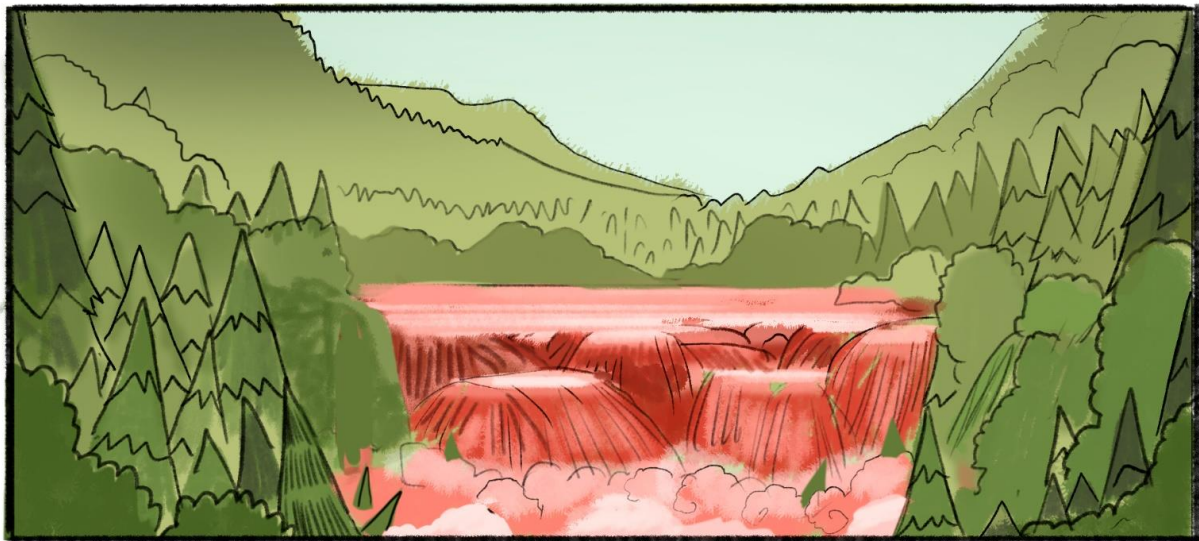
chico, acercate, quiero mostrarte algo



Mira lo que provocaste al dejar libre al warfario



emm, yo hice eso?



mierda, recuerdo haber visto eso en la clase de la dra Pelisser.



Esto pasa cuando personas como tú llegan aquí sin saber las consecuencias que pueden traer.

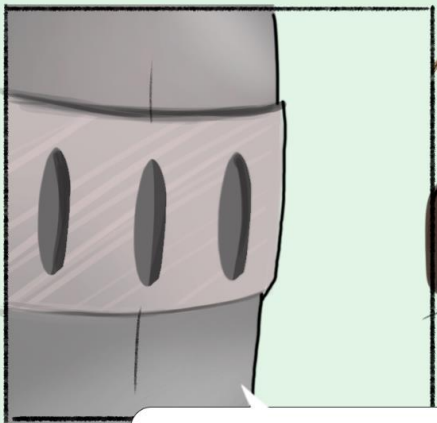


Regresemos y esta vez, mantente más cerca de mi.

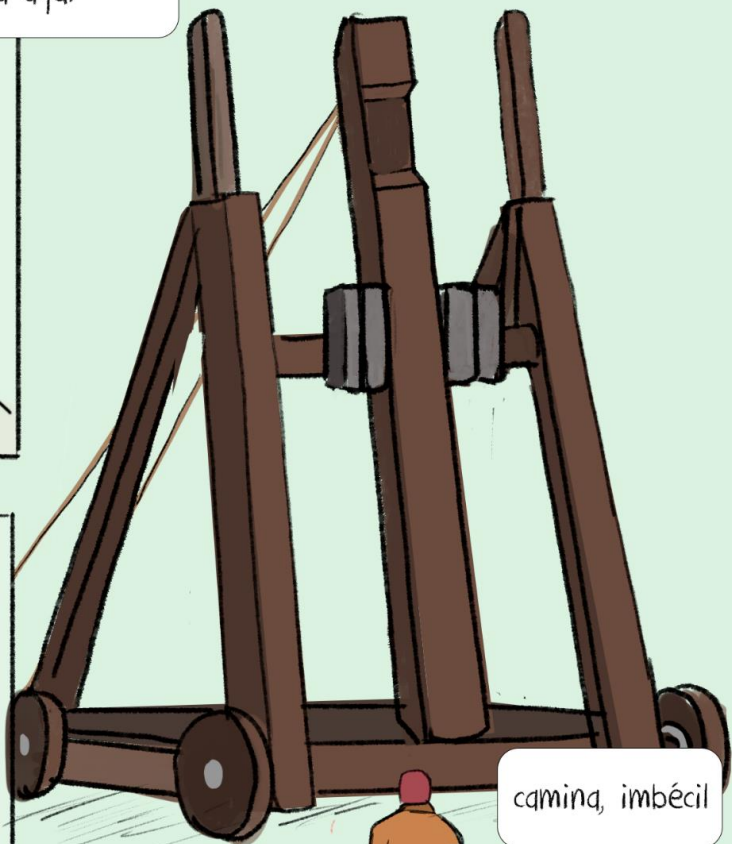
Te mostraré cómo suelen solucionar estos problemas aquí.



Sí, y utilizarán eso para eliminar todo lo que no pertenezca aquí



Hmm, un warfario, creo que lo reconozco...



camina, imbécil



Es hora, va a
comenzar



traga saliva



Por qué no lo entienden...
Solo queremos
ayudar



No es justo !!



Escoria,
piérdete.



Hasta pronto, amigo. Sin ti, los
días no serán iguales.



Hora de irnos
muchacho



¿Muchacho..??



Sir, ¿me pasará lo mismo?

...sigamos.



Ya casi llegamos



Llegamos a tu destino, niño. Este es el punto más alto al que podemos llegar.

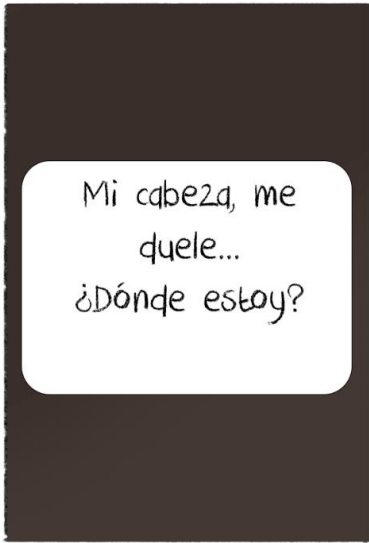
Sir...no estoy seguro, tengo un mal presentimiento.

Se lo que buscas, la respuesta está al otro lado.

continuará...

Capítulo 3: Eliminación

"Biotransformación + excreción"





Dra tengo miedo,
hay mucho que
perder

Tranquilo, te ayudaré
a recordar, debe haber algo que nos
sea útil

Pero solo puedo mostrarte lo que
ocurrió al salir de la puerta.



Empiezo a recordar!

Muchos de los compañeros
estaban con nosotros al otro
lado de la puerta, ahí pasaron
muchas cosas que no tengo
tiempo para explicar ahora...
pero fuimos emboscados a la
salida de esta.



Atrápen y
márquenlos a todos!



Esta vez no se
escaparán

Suéltame mierda, yo no
he hecho nada.



Empiezo a recordar, todos
ellos... estaban conmigo,
ayudando a mi madre.



Profesora, ellos me marcaron
también... y lo hicieron con todos
nosotros



Así es... Fueron bastante crueles, los
cazaron y ahora debemos buscar una
forma de salir de aquí.



Mantente ahí
bastardo



Por favor no...

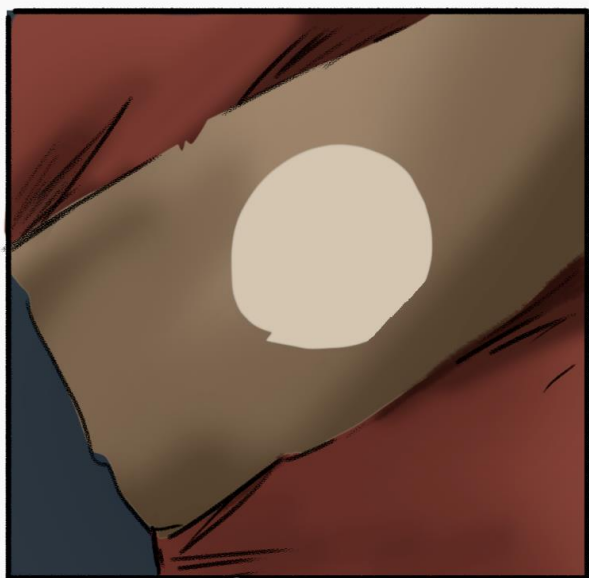




Márquenlo.



Ojalá mi ayuda haya sido suficiente.



Un momento... ahora que lo pienso, vi a alguien más al comenzar la carrera con la marca, ¿cómo es posible?

El niño, no estaba marcado pero el padre si. .. Entonces... lo trajo hasta aquí sabiendo el peligro.



¿para qué?



Tiempo sin vernos...



ve te hijo



Me aseguraré de que no vuelvas a escapar esta vez...



Y en cuanto a tu hijo... será alimento de perro

Tráiganme al niño!



Desgraciado!
Sobre mi cadáver!



Ellos... ¿también?



Todo lo que hicimos...
nada funcionó,
y ahora estamos siendo
masacrados



No te duermas, te reservamos
primera fila, para ver morir a tu hijo.

vive...



Te tengo enand!









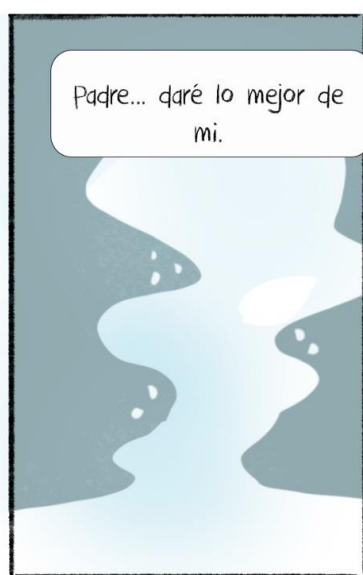
Mi Señor... órdenes!?



El niño es uno de ellos...



que no escape!



Padre... daré lo mejor de mi.



A dónde se fue?

¿Qué fue eso?

Ese pendejo casi
me mata también





esa cosa, terminó por quitarnos toda esperanza, ¿qué era?

eso... debió ser el Herborio de San Juan.



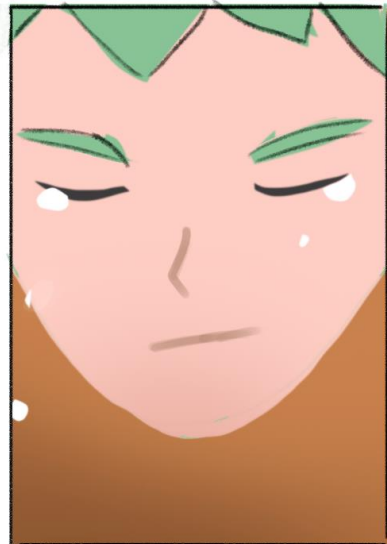
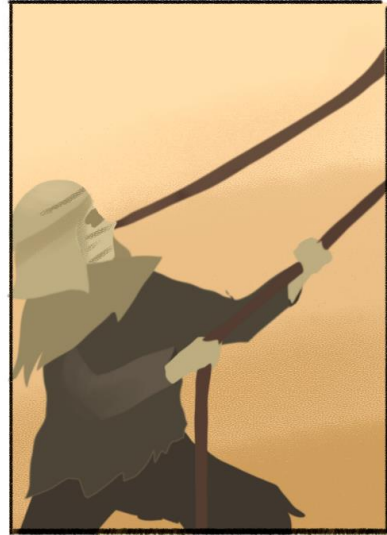
es muy fuerte... y capaz de reclutar a otros higaros para su cometido.



Llegaste lejos chico...

¿Creíste que eras especial?
Llévenselo.





...vivo



Él es... la respuesta
que estoy buscando.

Continuará...



The end.

Créditos

Martin starring as "Todo estudiante estresado por Farmacología"



"La Madre" starring as la madre



Dra. Pelissier starring as profesora/mentora

El padre del Niño starring as el padre del niño



El niño starring as profármaco

Corredora en la nube n. 1 starring as fármaco administrado por vía inhalatoria



Corredor n. 2 (muere en ácido) starring as fármaco que no aguantó el pH estomacal



Corredor n. 3 (absorbido por intestino) starring as fármaco absorbido por intestino



Viejo Hako starring as circulación entero hepática

Corredor n. 4 y n. 5 (excretados por recto) starring as fármacos no absorbidos que se fueron por las heces

Créditos

El doctor tenebroso starring as doctor tenebroso



La Parka starring as la parka



Dragón starring as primer paso hepático

Corredor n. 6 (llega a la meta directo) starring as fármaco administrado por la vía endovenosa



Warfarios starring as Warfarina (u otros anticoagulantes orales)

Sir Albuminon starring as proteína plasmática



Extras en el Oasis starring as fármacos lipofílicos acumulándose

Hígaros starring as enzimas hepáticas



Rey de los Hígaros starring as CYP450

Hombre rubio que congela hígaros starring as inhibidor enzimático



Herborio de San Juan starring as Hierba de San Juan (inductor enzimático)

Checklist

¿Cuántas referencias lograste encontrar?

- Fácil
- Medio
- Difícil

ABSORCIÓN

- Libro Guía de Farmacología (Goodman y Gillman)
- Inicio de carrera en cavidad oral
- Diversas formas farmacéuticas
- Excipientes de las formas farmacéuticas
- Vía de administración endovenosa
- Tracto digestivo (boca → esófago → estómago → intestino → hígado → sangre)
- Vía de administración inhalatoria
- Primer paso hepático
- Bilis
- Presencia de vía biliar y venas hemorroidales
- Degradación de principio activo por pH estomacal
- Circulación enterohepática
- Circulación general (la meta)

DISTRIBUCIÓN

- Anticoagulante oral e interacción a nivel de UPP
- Personaje que representa proteína plasmática → Sir Albuminon
- Afinidad por los tejidos
- Concepto de acumulación de fármacos liposolubles
- Aumento de efecto anticoagulante → Warfarinos
- Barrera hematoencefálica
- Sistema nervioso central

BIOTRANSFORMACIÓN + EXCRECIÓN

- Metabolización enzimática
- Fase I o II de metabolización → Hígaros marcan a gente para sacarlos
- Profármaco activado por metabolismo
- Inducción enzimática → Herborio de San Juan
- Inhibición enzimática → Hombre rubio que congela Hígaros
- Excreción

Anexo de Explicaciones

Absorción

p.1-p.2

En las primeras dos páginas vemos a Martín sufriendo por su madre, quien no responde a las terapias farmacológicas y se encuentra gravemente enferma. Con miedo, pero también con esperanza, Martín decide intentar ayudarla. Para ello, toma una gran decisión: estudiar Farmacología. En la última viñeta de la página 2 aparece uno de los libros guía del ramo, el legendario Goodman y Gilman, marcando el inicio de su aventura por comprender cómo actúan los fármacos y cómo podrían salvar vidas.

p.3

Aquí ya podemos ver que incluso aparece la Dra. Pelissier, nuestra profesora de Farmacología, quien ha formado a muchas generaciones de dentistas en esta área. Su presencia marca el inicio del viaje de Martín hacia el fascinante mundo de los fármacos.

En la cuarta viñeta, algo llama la atención: ¡el vehículo de Martín parece tener algo farmacológico! ¿Será acaso un principio activo o una forma farmacéutica lista para la acción? El misterio recién comienza...

p.4

Martín decidió estudiar farmacocinética para comprender cómo podría ayudar a su madre. En esta página lo vemos al mando de su vehículo, listo para competir en una gran carrera. Pero no es una carrera cualquiera: ¡esta representa el proceso de absorción de los fármacos.

Todo comienza en un lugar muy particular: la boca del dragón. ¿Por qué ahí? Porque esta carrera simboliza el recorrido de un medicamento administrado por vía oral. Si miramos con atención, veremos que los otros competidores tienen formas curiosas... ¡parecen comprimidos y cápsulas!

p.5

Aquí conocemos a dos nuevos competidores, los intrépidos pilotos que van dentro de la cápsula. El papá del niño está nervioso: esta vez quieren lograr lo imposible... ¡ganar la carrera! Pero, si esta carrera representa la absorción, ¿qué significa realmente ganar? Exacto: llegar a la circulación sistémica.

¿Qué habrá pasado antes con estos corredores? ¿Fueron administrados, pero nunca llegaron a la meta? ¿Se perdieron en el camino? Mmm... ¡eso suena a pérdida pre-sistémica!

Además, el niño grita con entusiasmo: "¡Excipientes cargados y listos!". Y claro, es un recordatorio de que las formas farmacéuticas no solo llevan el principio activo, sino también excipientes, que, aunque no tienen efecto terapéutico, les dan sabor, textura y consistencia a nuestros fármacos!

Anexo de Explicaciones

Absorción

p.7

¡Comienza la carrera! Ya estamos dentro de la boca del dragón, el punto de partida de esta gran aventura farmacocinética. En la segunda viñeta vemos unas rocas afiladas... ¡pero cuidado! ¡Son los dientes! Cuando indicamos medicamentos a nuestros pacientes, siempre recordamos: no deben morder los comprimidos ni las cápsulas, porque eso puede alterar su liberación y afectar su absorción (en la mayoría de los casos). De pronto, un competidor aparece en una nube. Entró por la misma boca del dragón, pero... ¿qué forma farmacéutica vija por el aire como una nube? Exacto: la vía inhalatoria, con formas diseñadas para ser absorbidas por a nivel pulmonar y lograr un efecto sistémico o local.

Y para los más atentos, hay una referencia nostálgica:

"¡Yo también soy de corazón puro!" — Gokú y su nube voladora (Dragon Ball Z).

p.8

La competidora que vija en la nube decide tomar otro camino. ¿Cuál será? En la parte posterior de la cavidad oral, el trayecto se bifurca en dos caminos: uno lleva al esófago, que conduce hacia el estómago e intestino, y el otro a la tráquea, que lleva directo a los pulmones. Como esta competidora representa un fármaco de uso inhalatorio, elige naturalmente la ruta respiratoria, a diferencia de los otros corredores que continuarán por el sistema gastrointestinal. Cada camino tiene su propio destino... y su propio mecanismo de absorción.

p.9

¡Seguimos avanzando! Ahora Martín y los competidores se internan en el esófago, dejando atrás la boca. De pronto, frente a ellos aparece una gran compuerta circular que se abre y se cierra... ¡Es el esfínter esofágico inferior! Al cruzarlo, los espera un nuevo escenario: el estómago. Pero... ¿qué son esos pozos verdes burbujeantes? ¡Exacto! Son los jugos gástricos, un ambiente ácido donde comienza la verdadera prueba para nuestros fármacos.

p.10

¡El ambiente se vuelve peligroso! Nuestros protagonistas comienzan a ser atacados por el ácido clorhídrico (HCl) del estómago. Incluso uno de los competidores muere. Este fenómeno representa la pérdida presistémica, un proceso en el que parte del principio activo se degrada antes de llegar a la circulación sistémica. Aunque la degradación en el estómago no es la causa más importante, sí contribuye a esta pérdida. Y aquí viene la gran pregunta: ¿Cuál es la causa número uno de pérdida presistémica en los fármacos administrados por vía oral?

(Spoiler... ¡la veremos más adelante en la historia!)

Anexo de Explicaciones

Absorción

p.11-p.12

¡Nuestros protagonistas lograron atravesar el estómago!

Es momento de recordar un poco de anatomía: ¿qué viene después del estómago? ¡Así es, el intestino! En este cómic está representado como un gran laberinto lleno de caminos misteriosos. Uno de ellos lleva directo al inicio del intestino delgado, el duodeno. Pero si miramos bien, hay otros trayectos curiosos...

Abajo a la derecha vemos un camino verdoso que también desemboca en el duodeno. ¡Es la vía biliar! Reconocible por su color verde y por su papel en la eliminación de algunos fármacos. Más adelante, incluso veremos otra referencia a ella... (spoiler alert!)

Al fondo aparecen dos caminos más, que vienen desde el final del intestino. Esta referencia es más difícil, pero los más atentos lo notarán: el recto.

Aquí se ven unas venas, las hemorroidales (superiores, medias e inferiores). Si un fármaco se administra por vía rectal, puede evitar parte del primer paso hepático, aunque no por completo.

Las venas hemorroidales medias e inferiores (las que se representan en el cómic) van directo a la circulación sistémica, mientras que las superiores no logran esquivar el hígado.

En medio de todo esto, uno de los competidores queda atrapado en el intestino.

¡Pero la Dra. Pelissier sonríe! Porque, en realidad, eso es justo lo que Martín debe lograr.

¿Por qué? Porque la meta en esta parte de la carrera es precisamente ser absorbido por el intestino, para continuar su recorrido y llegar finalmente a la circulación general.

p.13

Martín sigue perdido en el laberinto intestinal, dando vueltas sin rumbo... hasta que se topa con un viejo competidor. El anciano le cuenta que lleva eternamente atrapado ahí, dentro del cuerpo. Pero... ¿cómo puede un fármaco permanecer tanto tiempo circulando? ¿Y por qué tiene en la mano un frasco verde de bilis?

¡Exacto! Este personaje representa un fármaco con circulación enterohepática.

En este fenómeno, los fármacos son metabolizados y conjugados en el hígado, luego excretados por la vía biliar hacia el intestino para ser eliminados con las heces.

Pero aquí ocurre algo fascinante: la microbiota intestinal puede desconjugar esos compuestos gracias a sus enzimas. Cuando esto pasa, el fármaco vuelve a absorberse, repitiendo el ciclo una y otra vez, prolongando su vida media.

Por eso el viejo suspira: "Llevo aquí toda la vida..." — ¡porque siempre regresa!

Antes de despedirse, el anciano le advierte a Martín:

"Si quieres seguir en la carrera y llegar a la meta... ¡no vayas hacia la luz!"

¿A qué se refiere? Si imaginamos que estamos dentro del intestino, la "luz" al final es el recto. Y si un fármaco llega hasta allí y sale por las heces, ¡queda fuera del cuerpo!

Dato freak: el viejo se llama Hako, en homenaje a los ACO (Anticonceptivos Orales). Estos fármacos también tienen circulación enterohepática, algo muy importante recordar cuando prescribimos antibióticos, ya que pueden interferir en este ciclo

Anexo de Explicaciones

Absorción

p.15

Martín sigue avanzando por el intestino, pero el terreno empieza a cambiar... el suelo se vuelve lodoso y espeso. ¡Ups! ¡No es barro... son heces! Al fondo se ve una luz brillante, la misma de la que hablaba el viejo Hako. Los competidores que avanzan hacia esa luz están siendo eliminados del cuerpo, junto con las heces. Al otro lado, seguramente los espera el agua del *toilet*... Pero justo antes de llegar allí, Martín es atrapado por unos tentáculos que surgen de las paredes intestinales —los mismos que vimos antes con el primer competidor en el laberinto. ¡No es la luz la que se lo lleva! Martín siente miedo, pero la Dra. Pelissier aparece y le dice con calma: "¡Lo lograste, Martín! ¡Estás siendo absorbido!" Así es: Finalmente Martín logra ser absorbido por el intestino, continuando su vigie por el cuerpo y avanzando un paso más en la gran carrera farmacocinética.

p.16

Sin embargo, Martín sufre. No entiende por qué la doctora celebra que haya sido atrapado y absorbido por esos tentáculos... para él, solo siente que está desapareciendo y fallándole a su madre al no finalizar la carrera. Mientras su cuerpo es absorbido, Martín cierra los ojos y cae en un profundo sueño. En este sueño vuelve a ver su madre. Ella parece débil, y una figura oscura -La Parca- se acerca lentamente para llevársela.

p.17- p.18

Martín está despertando del sueño. Vemos un gran dragón comiéndose a uno de los competidores.

p.19

¿Qué zona será esta? La meta está cerca, pero un enorme dragón bloquea el camino. ¿Cuáles el último paso antes de llegar a la circulación general en los fármacos administrados por vía oral? ¡Así es, el hígado! Aquí, el hígado metaboliza gran parte de los fármacos administrados por vía oral, destruyendo a muchos de los corredores en el proceso. ¡Este es el principal factor de pérdida presistémica!

Pero no todo está perdido: Martín, junto a otros competidores —incluido el padre con su hijo dentro de la cápsula—, logran sobrevivir al dragón y salir victoriosos, alcanzando finalmente la meta: la circulación sistémica.

Mientras tanto, desde el cielo, algunos competidores caen directamente a la meta, sin haber enfrentado ninguno de los peligros del recorrido.

¿Quiénes serán?

¡Exacto! Son los fármacos administrados por vía parenteral, que ingresan directamente a la circulación, evitando toda esta travesía por el aparato digestivo.

Anexo de Explicaciones

Distribución

p.4

Al avanzar a una nueva zona, Martín se topa con *Warfario*, un personaje peculiar inspirado en la Warfarina. Warfario no vigia solo: va firmemente sujetado por un imponente caballero, una proteína plasmática, que lo mantiene a su lado casi todo el tiempo.

p.5

De repente, Martín pierde el equilibrio y cae al vacío, aterrizando justo sobre el caballero y sobre Warfario. El impacto es tan fuerte que los desancla, permitiendo que Warfario quede libre. Al darse cuenta de lo ocurrido, el caballero entra en pánico. Está furioso y preocupado, porque sabe muy bien lo que esto significa: si Warfario queda libre en grandes cantidades, puede desencadenar un problema enorme dentro del organismo.

Así, Martín aprende que cuando un fármaco muy unido a proteínas plasmáticas (como Warfario) se libera de golpe, puede aumentar súbitamente su fracción activa y provocar efectos indeseados... un verdadero peligro dentro de la circulación.

p.6

Tras recuperar el aliento, ambos comprenden la gravedad de la situación y deciden iniciar la búsqueda de Warfario, pues dejarlo suelto representa un verdadero peligro para el organismo.

Mientras avanzan, el caballero le advierte a Martín sobre una fuerza misteriosa que podría atraparlos a él también, dejándolo "prisionero", tal como lo estaba Warfario. Esta fuerza es la afinidad de los fármacos por las proteínas plasmáticas, una especie de magnetismo que determina qué tan fuerte se unen y cuánto tiempo permanecen retenidos.

Martín entiende que en esta etapa de la distribución, la afinidad no es solo un detalle técnico... sino una poderosa influencia que puede cambiar por completo el destino de cualquier vigiero dentro de la circulación.

p.7-p.8-p.9-p.10

De pronto, Martín se detiene en seco. Sus ojos se abren, como si algo invisible lo estuviera llamando. Sin poder evitarlo, comienza a sentirse hipnotizado, atraído por una fuerza irresistible hacia una zona luminosa. A lo lejos ve a varias personas descansando plácidamente, como si estuvieran en un auténtico paraíso. Aquella atracción representa cómo ciertos fármacos son llevados preferentemente hacia tejidos específicos.

Sin darse cuenta, se desvía del camino, dejando atrás al caballero. Éste, al mirar a su alrededor, nota que Martín ya no está a su lado y entra en alerta: lo ha perdido.

Martín finalmente sale del trance y se da cuenta de que está completamente fuera de ruta. Confundido, decide retroceder hasta que, por fin, logra reencontrarse con el caballero. El caballero, entre preocupado y regañón, le explica lo ocurrido: Martín había llegado al tejido adiposo, un sitio que puede atraer a ciertos fármacos como si fuera un oasis irresistible. Allí pueden quedar "retenidos" por largos periodos debido a su afinidad por la grasa.

Con esta advertencia, Martín entiende que durante la distribución debe mantenerse alerta: algunos tejidos pueden seducirlo y desviarlo de su misión dentro del organismo.

Anexo de Explicaciones

Distribución

p.11-p.12-p.13

El caballero toma a Martín del brazo y lo conduce hacia una elevación cercana. Cuando llegan a la cima, Martín queda paralizado: frente a ellos se despliega una enorme cascada roja, cayendo con fuerza como un río vivo teñido de sangre.

El caballero le explica que el lo provocó, que cuando Warfario quedó libre, su acción anticoagulante aumentó de golpe. Por eso se desató este desastre. Martín traga saliva; ahora comprende la magnitud del peligro.

—ven, —dice el caballero— *te mostraré cómo arreglamos estos problemas.*

Camina con decisión, y Martín lo sigue hasta llegar a una explanada donde se alza una gigantesca catapulta. El caballero le comenta que con ella, los "Hígaros" (enzimas) se encargan de eliminar a todo lo que no pertenece a su territorio.

Martín observa la catapulta con asombro, entendiendo que ha llegado al territorio encargado de la eliminación: el mecanismo final que decide qué se queda y qué debe ser expulsado del cuerpo.

p.14

Justo en ese momento, un Warfario está a punto de ser eliminado. Se lo ve agitado, intentando explicar que no es malo —y es cierto: los fármacos no son malos por naturaleza—, pero los Warfarios en exceso representan un gran peligro para el organismo. Sin más demora, los guardianes lo colocan en la catapulta y lo lanzan fuera del sistema, completando el proceso de eliminación.

El caballero y Martín observan cómo desaparece en la distancia y, en silencio, se despiden, entendiendo que la expulsión no es un castigo, sino una medida necesaria para restablecer el equilibrio.

p.15

A Martín le surge una duda angustiante: ¿le ocurrirá lo mismo a él? Mira al caballero en busca de una respuesta, pero éste simplemente guarda silencio y continúa caminando. En el fondo, ambos saben la verdad, aunque ninguno la diga. Finalmente, llegan hasta una gran puerta. El caballero se detiene frente a ella y señala el umbral. Explica que este es el punto más lejano al que pueden acompañarlo, el que hace referencia a la barrera hematoencefálica y que al cruzar encontrará aquello que necesita para continuar su misión.

Martín respira hondo. El caballero da un paso atrás, sabiendo que su papel termina aquí, y Martín se prepara para enfrentar lo que venga detrás de la puerta.

Anexo de Explicaciones

Eliminación (Biotransformación + Excreción)

p.1

Martín no recuerda nada de lo que ocurrió después de cruzar la puerta. Solo sabe que, de repente, despierta amarrado en la catapulta, confundido y desorientado.

A su lado aparece la Dra. Pelissier, observándolo con calma. Le explica que, detrás de la puerta, atravesó una zona compleja y delicada: el sistema nervioso central, donde tuvieron lugar procesos fundamentales de farmacodinamia.

Martín apenas puede procesarlo. La doctora le asegura que ella está allí para ayudarlo a refrescar su memoria y comprender todo lo que sucedió dentro de ese territorio misterioso.

p.2-p.3-p.4-p.5

La Dra. Pelissier le cuenta que, al salir de la gran puerta, fueron emboscados: habían abandonado el territorio blanco del sistema nervioso central y, de forma natural —tal como hacen los fármacos—, volvieron a la sangre para continuar su recorrido.

En ese tránsito, comenzaron a metabolizarlos, y es justo ahí donde la memoria de Martín empieza a volver, fragmentada pero reconocible.

p.6-p.7

Poco a poco, las imágenes vuelven a su mente: la masacre. Ahora comprende que no fue una batalla cualquiera, sino la representación del metabolismo hepático, donde gran parte de los fármacos son destruidos o modificados antes de poder ejercer su efecto. Recuerda que, al cruzar la puerta del tejido blanco (SNC), lograron llegar hasta su receptor, cumpliendo todo lo que un fármaco debe hacer para producir un efecto. Intentaron todo. Siguieron el camino completo. Pero, aun así, no funcionó. No hubo efecto clínico.

p.8-p.9

El momento en que el niño que vigila con ellos es alcanzado por los Hígaros, pero no es destruido como otros corredores. En cambio, comienza a transformarse. Su cuerpo emite destellos, su forma se vuelve más definida, casi luminosa. Martín recuerda cómo todos se quedaron mirando: el niño estaba volviéndose brillante, como si despertara una versión más activa de sí mismo.

Y entonces lo comprendió: aquello no era un final, sino un inicio. El niño era un profármaco, una sustancia inactiva que necesita ser metabolizada para adquirir su forma activa.

p.10

Los Hígaros se dan cuenta que el niño es "uno de ellos" y que no pueden hacer nada al respecto.

p.11

Aparece en la mente de Martín, la imagen de otro competidor: uno que, en medio del caos de los Hígaros, repetía con voz firme "¡Sigue congelándolo!". A diferencia de los demás, este competidor no estaba huyendo: estaba interfiriendo. Cada vez que un Hígaro intentaba actuar, él lo tocaba y lo inmovilizado. Este personaje es un inhibidor enzimático: un principio activo capaz de bloquear la acción de las enzimas del hígado, "congelándolas" e impidiendo que metabolizaran a otros fármacos.

Anexo de Explicaciones

Eliminación (Biotransformación + Excreción)

p.12-p.13

De la nada aparece Herborio de San Juan, un monstruo enorme cubierto de hojas y raíces brillantes. Su presencia alteraba por completo el ambiente.

A diferencia del competidor que congelaba a los Hígaros, este ser hacía lo contrario: los multiplicaba. Cada vez que rugía, nuevos Hígaros aparecían desde todos los rincones, convocados como si obedecieran a una fuerza superior.

p.14-p.15

Los Hígaros se llevan a Martín a la catapulta, debido a que ya se encuentra muy debilitado. Ahí, la dra. Pelissier le pide disculpas, cuando de pronto le dice que mire, que no todo está perdido.

p.16

Mientras todo esto ocurre, Martín nota algo sorprendente: el niño sigue vivo.

Pero ya no es el mismo que había entrado a la cápsula junto a su padre. Ahora está en un estado distinto, brillante, transformado... activado. El profármaco que antes no podía ayudar a nadie porque aún no estaba en su forma funcional, finalmente ha adquirido su verdadero potencial.

Martín recuerda que el niño los acompañó hasta el SNC, pero en ese momento no estaba activado, por lo que no pudo ejercer ningún efecto clínico. Ahora sí está listo. ¿Podrán lograr llegar de manera exitosa al sistema nervioso central...?

¿Qué harías si la persona que más amas deja de mejorar... y nadie sabe por qué?

La madre de Martín ha caído gravemente enferma. Los tratamientos no surten efecto y, entre diagnósticos inciertos y medicamentos que no parecen funcionar, su hijo decide hacer lo impensado: estudiar Farmacología, ese ramo que siempre consideró una pesadilla.

Pero algo inesperado ocurre. Martín es transportado a mundos fantásticos, cada uno inspirado en un proceso de la farmacocinética: la absorción, la distribución y la eliminación. En cada uno deberá enfrentar sus propias reglas, desafíos y criaturas, mientras comprende cómo vigjan y actúan los medicamentos dentro del cuerpo.

Acompañado de personajes sorprendentes —y guiado por la Dra. Pelissier—, Martín descubre que entender la ciencia detrás de los fármacos puede ser tan épico como cualquier aventura... y quizás la única posibilidad real de salvar a su madre.

¿Será suficiente su esfuerzo?

¿Puede el conocimiento cambiar su destino?

FarmaComics es un viaje que une ciencia y narrativa para acercar la farmacocinética a estudiantes y lectores curiosos, transformando conceptos complejos en una épica historia.