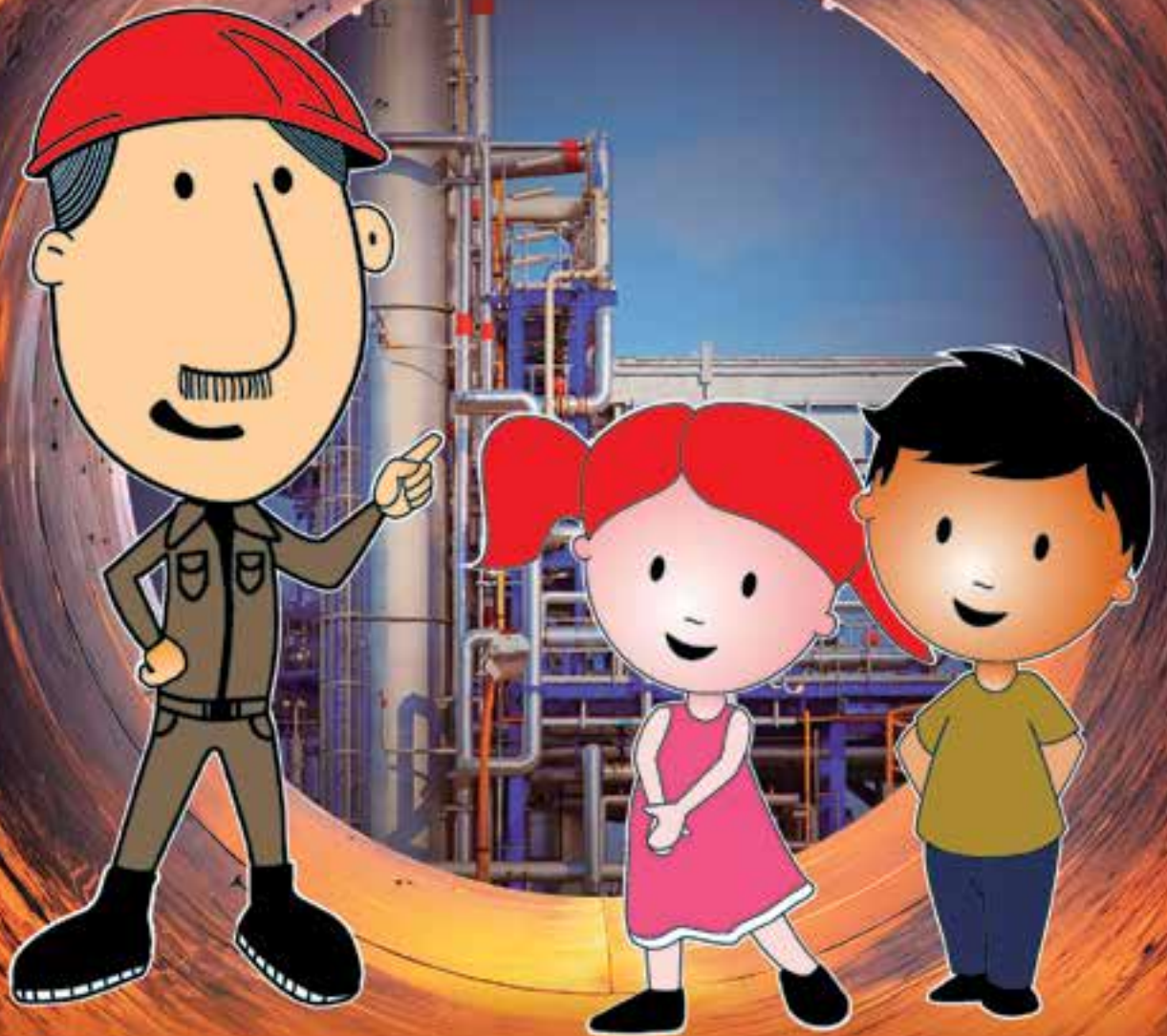




INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO

El fascinante mundo **de la transformación industrial del petróleo**

Miguel Ángel Aguilar Ramírez





El fascinante mundo
de la transformación
industrial del petróleo

Miguel Ángel Aguilar Ramírez



México

Diseño:

Berenice Miranda Vadillo

Arte e ilustraciones:

Irán Yamil Meléndez López

Se agradece la asesoría y supervisión de:

Mtro. Florentino Murrieta Guevara

Mtra. Claudia de la Paz Zavala

por sus comentarios, observaciones y sugerencias.

El fascinante mundo de la transformación industrial del petróleo

1a. edición, México, 2016

D.R. © 2016, Instituto Mexicano del Petróleo

Eje Central Lázaro Cárdenas Norte No. 152,

Col. San Bartolo Atepehuacan

Delegación Gustavo A. Madero,

07730 México, D.F.

ISBN: 978-607-7524-08-3

Todos los derechos reservados sobre la obra y sus características editoriales, queda prohibida la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático, la fotocopia o la grabación, sin la previa autorización por escrito de los titulares de los derechos, conforme a la Ley Federal del Derecho de Autor.

Impreso y hecho en México/Printed and made in Mexico

GEM Digital, S.A. de C.V.,

Hermenegildo Galeana 113 D

Col. Guadalupe del Moral

09300 Ciudad de México.

Tel: 5556949494

4	Presentación
7	I. Y de la Tierra surgió...
14	II. Llegó <i>la hora</i> de la transformación
15	Petróleos para refinar
18	Cómo lo transformamos
21	La evolución
22	Productos derivados
25	III. Cosas que debemos de saber...
25	Antes de transformar
27	El proceso
28	El transporte, antes y después
32	Una nueva industria
33	En nuestra tierra
37	IV. La refinación y el medio ambiente
38	V. Una curiosa anécdota...
33	La despedida

ÍNDICE

Presentación



—*Petro*, no sé qué decirte, sólo que te agradezco infinitamente todo esto que me has... nos has enseñado. Me queda claro que es fascinante este mundo de los yacimientos petroleros convencionales y el de los no convencionales. Mil gracias. Brinqué para alcanzarlo, me colgué de su cuello y le di un beso en el cachete. En cuanto terminé de hacerlo él se agachó, puso una rodilla en el suelo y besó en ambas mejillas a Marinora. Y así, sin más ni más se esfumó... desapareció. Aunque en mi vida siempre estará presente mi gran amigo *Petro*. (Final del libro *El Fascinante mundo de los yacimientos petroleros y la protección al ambiente*).

Pero por supuesto que *Petro* nunca desapareció. Después de haber vivido las dos aventuras anteriores —la que me ocurrió en las entrañas de la tierra y la que nos descubrió la urgente necesidad de cuidar el medio ambiente—, el gusanito de saber más acerca del mundo del petróleo se apoderó de mí y de Marinora. Las más de las veces, cuando ella y yo nos encontrábamos, aparte de charlar o jugar videojuegos o ver alguna película, nos metíamos a internet y buscábamos información sobre temas relacionados a aquel universo maravilloso de los hidrocarburos.



Fue así que, en alguna ocasión ella de repente me soltó la siguiente pregunta:

—¿No echas de menos a *Petro*?

—Ya lo creo que sí —le respondí.

—Te lo pregunto porque ahora que hemos estado visitando sitios de internet, lo que más se me antoja conocer y saber es acerca de la refinación de nuestros nuevos amigos, el petróleo y el gas, ¿a ti no?

—No me vas a creer, pero estaba pensando en lo mismo, desde hace algún tiempo he estado tentado a decírtelo, pero no me animaba, pues no tenía muy claro de cuál tema quería saber, ya que son muchísimos. Pero ahora que tú propones éste de la refinación, me parece perfecto.

Marinora y yo, regresamos al librero, ya antes les mencioné que nunca antes había reparado en los libros que él contenía, así que ahora, con más cuidado nos pusimos a revisar uno a uno los lomos de los libros buscando un título que nos llamara la atención, fue entonces que encontramos *La historia interminable* de Michael Ende, comenzamos a leer e íbamos descubriendo que Bastián Baltasar Bux, un niño de once años —¡de la misma edad que nosotros!— debía salvar a un reino, el de *Fantasia* y la única manera de lograrlo, era darle un nuevo nombre a la Emperatriz, o lo que era lo mismo, no permitir que los seres humanos la olvidáramos. (Al mismo tiempo, Bastián, también trataba de encontrar la forma de volver a la vida a su huracán padre, quien había perdido el

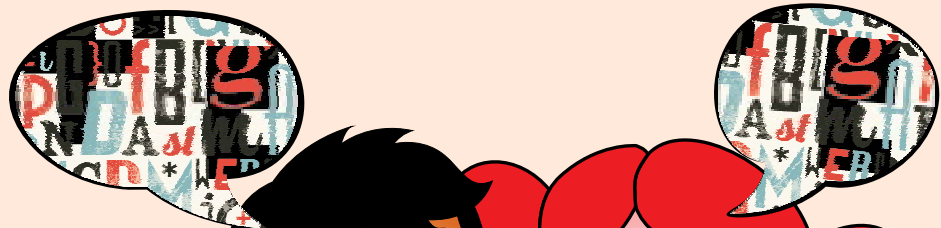
gusto de amar). Nuestro mundo y *Fantasia*, comenzaban a enlazarse de una manera increíble, de tal manera que el futuro de uno determinaría el destino de otro. Si *Fantasia* desapareciera, con ella se irían todos nuestros sueños e ilusiones. Reinaría la mentira y ambos mundos serían destruidos. Así, junto con Bastián. Llegamos al siguiente pasaje:

“—¡Moriremos todos! —gritó Atreyu— ¡todos!

—Mira pequeño —respondió Morla. ¿Qué nos importa? Nada tiene importancia ya para nosotras. Todo da lo mismo, exactamente lo mismo. —¡También tú serás aniquilada, Morla! —gritó Atreyu furioso— ¡También tú! ¿O es que crees que, por ser tan vieja, sobrevivirás a *Fantasia*?

—Mira —gorgoteó Morla— somos viejas, pequeño, demasiado viejas y hemos vivido bastante. Hemos vivido demasiado. Para quien sabe tanto





como nosotras, nada es importante ya. Todo se repite eternamente: el día y la noche, el verano y el invierno... el mundo está vacío y no tiene sentido. Todo se mueve en círculos. Lo que aparece debe desaparecer y lo que nace debe morir. Todo pasa, el bien y el mal, la estupidez y la sabiduría, la belleza y la fealdad. Todo está vacío. Nada es verdad. Nada es importante.”

Atreyu volvió a montar sobre su gran amigo Falkor y siguió su viaje.

Nos volteamos a ver Marinola y yo, con un gesto nos dijimos que deberíamos seguir leyendo, así lo hicimos y entonces llegamos a:

“Sería completamente imposible dibujar un mapa de Fantasía. Allí no se puede prever nunca con seguridad qué país limita con cuál. Hasta los puntos cardinales cambian según la región en donde se encuentra uno... cerca o lejos tienen otro sentido, todo depende del estado de ánimo y voluntad con que uno recorre un camino determinado. Como Fantasía no tiene fronteras, su centro puede estar en todas partes... o, mejor dicho, está al mismo tiempo cerca y lejos de todas partes. Y el centro mismo de Fantasía es la Torre de Marfil.”

Marinora y yo nos volvimos a ver directamente a los ojos, los cerramos, nos tomamos

de las manos, dejamos volar nuestra imaginación y pensamos: “Si para Atreyu el centro mismo de Fantasía era la Torre de Marfil, para nosotros y nuestra finalidad era una refinería.” Así fue que en cuestión de

segundos, y montados, junto con Atreyu, en el adorable Falkor, llegamos a donde, como se deben de suponer, nos esperaba nuestro querido Petro.

—Hola muchachos, nos dijo Petro, en su cara se notaba que estaba feliz de encontrarse, o así lo supuse, nuevamente con nosotros, pero de lo que sí estaba seguro era que, nosotros sí estábamos encantados de volverlo a ver. ¿Saben en dónde se hallan, qué es y para qué sirve lo que hacen en esta inmensa ciudad industrial?

—Nooooo, gritamos a coro.

—Pues bien, estamos en una refinería y será el inicio de nuestro nuevo viaje, —dijo Petro— pero antes déjenme explicarles algunas cosas que deben de saber para entender sobre el mundo de la refinación petrolera.

Amárrense sus cinturones —bromeó— que aquí va la explicación.

I. Y de la Tierra surgió...

Petro hizo una pausa, pensando en que quizá la plática por venir sería muy aburrida para unos niños; pero enseguida, y dándonos cuenta de las dudas de Petro, nuestros grandes ojos, los de Marinora y los míos, se abrieron a todo lo que daban, exigiendo que Petro continuara con la charla. Así que, sin preguntar más, éste continuó con su explicación.

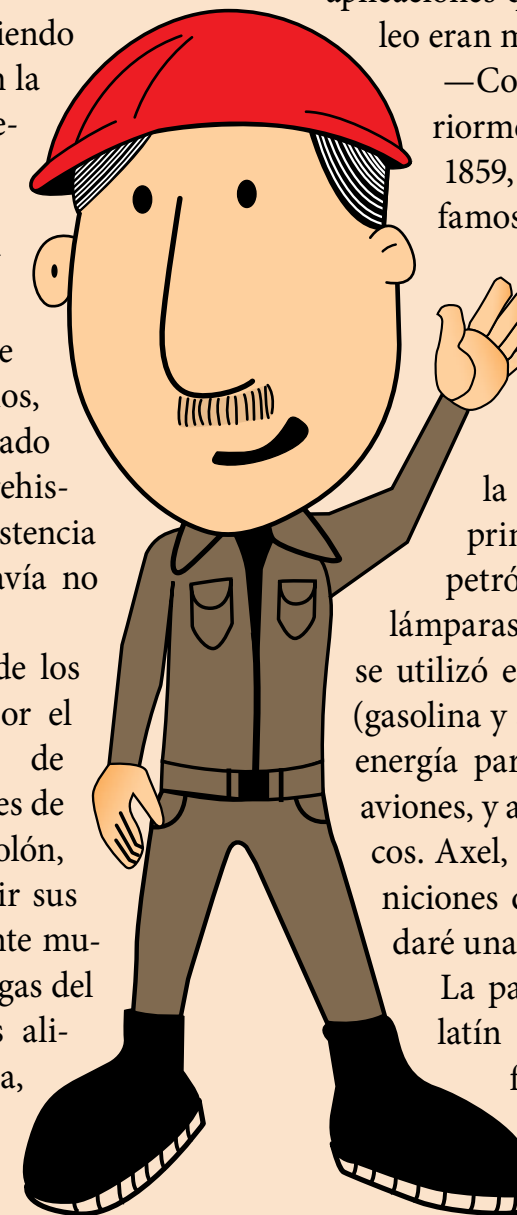
—Queridos Marinora y Axel, deben saber que el petróleo se conoce desde hace muchos, muchos años, como se los han explicado en la escuela, desde la prehistoria sabemos de su existencia (cuando el hombre todavía no aparecía en la Tierra).

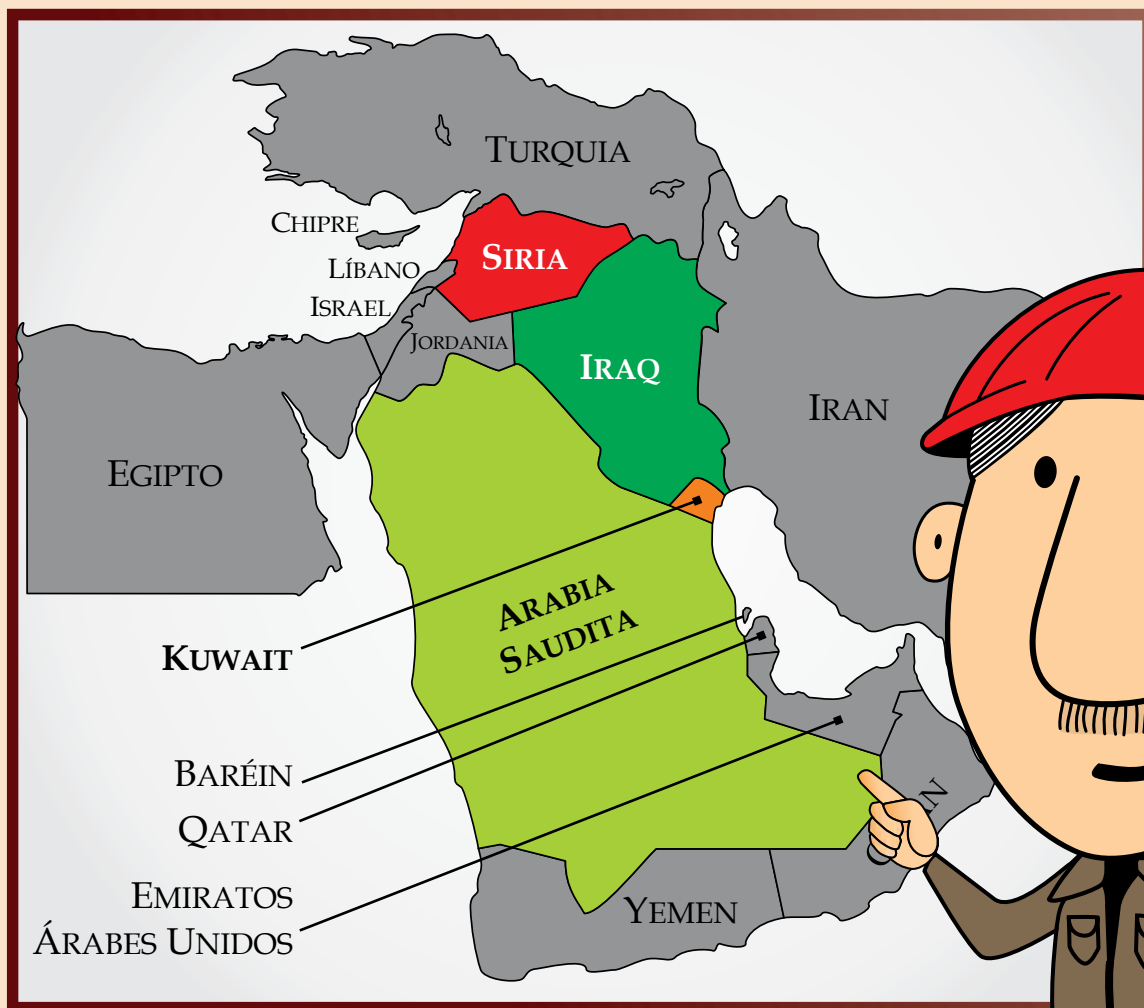
—Con el transcurso de los años, fue descubierto por el hombre, los indígenas de América lo conocían antes de la llegada de Cristóbal Colón, y lo usaban para recubrir sus barcas; los chinos, durante muchos siglos, utilizaron el gas del petróleo para cocer sus alimentos; en la Edad Media, se creía que el petróleo tenía propiedades medi-

cinales; al final del siglo XIII, en un relato escrito acerca de las Cruzadas, aparece por primera vez en nuestro idioma la palabra petróleo. Sin embargo, antes de la segunda mitad del siglo XVIII, las aplicaciones que se le daban al petróleo eran muy pocas.

—Como ya lo vimos anteriormente, fue hasta el año de 1859, con la perforación del famoso Pozo Edwin Laurentine Drake, cuando se revelaron los yacimientos de Pennsylvania, que comenzó lo que llamamos la industria petrolera. El primer uso que se le dio al petróleo fue para prender las lámparas; varios años después se utilizó en combustibles líquidos (gasolina y aceites), y después como energía para mover automóviles y aviones, y a partir de 1910 para barcos. Axel, ya antes te di unas definiciones de qué es el petróleo, te daré una más:

La palabra *petróleo* viene del latín *petroleum*, que significa *aceite de piedra*. El petróleo, de ahí su nombre, brotaba de





los llamados *esquistos rocosos*, que son un grupo de rocas con grandes cantidades de minerales y que están presentes en algunas áreas del Oriente Medio —y señalándoles en el mapa les dijo: por ejemplo, lo que hoy son los territorios de Irak, Arabia Saudita, Kuwait y Siria, entre otros más de los países de la península arábiga.

—Sigamos con la historia: el petróleo, en la forma líquida y aceitosa como lo conocemos ahora no existía en el mundo antiguo; ya que esa consistencia es producto de un derivado de su forma original. Deben saber —siguió *Petro* narrando su historia—, que parece que fue en la alquimia (un método

y estudio experimental de los fenómenos químicos que se desarrolló desde la antigüedad y que pretendía descubrir los elementos que formaban el universo, así como la transformación de los metales, el elixir de la vida, y otros asuntos por el estilo) de los árabes la primera en intentar experimentar con la transformación del *aceite de piedra* o petróleo, aproximadamente a partir del siglo X.

—Ahora bien muchachos, a pesar de que el petróleo era conocido desde hace mucho tiempo, sólo se sabía de él en su forma en bruto, y le llamaban *nafta*, nombre que le dieron los griegos y romanos. Hoy en día se nombra *nafta* a la mezcla líquida de varios compuestos volátiles (es decir, que se evaporan muy fácilmente) muy flamables, y qué se obtiene en las refinerías de petróleo... pero de eso ya les platicaré en su momento.

Justamente cuando *Petro* tomaba aire para continuar, porque ahora *lidiaba* con nosotros, dos *curiosos de siete suelas*, Marinora preguntó:

—Entonces, ¿el petróleo es cómo agua, cómo gelatina o cómo piedra?, ¿por qué es un aceite de piedra?

—Uuuuuffff, dijo *Petro*, tras hacer una pausa para responder. Buena pregunta y difícil respuesta; aquí comienza una explicación quizá más profunda, y para entenderla, ambos deberán ponerse muy listos.



Pozo Edwin Laurentine Drake

Edwin Drake —quien había sido oficinista, agente de correos y conductor de ferrocarril— llegó con su familia a Titusville, Pennsylvania, Estados Unidos. Pese a no tener experiencia en la industria del petróleo, de todos modos una empresa, la *Seneca Oil*, le encomendó una misión nada fácil: intentar llegar hasta el petróleo que se escondía en el subsuelo de la región. Fue así como Drake comenzó a perforar, como se hacía en esos años, haciendo zanjas, pero fracasó. Entonces decidió probar otro método, el que se utilizaba en las minas de sal. A Drake le costaría varios meses de esfuerzo encontrar un hombre con experiencia en la perforación de pozos de sal, y que estuviera dispuesto a trabajar en el suyo. No obstante, comenzó a martillar la tierra para construir un agujero, y aunque le llevó cierto tiempo en atravesar las primeras capas de grava del terreno, él y sus hombres llegaron a los cinco metros de profundidad. Fue en ese momento cuando Edwin Drake encontró al perforador Billy Smith, quien accedió a trabajar con él.

Smith y Drake utilizaron diferentes métodos para poder cavar el pozo, perforaron de manera incansable, bajo un calor que quemaba y en largas jornadas en las que los hallaba el sol y los encontraba la luna. Así, hasta que el 27 de agosto de 1859 alcanzaron los 21 metros de profundidad, en este punto el taladro se topó con una grieta y Smith se sorprendió y gritó emocionado al comprobar que el petróleo brotaba por la tubería.

—El petróleo es una mezcla compleja de hidrocarburos líquidos, es decir, es un combinado compuesto en su mayoría por elementos de carbono e hidrógeno, y con pequeñas cantidades de nitrógeno, oxígeno y azufre, los cuales se formaron por la descomposición y transformación de restos animales y de plantas que han estado enterrados a grandes profundidades durante varios siglos.

—Debido a que se encuentra en las profundidades del planeta, el petróleo es extraído mediante perforaciones en la tierra llamados pozos para así llegar a los yacimientos. Se



trata de un líquido que los hombres de ciencia llaman **bituminoso**, lo que quiere decir que tiene betún —como la cubierta del pastel de chocolate que seguramente hacen sus respectivas abuelas, dijo *Petro* haciendo un gesto de antojo—, también es conocido como resina o cera, y que, según su composición, presenta diversos colores y propiedades que lo diferencian como las llamadas viscosidad (que indica que tan fácil puede fluir o transportarse), densidad (que mide cuánto material se encuentra contenido en el líquido o gas), capacidad calorífica (el poder que tiene la sustancia para aumentar su temperatura), entre otras características.

—Por su alta complejidad y diversidad puede ser clasificado de diferentes maneras, de acuerdo con el tipo de hidrocarburos, y por el contenido de azufre o su grado API.



—Marinora y Axel les cuento también que el petróleo se encuentra en todos los continentes, en diferentes concentraciones y densidades; en su estado natural se le denomina petróleo crudo...

—¿Grado API?, preguntó Marinora.

—Así es, afirmó *Petro*, y continuó: el grado API, del inglés *American Petroleum Institute*, se emplea para catalogar el petróleo

Los usos del petróleo

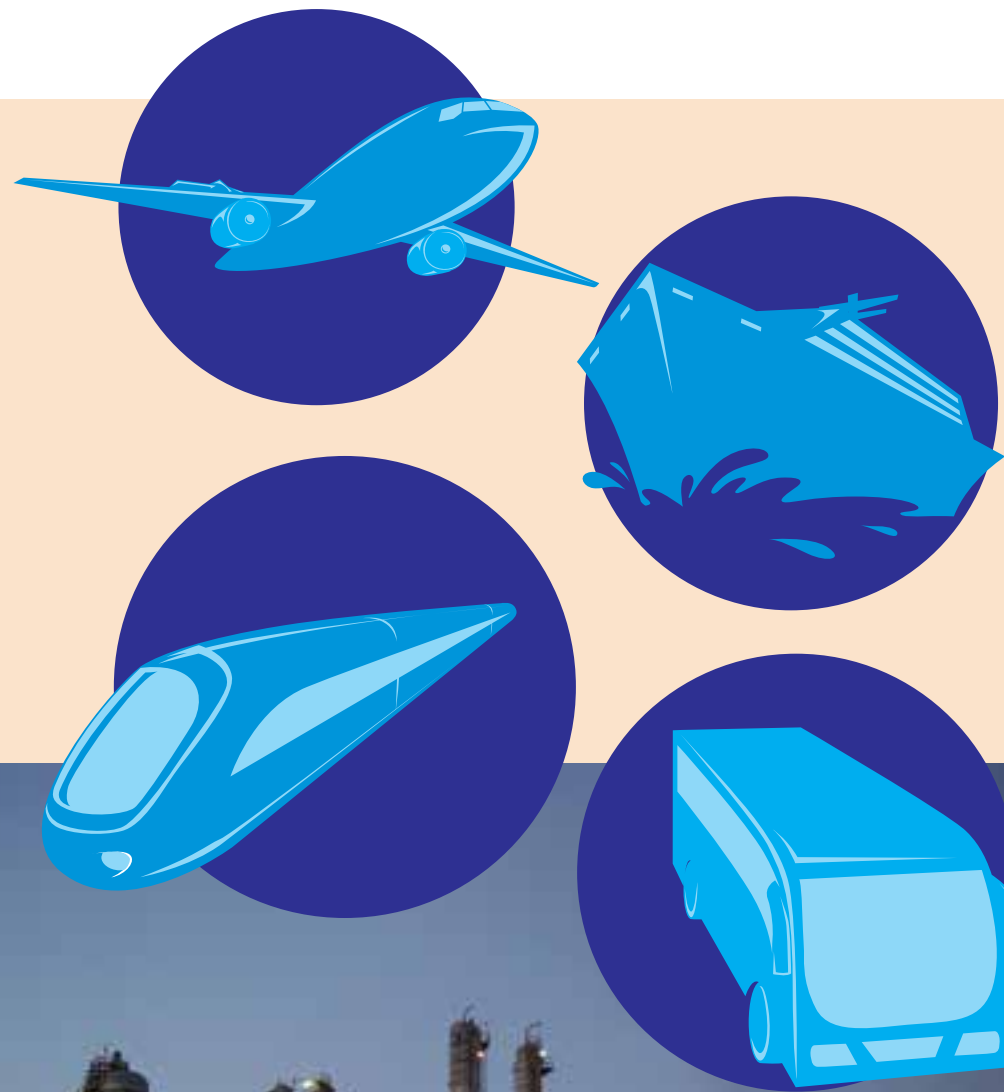
Hace mucho tiempo, cuando se inventaron las prensas para la impresión de libros y periódicos, que en ese entonces eran movidas por la fuerza del vapor, el precio de los libros y los periódicos comenzó a bajar, por lo que entonces cada vez más gente necesitó de iluminación barata, pero las redes de gas para iluminación, que se habían construido a principio del siglo XIX, sólo cubrían las zonas urbanas. Para aquellos a los que no les llegaba el gas, el aceite de ballena se había convertido en su fuente de iluminación habitual.

Sin embargo, al mismo ritmo que la necesidad del aceite crecía, su reserva disminuía y por tanto su precio aumentaba; esto es, mientras más se usaba más pronto se acababa y más caro costaba.

Es cierto que en ese entonces existían otros iluminantes, pero algunos eran muy peligrosos, pues se corría el riesgo de una explosión, y otros tantos eran demasiado caros; por lo que el petróleo fue una buena respuesta a esta demanda, ya que era abundante y barato.

crudo, el que recién se extrae del subsuelo, y es un método que según sea su densidad y viscosidad lo clasifica en liviano, mediano, pesado y extra pesado.

—Niños, nos dijo *Petro* ya encarrerado con su explicación. Según dicen los especialistas, la clasificación API es más práctica que teórica (leyes científicas que sirven para explicar fenómenos), ya que no toma en cuenta la composición real u otros rasgos del petróleo crudo; de hecho se utiliza para catalogar y establecer el precio del petróleo, considerando otros factores que determinan su capacidad para la extracción, transporte y refinación. Esto es, mientras mayor sea la viscosidad del crudo —y menor su grado API— es más difícil de extraer, transportar y refinar para obtener sus derivados.



Muchachos, es importante que sepan que el petróleo es considerado un *recurso natural* que no es renovable, es decir: algún día se agotará. Además, debo recordarles que es la principal fuente de energía que utilizamos para mover muchas de las máquinas de motor que nos rodean, como los camiones, coches, aviones y barcos.

II. Llegó la hora de la transformación



En esas estábamos *Petro* y nosotros, cuando de alguna manera nos dimos cuenta de que pasaban de las cinco de la tarde y en poco tiempo comenzaría a irse el sol de los terrenos de la refinería petrolera.

Seguimos caminando hasta que encontramos unos vasos con agua fresca y unas manzanas, cosas con las que pudimos en-

ganar al hambre, dado que nuestra curiosidad e interés por el relato de *Petro* nos hacía olvidar, casi por completo, los sentimientos terrenales; así que una vez saciada la sed y ligeramente las ganas de comer, *Petro* se dispuso a continuar el relato:

—¿Dónde nos quedamos?, dijo. Ah sí, ya lo recordé...

—Pues bien, una vez que el crudo o petróleo es extraído del subsuelo de la tierra o el mar, es necesario llevarlo a las grandes *ciudades industriales*, llamadas Refinerías, en ellas se procesa y transforma el petróleo, procedimiento al que se le denomina refinación, y con ello es posible producir derivados comercializables y que son tan normales en nuestra vida que se sorprenderían al saber todo lo que proviene del petróleo.

Petróleos para refinar

—Como les expliqué anteriormente *Marinora* y *Axel*, la clasificación del petróleo del *American Petroleum Institute* (API) determina la densidad que tiene el petróleo —cuán liviano o cuán pesado es—, lo que determina el uso que se le dará. De acuerdo con esta clasificación se tienen cuatro tipos de petróleo crudo, les explico:

—El *petróleo crudo ligero* o *crudo liviano*, es el que contiene gran concentración de hidrocarburos de bajo peso molecular. Este crudo es más fácil de transportar. Con este tipo de petróleo



Las refinerías

Un dato que puede ser interesante es que las primeras refinerías petroleras modernas fueron puestas en funcionamiento por el farmacéutico polaco Ignacy Lukaszewicz, lo cual ocurrió en Europa Central, en el territorio de lo que hoy es Polonia, entre los años 1854 y 1856. Estas refinerías tenían un tamaño reducido pues la demanda de combustible refinado era todavía muy pequeña. En ellas se trataba el petróleo para la fabricación de pavimento artificial, aceite para maquinaria y lubricantes, además como combustible para la lámpara de queroseno de Lukaszewicz (inventada en 1853 y cuya primera aplicación fue en un hospital de la región).

A medida que las lámparas de queroseno —que sustituyeron a las de esperma o aceite de ballena y que servía para iluminar las casas de la gente— ganaban popularidad, la industria de refinación creció en el área.

La primera refinería de gran tamaño fue inaugurada en la ciudad de Ploiesti, en Rumania, en 1856.

A un tal Samuel Martin Kier se le atribuye la creación de la primera Refinería en Estados Unidos. Kier era dedicado a la extracción de sal en Pennsylvania, y para él, el petróleo era una molestia que contaminaba los pozos de su familia.

se trata de obtener la mayor cantidad de combustible posible, en forma de gasolina, diesel y queroseno.

—El *petróleo crudo medio* o *crudo mediano*, tiene una concentración media de hidrocarburos de bajo peso molecular. También se transporta fácilmente; y conviene para conseguir combustible y materias primas para polímeros y parafinas.

—Le sigue el *petróleo crudo pesado*, el cual tiene una gran concentración de hidrocarburos de mediano peso molecular.



A diferencia de los dos anteriores, es más complicado de transportar. Este tipo de crudo se utiliza para lograr la mayor cantidad de parafinas, polímeros, combustibles y otros aceites.

—Y por último está el *petróleo crudo extra pesado*, con concentración de hidrocarburos con alto peso molecular, lo cual lo

hace más pesado. De todos los crudos es el más difícil de transportar, y es con él que se producen aceites, parafinas, polímeros y betunes. Muchachos, les recuerdo que La *Faja Petrolífera del Orinoco* —uno de los grandes ríos de Venezuela—, contiene la mayor reserva de crudo extra pesado en el mundo.

Cómo lo transformamos

—Entonces, para entender la *refinación*, que es el proceso de transformación del petróleo crudo, comienzo por decirles qué es lo que se entiende por refinar:

—*Transformar* o *refinar* el petróleo es el procedimiento que se realiza para lograr que algo se purifique, o sea que se vuelva más fino, dejando de lado los residuos y separando ciertas partículas. En este caso, para la refinación del petróleo se realizan diversos tratamientos que convierten el petróleo crudo —el que llega directamente de las entrañas de la Tierra— en diferentes productos que puedan venderse y usarse para tener mejores condiciones de vida, como las gasolinas, los lubricantes, los gases licuados, los combustóleos o los querosenos o aceites de parafina, que son muy flamables y por ello peligrosos.

—Marinora y Axel, dijo *Petro* muy emocionado con su relato. Me imagino que se preguntarán ¿cómo se refina el petróleo crudo para hacer gasolina, aceites y demás?... Asentimos con la cabeza... Pues sigamos, dijo *Petro*.

—La refinación del petróleo se inicia con la separación del petróleo crudo en diferentes partes a través de la **destilación** (que consiste en calentar el líquido hasta que los componentes más ligeros pasan a la fase de vapor y luego se enfría el vapor para recuperar dichos componentes en forma líquida); estas fracciones se tratan más a fondo para convertirlas en mezclas de productos con los derivados



del petróleo que sean comercializables y más útiles, para lo cual se realizan diferentes métodos, como los llamados: *craqueo*, *reformado* y *alquilación*, entre otros.

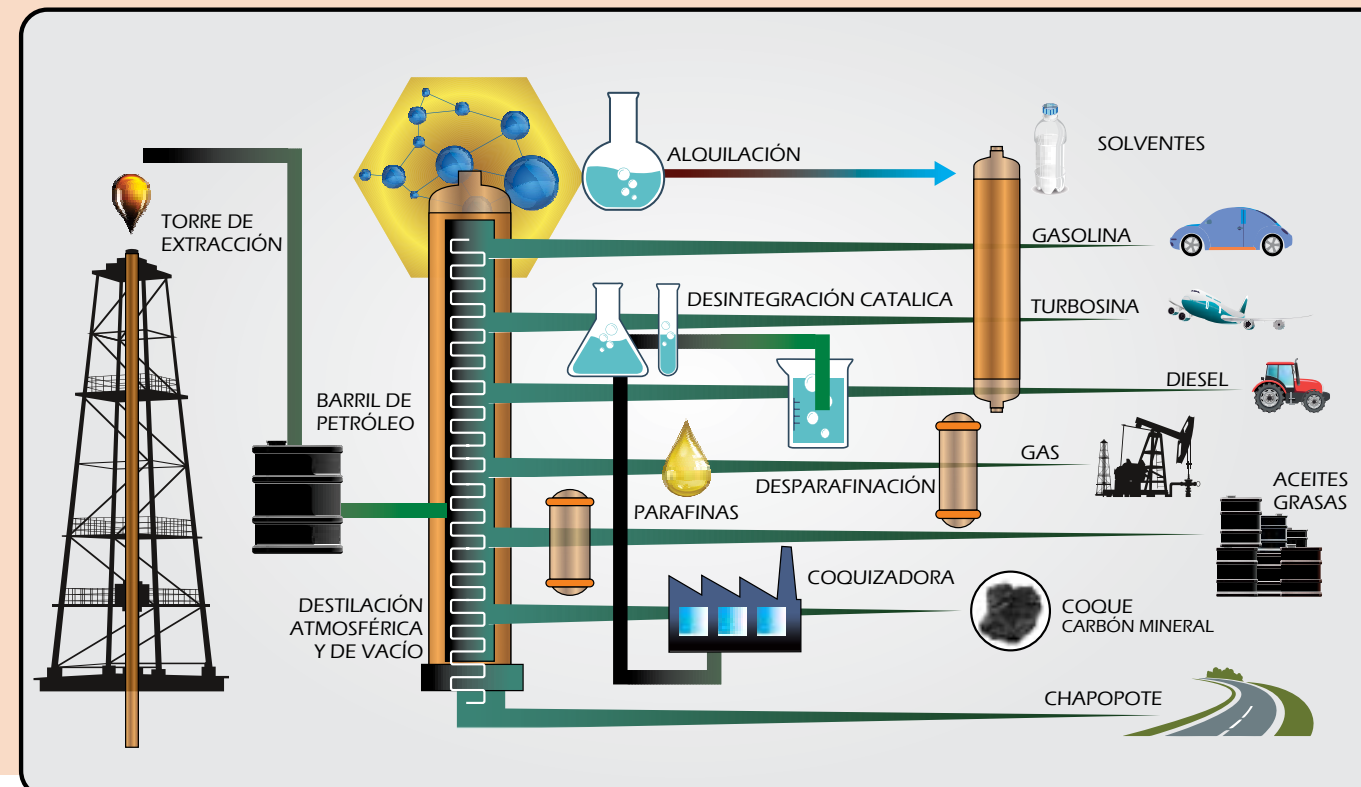
—Para lograr estas mezclas y generar nuevos compuestos, se separan por métodos como el *fraccionamiento* y la *extracción por solvente*; en las que se eliminan las impurezas, y dan como resultado diferentes derivados del petróleo.

—Ahora bien, el proceso de refinación del petróleo crudo básicamente puede dividirse en las siguientes fases o etapas:

Destilación. El petróleo crudo es una mezcla de hidrocarburos que se necesitan separar, por lo que se aprovechan las diferentes temperaturas de ebullición (es decir de hervor) para que se dividan; a este procedimiento le llaman *destilación*.

Reformación. En este proceso se provocan reacciones químicas utilizando calor, presión y un catalizador (sustancia que acelera la velocidad de las reacciones químicas sin alterarse); y así conseguir el alto octanaje requerido en las gasolinas para que los motores de los autos funcionen correctamente y para producir materia prima

ALQUILACIÓN



petroquímica (que produce gran cantidad de productos químicos requeridos en la industria y el hogar).

Craqueo. En la refinación de petróleo los procesos de craqueo descomponen las moléculas de hidrocarburos más pesados en productos más ligeros como los gases licuables del petróleo, la gasolina y un aceite liviano; así como el propileno y el butileno (que son muy útiles para producir todo tipo de plásticos).

Alquilación. Se refiere a la unión química de moléculas pequeñas (ligeras) con un compuesto llamado *isobutano*, para formar moléculas más grandes con objeto de producir una gasolina de alto octanaje.

Isomerización. Este método se refiere al reordenamiento molecular de los hidrocarburos para formar moléculas de mayor octanaje como el *isopentano*.



Polimerización. En este procedimiento las moléculas se combinan entre sí bajo presión y temperatura, transformándose en moléculas de hidrocarburos más grandes que forman una gasolina de alto octano conocida como gasolina de polimerización.

Hidrotratamientos. Este método es una manera de eliminar muchos contaminantes de varios productos intermedios o finales obtenidos del proceso de refinación del petróleo, para tal efecto, se utiliza hidrógeno.

Petro suspiró hondo, como si hubiera corrido un maratón, y tal vez un poco cansado tras esta difícil explicación, continuó diciendo:

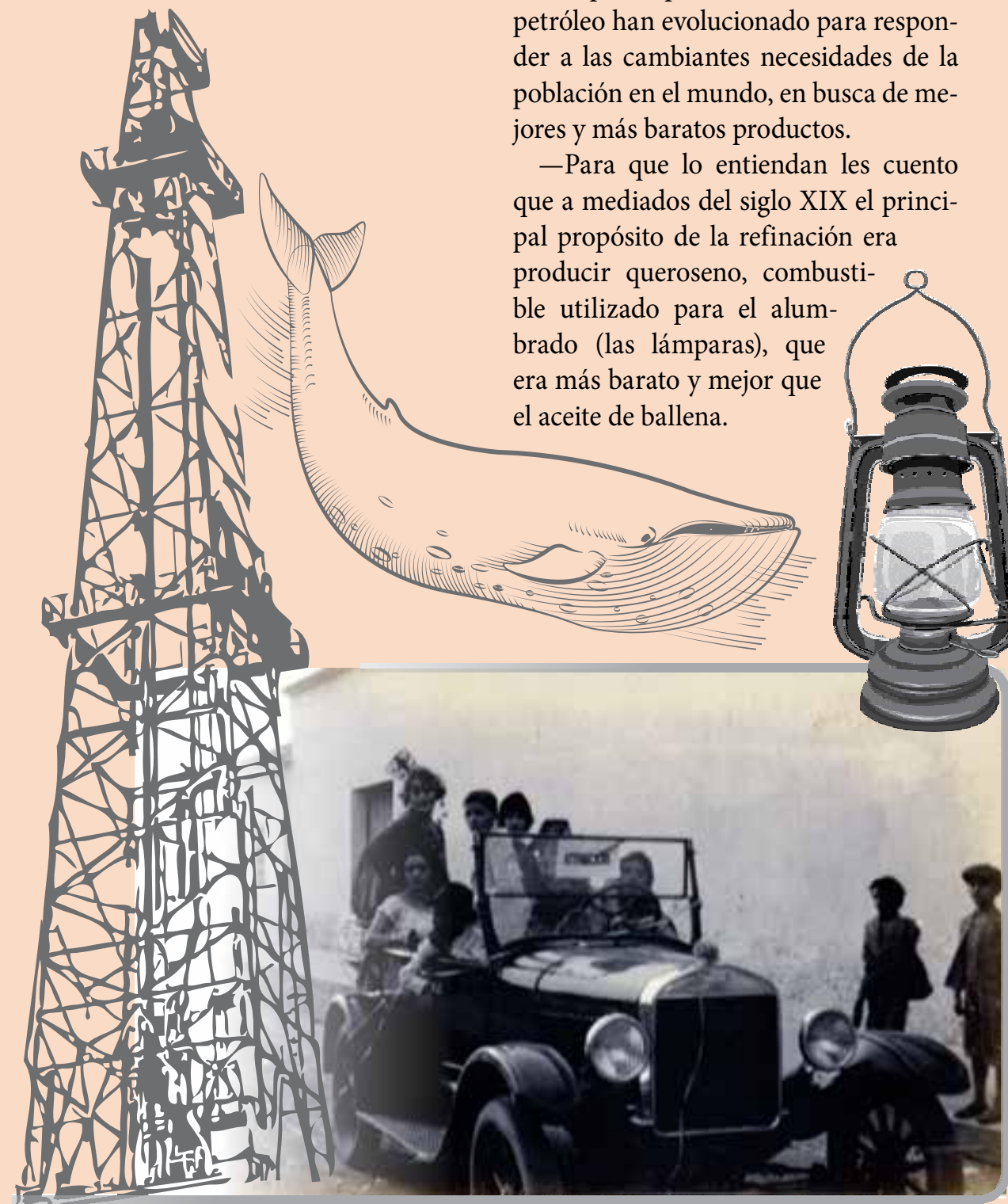
—No se apuren niños, entiendo que eso fue complicado y difícil de comprender y memorizar, pero habrá tiempo de regresar al punto cuando quieran.

Tomamos cada uno otro sorbo de agua y continuamos.

La evolución

—Marinora y Axel deben saber que con el tiempo los procesos de refinación del petróleo han evolucionado para responder a las cambiantes necesidades de la población en el mundo, en busca de mejores y más baratos productos.

—Para que lo entiendan les cuento que a mediados del siglo XIX el principal propósito de la refinación era producir queroseno, combustible utilizado para el alumbrado (las lámparas), que era más barato y mejor que el aceite de ballena.



—Unos años después, ocurrió uno de los hechos más importantes para el mejoramiento de la calidad de vida y que revolucionó al mundo, la invención del motor de combustión interna, el cual se empleó por primera vez en los barcos.

—Este motor, funciona con lo que se llama energía mecánica, la cual se genera por la

quemadura de combustible —por ejemplo: en la mayoría de los autos se usa gasolina—, el cual arde dentro de la cámara de combustión.

—Hoy en día sería muy difícil imaginar que no tuviéramos coches o aviones o barcos de motor, porque nuestra forma de vida depende de esos transportes. Es por ello que desde el siglo pasado, la principal tarea de las refinerías es la producción de gasolina, combustible que permite el funcionamiento de esos vehículos; así también mueve otras máquinas que se usan en varias fábricas que elaboran muchos de los productos que utilizamos.

Productos derivados

—Pero chicos, debo aclarar que las refinerías no sólo producen gasolina, también generan los llamados productos derivados, muchos de los cuales se utilizan como materia prima (sustancia necesaria para que trabaje la industria) para diferentes procesos y fabricación de lubricantes, así como para la industria petroquímica.

—En términos muy generales, los productos derivados se clasifican como: *combustibles*; *cargas petroquímicas*; *disolventes*; *aceites de proceso*; *lubricantes* y *productos especiales*.

—Y para que entiendan qué son los derivados, les hago una corta reseña de cuáles son y para que los necesitamos, nos dijo *Petro*, sin que se le viera la intención de hacer una pausa en su historia.

—Iniciemos con los *combustibles*, que tienen varios productos, y de los que les menciono los cinco más conocidos.

- El **gas licuado de petróleo**. El mayor de los usos de este combustible es para prender la estufa y el *boiler*, con los que podemos calentar el agua para bañarnos y cocinar nuestros alimentos.

- La **gasolina**, como les dije, es el producto más importante producido en las refinerías, y es vital para la transportación diaria de bienes y personas.

- El **queroseno**. Es utilizado para alumbrado, calefacción, disolventes y para mezclarlo con diesel.

- El **combustible para motores de reacción y turbo hélice**. Generalmente lo dedican a motores de uso militar, es un queroseno con un grado especial de refinación que se congela a muy bajas temperaturas.

- El **diesel**. Es adecuado para un buen arranque y combustión satisfactoria del motor en maquinaria industrial y máquinas de compresión-ignición.

—También les comento de otros derivados importantes del petróleo:

- Las **cargas petroquímicas**, que se usan para la producción de plásticos, amoníaco (contenido en muchos de los productos de limpieza), caucho sintético (usado para la fabricación de neumáticos, llantas, artículos impermeables y aislantes), glicol (con muchas aplicaciones en la industria, y por mencionar algunas, la farmacéutica, la cosmética, la de pinturas, y refrigerantes), entre otros.





- Los **disolventes derivados del petróleo**, empleados como diluyentes de pintura, líquidos de limpieza, desengrasantes, del mismo modo como disolventes industriales y de plaguicidas.

- Los **aceites de proceso**, que se utilizan en la fabricación de lubricantes.

- Los **lubricantes y grasas**, con ellos se mezclan aditivos para darles las características necesarias a los aceites hidráulicos, de motor, de corte, así como para turbinas, engranajes y grasas industriales, entre otros.

- Y por último les comento de los **productos especiales**, que son aquellos productos como la **cera**, usada para proteger productos alimenticios, en revestimientos, como ingrediente de otros productos (cosméticos, cremas limpiadoras de calzado y para velas); el **coque** que es carbono casi puro y tiene diversos usos, como elaborar pastillas combustibles para asadores o parrillas (cómo en la que seguramente sus padres han preparado carne asada, ¿se acuerdan?); y otro que también conocemos, como el **asfalto**, con el que pavimentan las calles y las carreteras.

III. Cosas que debemos de saber...



—**M**arinora y Axel, hasta aquí hemos hecho un recorrido rápido para saber qué es el petróleo, pero ahora quiero platicarles algunas otras cosas que pueden ser interesantes de saber acerca del mundo del petróleo.

Antes de transformar

—Ya hablamos del petróleo y sus derivados, pero ¿cómo podemos sacar el petróleo del subsuelo? Pues bien el petróleo se encuentra en el subsuelo y para poder extraerlo es necesario hacer unos grandes hoyos muy profundos por donde brota el petróleo, estos hoyos se llaman pozos petroleros; también es importante que recuerden, porque ya se los platicué antes, que se le llama yacimiento petrolero al lugar donde están acumulados los hidrocarburos.

—Regresemos un poco en la historia: les vuelvo a decir que, aunque se tienen antecedentes de perforación petrolera en las antiguas civilizaciones de China y Egipto, se considera que la perforación petrolera nació en Estados Unidos, iniciando con el primer pozo perforado para extraer petróleo, bautizado como *Drake*, en 1859. Pocos años después otros países fueron encontrando importantes yacimientos de petróleo, como fue el caso de México. Es así que a lo largo del siglo XX y principios de este milenio, se han hecho muchos avances tecnológicos que ayudan a una mayor y mejor extracción.

—En México y el mundo existen diferentes tipos de perforación de pozos que tienen distintos objetivos, por lo que se pueden clasificar de las siguientes maneras:

- Los utilizados para la **explotación de aguas subterráneas**, que sirve para extraer agua del subsuelo, para usarse en el consumo doméstico, en el riego y en la industria.
- La **industria eléctrica** fue beneficiada con la perforación de pozos, lo cual permite generar la energía eléctrica tan importante en la vida moderna.
- La **construcción de cavernas**, las cuales son almacenadoras de hidrocarburos en domos o bóvedas salinas y que tenían y tienen un papel en la seguridad y el manejo del recurso en tiempos difíciles (escasez).
- La perforación también ha contribuido al **descubrimiento de grandes yacimientos** de uranio (con propiedades nucleares únicas) y carbón.
- Y desde luego, la perforación de pozos para la **industria petrolera** que ha tenido una gran demanda para buscar yacimientos de petróleo en zonas poco comunes.

—Marinora y Axel, como hemos platicado, el petróleo se extrae del subsuelo de la tierra y del mar a través de la perforación de pozos, lo que requiere de técnicas especializadas por lo complejo del terreno y las profundidades a la que deben penetrar.



El proceso

—Recordemos que las refinerías son unas fábricas inmensas, aquí les entrego unas fotografías donde pueden apreciarlas, observen todas esas torres, tuberías y equipos de diferentes tamaños, todos ellos se utilizan para realizar los procesos que les expliqué antes. Deben saber que existen distintas refinerías, unas son más grandes que otras, con tecnologías y equipos específicos de acuerdo con el petróleo que

procesan (ligeros o pesados) y mezclas que generan.

—En la actualidad existen más de 600 refinerías instaladas en varios países alrededor del planeta, las cuales producen diariamente más de 13 millones de metros cúbicos de productos refinados, con los que se abastecen a todo el mundo; por eso es muy importante asegurar que las refinerías operen de manera correcta.

—No todos los países cuentan con yacimientos de petróleo, y los que lo tienen se encuentran en distintos terrenos, lo que ha implicado que su extracción y refinación se adecúe a esas condiciones.

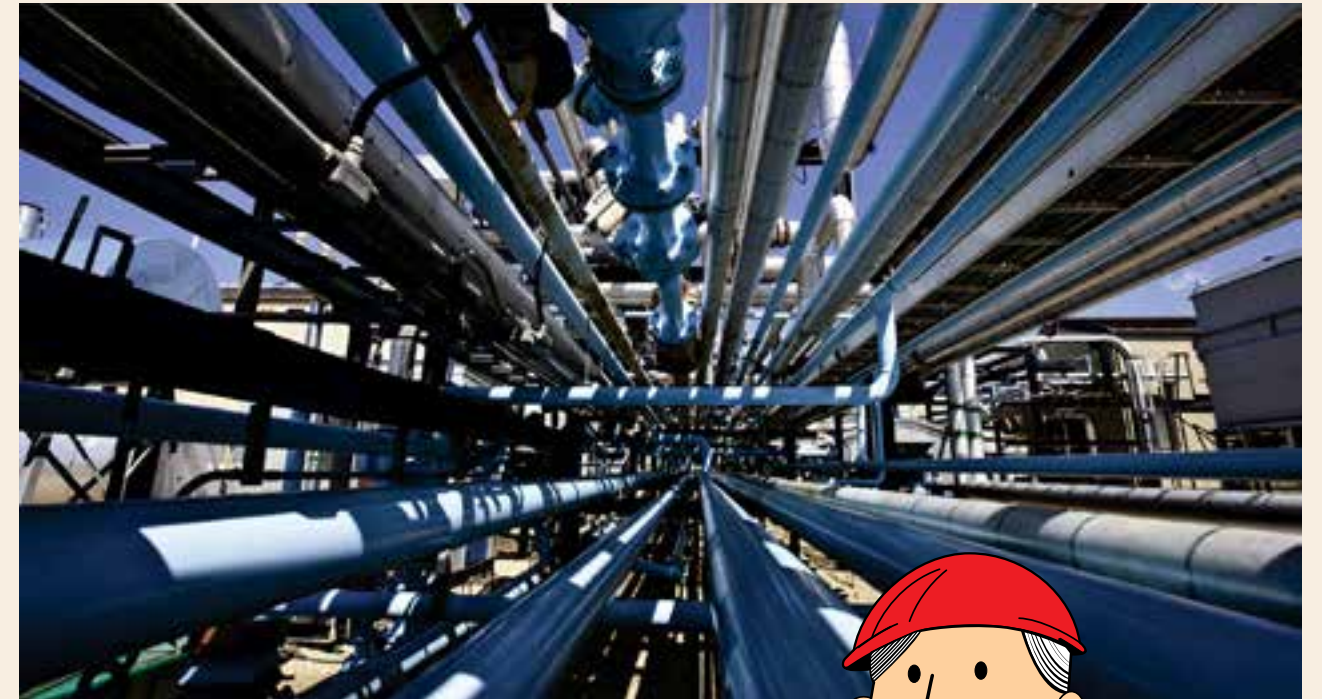
El transporte, antes y después

—Tampoco les he hablado de cómo se lleva el petróleo a las refinerías para ser procesado; entonces les cuento que el paso inmediato al descubrimiento y explotación de un yacimiento es su traslado hacia los centros de refinación o a los puertos de embarque con destino a la exportación.

—En el mundo del petróleo la construcción de oleoductos (tubería de acero por donde se manda el petróleo a largas distancias, con la ayuda de bombas), es imprescindible para transportar el petróleo crudo, desde el campo productor hasta el punto de refinación y/o embarque.

—La capacidad de transporte de los oleoductos varía y depende del tamaño de la tubería. Es decir, entre más grande sea el diámetro de ésta, mayor será la capacidad. Estas líneas de acero pueden ir sobre o debajo de la superficie de la tierra y atraviesan la más variada topografía (esto es, las características que presenta la superficie o el relieve de un terreno).

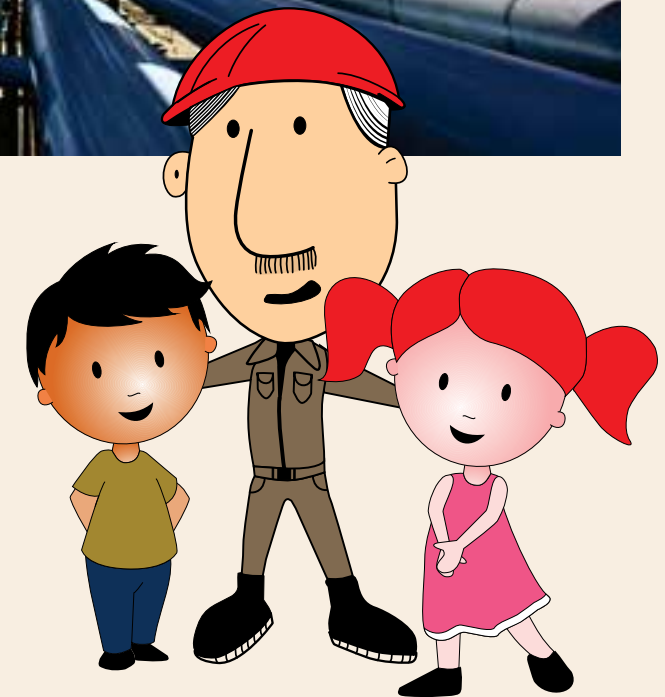
—En la punta del oleoducto hay una estación de bombeo que impulsa el petróleo; estas estaciones de bombas se colocan estratégicamente dependiendo de la topografía y los distintos tipos de altura, a fin de permitir un mejor tránsito del petróleo. Los oleoductos también cuentan con válvulas para controlar el paso del petróleo y atender oportunamente situaciones de emergencia.



—Además de petróleo, los oleoductos también son utilizados para transportar gas natural, que, como les conté Marina y Axel, es otro producto de la refinación del petróleo crudo, y se les llama *gaseoductos*; éstos tienen las mismas características que los anteriores.

—Les comento que en los países que tienen yacimientos petroleros en el mar, las refinerías preferentemente se instalan allí, para ahorrar gastos de transporte y construcción de oleoductos.

—Ahora bien queridos amigos, nos explicaba *Petro* con paciencia. Si consideramos que aproximadamente 60% de la energía que se consume en el planeta proviene de los combustibles fósiles, es muy importante que se tenga un buen



proceso de producción y una adecuada red de distribución para llevar combustibles desde las refinerías hasta los centros de consumo (por ejemplo las gasolineras), lo que se logra a través de especializadas instalaciones y vehículos para el almacenamiento y el transporte.

—Para garantizar la llegada de combustibles a los usuarios, en el lugar, momento y cantidad requerida con el mínimo riesgo ambiental, es necesario contar con una tecnología permanentemente actualizada de las instalaciones y la cual se ajuste a las condiciones de cada producto derivado.

—Por ejemplo, en el caso de los combustibles de mayor utilización como la gasolina y el combustible para la aviación, este complejo sistema de distribución in-

cluye a polductos, terminales de despacho, camiones de transporte especiales y estaciones de servicio.

—Las terminales de despacho son plantas de almacenamiento donde se depositan los combustibles enviados desde las refinerías. Éstas tienen grandes tanques de almacenaje, cuentan con un laboratorio de control de calidad, el cual permite asegurar que todas las partidas de combustible que se despachan en la planta estén dentro de las especificaciones requeridas.



—Para poder llevar los combustibles desde las plantas de despacho hasta las estaciones de servicio, se utilizan camiones cisterna, que son diseñados y equipados especialmente con las más modernas tecnologías. Los innovadores camiones pueden transportar aproximadamente 40 mil litros de combustible, contando además con dispositivos que miden la carga recibida, en tránsito y despachada. También utilizan un sistema de carga ventral, esto quiere decir que el líquido ingresa por la parte inferior del tanque, de esta manera no se genera electricidad estática (una forma de energía que produce efectos luminosos, mecánicos, caloríficos o químicos, y que pudiera encender el combustible) y se recuperan los gases que se encuentran dentro del recipiente, evitando que sean liberados a la atmósfera.

Una nueva industria

—Hasta los años setenta la industria fue dominada por un pequeño grupo de grandes compañías petroleras, conocidas como las *siete hermanas*. Pero durante los pasados treinta años la estructura de la industria petrolera ha cambiado, debido principalmente a las uniones y adquisiciones de las empresas del ramo. Por ello, en la actualidad son cinco grandes compañías; las cuales se calcula que contribuyen con poco más de 20% de la producción mundial de petróleo crudo.

—Sin embargo, las industrias petroleras nacionales controlan la mayoría de las reservas mundiales. Esto se debe en gran medida a que la propiedad y el control de los recursos petrolíferos y de la producción han pasado de las empresas privadas a los gobiernos nacionales. Es así que *Saudi Aramco* del Ministerio de Petróleo de Irak, y *Gazprom* la Empresa Petrolera Nacional de Irán, eran hasta hace poco los más grandes propietarios de reservas petroleras, seguidas por *ExxonMobil*, *Kuwait Petroleum Corp*, *British Petroleum*, *Shell* y Petróleos Mexicanos (Pemex).

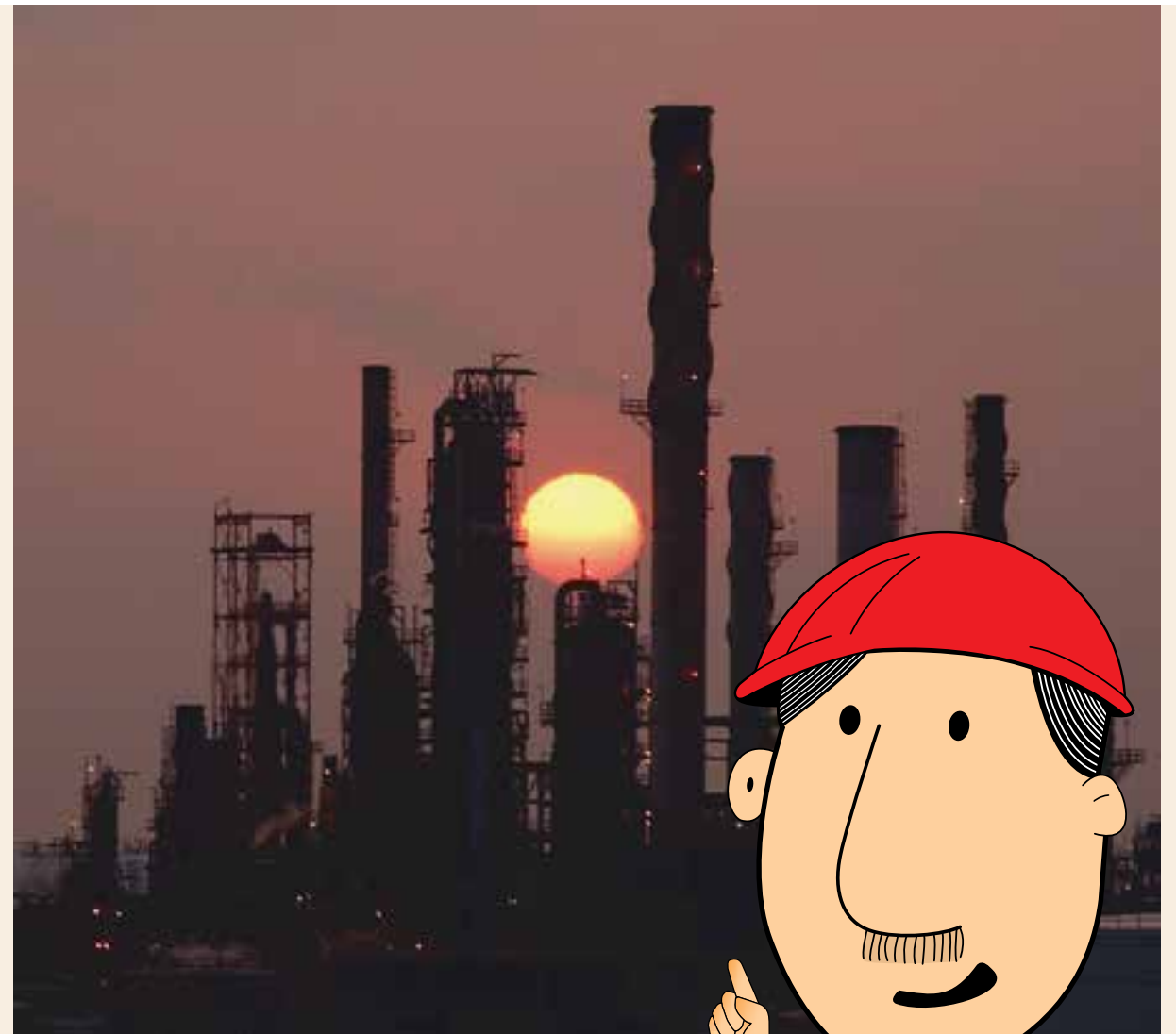
Primera refinera mexicana

En nuestro país, la refinera más antigua que todavía continúa trabajando, es la *Refinería General Lázaro Cárdenas*, ubicada en Minatitlán, en el estado de Veracruz. Esta fábrica inmensa, como algunos le llaman a la refinera, tiene 110 años de existencia. Comenzó sus labores de refinación en 1906, convirtiéndose en la primera refinera del país y la más grande en su tipo en América Latina a inicios del siglo pasado.

Previo a la expropiación petrolera de 1938, la refinera formó parte del consorcio *S. Pearson and Son Limited* y en 1909 pasó a manos de inversionistas ingleses de la *Compañía El Águila*, donde permaneció hasta el decreto de expropiación petrolera.

Actualmente, la *Refinería General Lázaro Cárdenas* se ocupa de surtir de la

energía que surge del petróleo a los estados del sureste del país, así como parte de las necesidades de la Ciudad de México. Los estados que reciben los productos de la refinación en esta inmensa fábrica son Puebla, Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo. La refinera elabora un total de diez productos diferentes, ocho de ellos energéticos que se utilizan como combustible y petroquímicos básicos para la elaboración de materiales sintéticos, y, finalmente, tiene 27 plantas industriales en una extensión de 800 hectáreas, en donde se producen barriles de petróleo crudo y de otros derivados. En la *Refinería General Lázaro Cárdenas* se ubican las instalaciones necesarias para procesar 190 mil barriles diarios de petróleo crudo.



En nuestra tierra

—Marinora y Axel, en este relato no puedo dejar de platicarles el caso la industria petrolera mexicana, que es tan importante para la historia y economía de nuestro país.

—Para 1923 México contaba con 14 refineras; de ellas, la más grande del país era la de *Mata Redonda*, Veracruz, con capacidad para transformar 133 mil barriles diarios. Esta refinera mexicana fue inaugurada en 1915 por *La Huasteca Petroleum Co.*

El más grande comercio

El comercio del petróleo es superior al de cualquier otra mercancía en el mundo, es pues el producto con el que más se comercia entre los países productores y los que son consumidores de esta indispensable fuente de energía. Las exportaciones petroleras representan 60% de la producción global, esto es, que seis de cada diez barriles del petróleo que se extrae de la tierra son utilizados para su venta alrededor del mundo, lo que produce grandes ganancias económicas para los países productores del antiguamente llamado *aceite de piedra*. El petróleo crudo, el que sale tal cual de debajo de la tierra, es aún el producto de mayor intercambio comercial en el mundo, pero el comercio de productos derivados provenientes de la refinación del petróleo crudo está creciendo enormemente. La mayor parte del petróleo crudo que se comercia se transporta por mar o por tierra a través de tuberías. Los buques tanque han hecho posible el transporte intercontinental de petróleo al ser de bajo costo, eficientes y flexibles.

Estados Unidos de Norteamérica es el importador más grande, y el país que más energía consume, y a pesar de ser un país productor, a veces compra más de lo que necesita. Países como Japón y Alemania, bajo cuyos suelos no hay, como se dice comúnmente, ni una gota de petróleo, dependen de las importaciones.

Aunque las necesidades energéticas de la población mundial van cambiando con el tiempo, el petróleo sigue siendo la primera fuente de energía empleada en el mundo.



—El auge en la explotación del petróleo se debió a que las compañías petroleras comenzaron a expandirse por otros estados de la República mexicana, como San Luis Potosí, Tamaulipas y Veracruz en los inicios del siglo XX. Nueve años después se inauguró el oleoducto Tampico-Azacapotzalco, con una longitud de 500 kilómetros, representando un recorrido de prácticamente la sexta parte del largo del territorio nacional.

—Como han visto en la escuela, en su clase de historia, el presidente Lázaro Cárdenas expropió la infraestructura petrolera del país —quiere decir que pasaron a manos del gobierno mexicano los pozos, plataformas y refinerías petroleras que eran de las compañías

privadas extranjeras—, y expidió el Decreto de Expropiación con el que se fundó Petróleos Mexicanos (Pemex), el 18 de marzo de 1938. Después de la expropiación petrolera, las plantas de refinación de petróleo se expandieron por otros estados como Guanajuato, Tabasco, Hidalgo, Nuevo León, Oaxaca y la Ciudad de México.

—En sólo 42 años México contaba con una infraestructura petro-

lera capaz de competir con los mejores del mundo; en 1980 era el décimo primer país del mundo como refinador, pues contaba con una capacidad de proceso de 1 millón 476 mil barriles diarios de petróleo.

—El gran avance de Pemex en el desarrollo tecnológico hizo que en 1992 se creara Pemex Refinación, como una empresa subsidiaria de Petróleos Mexicanos. Con este nuevo impulso y con la preocupación por el cuidado del medio ambiente, de 1993 a 1997 se inició la construcción de plantas de refinación pertenecientes al llamado *Paquete Ecológico*, cuya finalidad, hasta la fecha, es mejorar la calidad de las gasolinas, diesel y combustóleo.

—Durante estos cuatro años, veinte plantas iniciaron operaciones: Salina Cruz, Oaxaca, con cuatro plantas; Cadereyta, Nuevo León, con cuatro plantas; Tula, Hidalgo, con ocho plantas; Mina-



titlán, Veracruz, con una planta; Ciudad Madero, Tamaulipas, con una planta; y Salamanca, Guanajuato, con dos plantas. Las cuales cuentan con una red de oleoductos de 4 mil 647 kilómetros, y de poliductos de 9 mil 115 kilómetros.

—También cuenta con petroquímicas ubicadas en Coatzacoalcos, Veracruz y San Martín Texmelucan, Puebla, que poseen ductos con más de mil kilómetros.

—Asimismo, los centros donde se procesa el gas se ubican en un cinturón que va de Tamaulipas a Tabasco, es decir que va por casi toda la costa del Golfo de México; donde hay diez complejos que cuentan con 12 mil 768 kilómetros de ductos.

—Igualmente, en Pemex creció la explotación de yacimientos, y actualmente cuenta con

7 mil 382 pozos en explotación, 223 plataformas marinas, seis refinerías, diez centros procesadores de gas, cinco centros petroquímicos y 77 terminales de almacenamiento y reparto. Toda esta infraestructura dividida en cuatro regiones: **Norte, Sur, Noreste y Suroeste.**

—Además, Pemex tiene cuatro rutas marinas: dos en el Golfo de México, una que va de Yucatán a Veracruz, y otra que viaja de Tamaulipas a Veracruz; y dos rutas en el océano Pacífico, la que va de Oaxaca a Colima y la que viaja de Oaxaca a Baja California.

—Como ven, mis queridos amigos, durante más de 75 años Pemex ha cre-

cido de manera importante, y como todo debe ajustarse a los cambios y condiciones del mundo. Es por eso que en 1997 el Sistema Nacional de Refinación inició con un programa de reconfiguración con el objetivo de actualizar los estándares de calidad y seguridad. La llamada reconfiguración de las refinerías es, en términos muy simples, una nueva estructura mediante un proceso para un mejor y adecuado aprovechamiento de los recursos naturales, que impacte directamente en la mejora económica de su entorno social. En esta tarea, Pemex ha contado con el apoyo del Instituto Mexicano del Petróleo (IMP), siendo el IMP una pieza fundamental en este proceso.



IV. La refinación y el medio ambiente

—**M**arinora y Axel, como lo vimos en la aventura anterior, en todo el mundo hay una gran preocupación por el cuidado del medio ambiente; por ello, cada persona, país y empresa existentes sobre la Tierra tienen que contribuir para conservar y mejorar el planeta. Igualmente, es responsabilidad de las empresas y gobiernos regular las industrias con mejor y mayor tecnología para que los efectos dañinos al entorno sean los menores posibles.

—En el caso de las refinerías mexicanas, consciente de esta problemática y sabiendo que esta industria tiene la posibilidad de producir emisiones contaminantes a la atmósfera, así como verter productos nocivos, ruidosos y olorosos, Pemex, con el apoyo de su llamado *brazo tecnológico*, el Instituto Mexicano del Petróleo, han tomado una serie de medidas para cuidar que esto no suceda,

y las cuales pueden resumirse en las siguientes: *Control de aguas residuales, Protección al medio marino, Protección de los suelos y Control de la contaminación atmosférica.*

—Como ven muchachos, el gran mundo del petróleo es muy importante para la vida de los seres humanos, y por eso es muy complejo.



V. Una curiosa anécdota



Aunque ya estábamos un poco cansados por la larga jornada, *Petro* nos confesó a Marinora y a mi que quería contarnos una última historia, una que tenía que ver con los años de juventud de nuestros papás, pues hacía muchos años ellos habían conocido esa *fábrica inmensa* que funcionó mucho tiempo en la Ciudad de México, y que tenía incluso su propia liga de beisbol, en la cual nuestros padres, que desde pequeños también habían sido muy amigos, habían sido inscritos desde muy *chavos*. Marinora y Axel, les dijo *Petro*. Finalmente voy a contarles la historia de la famosa Refinería de Azcapotzalco.

—Fue en el año de 1933 —poco antes de la expropiación petrolera de la que ya hablamos— cuando comenzó a funcionar en la Ciudad de México, propiedad de la *Compañía El Águila*, inglesa por cierto, la Refinería de Azcapotzalco, que inicialmente ocupaba 60 hectáreas, algo así como 82 campos de fútbol, y que con el tiempo, y al extender sus actividades, incrementó casi al triple su tamaño original, o sea, más o menos 250 campos de fútbol.

—La *Refinería 18 de Marzo* —así llamada tras la expropiación petrolera de 1938— producía principalmente productos que luego derivaron en lo que hoy conocemos como: gasolina *magna*, gasolina *premium*, turbosina, querosina, diesel, gas, gas licuado del petróleo y combustóleo, con una capacidad de refinación de 7 mil 500 barriles de petróleo por día.

—Sin embargo, como consecuencia de la tecnología con que operó la refinería, se generó una enorme contaminación en el subsuelo en los terrenos que albergaban sus instalaciones. Por ello se ordenó su cierre el 18 de marzo de 1991 —junto con la Refinería de Poza Rica, Veracruz— con el propósito de reducir la contaminación del aire de la Zona Metropolitana del Valle de México y preservar la salud de sus habitantes, unos años después de que, además, empezó a funcionar el *abuelito* del **Programa Hoy no Circula**.

—A partir de su cierre se iniciaron los trabajos de demolición y desmantelamiento de las instalaciones, y su traslado a otras refinerías en el país, proceso que se llevó a cabo durante los años 90 del siglo pasado. No obstante, tras más de diez años en que los terrenos de la refinería permanecieron abandonados, finalmente toda la extensión de lo que había sido está, fue cedida por Pemex al gobierno federal, en 2007, año en el cual iniciaron las labores de lo que los expertos llaman *remediación ambiental* del predio (para la gente común *remediación* significa dar remedio a algo, pero en el caso de la refinería el término se refiere a la eliminación de contaminación o contaminantes del medio ambiente para la protección general de la salud humana y del ambiente), que estuvieron a cargo del propio Petróleos Mexicanos, varias universidades públicas, así como de expertos internacionales que asesoraron en el proyecto.

—Así las cosas, lo que fuera la *Refinería 18 de Marzo* se convirtió en el *Parque Bicentenario*, un parque de la Ciudad de México, al

que muchos niños acuden con sus padres, el cual tiene muchísimas actividades para la familia, y está situado en la zona norponiente de la ciudad. El *Parque Bicentenario* es diez veces más grande que la *Plaza de la Constitución* (el *Zócalo* capitalino) en el centro de la Ciudad de México, y es el segundo *pulmón* o fuente del oxígeno que respiramos en la capital del país. Si no lo conocen, díganle a sus papás que los lleven.

—Por supuesto que así lo haremos, ¡ya lo verás!

Nuevos retos

Actualmente hay una gran preocupación respecto a la disponibilidad de petróleo crudo, ya que para transformarlo en las *fábricas inmensas* se requerirían de procesos más complicados y costosos para la obtención de los productos petrolíferos que requiere el país.

Otro de los grandes retos que enfrenta la transformación del petróleo, o industria de refinación, del país en el futuro cercano, será ampliar la capacidad de distribución y almacenamiento de productos petrolíferos; es por ello que el gobierno planea agrandar y reubicar terminales de almacenamiento, hacer más grandes los sistemas de carga y descarga, rehabilitar los tanques y sistemas de seguridad y renovar la flotilla de reparto local. A estos planes se suma la cercana creación de una nueva refinería que incrementará la producción nacional de petrolíferos.

La despedida

Así, tras esta última historia, y preocupado por el cansancio que Marinora y yo pudiéramos tener luego de tantas horas de plática y recorrido, además de que habíamos estado mucho tiempo fuera de nuestras casas, *Petro* preguntó si nos había gustado esta historia, sin haber terminado de hablar contestamos: ¡Siiiiii, mucho!

—Quiero decirles, —dijo *Petro*— que la industria petrolera es de tal magnitud y complejidad que una sola jornada no basta más que para entender sus principios, para despertar su interés, y para que en un futuro, no muy lejano, tengan algunas ideas que puedan hacer de ustedes los próximos *petroleros* mexicanos.

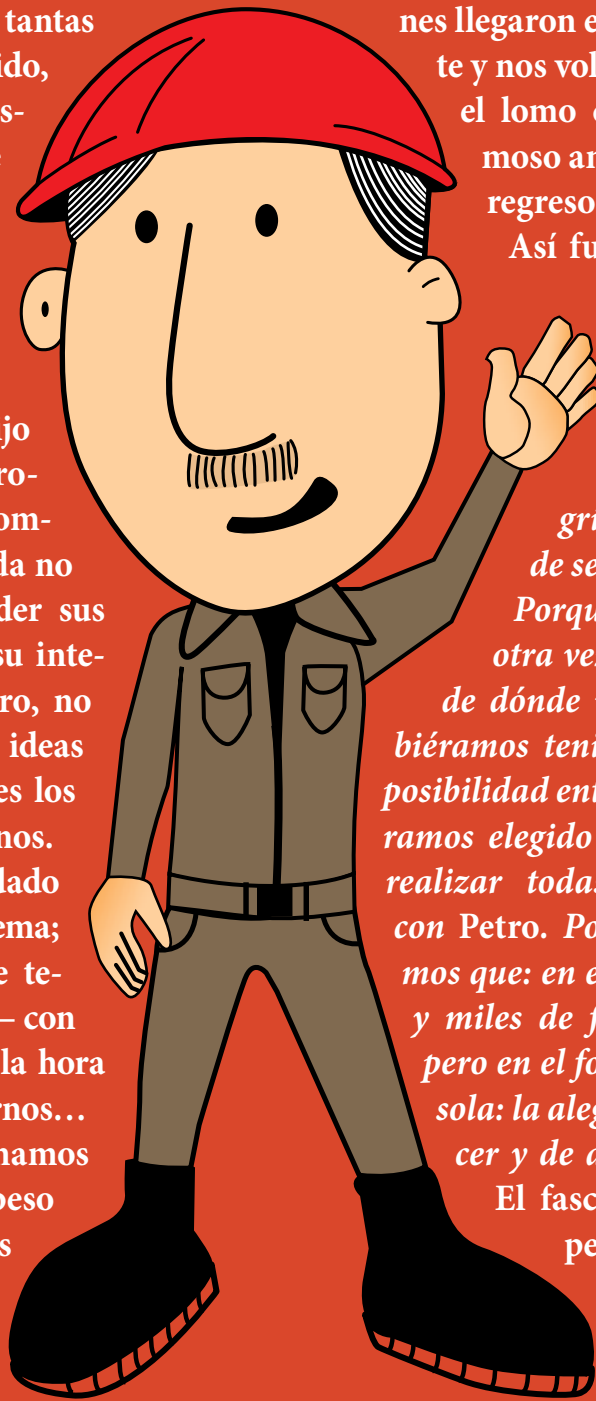
—Espero que les haya ayudado a entender este interesante tema; para mí fue muy agradable tenerlos aquí —nos dijo *Petro*— con cierta tristeza, pues llegaba la hora en que debíamos de despedirnos...

—Gracias amigo, exclamamos Marinora y yo, le dimos un beso de agradecimiento, y salimos

corriendo para volver al lugar donde nos habían dejado Atreyu y Falkor, quienes llegaron en el mismo instante y nos volvimos a montar en el lomo del enorme y hermoso animal para irnos de regreso a casa.

Así fue que, cómo sucedió en La Historia interminable: ...*La alegría nos llenó de la cabeza a los pies, alegría de vivir y alegría de ser nosotros mismos.*

Porque ahora sabíamos otra vez quienes éramos y de dónde veníamos... Si hubiéramos tenido que elegir una posibilidad entre todas, no hubiéramos elegido ninguna otra que realizar todas estas aventuras con Petro. Porque ahora sabíamos que: en el mundo hay miles y miles de formas de alegría, pero en el fondo todas son una sola: la alegría de poder conocer y de aprender acerca de El fascinante mundo del petróleo.



Amigos, este libro es el cuarto de una serie de cuatro, la cual inició con *El fascinante mundo del petróleo*. Es un intento que hace el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP) para que ustedes se interesen en conocer qué sucedió, sucede y sucederá en *El fascinante mundo de la transformación industrial del petróleo*; pero asimismo y de mayor valor, lo que el IMP desea, es que a ustedes se les despierte la curiosidad o el *gusanito* para querer saber más sobre estos temas, y por lo tanto, se interesen en estudiar carreras relacionadas a la industria del petróleo y el gas natural; pues estas profesiones les podrán dar un sinfín de satisfacciones, logros y orgullo de trabajar para ustedes y su familia, pero sobre todo para y por nuestro querido México. Así las cosas, nos vemos en las siguientes publicaciones, en las cuales todavía no decidimos los temas a tratar. Pero tengan la seguridad que como éstos que ya leyeron serán de su agrado. Hasta entonces.

Miguel Ángel Aguilar Ramírez, estudió Ciencias de la Comunicación en la UNAM. Colaboró en diversas revistas como: *Información Científica y Tecnológica del Conacyt*; *Desarrollo sustentable*; y *Yacimiento*. Una de sus novelas, tiene como eje central el *Proyecto Genoma Humano*.

