Lección: «¿Qué hace que los puentes sean tan fuertes?»

TRANSCRIPCIÓN DEL VIDEO EN ESPAÑOL

VIDEO DE EXPLORACIÓN 1

¡Hola, soy Doug! Hoy quiero contarte una historia real sobre el lugar en esta foto y sobre una persona llamada Charles Ellis. Charles construyó algo justo en este lugar, y lo que construyó es conocido en todo el mundo. Lo verás al final de la lección, y probablemente lo reconocerás.
Para hablar de esto, tenemos que retroceder en el tiempo. Vamos a ir al año 1929, hace casi un siglo. Y aquí está Charles Ellis. Charles era ingeniero. Un ingeniero es alguien que usa la ciencia para construir cosas. Y Charles enfrentó un desafío. A él lo llamaron para que ayudara a dos ciudades en la costa oeste de Norteamérica. Entre las dos ciudades había un amplio estrecho de agua. Las dos ciudades a menudo comerciaban y algunas personas incluso viajaban de una ciudad a otra todos los días para trabajar. Pero solo había una forma de cruzar este estrecho de agua: en barco. Y eso no era muy bueno. En barco tomaba 45 minutos para llegar de un lado a otro. Las personas en estas dos ciudades querían que Charles construyera un puente sobre el gran estrecho de agua para poder conducir sus automóviles y camiones de una ciudad a otra. Y no solo querían un puente cualquiera, querían un puente hermoso. Uno realmente bello. Algo que todo el mundo pudiese admirar. Algo que pudiese ser famoso.
Pero muchos expertos dijeron que ahí no se podía construir un puente. Dijeron que la distancia era muy larga. Era más de una milla. También pensaban que el agua del estrecho era demasiado profunda, y sí lo era. Si le quitáramos toda el agua a este lugar, verías que son casi

400 pies de la superficie hasta el fondo. Además, muchos barcos grandes necesitaban atravesar el estrecho. Barcos grandes como buques de carga, cruceros, barcos de la marina. Cualquier puente que pusieran ahí no podría tener muchos pilares o soportes debajo de él porque bloquearían el paso de barcos grandes como ésos. Entonces, ¿cómo podrían construir un puente en estas condiciones? Hoy, tú al igual que Charles, vas a diseñar tu propio puente. Para divertirte competirás contra algunos de tus compañeros y compañeras para ver quién puede construir el puente más fuerte. Ahora, a diferencia de Charles, no tienes que crear un puente que pueda transportar personas o automóviles. Solo tienes que diseñar un puente que pueda sostener el peso de algunos centavos. Y para eso tendrás que construir tu puente de papel. Pero es posible que nunca antes hayas pensado en diseñar puentes así que te voy a contar un poco más sobre la historia de Charles Ellis, el ingeniero, para que puedas aprender algo sobre el diseño de puentes.

La primera pregunta que cualquier diseñador de puentes podría hacerse es, «¿Por qué no simplemente usar una tabla larga?» Después de todo, ese es el tipo de puente más sencillo. Imagínate que lo único que tuviéramos que hacer es cruzar este pequeño arroyo. Es de una medida que no podemos cruzar con un brinco, así que podemos colocar una tabla como ésta para poder cruzar. Pero si este arroyo fuera un poco más ancho, como éste, empezarías a encontrar problemas al tratar de poner una tabla. Para empezar, necesitarías una tabla más larga para que pueda llegar hasta el otro lado. Entre más larga sea la tabla, más pesará. Entre más pese, se empezará a doblar bajo su propio peso. ¿Lo ves? Ahora, si le pones más peso encima, como el de una persona caminando, la tabla se hundirá aún más. Si le pones mucho peso, podría hundirse hasta llegar al agua e incluso romperse. Entonces ¿qué podrías hacer con un puente como éste? ¿Cómo podrías evitar que se hunda?

VIDEO DE EXPLORACIÓN 2

Puedes ver que esta es la idea que usaron para este, el puente del Lago Pontchartrain en Louisiana, Estados Unidos. Donde el puente se pudo haber hundido, pusieron estos grandes pilares para sostenerlo. Los pilares son como el palo que ponemos debajo de nuestra tabla. El peso de la carretera y de los automóviles o camiones que circulan por ella empujan hacia abajo, así que se necesita algo para empujar hacia arriba. De lo contrario, el puente fallará o se romperá. Por lo tanto, estos pilares ayudan a empujar hacia arriba sobre el peso, previniendo que el puente se hunda o se rompa. Ahora, mientras uses pilares o columnas como soportes, es posible construir un puente tan largo como quieras. El puente del Lago Pontchartrain es realmente largo. Es uno de los puentes más largos del mundo. Cuando construyas tu puente de papel, puedes intentar construir pilares de papel. Pero regresando a Charles, él no podía simplemente construir un puente con muchos pilares, porque, como recordarás, el puente iba a ser construido sobre un estrecho muy profundo. Además, tenía que haber espacio debajo del puente para que pudieran pasar los barcos grandes. Entonces, ¿qué opciones tenía Charles? Bueno, regresemos a la idea de usar una tabla para cruzar un arroyo. Supongamos que tenemos una situación en la que el puente atraviesa algo realmente profundo. Como esto. No puedes simplemente poner un palo o un pilar en medio del puente para sostenerlo porque el piso queda demasiado abajo. Pero puedes poner dos pilares en un ángulo, de esta manera. Ahora, estás soportando la parte de en medio del puente. ¿Notas dónde empuja la fuerza del peso? Está empujando a los lados. Esto es lo que han elegido algunos diseñadores de puentes. Como este...este… y este. Probablemente puedes adivinar cómo se llama este tipo de puente. Es un puente en arco. Los puentes en arco son un diseño muy popular. Quizás incluso tengas uno cerca de dónde vives.

Entonces, ¿podría Charles usar un diseño de puente en arco? Esto definitivamente haría un hermoso puente y no tendría ningún pilar debajo, así que cumpliría dos de las cosas que necesitaba. Pero, desafortunadamente, Charles no pudo usar un diseño de puente de arco porque los puentes en arco no pueden ser tan largos. Si son demasiado largos, los apoyos no soportarán el peso del puente. El puente de arco más largo del mundo, este, mide aproximadamente 550 pies de largo. Ahora, acuérdate que el estrecho que el puente de Charles tenía que atravesar era de más de 5,000 pies, una milla. Entonces, un puente en arco podría ser un buen diseño para que lo pruebes hoy con tu puente de papel, pero esto no hubiera funcionado para el puente de Charles Ellis. Necesitaba un diseño diferente. Hay un tercer diseño que es posible. Acuérdate que en un puente con pilares, los pilares soportan el peso del puente empujándolo desde abajo. Y en el puente en arco, dos apoyos soportan el peso del puente empujándolo desde los lados.Fíjate que en los dos diseños algo está empujando hacia arriba, contra los puentes. ¿Qué pasaría si no tuvieras a algo empujando hacia arriba contra el puente? ¿Podría el puente jalar hacia abajo? Hmmm… ¡Sí es posible! Este tipo de puente se llama puente colgante. Si ya te sabes la palabra «colgar», es fácil recordar el nombre de este puente. Se llama así porque el puente se suspende o cuelga de estas dos torres aquí arriba. Es una fuerza que jala. La calle está aquí y el peso de este puente, más cualquier cosa que conduzca sobre él, está soportado por estas cuerdas hechas de acero que están unidas a las dos torres en cada lado. Este es el diseño que Charles Ellis eligió para atravesar el estrecho. Y al hacer eso, creó el puente colgante más famoso del mundo. De hecho, no te he dicho los nombres de las ciudades que quería unir. Una de ellas era San Francisco, California, y la ciudad del otro lado era una ciudad llamada Sausalito. Me imagino que ahora ya sabes cuál es el puente que diseñó Charles Ellis. Es éste. El puente Puerta Dorada o el Golden Gate. El diseño del puente colgante resolvió todos los problemas de

Charles. Así pudo cruzar la gran distancia entre las dos ciudades sin tener que poner muchos pilares o columnas en la parte de en medio (en donde el agua es muy profunda). Eso dejó el paso libre para los barcos grandes que tenían que cruzar el estrecho. Para hacer un puente colgante, Charles y un equipo de construcción tuvieron que construir dos grandes torres para colgar el puente. Esta es una foto real de cuando estaban haciendo la construcción. Pusieron las dos torres en el área menos profunda del estrecho. Luego colgaron el puente mismo, el camino, de las torres usando cables increíblemente fuertes hechos de acero. Estos. Cuando fue terminado en 1937, el Golden Gate se convirtió en el puente colgante más largo en todo el mundo, y todavía está en la lista de los 10 más largos.

Aunque ya no es el puente colgante más largo, sigue siendo el más famoso. Probablemente por su hermoso diseño y su llamativo color naranja oscuro. Y las increíbles vistas desde casi cualquier lugar cerca del puente. La gente a menudo pregunta, «¿Por qué se llama el puente Puerta *Dorada*? El puente es naranja, no dorado.» Bueno, el estrecho de agua que cruza se llama el estrecho Golden Gate, así que de ahí viene el nombre del puente, no de su color. Si miro a través de binoculares, incluso puedo ver este puente desde mi vecindario en San Francisco en donde vivo. Así que esa es la historia de Charles Ellis, el ingeniero, y el puente que construyó: el puente Golden Gate de San Francisco. Ahora sería un buen momento para pensar en los diferentes tipos de diseños de puentes que acabas de ver y qué hace que un puente sea fuerte.

VIDEO DE EXPLORACIÓN 3

Hay una cosa extra que puedes hacer para crear un puente que sea fuerte. Esto es algo que quizás quieras saber antes de diseñar un puente de papel. Si volvemos al primer ejemplo del puente más simple del mundo, éste, una tabla para atravesar un arroyo, te acuerdas que si la

tabla es demasiada larga se puede hundir en medio. Y si caminas sobre ella, incluso se puede romper o sumergirse en el agua. Pero mira esto. Si tomas esta tabla y la pones de lado, es mucho más fuerte. Si caminas sobre ella mientras está así, no se hundiría. Puede soportar mucho más peso. Entonces, si pones dos tablas de lado, y luego pones una tabla plana en la parte superior para caminar sobre ella, este puente sería mucho más fuerte que una sola tabla. Lo interesante es que este puente no tiene que quedarse así. Si clavas las tres tablas para que estén conectadas, y luego las volteas de esta manera, el puente todavía tiene la misma fuerza. Las dos tablas que apuntan hacia arriba hacen que este puente sea rígido. Evitan que se hunda. Este diseño es muy fuerte. De hecho, puedes verlo en la vida cotidiana.

Claro, los puentes realmente grandes, como éste, no están hechos de madera. Este está hecho de acero, ya que el acero es aún más fuerte. Pero el acero tiene una desventaja ya que es mucho más pesado que la madera. Entonces, los constructores de puentes pensaron en cómo podrían hacer una forma como ésta, pero mantenerla ligera. Y se dieron cuenta de que no tiene que ser una pieza plana de acero gigante a los lados. También se puede construir un puente usando vigas de acero, o postes, y sería igual de fuerte, pero mucho más ligero. A este tipo de puente se le dice puente en celosía. Es simplemente una versión más ligera de esto, un diseño que hace que un puente sea más fuerte. Si miras a tu alrededor, puedes ver puentes en celosía en todas partes. Como éste...y este...y este, y este, y aquí hay otro, están en todas partes. A veces incluso puedes encontrar puentes en celosía dentro de otros diseños de puentes. Por ejemplo, mira el puente Golden Gate. Este es un puente colgante, ¿verdad? Pero mira el camino. La parte de abajo del camino está compuesto de una celosía. Piensa en esto mientras construyes tu puente de papel.

PRESENTACIÓN DE LA ACTIVIDAD

Muy bien, es hora de que tú seas un ingeniero como Charles Ellis. Junto con un compañero o compañera vas a construir un puente. Lo que va a limitar tu diseño no es la profundidad del agua como en el case del Golden Gate. En cambio, lo que te limitará serán los materiales que puedes usar y el tiempo que tienes para construirlo. En términos del tiempo, solo tendrás el resto de la clase para hacerlo. Y con respecto a los materiales, tu puente solo estára hecho de papel. Entonces, tú y tu compañero o compañera van a trabajar juntos. Su trabajo es crear un puente entre dos montones de libros. Los libros deben estar separados unas seis pulgadas, y su puente debe ser de, por lo menos, tres pulgadas de ancho. Van a probar su puente poniéndole centavos arriba. Pónganle centavos hasta que el puente se caiga. ¡Ay! Este puente falló. Se cayó por el peso de los centavos. Ahora, ya sé que esto suena extraño. ¿Por qué queremos que el puente falle? Sin embargo, eso es exactamente lo que queremos. Porque el hacer que falle y, después ver porque falla, les dará ideas sobre cómo mejorar su puente y hacerlo más fuerte. El puente que sostenga la mayor cantidad de centavos va a ser el diseño ganador. Para los materiales del puente, solo pueden utilizar papel y nada más, ni siquiera cinta adhesiva. Solo papel. Ya sé que suena difícil, pero lo estamos haciendo difícil a propósito porque el ser creativos es como si fuera un tipo de músculo. Tienen que ejercitarlo a fin de que se fortalezca. Entonces, al no tener cinta adhesiva van a tener que ejercer su músculo de la creatividad. Piensen en todas las cosas que pueden hacer con el papel. En realidad hay muchas cosas que pueden hacer con él. Lo pueden doblar, lo pueden enrollar, lo pueden torcer. ¿Alguna de estas cosas hacen que el papel esté más tieso o sea más fuerte? Piensenlo. ¿Alguna de estas cosas les puede ayudar a hacer algo que en otra situación haría la cinta?

Pero, buenas noticias, sí tendrán tijeras. Podrán cortar el papel como quieran. Y si experimentan, estoy seguro de que encontrarán muchas formas distintas de construir un puente. Piensen en eso, ¿cómo podrían copiar alguno de los diseños que vimos en los videos? Pueden utilizar las hojas de papel que quieran para experimentar, siempre y cuando su puente final utilice solo dos hojas de papel. Ahora, para hacer el trabajo bien hecho, les recomiendo que hagan al menos tres diseños de puente distintos para ver cuál funciona mejor. Ustedes dibujarán sus diseños aquí en su hoja de trabajo. Para empezar, van a necesitar estas cosas: un lápiz, una hoja de trabajo que diga «El Reto del Puente», una hoja que diga «Libreta del Diseñador o la Diseñadora de Puentes» en donde pueden escribir lo que hacen, y también querrán una regla, un par de tijeras, dos montones de libros y, por supuesto, papel. ¡Ay! Y no olviden que también necesitarán centavos. El número de centavos que necesitarán dependerá de su puente. Espero que necesiten muchos centavos. Así que...¡Adelante!. Sigan las instrucciones en la hoja que explica el desafío del puente y, cuando hayan terminado de construirlo, su clase puede reunirse y hablar acerca de lo que hicieron y de cuál fue el puente que sostuvo la mayor cantidad de centavos. ¡Diviértete y nunca pierdas la curiosidad!