

2025: UN SALTO CUÁNTICO EN LA EDUCACIÓN



*Oswaldo Rodríguez (Química) – Silvia Cánepa (Ciencias de la Computación) -
Alexxander Fernández (Física) – Matias Manara (Historia)*



Ficha técnica

Institución: Liceo público «Alberto Candéau» (Paso Carrasco)

Nivel educativo: Diverso (8.º EBI – 9.º EBI – 3.º EMS)

Participantes: Osvaldo Rodríguez (Química), Silvia Cánepa (Ciencias de la Computación), Alekxander Fernández (Física), Matias Manara (Historia), Cecilia Cormick (científica)

Contacto: osvaldo@tutanota.com - silviacanepa@gmail.com - mmanaraalonzo@gmail.com - afernandez@docente.ceibal.edu.uy

Resumen

En el marco del «2025 International Year of Quantum Science and Technology (UNESCO)» nos hemos propuesto innovar en la práctica educativa, integrando en un mismo espacio (Semillero de Investigación en Mecánica Cuántica) a estudiantes de varios niveles educativos, bajo la premisa de generar un marco de aprendizaje en el cual un tema tan esencial para nuestro tiempo (y el que vendrá) como sobremanera abstracto, pueda ser abordado desde lo lúdico, lo multidisciplinar y los variados intereses de estudiantes de sendos niveles educativos de nuestra institución.

Introducción

Para llevar adelante la propuesta, nos hemos centrado en *dos ejes estructurantes*, tomando como *leitmotiv* la celebración del 138 aniversario del nacimiento de Erwin Schrödinger, uno de los padres de la disciplina en cuestión.

EJE HISTÓRICO: La mecánica cuántica en su contexto histórico: Schrödinger, su obra y su tiempo (con estudiantes de 8.º de EBI)

Fundamentación a la participación de la asignatura de Historia y el armado de la línea de tiempo basada en los principales hitos históricos en el mundo durante la primera mitad del siglo XX y la vida propia de Erwin Schrödinger.

La enseñanza de la historia es fundamental para comprender el presente y construir el futuro. Una herramienta efectiva para lograr esto es el armado de una línea de tiempo, que permite visualizar y organizar los eventos históricos en un contexto temporal. En este sentido, la agitada vida de Erwin Schrödinger y su relación destacada con los hitos históricos del siglo XX pueden servir como un ejemplo ilustrativo para los estudiantes.

Objetivos

- Comprender la importancia de la historia en la construcción de la identidad y la conciencia crítica.
- Desarrollar habilidades para analizar y contextualizar eventos históricos.
- Utilizar la línea de tiempo como herramienta para visualizar y organizar la información histórica.

Armado de una línea de tiempo

Fue importante en el proceso de elaboración seleccionar los eventos históricos más relevantes y significativos para su inclusión en la línea de tiempo. En el caso de Schrödinger, se incluyeron su nacimiento, su servicio militar durante la Primera Guerra Mundial, su trabajo en física teórica y su exilio en Irlanda durante la Segunda Guerra Mundial.

Por otra parte, fue imperioso organizar los eventos en orden cronológico, asegurándose de la inclusión de fechas precisas y relevantes. Del mismo modo, la información contextual sobre cada evento, como el contexto político, social y cultural de la época, también fue necesaria.

Se utilizó una variedad de recursos visuales, tales como gráficos, imágenes y mapas, para hacer que la línea de tiempo fuera más atractiva y fácil de entender.

Beneficios de la línea de tiempo

La línea de tiempo ayuda a los estudiantes a comprender la relación entre los eventos históricos y a visualizar la secuencia de los acontecimientos. Puede ser utilizada para reflexionar sobre la causalidad y las consecuencias de los eventos

históricos. El armado de una línea de tiempo desarrolla habilidades como la organización, el análisis y la síntesis de información.

La vida de Erwin Schrödinger en el contexto de los hitos históricos

Erwin Schrödinger vivió durante un período marcado por grandes cambios y conflictos globales. A continuación, se presentan algunos puntos clave sobre su vida en relación con los hitos históricos mencionados:

Primera Guerra Mundial (1914-1918)

Durante la Primera Guerra Mundial, Schrödinger sirvió en el ejército austrohúngaro en el frente italiano. Su experiencia en la guerra puede haber influido en sus perspectivas sobre la ciencia y la sociedad.

Círculo de Viena (años 20 y 30)

El Círculo de Viena fue un grupo de filósofos y científicos que se reunían para discutir temas relacionados con la lógica, la filosofía de la ciencia y la epistemología. Aunque Schrödinger no fue un miembro directo del Círculo, su trabajo en física teórica y su interés en la filosofía de la ciencia pueden haber sido influenciados por las ideas discutidas en este grupo.

Años treinta en Europa

En la década de 1930, el ascenso del nazismo en Alemania y Austria tuvo un impacto significativo en la vida de Schrödinger. Debido a su oposición al régimen nazi y su preocupación por la situación política, Schrödinger decidió dejar Alemania y aceptar una posición en Oxford.

Segunda Guerra Mundial (1939-1945)

Durante la Segunda Guerra Mundial, Schrödinger se encontraba en Irlanda, donde había aceptado una posición en el Instituto de Estudios Avanzados de Dublín. Su trabajo en física teórica continuó durante este período y publicó varios artículos importantes.

La Guerra Fría (hasta 1960)

Después de la guerra, Schrödinger regresó a Austria y se convirtió en director del Instituto de Física Teórica de la Universidad de Viena. Durante la Guerra Fría,

Schrödinger continuó trabajando en física teórica y se mantuvo activo en la comunidad científica internacional.

La vida de Erwin Schrödinger estuvo marcada por los grandes conflictos y cambios políticos del siglo XX. Su trabajo en física teórica y su participación en la comunidad científica internacional se vieron influenciados por los eventos históricos de su época.

EJE TECNOLÓGICO: ¡El futuro es cuántico, así que prepárate! (con estudiantes de 9.º EBI)

Se desarrolló un conjunto de actividades, desde la idea de un modelo cuantizado del átomo hasta la tecnología puntera de computación cuántica. Como broche de oro, contamos con la profesora Cecilia Cormick¹ en una actividad sobre «Distribución cuántica de claves y algoritmo de Deutsch», en nuestro Laboratorio de Innovación y Extensión Educativa (LIEE).

Se ha seguido un camino que ha permitido la participación de estudiantes de distintos niveles educativos, aportando desde diferentes asignaturas una visión global imposible de conseguir desde un solo ángulo de trabajo. Esto se verá claramente a posteriori, en los testimonios de los estudiantes.

Para la presentación en la Feria nos valimos de dos juegos: Quantum Odyssey® (Quarks Interactive), donde los participantes debían resolver una serie de puzzles de dificultad creciente, basándose en la lógica de los circuitos cuánticos, y Quantum VR®, un metaverso científico, donde (utilizando un casco de realidad virtual) se realizaron experimentos cuánticos para conseguir liberar animales de laboratorio, utilizando algoritmos y puertas lógicas. La idea era presentar el complejo y apasionante mundo de la computación cuántica a los asistentes a la Feria, de forma atractiva e interactiva, y permitirles una toma de contacto significativa con alguno de los ítems que fueron tratados por la profesora Cecilia Cormick.

¹ [Cecilia Cormick](#) es investigadora independiente en el CONICET (Argentina) y profesora en la Udelar (Uruguay). Especialista en ingeniería de sistemas cuánticos abiertos, información y simulaciones cuánticas con iones atrapados, óptica cuántica y sistemas de bosones compuestos.

Desarrollo

EJE HISTÓRICO. Línea de tiempo interactiva

Ciencias de la computación - Prof. Silvia Cánepa

Creación de una línea del tiempo interactiva: 100 años de la física cuántica. Hacer una línea de tiempo interactiva sobre los 100 años de la física cuántica es una excelente manera de entender y visualizar cómo ha evolucionado esta fascinante rama de la ciencia a lo largo del tiempo. Al crearla, pueden identificarse los hitos más importantes como descubrimientos, teorías y experimentos clave, y comprender cómo cada uno ha contribuido a nuestro conocimiento actual. Además, al ser interactiva, la línea de tiempo permite explorar la información de manera más dinámica y participativa, lo que facilita el aprendizaje y hace que el tema sea más interesante y memorable. Deben investigar, organizar y presentar los hitos más importantes en los 100 años de la física cuántica mediante una línea del tiempo en formato digital interactiva. Y otra en formato papel (traer, cartulina, colores, marcadores, imágenes).

Materiales

- Computadoras con acceso a internet
- Herramientas gratuitas para crear líneas del tiempo interactivas (ejemplo: Canva, Prezi)
- Recursos de investigación (artículos, videos, libros digitales).
Búsqueda en Internet
- Formato papel, cartulina, colores, imágenes.

Pasos de la actividad

1. Introducción y explicación

Creación de la línea del tiempo:

- Cada grupo utilizará una herramienta digital para crear su línea del tiempo interactiva y hacer otra en formato papel.
- Deben incluir imágenes, enlaces y breves descripciones de cada evento.

Presentación y discusión:

- Cada grupo **presenta** su línea del tiempo al resto de la clase.
- **Se fomenta la discusión** sobre la importancia de cada hito y cómo la física cuántica ha cambiado nuestra comprensión del universo.
- **Buscar información** confiable sobre los hitos seleccionados.
- Anotar fechas, personajes, descubrimientos y su impacto.

2. Organización:

- Ordenar los eventos cronológicamente.
- Seleccionar imágenes relevantes y enlaces adicionales si es posible.

3. Creación:

- Utilizar la herramienta digital asignada (Canva, Prezi, etc.).
- Incluir cada evento con su descripción, imagen y enlace.

4. Revisión:

- Verificar que toda la información sea correcta y clara.
- Asegurarse de que la línea del tiempo sea visualmente atractiva y fácil de navegar.

5. Presentación:

- Preparar una breve explicación de cada evento para compartir con la clase.

Competencias generales: relacionamiento con el otro, comunicación.

Competencia específica: pensamiento crítico, científico y creativo.

Metas de aprendizaje

Los estudiantes:

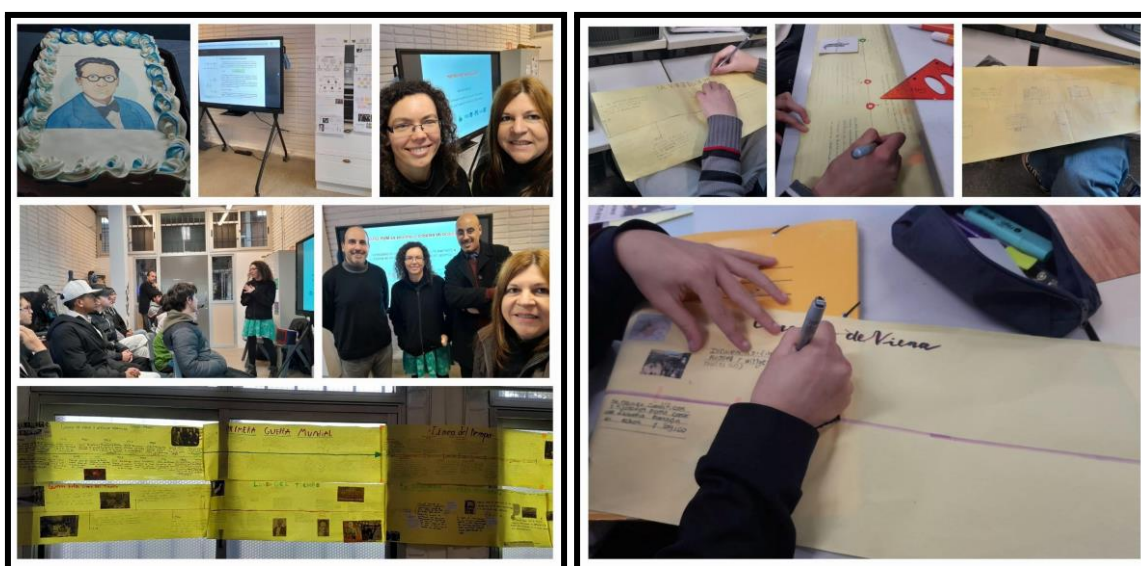
- ☐ Fomentarán habilidades de investigación y trabajo en equipo.
- ☐ Promoverán el uso de herramientas digitales para crear contenidos interactivos.
- ☐ Comprenderán la importancia de la física cuántica en la historia de la ciencia.
- ☐ Desarrollarán habilidades de comunicación y presentación.

Evaluación

- Participación en la investigación y creación de la línea del tiempo.
- Calidad y creatividad de la línea del tiempo en formato digital y en papel.
- Claridad en la presentación y explicación de los hitos seleccionados.
- Rúbrica para evaluar la actividad (rúbrica de evaluación):

Línea del tiempo sobre los 100 años de la física cuántica

Criterios: Excelente (4 puntos), Bueno (3 puntos), Satisfactorio (2 puntos), Insuficiente (1 punto).



EJE TECNOLÓGICO

La voz de los profesores

¡Qué adorable escuchar de boca de nuestra ilustre invitada el lema de los sabios humildes que, parafraseando a Feynman, les dice a los estudiantes: «Yo no sé lo que es la mecánica cuántica: nadie lo sabe»² Esa misma incertidumbre es la que me motivó a celebrar este año tan importante para la cuántica incorporando estos temas en el curso de 9.º de EBI. «¡Llegar hasta Rutherford, y no ir más allá!»

² "I think I can safely say that nobody understands quantum mechanics". Tomado de *Messenger Lectures*(1964), Universidad de Cornell.

—dicen los timoratos—; pero yo sé que Niels Bohr es un cometa con una enorme estela, imposible de tapar con un dedo —o con la palma entera— porque iluminó vasto el oscuro cielo de la ciencia (¿acaso no refutó más de una vez al mismísimo Einstein? ¿No es una lumbrera sin igual la que a partir del cuerpo negro de Planck creó un modelo atómico casi inconcebible?). El viejo Niels estaba preparando sin saberlo la llegada de nuestro amigo del gato, protagonista de la velada y longevo cumpleañosero...

Oswaldo Rodríguez, 42 años, amante de la química

La voz de la científica

Solo puede dar dos resultados al medirlo (ej. 0/1, blanco/negro, ↑/↓).

Diferencia clave: puede estar en superposición (un estado «neblinoso» que combina ambos)... Al observarlo, la superposición colapsa a un valor único (blanco o negro). Esa medición destruye la superposición.

Un Nuevo Mundo se abrió de par en par. ¡138 años no es poca cosa! Por lo demás, somos rápidos para pensar que los estudiantes no pueden con tanta abstracción... pero, ¡oh sorpresa!: el mundo nunca ha sido tan abstracto como ahora!!!

En estos tiempos, en los que la ciencia está tan desprestigiada, el sentir y el parecer a menudo derrocan a las teorías científicas (esas construcciones sólidas). Por eso, es fundamental tener en el laboratorio un espacio para acercar la ciencia a los más necesitados. Porque la necesidad no es solo de pan y leche, sino también de conocimiento. Y aquí no se trata de cualquier cosa, sino de temas como la cuántica, un campo que se cocina en las universidades y laboratorios de todo el mundo.

Mientras la invitada presenta los datos para generar los estados cuánticos y un simulador de rotaciones con todo y una ventana donde se revela el estado luego del giro, aplicando la mejor de las didácticas, realiza un juego de dados y paneles, combinaciones y explicaciones para llevar lo difícil al lenguaje común. Con paciencia y en cincuenta minutos logra transportar el mundo de lo muy chiquito e inobservable al mundo macro y común de los estudiantes. Cecilia utiliza al Superagente 86 para hablar sobre la encriptación con clave secreta de un solo uso: la clave debe ser completamente aleatoria y usada solo una vez. Lo que provoca que sea imposible de romper si se cumple esa condición. ¡Emocionante y hermoso desafío para los chicos!

Alexxander Fernandez, amante de la física

*La experiencia desarrollada en el marco del 2025 International Year of Quantum Science and Technology (UNESCO) ha significado un punto de inflexión en mi práctica pedagógica. Me permitió constatar el poder transformador de un aprendizaje que se nutre de la curiosidad, la colaboración y la creatividad. Particularmente enriquecedor resultó tomar como eje la conmemoración del **138 aniversario del nacimiento de Erwin Schrödinger**. Su figura actuó como hilo conductor para diseñar actividades que unieron historia, ciencia y tecnología. La propuesta de elaborar **líneas de tiempo interactivas**, apoyadas en recursos de las ciencias de la computación, brindó a los estudiantes un marco tangible para acercarse a conceptos que muchas veces resultan abstractos y lejanos. Lo más valioso fue observar cómo los estudiantes se apropiaron del desafío con entusiasmo. El trabajo en conjunto dio lugar a un **espacio interdisciplinar y colaborativo**, donde cada voz encontró lugar y sentido. Como docente, esta experiencia me ratifica que el abordaje de temas complejos, como la mecánica cuántica, no solo es posible en escenarios educativos diversos, sino que además cobra un valor formativo esencial cuando se integra con la dimensión histórica, tecnológica y lúdica. En suma, ha sido una práctica innovadora que abrió nuevas puertas para pensar la educación científica de nuestro tiempo y del que vendrá.*

Silvia Cánepa, amante de la computación

El haber participado de este trabajo interdisciplinario ha sumado de forma positiva tanto en mi rol docente como en el rol de los estudiantes. Durante la confección de los diferentes hitos históricos abordados desde la perspectiva vivencial de E. S. los estudiantes fomentaron sus propias curiosidades sobre temáticas que darán en próximos años generando así un proceso previo de aprendizaje.

En cuanto a la experiencia de aula con la científica y la temática de la cuántica, sentí que es posible el vínculo entre las asignaturas más allá de lo propio y que, tanto docentes como estudiantes, observan procesos significativos de aprendizajes a partir de dinámicas propias de los ABP (aprendizaje basado en proyecto o problema).

Por último, decir que el propio E. S. fue él y su contexto, al decir del filósofo español Ortega y Gasset, así como, al decir del filósofo francés J. P. Sartre, fue lo que hizo a partir de lo que hicieron de él.

Matias Manara, amante de la historia

La voz de los estudiantes

Fue una experiencia que se me hizo entretenida y estoy segura que hablo por todos los presentes ese día. Si bien ya tenía una idea general sobre lo que Cecilia iba a hablar por la prueba semestral de Historia y Ciencias de la Computación, igualmente ese día me fui con un montón de información interesante que no sabía. Yo, particularmente, entiendo mejor cuando tengo algo visual y puedo practicar haciendo algo que tenga que ver con eso, y Cecilia también utilizó ese tipo de herramientas. Hizo uso de la TV y mostró una presentación e hizo varios juegos interactivos con nosotros. ¡Esa parte fue muy divertida!

Nunca hubo momento en donde me quisiera ir o pensara «Tierra trágame», por el dinamismo de la charla, lo explicado que estaba todo desde lo primero que ella explicó de los bits y los opuestos (como cuadrado blanco o negro) hasta lo último de mensaje en claves, donde jugamos a cómo sería que mandaríamos el mensaje usando lo que aprendimos. En conclusión, fue una muy linda experiencia y espero que haya otra instancia como esta.

Valentina Álvarez, 8.º 2

Me pareció interesante y divertido, me gustó y me reí mucho. La presentación con juegos de blanco y negro, lo graciosa que era Cecilia (porque le complicaba usar la TV táctil). Me gustó mucho todo.

Yazmín Francos, 8.º 4

El miércoles 20 de agosto, la física Cecilia Cormick vino de visita a nuestro liceo para darnos una charla acerca de la física cuántica y la computación cuántica. La física cuántica o mecánica cuántica se encarga de estudiar el mundo de lo pequeño, las moléculas, los átomos y sus componentes. La usaron para crear algo llamado computadora cuántica. ¿Qué es? ¿Será igual a una computadora normal como una ceibalita o PC? No, no son iguales. En la charla aprendimos que son diferentes a las computadoras normales, que estás usando algo llamado qubits que pueden ser 0, 1 o incluso los dos al mismo tiempo (superposición) y pueden estar conectados entre los dos (entrelazamiento), y esto les permite lograr hacer demasiados cálculos al mismo tiempo.

En clase vimos y estamos trabajando cómo la cuántica se relaciona con los niveles de energía en los átomos, y nos dimos cuenta de que la cuántica está en todas las cosas que antes no entendíamos del todo. También hablamos de encriptación y seguridad, ya que en las computadoras, para proteger datos o mandar mensajes, se

pueden crear claves de seguridad que el receptor y el emisor pueden descifrar usando algoritmos o claves para que nadie rompa la seguridad de ese mensaje. Ese día, además, fue el cumpleaños de Erwin Schrödinger, un físico muy importante en este tema, uno de los fundadores de la mecánica cuántica, conocido por su ecuación de Schrödinger y por el experimento mental del «gato de Schrödinger». Este último experimento ilustra el concepto de superposición cuántica, donde una partícula puede estar en múltiples estados a la vez, hasta que se realiza una medición. Gracias a esta charla aprendimos la computación cuántica, qué son los qubits y cómo funciona un tema que realmente nos parecía supercomplejo de entender.

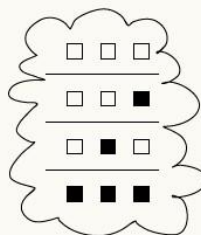
Florencia García y Aracely Martínez, 9.º 1



Jugando con la cuántica, jugando a pensar.

Más qubits

- Supongamos ahora que tenemos más qubits.
- Los estados clásicos son todas las combinaciones, por ejemplo para tres qubits:
□□□, □□■, □■□, □■■, ■□□, ■□■, ■■□, ■■■
- Los estados cuánticos se complican... pueden incluir neblinas combinando todas las opciones.



Un acercamiento a los qubits (extraído de la presentación de Cecilia)

Referencias bibliográficas

- AARONSON, S. (2013). *Quantum Computing since Democritus*. Cambridge University Press.
- FERNÁNDEZ, D., PALOU, P., y RADZYMINSKI, U. (2023). *Una primera aproximación a la computación cuántica*. [Informe de proyecto de grado, Universidad de la República, Facultad de Ingeniería].
- MORET BONILLO, V. (2013). *Principios fundamentales de la computación cuántica*. Universidad de A Coruña.
- ROVELLI, C. (2022). *Helgoland*. Anagrama.
- WILBER, K. (1984). *Cuestiones cuánticas: Escritos místicos de los físicos más famosos del mundo*. Kairós.

Programas informáticos

- QUARKS INTERACTIVE. (2025). *Quantum Odyssey* (Early access) [Software]. [Quantum Odyssey en Steam](#)
- SZENARIS GMBH, TECHNISCHE UNIVERSITÄT BRAUNSCHWEIG. (2023). *Quantum VR* [Software]. [QuantumVR en Steam](#)

Anexo

SEMILLERO DE INVESTIGACIÓN EN MECÁNICA CUÁNTICA

Apasionados por la cuántica, unamos habilidades!

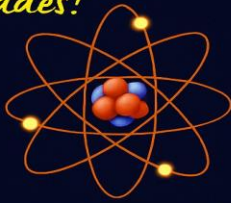
DESCUBRÍ
principios y paradojas de la mecánica cuántica

FORTALECÉ
tu razonamiento científico y habilidades matemáticas

PONÉ EN PRACTICA
técnicas experimentales para comprobar predicciones

Registro hasta el 1 de junio
apurate, hay 10 cupos solamente!!!

Docentes a cargo:
Prof. Osvaldo Rodríguez (Química)
Prof. Alexander Fernández (Física)

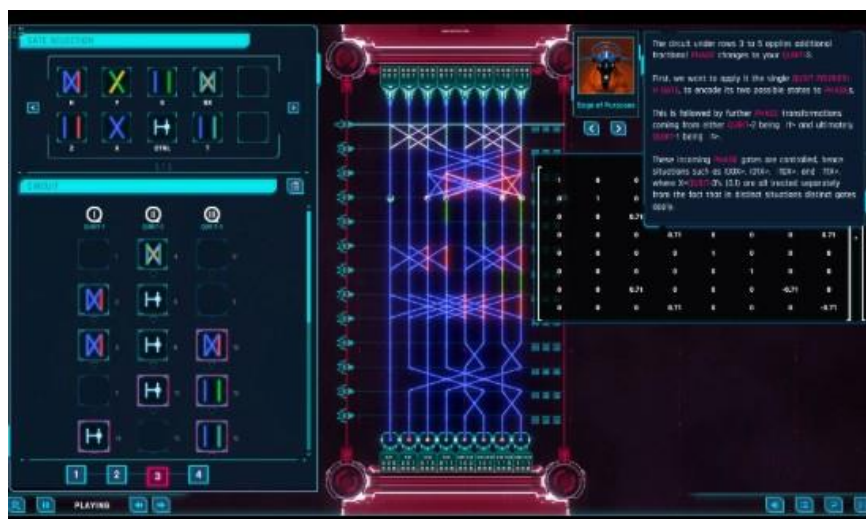




Escaneá este QR y anotate

Laboratorio de Innovación y Extensión Educativa
Liceo Alberto Candéau

Semillero para las ideas de mañana.

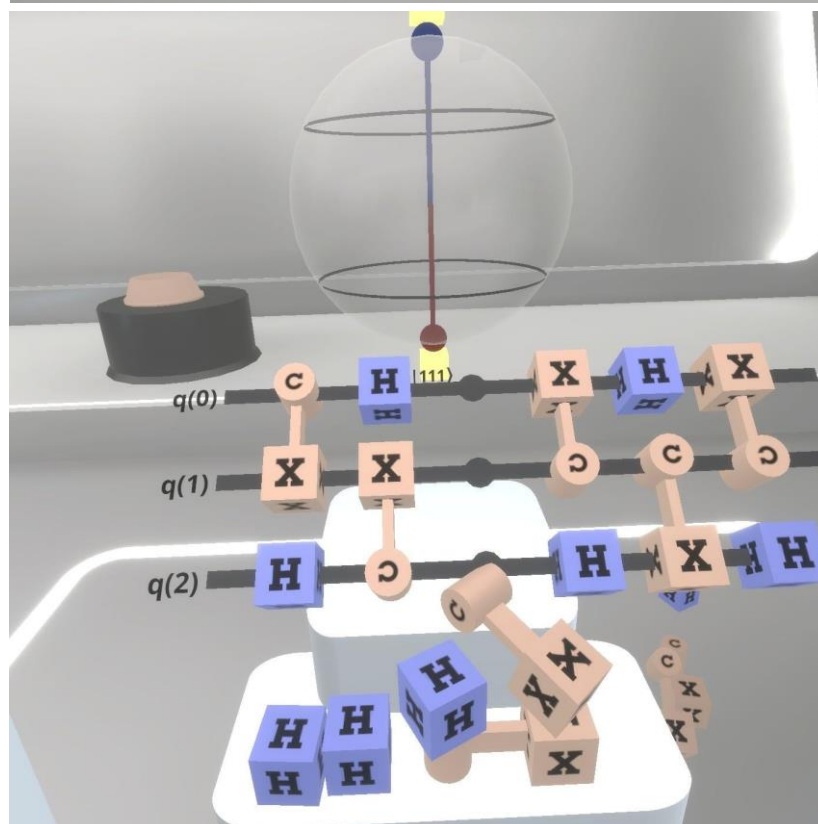
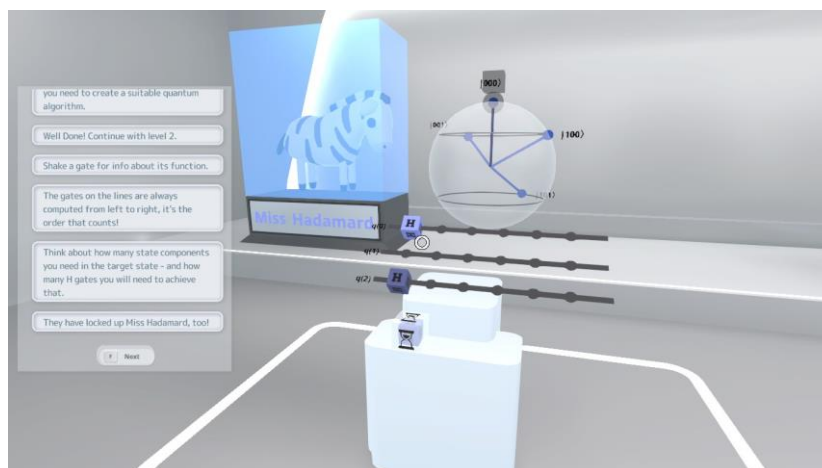


Quantum Odyssey®



Recuerdos de momentos especiales. ¡La felicidad de celebrar junto al hombre del gato!





Quantum VR®