

ES_52 — Ensayo local de V1 con selectores y análisis CHSH

Autor del proyecto: Víctor Estrada Díaz

ORCID: 0000-0001-9942-1021

Fecha del ensayo: 22 de octubre de 2026

Estado: informe de una ejecución informática local; pendiente de revisión del autor.

1. Objeto y resultado principal

Se somete la V1 instalada a dos ramas de ejecución con una entrada conocida común y selectores externos. El objetivo es comprobar la concordancia entre las ramas y calcular sus correlaciones mediante el criterio CHSH.

Se realizaron **8.192 ensayos pareados**, correspondientes a **16.384 ejecuciones de V1**, con una preparación nueva por máquina y ensayo. El bit de respuesta de Deutsch, q_0 , coincidió entre las ramas y con la respuesta esperada en todos los casos.

El resultado fue:

$$E_{00} = E_{01} = E_{10} = E_{11} = 1, \quad S = 2.$$

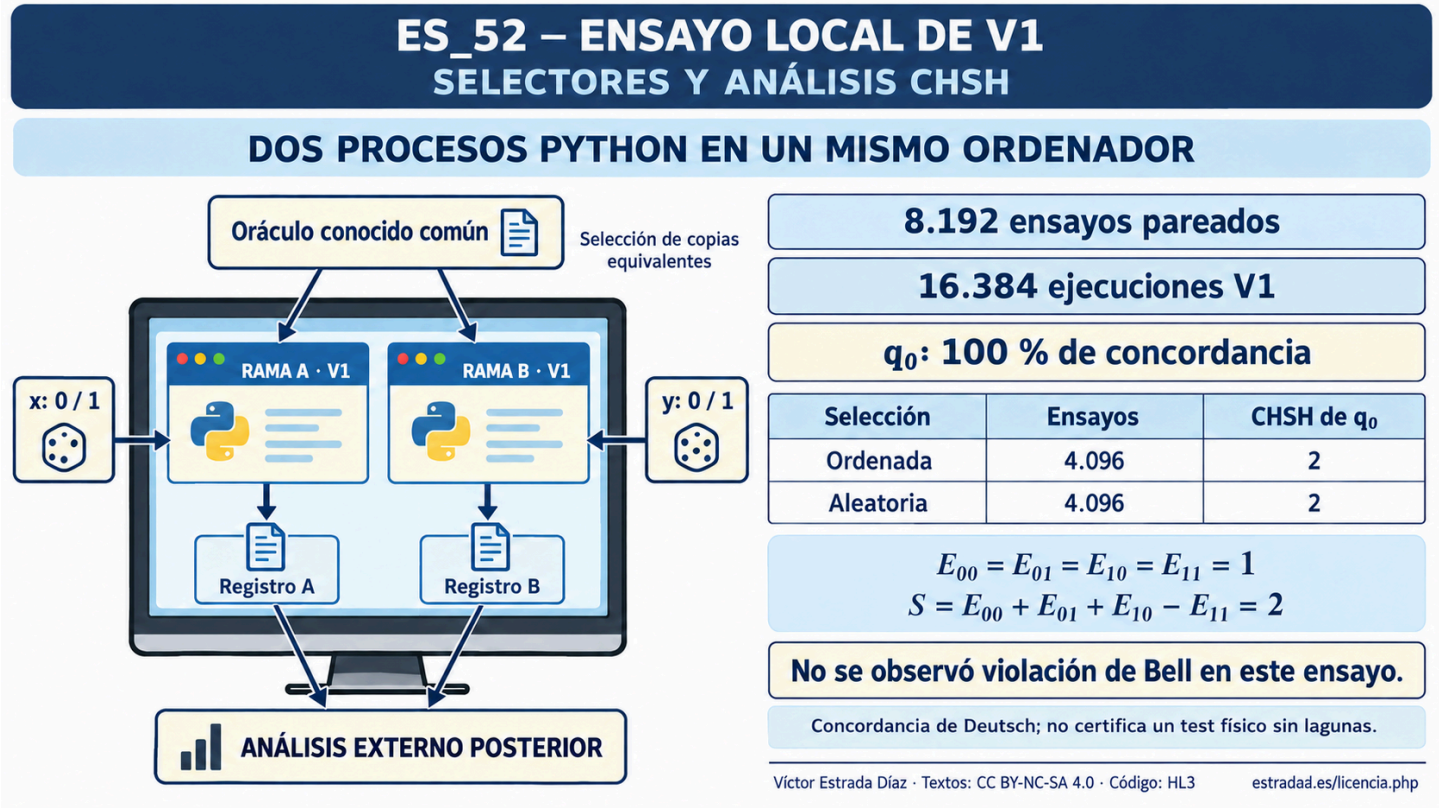
No se observó una violación de Bell. El montaje comprueba concordancia entre copias de V1 y alcanza el límite local de CHSH para el bit de respuesta.

En ese sentido preciso, las dos V1 en un mismo ordenador superaron las comprobaciones locales realizadas: coincidieron en la respuesta de Deutsch y sus correlaciones respetaron la desigualdad de Bell. No se encontró una violación en los datos de este ensayo. Esto no significa superar el límite de Bell ni descartar cualquier violación en otros montajes.

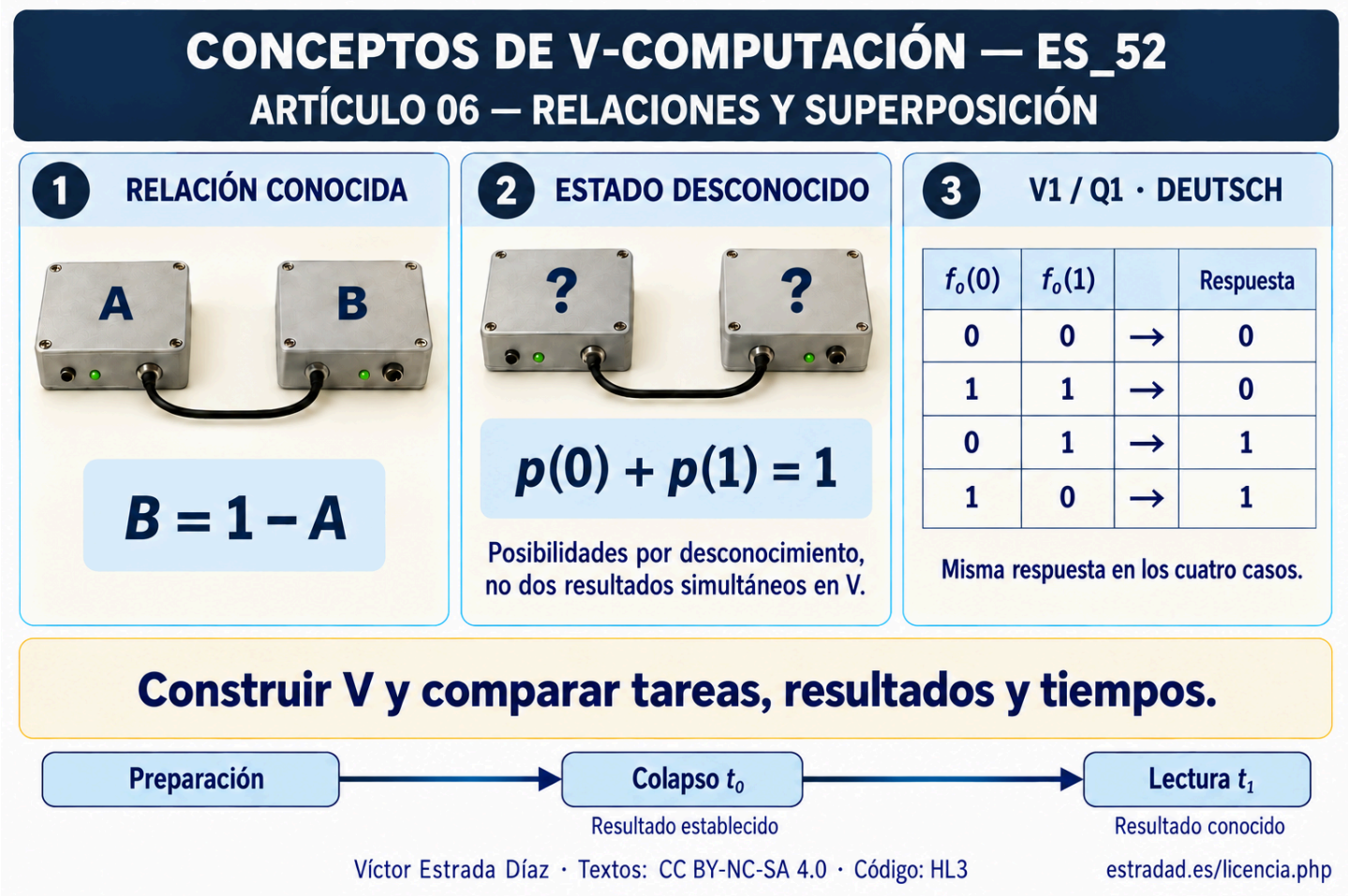
La prueba España–Italia queda definida para obtener dos conjuntos de registros por separado y confrontarlos después. Sus resultados y el cumplimiento de sus condiciones se evaluarán cuando se ejecute, sin anticipar el desenlace.

No es un ensayo físico libre de lagunas: se ejecutaron dos procesos Python en el mismo ordenador, sin implementación Prolog ni ejecución entre países.

2. V1 y las entradas utilizadas



La tabla describe las entradas conocidas de los ensayos y la respuesta que se contrasta después. No se usa como sustituto del circuito V para fabricar su salida. La ejecución importa la V1 instalada y su realización de señales; la comparación con XOR es externa y posterior.



Elemento	Implementación efectiva
Salidas registradas	Los dos bits de cada ejecución
Preparación	Nueva en cada rama y ensayo

Las etiquetas A0/A1 y B0/B1 **no cambian la operación realizada por V1**. El selector identifica una copia equivalente. Esta elección implementa el caso propuesto de máquinas que deben dar la misma respuesta al mismo problema; no introduce por sí sola dos observables diferentes por rama.

Cada proceso recibe únicamente su propio ajuste local, el identificador del ensayo y la entrada común. No recibe el ajuste ni el resultado de la otra rama antes de producir su registro. El controlador externo conoce ambos ajustes y reúne las salidas después.

El programa no introduce sorteos para generar estados o resultados internos de V. La aleatoriedad, cuando se utiliza, pertenece exclusivamente a los selectores externos.

Secuencia por ensayo

1. El controlador fija la entrada común del oráculo siguiendo un ciclo prefijado independiente de la selección aleatoria.
2. Se seleccionan las etiquetas locales x e y .
3. Cada rama crea y prepara una V1 nueva con su entrada conocida. No se ejecuta otra operación de medida por cambiar la etiqueta.
4. Cada V1 realiza su disparo y devuelve su captura.
5. El controlador recoge las dos salidas y las incorpora al registro externo.
6. Finalizadas las ejecuciones, se calculan concordancias y correlaciones.

En esta implementación de control los selectores se generan antes de la preparación de cada nueva instancia. No se ha certificado una elección física posterior a una preparación compartida ni una separación relativista de los eventos.

La notación conceptual de la serie distingue el colapso en t_0 , que fija el resultado, de la adquisición completada en t_1 . El registro software incluye el instante de disparo t_0 y duraciones de preparación y medida; **no registra un instante t_1 independiente**. No se deduce de esos datos una medida de la separación física entre ambos acontecimientos.

4. Correlaciones y convención CHSH

Para cada bit de salida analizado por separado, sean $a, b \in \{0, 1\}$ los resultados de A y B. Se transforman en signos:

$$A = (-1)^a, \qquad B = (-1)^b.$$

Por tanto:

$$AB = \begin{cases} +1, & a = b, \\ -1, & a \neq b. \end{cases}$$

Para cada pareja de selectores (x, y) , con N_{xy} registros, se calcula:

$$E_{xy} = \frac{1}{N_{xy}} \sum_{i \in I_{xy}} A_i B_i = \frac{N_{xy}^{\text{iguales}} - N_{xy}^{\text{distintos}}}{N_{xy}}.$$

Se adopta una única convención en todo el informe:

$$S = E_{00} + E_{01} + E_{10} - E_{11}.$$

El límite del modelo local de Bell, con independencia de los ajustes respecto a las variables internas pertinentes, es:

$$|S| \leq 2.$$

La normalización se realiza dentro de cada grupo de ajustes; no se confunde una diferencia en sus tamaños con un cambio de correlación.

Juego CHSH equivalente

El criterio de acierto por ensayo es:

$$a \oplus b = xy.$$

Ajustes (x, y)	Condición de acierto
00	$a = b$
01	$a = b$
10	$a = b$
11	$a \neq b$

Con ajustes uniformes y en términos de probabilidades condicionales:

$$P_{\text{acierto}} = \frac{1}{2} + \frac{S}{8}.$$

El límite local para este criterio de acierto es $3 / 4$. La fracción bruta de aciertos de una muestra con grupos de tamaños diferentes no tiene por qué coincidir exactamente con el promedio que da el mismo peso a cada ajuste.

5. Resultados medidos en el ensayo software

5.1. Selección ordenada

Se ejecutaron 4.096 ensayos pareados, con 1.024 registros de cada combinación de selectores.

Bit analizado	E_{00}	E_{01}	E_{10}	E_{11}	S	Concordancia A/B
q0, respuesta de Deutsch	1	1	1	1	2	100 %
q1, segundo bit	1	1	0,998046875	1	1,998046875	99,9755859375 %

En q0 hubo 3.072 aciertos del juego CHSH: 75 %. En q1 hubo 3.071: 74,9755859375 %.

La selección ordenada es un control de concordancia con ajustes previsibles. No se presenta como una prueba física de independencia de los ajustes.

5.2. Selección aleatoria externa

Se ejecutaron otros 4.096 ensayos pareados.

Ajustes	Registros
00	981
01	1.013
10	1.050
11	1.052

En ambos bits se obtuvo:

$$E_{00} = E_{01} = E_{10} = E_{11} = 1, \quad S = 2.$$

La concordancia A/B fue del 100 % tanto en q0 como en q1. La fracción bruta de aciertos del juego fue:

$$\frac{3044}{4096} = 0,7431640625.$$

No hay contradicción entre ese 74,31640625 % y $S = 2$: hubo 1.052 selecciones 11, que son precisamente las que no aciertan cuando ambas salidas coinciden siempre. El promedio con igual peso para las cuatro parejas sigue dando 75 %.

5.3. Comparación con la respuesta de Deutsch

En las 16.384 ejecuciones, q_0 coincidió con $f_o(0) \oplus f_o(1)$. No hubo discrepancias para ninguno de los cuatro oráculos.

No se seleccionó a posteriori el bit más favorable: se conservaron y analizaron q_0 y q_1 por separado. Tampoco se descartaron ensayos según sus resultados; no se produjeron fallos de ejecución en esta corrida.

6. Comprobación matemática externa

Además de ejecutar V_1 , el analizador enumeró las 16 asignaciones binarias de respuestas locales (a_0, a_1, b_0, b_1) . Esta enumeración no se utiliza dentro de V ni genera sus estados o salidas.

Para una asignación fija de signos locales:

$$C = A_0 B_0 + A_0 B_1 + A_1 B_0 - A_1 B_1 = A_0 (B_0 + B_1) + A_1 (B_0 - B_1).$$

Como $B_0, B_1 \in \{-1, +1\}$, uno de los dos paréntesis es cero y el otro vale ± 2 . Por ello:

$$C \in \{-2, +2\}, \quad | \langle C \rangle | \leq 2.$$

La enumeración confirmó $|C| = 2$ para las 16 asignaciones y un máximo de 75 % de aciertos con ajustes uniformes. Desconocer las respuestas locales no cambia esa cota bajo los supuestos indicados.

Esta comprobación matemática se distingue de las correlaciones estimadas en una muestra finita. No se ejecutó una prueba estadística de significación ni se declara una violación por fluctuaciones.

7. Qué demuestra y qué no demuestra

Demuestra para el montaje ejecutado:

- Concordancia completa de q_0 entre las dos copias de V_1 para los cuatro oráculos.
- Conservación de esa concordancia con selectores ordenados y aleatorios externos.
- Correlaciones de q_0 iguales a 1 y CHSH igual a 2.
- Ausencia de violación de Bell observada en este ensayo.

No se ha comprobado en este ensayo:

- Equivalencia entre implementaciones Python y Prolog: ambas ramas fueron Python.
- Ejecución entre España e Italia o aislamiento mediante separación espacio-temporal.
- Ausencia de canales laterales o independencia física de los ajustes.
- Independencia de las referencias temporales deterministas internas de las dos realizaciones.
- Desconocimiento interno certificado por el mero hecho de usar procesos distintos.

- Un resultado de hardware cuántico o una comparación de velocidad con Q.
- Una conclusión general sobre todas las construcciones V.

El controlador conoce ambos ajustes y las dos ramas comparten ordenador. El aislamiento de sus interfaces no equivale a un test físico de Bell sin lagunas.

El ensayo es una verificación externa. No se modificó la construcción de V1 ni se introdujeron mediciones previas de sus estados internos por parte del analizador. Eso no certifica por sí solo todas las condiciones de coherencia definidas por el autor.

8. Interpretación para el artículo 07

En este montaje, escoger copias equivalentes produce la concordancia esperada, pero no introduce alternativas de medida que cambien la respuesta local para una misma entrada común. Las cuatro correlaciones de q_0 son iguales a 1 y su combinación CHSH da 2.

Para estudiar otro montaje habría que describir las operaciones que distinguen AO/A1 y BO/B1, la preparación compartida y el acceso de cada rama a información durante el ensayo. Compartir preparación está permitido en Bell; no lo está hacer depender cada respuesta del ajuste remoto dentro del modelo local que se está contrastando.

El resultado obtenido se incorpora a [ES_52_07—Correlaciones y Bell, PDF](#). Esta etapa de la exposición termina en el 07; las siguientes construcciones se presentarán más adelante.

9. Extensión propuesta: España–Italia

Estado: protocolo propuesto, todavía no ejecutado. Su primera finalidad es comprobar concordancia y correlaciones de V1 entre dos sedes. Una prueba física de Bell sin lagunas requeriría controles adicionales de aislamiento, independencia y tiempos.

9.1. Qué se lleva a Italia

Se coloca una instalación en España, A, y otra en Italia, B. Puede trasladarse físicamente un ordenador ya preparado o instalarse una copia verificable del software en un ordenador de la sede italiana. No es necesario transportar un estado interno desconocido ni conservar una ejecución en curso durante el viaje.

Se lleva el código de V1 y sus módulos necesarios, un entorno Python compatible, la especificación de preparación y el plan público de ensayos. Se anotan las versiones y las huellas SHA-256 de los archivos en cada sede. No se copian resultados futuros ni valores internos de una ejecución como sustituto de las fuentes desconocidas.

La disposición transportable mantiene estos directorios hermanos:

```
SRC-VED/  
v-computacion/  
  ES_52_EnsayoBellV1.md  
  datos/ES_52_EnsayoBellV1/  
UNIHOLOG/  
  Traductores_V/
```

Las cuatro etiquetas de selección se distribuyen en dos sedes: AO/A1 en España y BO/B1 en Italia. En la primera repetición se conservan como copias equivalentes de V1. Pueden ser instancias nuevas de una misma aplicación local; no requieren cuatro ordenadores.

Una posterior implementación Prolog se contrastaría primero con los cuatro casos de Deutsch y con el contrato de preparación y captura. No se declara disponible ni comprobada por este protocolo.

Variante USB precisada por el autor

Se duplica en dos USB el programa, el entorno de ejecución y la configuración conocida, antes de arrancar las máquinas. No se pretende copiar una ejecución preparada en RAM ni transportar una ejecución en curso.

Una copia se instala en España y la otra en Italia. En cada sede se arranca su propio entorno y se prepara localmente la ejecución. Ambas preparaciones se realizan dentro de la ventana de inicio acordada, sin comunicación entre las sedes durante la preparación y la ejecución.

Las copias comparten el inicio definido y las relaciones conocidas. El plan consensuado no incluye conexiones entre las ramas ni instrucciones que consulten al otro entorno. No se requiere compartir los valores que deban permanecer desconocidos ni fijar por duplicación los resultados de las ejecuciones futuras.

Los registros se conservan por separado y se reúnen al finalizar. La inspección y el análisis son posteriores a los colapsos y a las adquisiciones locales.

La coincidencia del entorno conocido no invalida el ensayo: constituye su preparación pública común. La separación operativa así establecida se distingue de la independencia estadística de las elecciones locales, que debe documentarse si se interpreta la campaña como un ensayo de Bell. Una hora acordada de inicio tampoco certifica por sí sola las condiciones espacio-temporales de la sección 9.6.

9.2. Preparación pública antes de empezar

Ambas sedes acuerdan un identificador de campaña, el número de ensayos, sus identificadores, el orden público de oráculos y el formato de registro. Por ejemplo, pueden repetirse los dos bloques originales de 4.096 ensayos: uno ordenado de control y otro con selección aleatoria local.

Se fija antes de ejecutar qué bits se analizarán: q0 como respuesta de Deutsch y q1 como salida adicional, sin escoger después el más favorable. Se documenta cómo registrar errores, ausencias y retrasos. No se eliminan los casos que perjudican la correlación.

El plan común contiene solo lo conocido. En el bloque aleatorio no incluye las futuras elecciones de ambos selectores, una semilla conjunta que las predetermine ni resultados de salida. Cada sede recibe solamente su información local durante el ensayo.

9.3. Cómo se inicia y se ejecuta

1. Antes de la campaña se comprueban versiones, entradas y huellas. Se ejecutan por separado los casos básicos de Deutsch como control de instalación.
2. Se distribuye el plan público y se fija una ventana de inicio. Una señal por red puede coordinar la campaña antes de las elecciones locales; no se usa una respuesta de la otra sede para decidir una salida.
3. Para cada identificador, cada sede prepara una V1 nueva con el oráculo conocido de ese ensayo. La preparación mantiene las condiciones internas de V y no entrega sus valores desconocidos.
4. En el bloque aleatorio, un dispositivo o controlador externo local obtiene su selector después de preparar la instancia y antes del disparo. A recibe solo x; B recibe solo y. La selección de copias equivalentes no cambia su operación, pero se registra. Las elecciones futuras no se intercambian.
5. Cada sede desencadena localmente su colapso, registra to y completa su adquisición. Se registran por separado la finalización de la lectura, los bits obtenidos, el selector, el estado del ensayo y los tiempos disponibles.
6. Los registros permanecen locales hasta que ambas sedes han fijado los resultados. La falta de resultado remoto no autoriza a repetir una preparación consumida ni a escoger otro resultado para el mismo identificador.

La adquisición no lee valores internos antes del colapso para calcular una respuesta. Los selectores y el análisis posterior pertenecen al aparato externo de verificación.

El programa entregado reproduce el ensayo de dos procesos en un solo ordenador. Todavía no implementa este modo de ramas autónomas, la elección posterior a la preparación ni el registro separado del final de lectura. Para ejecutarlo entre sedes se requiere un controlador local por rama y un comparador posterior. No basta ejecutar el programa completo en ambos países: eso produciría dos ensayos locales, no un único ensayo distribuido.

9.4. Registros que deben conservarse

Campo	España, rama A	Italia, rama B
Identificación	Campaña e identificador del ensayo	Misma campaña e identificador
Entrada común	Oráculo conocido	Mismo oráculo conocido
Selección local	x	y
Captura	q0, q1 y estado de adquisición	q0, q1 y estado de adquisición
Tiempos	Elección local, disparo y fin de adquisición	Elección local, disparo y fin de adquisición
Procedencia	Versión, huella del código y configuración	Versión, huella del código y configuración
Incidencias	Fallos, ausencias y condiciones de reloj	Fallos, ausencias y condiciones de reloj

Tras cerrar el bloque se calcula una huella del archivo local completo. La huella permite detectar modificaciones posteriores; no prueba por sí sola la independencia interna ni el instante físico en que se fijó cada salida.

9.5. Cómo se reúnen y verifican los resultados

Se transfieren los dos archivos cerrados al analizador externo. Puede hacerse por red después de fijar los resultados o mediante soportes físicos. La comparación posterior no necesita mantener conectadas las máquinas durante el ensayo.

El analizador realiza estas comprobaciones:

1. Verifica las huellas, versiones y correspondencia de campaña.
2. Empareja por identificador, nunca buscando después las parejas que más coinciden. Comprueba duplicados, ausencias, oráculos distintos e incidencias.
3. Contrasta q0 de cada sede con la respuesta de Deutsch y calcula las discrepancias entre España e Italia. Eso mide concordancia funcional, independientemente de CHSH.
4. Agrupa por 00, 01, 10 y 11 y calcula las cuatro correlaciones y S mediante las fórmulas de este informe. Calcula q0 y q1 por separado.
5. Declara no estimable un grupo sin datos. Si hay fallos o ensayos no emparejados, los conserva en el informe y aplica el tratamiento acordado; no atribuye a una selección de casos exitosos el carácter de prueba sin lagunas.

6. Informa del tamaño de muestra y la incertidumbre. Un valor estimado por encima de 2 requiere un análisis estadístico y una auditoría de las condiciones; no se declara automáticamente una violación.

Si q_0 coincide siempre para las copias equivalentes, se espera otra vez:

$$E_{00} = E_{01} = E_{10} = E_{11} = 1, \quad S = 2.$$

Ese sería un resultado de concordancia deslocalizada. La distancia no convierte por sí sola $S = 2$ en una violación de Bell.

9.6. Aislamiento y condición espacio-temporal

Para la comprobación informática se documenta y bloquea el intercambio de datos entre ramas durante la elección y obtención de resultados. Se revisan los canales de red, archivos compartidos y servicios de control. El uso de Python o Prolog no garantiza por sí mismo ese aislamiento.

Para cerrar físicamente la posibilidad de comunicación a velocidad igual o inferior a la luz, deben identificarse las posiciones y la distancia D entre sedes, los eventos de elección y los eventos de resultado, con una incertidumbre temporal acotada.

Sean u_A y u_B los instantes de elección local y v_A y v_B los instantes de resultado registrado, expresados en una referencia temporal común. Un criterio suficiente, incluyendo un margen conservador de incertidumbre ε , es:

$$v_A - u_B + \varepsilon < \frac{D}{c}, \quad v_B - u_A + \varepsilon < \frac{D}{c}.$$

También debe cumplirse el orden local elección–resultado. Este criterio comprueba que el ajuste remoto no pudo llegar a la otra salida mediante una señal lumínica o más lenta. Sin metrología temporal adecuada, la separación entre países y los relojes corrientes de los ordenadores no bastan para certificarlo.

Estas son condiciones externas del ensayo de Bell, no nuevos componentes internos de V . Una campaña puede ser válida como comprobación de fiabilidad entre sedes y no cumplir todavía las condiciones de un test físico de Bell sin lagunas.

9.7. Qué distancias se han usado en Q

La criogenia no es un requisito de Bell. Es una condición de funcionamiento de ciertos dispositivos. El experimento de qubits superconductores de 2023 que se usó como referencia separó sus dos sedes 30 metros; no fue un montaje España–Italia.

También existen experimentos cuánticos a distancias mucho mayores: en 2017 se distribuyeron pares de fotones desde un satélite a estaciones terrestres separadas 1.203 km y se informó $S = 2,37 \pm 0,09$. Es una plataforma fotónica, no dos ordenadores cuánticos generales. Tampoco se equipara aquí su cierre de lagunas con el del ensayo de superconductores.

- [Experimento con circuitos superconductores, 30 m, 2023.](#)
- [Artículo de los autores sobre distribución de fotones a 1.203 km, 2017.](#)

La comparación debe identificar siempre plataforma, separación y condiciones efectivamente comprobadas, no solo el nombre del país o la distancia.

10. Datos y reproducción

Los conceptos y este informe pertenecen a v-computacion, proyecto separado. ES_52 en UNIHOLOG es el proyecto base. DEMUESTRA trabajará sobre la versión española de ese proyecto base; no se traslada aquí su construcción ni se modifica con este informe.

- [Resumen, correlaciones y huellas de las fuentes.](#)
- [Registros completos de los 8.192 ensayos pareados.](#)
- [Programa externo del ensayo, con ruta local transportable.](#)
- [Copia documental de las entradas de V1.](#)
- [Copia documental del análisis estructural de V1.](#)
- [Copia documental del resultado asentado de V1.](#)
- [Proyecto base ES_52 en UNIHOLOG, PDF.](#)
- [Demostración ES_52 en DEMUESTRA/Proyectos/ES_52, PDF.](#)

En DEMUESTRA, la verificación documental se limita a los archivos `.md` en español. Su documento se identifica como referencia; no se ha ejecutado una nueva revisión de todo DEMUESTRA para este informe.

La copia documental del resultado asentado procede de

`../UNIHOLOG/Traductores_V/Pruebas_V/resultado_asentado_v1.json` y se conserva sin modificar su contenido. Se incluye dentro de `datos/ES_52_EnsayoBellV1/` para que su enlace no dependa de la publicación web de UNIHOLOG. Al publicar este proyecto deben acompañar a los documentos sus directorios `datos/` e `img/`, conservando la estructura relativa.

Desde el directorio de este documento, para repetir el ensayo sin sobrescribir los registros originales:

```
python -B ./datos/ES_52_EnsayoBellV1/ensayo_bell_v1.py --output
./datos/ES_52_EnsayoBellV1/repeticion --trials 4096
```

La copia transportable adapta la ruta de UNIHOLOG y añade un control para muestras pequeñas: si falta una pareja de ajustes en un grupo, su correlación y su CHSH se registran como `null` y no se estiman. Ese control no cambia los resultados originales, cuyos grupos estaban completos. Las huellas registradas en `resultados.json` corresponden a la ejecución original. Una repetición generará sus propias huellas, selectores, instantes y resultados; no se esperan los mismos conteos aleatorios ni los mismos valores de `q1`.

Enlaces y conversión a PDF

Los enlaces a archivos y la imagen usan rutas relativas al directorio de este documento, con `/` para facilitar su uso por conversores. No hay enlaces locales `file://` ni rutas de usuario en el texto.

Los enlaces de lectura apuntan a PDF, no a las fuentes `.md`. Los PDF de los conceptos y de este informe están en `./pdfs/`; el proyecto base se consulta en `../UNIHOLOG/` y la demostración en `../DEMUESTRA/Proyectos/ES_52/`. Al generar HTML y PDF, `publica.py` adapta las rutas desde sus respectivos directorios de salida sin cambiar el formato de destino: los documentos siguen enlazando a PDF. Los datos JSON, el programa y las imágenes conservan sus extensiones y deben acompañar a la colección para mantener sus enlaces accesibles.

11. Referencia del protocolo

[IBM Quantum — Juego CHSH: reglas y límite de las estrategias locales.](#)

Licencia dual — Ética y uso

Textos: CC BY-NC-SA 4.0. Compartir y adaptar con atribución, sin uso comercial y compartiendo las adaptaciones bajo la misma licencia. [Texto de la licencia.](#)

Código: HL3 — Hippocratic License 3.0. Uso comercial sujeto a los principios éticos y a las condiciones de la licencia. [Texto de HL3.](#)

Restricciones éticas del autor: se prohíben los usos para guerras, violaciones de los derechos humanos, daño ambiental, explotación, vigilancia masiva y discriminación. Principios: dignidad humana, no uso lucrativo sin permiso y prohibición de usos dañinos.

[Referencia de la licencia dual y condiciones del autor.](#)