CONCEPTOS DE V-COMPUTACIÓN — ES_52 — COMPENDIO

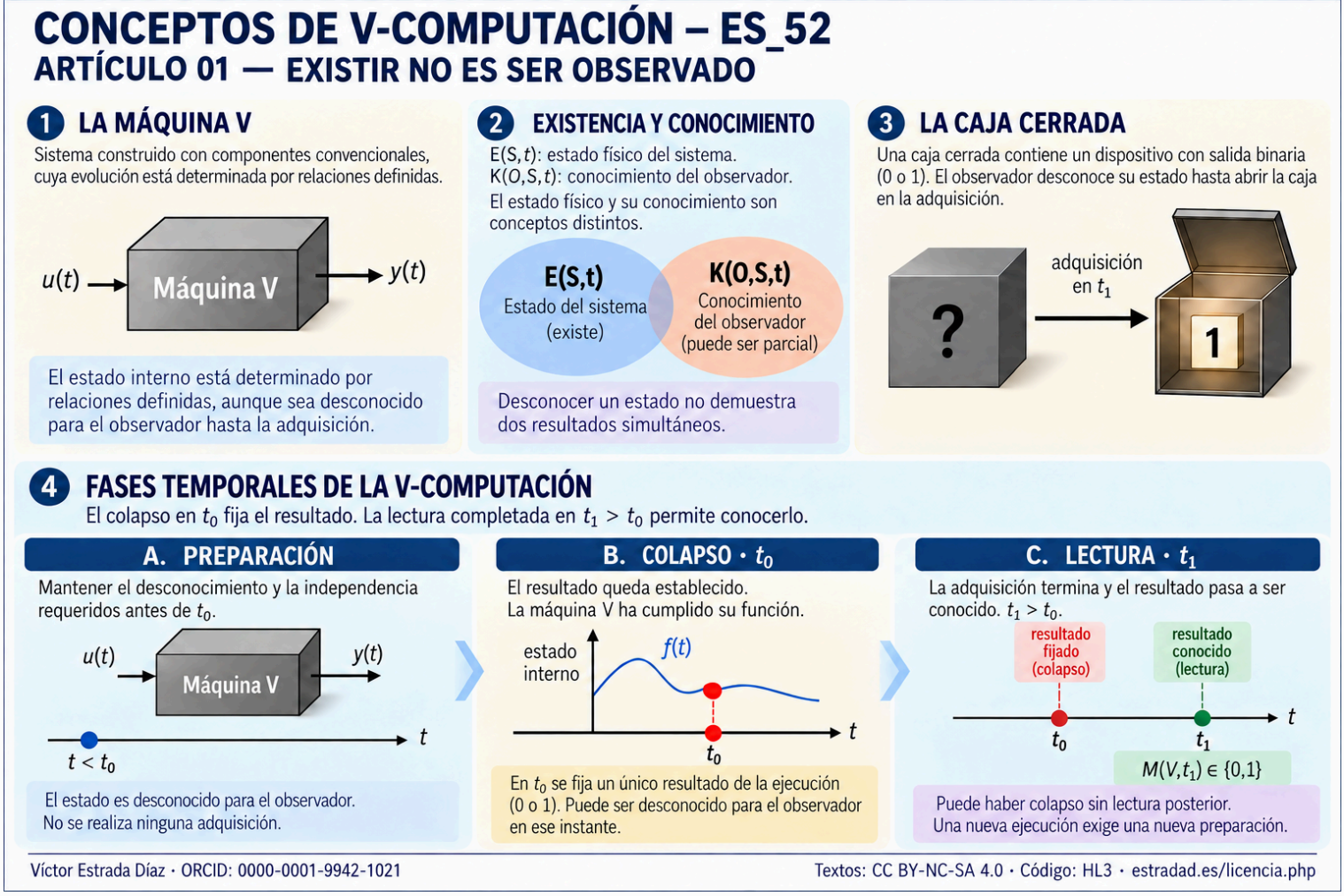
Víctor Estrada Díaz · ORCID: 0000-0001-9942-1021

Compendio íntegro de los artículos 01–07 y del ensayo local V1. Cada documento conserva su contenido y se presenta con su imagen. No incluye borradores posteriores ni metadatos de publicación.

Índice

1. ARTÍCULO 01 — EXISTIR NO ES SER OBSERVADO
2. ARTÍCULO 02 — LA CAJA Y EL GATO DE SCHRÖDINGER
3. ARTÍCULO 03 — EL BIT Q_β Y EL BIT Q_v
4. ARTÍCULO 04 — EL COLAPSO EN $t = t_0$ Y LA MEDIDA
5. ARTÍCULO 05 — LA FUNCIÓN INTERNA f(t)
6. ARTÍCULO 06 — RELACIONES Y SUPERPOSICIÓN
7. ARTÍCULO 07 — CORRELACIONES Y BELL
8. Ensayo local V1 con selectores y análisis CHSH

ARTÍCULO 01 — EXISTIR NO ES SER OBSERVADO



CONCEPTOS DE V-COMPUTACIÓN — ES_52

ARTÍCULO 01 — EXISTIR NO ES SER OBSERVADO

Autor: Víctor Estrada Díaz ORCID: 0000-0001-9942-1021 Proyecto: ES_52 Estado: Revisión conceptual 2 Licencia dual — Ética y uso

Textos: CC BY-NC-SA 4.0. Se permite compartir y adaptar los textos con atribución al autor, sin uso comercial y compartiendo las adaptaciones bajo la misma licencia. https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Código: HL3 — Hippocratic License 3.0. El uso comercial del código está permitido solo si cumple los principios éticos y las condiciones de la licencia. https://firstdonoharm.dev/version/3/0/

Restricciones éticas del autor: se prohíben los usos para guerras, violaciones de los derechos humanos (DDHH), daño ambiental, explotación, vigilancia masiva y discriminación.

Principios éticos del autor: respeto a la dignidad humana, no uso lucrativo sin permiso y prohibición de usos dañinos.

Referencia de la licencia dual y de las condiciones del autor: https://estradad.es/licencia.php

1. OBJETO

Este artículo establece la distinción fundamental entre la existencia de un estado físico y el conocimiento que un observador tiene de dicho estado.

La V-computación parte de sus propias definiciones y relaciones, sin depender de las interpretaciones de otras teorías físicas.

Su objeto es establecer los fundamentos para construir máquinas deterministas mediante componentes electrónicos o computacionales convencionales, cuyos estados internos son desconocidos para el observador hasta el instante de medida definido por el protocolo.

El desconocimiento de un estado no constituye una propiedad física del propio estado.

Las propiedades de una máquina V deben derivarse de su construcción, de las relaciones que gobiernan su funcionamiento y de los resultados que pueden comprobarse experimentalmente.

El objetivo demostrativo de ES_52 es construir máquinas que utilicen conceptos operacionales asociados a los qubits sin necesidad de recurrir a la mecánica cuántica para definir su funcionamiento.

No se trata de simular amplitudes cuánticas ni de reproducir artificialmente una descripción matemática de la máquina Q.

Se trata de construir una máquina V, someterla a operaciones concretas y establecer mediante pruebas qué equivalencias operacionales existen entre ambas arquitecturas.

2. EXISTENCIA Y CONOCIMIENTO

Consideremos un sistema físico S y un observador O.

Denominamos E(S,t) al estado físico del sistema en el instante t.

Denominamos K(O,S,t) a la información que el observador O dispone acerca del sistema S en ese instante.

Ambos conceptos son distintos.

E(S,t) representa el estado del sistema.

K(O,S,t) representa el conocimiento del observador.

De la ausencia de conocimiento completo sobre E(S,t) no se deduce que E(S,t) carezca de definición física.

Tampoco se deduce que el sistema deba ocupar simultáneamente todos los estados que el observador considera posibles.

La expresión «no conozco el estado» describe una limitación del conocimiento.

La expresión «el sistema se encuentra en varios estados simultáneamente» formula una afirmación física diferente.

La primera expresión no demuestra la segunda.

En una máquina V, el estado interno está definido por su construcción y evolución determinista, aunque sea desconocido para el observador.

La existencia del estado no depende de su observación.

3. LA CAJA CERRADA

Imaginemos una caja cerrada que contiene un dispositivo con una salida binaria.

En el instante considerado, el dispositivo presenta un valor físico definido, 0 o 1, determinado por su funcionamiento.

El observador permanece fuera de la caja y no tiene acceso al estado interno.

El estado es desconocido para él.

En $t = t_0$ se produce el colapso y queda establecido el resultado de la ejecución. Al completar la lectura en t_1, el observador conoce el valor 1.

La lectura proporciona el resultado establecido en t_0, aunque su conocimiento se complete después.

El desconocimiento anterior no significaba que el dispositivo presentase simultáneamente los valores 0 y 1.

Tampoco era necesario que el observador interviniese para que el dispositivo tuviera un estado físico.

La medida le permite conocerlo.

Este ejemplo representa una máquina V y no constituye, por sí mismo, una demostración del comportamiento interno de un sistema cuántico.

La diferencia entre el estado físico y el conocimiento que se tiene de él es el concepto que se pretende establecer.

4. EL TIEMPO, LA MEDIDA Y EL COLAPSO

La V-computación introduce explícitamente el tiempo en la descripción del estado y de las relaciones internas del sistema.

Sea $f(t)$ una función interna del sistema y sea t_0 el instante del colapso. Denominamos t_1 al instante en que se completa la adquisición del resultado.

Antes de t_0, el estado que se va a observar es desconocido para el observador, conforme al protocolo establecido.

La evolución física de la máquina V está determinada por sus relaciones internas.

En $t = t_0$ el colapso establece un resultado binario. La lectura se completa en t_1:

$M(S,t_1) \in \{0,1\}$

La medida proporciona un único resultado definido.

Antes de t_0 no ha quedado establecido el resultado de esa ejecución mediante el colapso.

Debe distinguirse entre el estado físico anterior a la observación y el resultado que se obtiene cuando esta se realiza.

En V-computación denominamos colapso al acontecimiento que establece el resultado de la ejecución. Ese resultado puede seguir siendo desconocido para quien lo leerá hasta t_1, con $t_1 > t_0$ si la lectura se completa después.

Medir comprende el proceso necesario para adquirir el resultado. Quien lo recibe puede ser una persona u otra máquina.

La correspondencia operacional de lectura entre Q_β y Q_v se refiere a la obtención de un resultado binario definido. Debe distinguirse el establecimiento del resultado de su adquisición o consulta posterior, como se desarrolla en ES_52_04.

Esta correspondencia no obliga a atribuir idénticos mecanismos físicos internos a Q_β y Q_v.

Tampoco exige interpretar el desconocimiento anterior como una coexistencia física de resultados mutuamente excluyentes.

La medida puede interactuar físicamente con el sistema. Sus posibles efectos deberán distinguirse del cambio de conocimiento que experimenta el observador.

5. DEFINICIÓN INICIAL DE LA MÁQUINA V

Una máquina V es un sistema construido mediante componentes electrónicos o computacionales convencionales, cuya evolución está determinada por relaciones definidas.

Sea x(t) su estado interno y u(t) la entrada aplicada.

Para una evolución discreta puede escribirse:

$$x(t + \Delta t) = F(x(t),u(t))$$

Su salida física se representa mediante:

$$y(t) = G(x(t))$$

F y G están definidas por la arquitectura de la máquina.

El estado x(t) es desconocido para el observador antes de la medida establecida por el protocolo.

Este desconocimiento no introduce indeterminación en las relaciones F y G.

El colapso en t_0 establece el resultado. La lectura completada en t_1 permite conocer la salida correspondiente a esa ejecución:

$$M(V,t_1) = y(t_0)$$

La lectura se supone adecuada para obtener esa salida. Si la operación de lectura modifica físicamente el sistema, tal efecto deberá describirse por separado.

La construcción no exige almacenar 2^n estados, simular amplitudes cuánticas ni ejecutar decisiones aleatorias para determinar su evolución.

La eventual aleatoriedad empleada en la preparación debe diferenciarse del funcionamiento determinista posterior.

La arquitectura V puede incorporar relaciones entre varias unidades, memoria y composición de circuitos.

La posibilidad de construir una máquina compleja a partir de unidades V será objeto de los artículos posteriores.

6. DEFINICIÓN OPERACIONAL DE Q_β Y Q_v

Denominaremos Q_β a una unidad cuántica binaria, o qubit, cuya medida en la base computacional entrega uno de los resultados:

$M(Q_\beta,t_1) \in \{0,1\}$

Denominaremos Q_v a una unidad binaria de V-computación, construida mediante relaciones deterministas, cuya medida entrega:

$M(Q_v,t_1) \in \{0,1\}$

En el protocolo que estudiamos, el estado correspondiente a cada unidad es desconocido para el observador antes de la medida.

En ambos casos, al completarse la adquisición en t_1 se dispone de un resultado binario definido.

Por tanto, Q_β y Q_v comparten una correspondencia operacional inicial entre estado no conocido, medida y resultado observable.

La descripción matemática convencional de Q_β utiliza amplitudes cuánticas; la construcción de Q_v no las necesita.

La equivalencia inicial entre ambas unidades corresponde al acontecimiento de lectura y al conjunto de resultados binarios posibles.

Esta equivalencia no debe confundirse con una demostración de que todos los circuitos construidos con Q_β y Q_v reproduzcan los mismos resultados.

Para ello deberán examinarse las transformaciones, las relaciones entre unidades, las correlaciones, la interferencia y los recursos empleados.

Estas comprobaciones constituyen parte del programa experimental de ES_52.

7. LA FUNCIÓN TEMPORAL f(t)

La función interna f(t) permite incorporar el tiempo a la descripción de la evolución del sistema.

Debe distinguirse entre la existencia de una función, su definición matemática y el conocimiento que el observador dispone acerca de sus valores.

Una función puede estar definida sin que un observador conozca su valor en un instante determinado.

En una máquina V, las relaciones internas determinan la evolución física del sistema.

La lectura completada en t_1 proporciona el resultado establecido en el colapso de t_0.

La distinción entre evolución temporal, estado físico y conocimiento permite describir el acontecimiento de medida sin convertir el desconocimiento en una propiedad física adicional.

El desarrollo matemático completo de f(t), sus condiciones temporales y su relación con los estados observables corresponde al artículo ES_52_05.

8. DEFINICIÓN, CONSTRUCCIÓN Y DEMOSTRACIÓN

En ES_52 distinguimos tres niveles:

A. DEFINICIÓN CONCEPTUAL

El estado físico y el conocimiento de ese estado son conceptos diferentes.

La ignorancia acerca de un estado no demuestra la coexistencia física de valores excluyentes.

B. CONSTRUCCIÓN

La máquina V se construye mediante relaciones deterministas y componentes convencionales.

Su arquitectura debe describirse de forma concreta y verificable.

C. DEMOSTRACIÓN OPERACIONAL

La máquina V deberá someterse a los mismos problemas y a protocolos comparables con los de la máquina Q correspondiente.

Las comparaciones incluirán las operaciones realizadas, los resultados de medida, las correlaciones pertinentes y los recursos computacionales.

Una coincidencia aislada no demuestra equivalencia general.

La conclusión deberá corresponder exactamente al alcance de las pruebas efectuadas.

La finalidad no es conceder prioridad a una interpretación teórica, sino establecer lo que las máquinas construidas son capaces de hacer.

9. CONCLUSIÓN

Existir no es ser observado.

El estado físico de una máquina V está determinado por las relaciones que gobiernan su evolución, aunque sea desconocido para el observador.

El colapso en $t = t_0$ establece el resultado de la ejecución; la lectura completada en t_1 permite conocerlo.

En V-computación, el colapso completa la función de esa ejecución, aunque el resultado aún no se haya leído. Una nueva ejecución requiere repetir la preparación y restablecer el desconocimiento exigido de las

entradas.

La correspondencia operacional entre Q_β y Q_v permite establecer términos comunes para describir la medida sin imponer a V los fundamentos físicos de Q.

La V-computación se propone construir y verificar máquinas que realicen operaciones asociadas a la computación cuántica mediante relaciones deterministas y tecnología convencional.

El alcance de la equivalencia entre las máquinas Q y V deberá establecerse mediante construcciones y resultados reproducibles.

10. RELACIÓN CON LOS SIGUIENTES ARTÍCULOS

ES_52_02 — La caja y el gato de Schrödinger.

ES_52_03 — El bit Q_β y el bit Q_v.

ES_52_04 — El colapso en t = to y la medida.

ES_52_05 — La función interna f(t).

ES_52_06 — Relaciones y superposición.

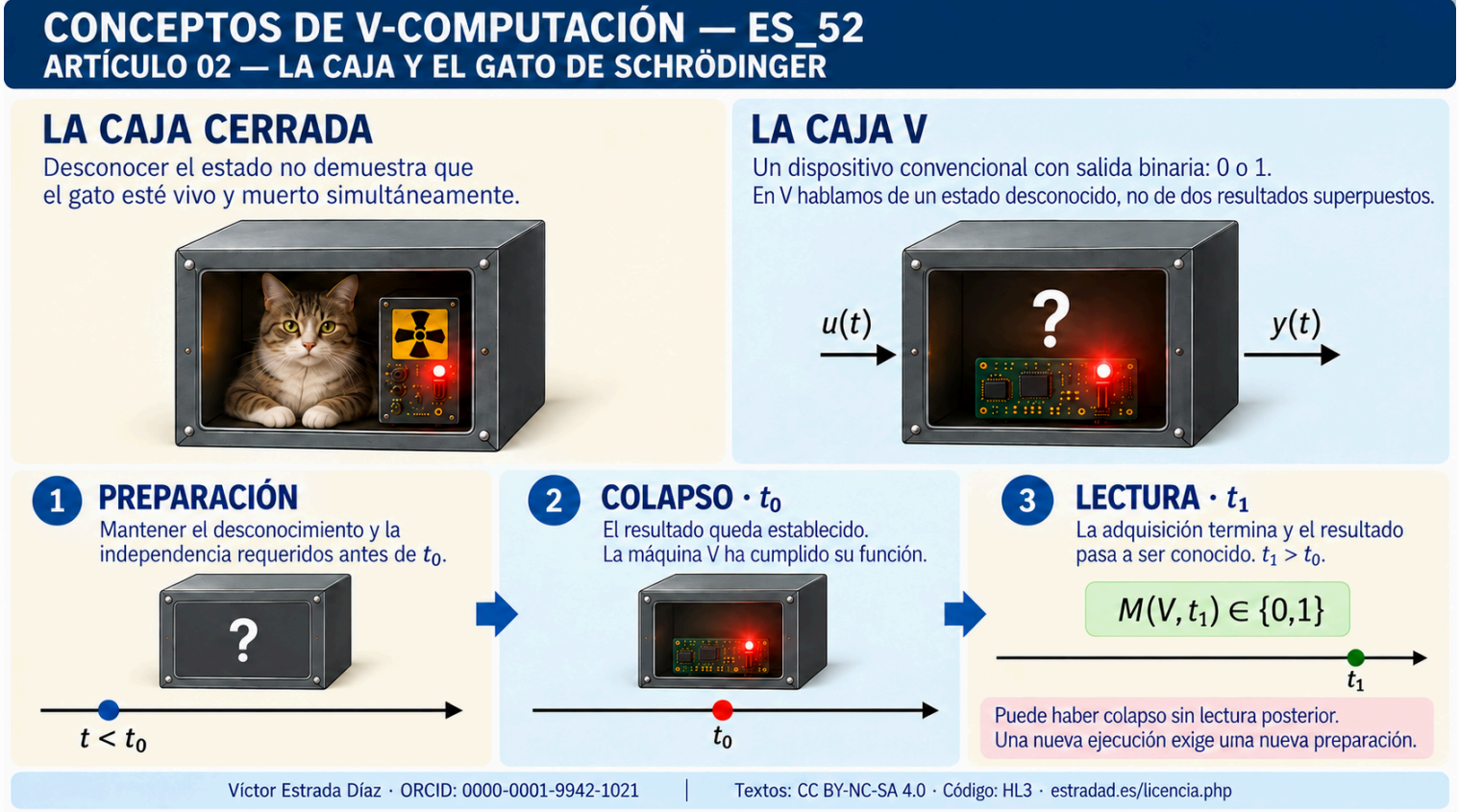
ES_52_07 — Correlaciones y Bell.

ES_52_08 — Construcción de Q4 y V4.

ES_52_09 — La criptomáquina V4.

FIN DEL ARTÍCULO 01

ARTÍCULO 02 — LA CAJA Y EL GATO DE SCHRÖDINGER



CONCEPTOS DE V-COMPUTACIÓN — ES_52

ARTÍCULO 02 — LA CAJA Y EL GATO DE SCHRÖDINGER

Autor: Víctor Estrada Díaz ORCID: 0000-0001-9942-1021 Proyecto: ES_52 Estado: Revisión conceptual 1 Licencia dual — Ética y uso

Textos: CC BY-NC-SA 4.0. Se permite compartir y adaptar los textos con atribución al autor, sin uso comercial y compartiendo las adaptaciones bajo la misma licencia. https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Código: HL3 — Hippocratic License 3.0. El uso comercial del código está permitido solo si cumple los principios éticos y las condiciones de la licencia. https://firstdonoharm.dev/version/3/0/

Restricciones éticas del autor: se prohíben los usos para guerras, violaciones de los derechos humanos (DDHH), daño ambiental, explotación, vigilancia masiva y discriminación.

Principios éticos del autor: respeto a la dignidad humana, no uso lucrativo sin permiso y prohibición de usos dañinos.

Referencia de la licencia dual y de las condiciones del autor: https://estradad.es/licencia.php

1. OBJETO

El experimento mental del gato de Schrödinger permite examinar una cuestión fundamental: la diferencia entre el estado físico de un sistema y el conocimiento que un observador tiene de él.

En V-computación, esta distinción constituye un principio constructivo.

Un sistema puede evolucionar mediante relaciones deterministas sin que el observador tenga acceso a su estado.

El objetivo de este artículo es mostrar cómo utilizar la caja cerrada para definir estados desconocidos, operaciones internas y medidas, sin atribuir al desconocimiento propiedades físicas que no se deducen de él.

La caja no es un mecanismo cuántico. Es una representación de la inaccesibilidad del estado al observador.

2. EL GATO Y LA CAJA

Consideremos una caja cerrada que contiene un gato y un dispositivo cuyo funcionamiento puede afectar a su supervivencia.

Mientras la caja permanece cerrada, un observador externo no conoce el estado del gato.

Denominamos:

G(t) = estado físico del gato en el instante t

K(O,G,t) = conocimiento del observador O sobre ese estado

Ambos conceptos deben permanecer diferenciados.

El observador desconoce el estado del gato, pero esta circunstancia no demuestra que el gato esté vivo y muerto simultáneamente.

La descripción «vivo o muerto» identifica alternativas excluyentes para el resultado de una observación ordinaria.

La descripción «vivo y muerto simultáneamente» es una afirmación física distinta que no se deduce de la ignorancia del observador.

El experimento mental de Schrödinger plantea precisamente el problema de relacionar la descripción cuántica con la experiencia macroscópica.

Por tanto, no debe confundirse la superposición formal de estados cuánticos con el simple desconocimiento de una alternativa clásica.

3. LO QUE NO DEMUESTRA LA CAJA CERRADA

La caja cerrada impide acceder a cierta información.

No demuestra por sí sola:

A. Que el sistema carezca de estado físico.

B. Que el estado físico dependa de que un observador humano abra la caja.

C. Que todas las alternativas imaginables se realicen simultáneamente.

D. Que el acto de conocer cree necesariamente aquello que se observa.

Estas conclusiones requerirían fundamentos independientes del mero desconocimiento.

También debe considerarse la afirmación inversa: la caja cerrada, por sí sola, tampoco constituye una demostración general de que todos los sistemas físicos poseen valores clásicos preexistentes para cualquier medida posible.

La V-computación no necesita resolver esa cuestión general para definir y construir sus propias máquinas.

Necesita especificar las relaciones de la máquina V y comprobar sus resultados.

4. DE LA CAJA DEL GATO A LA CAJA V

Sustituyamos el gato por un dispositivo convencional con una salida binaria.

El dispositivo puede producir los valores físicos 0 o 1.

Sea x(t) su estado interno.

Sea y(t) su salida:

$y(t) = G(x(t))$

La construcción determina la relación G.

El dispositivo permanece dentro de una caja que impide al observador conocer su estado.

En el protocolo de V-computación, el estado es desconocido para el observador antes de efectuar la medida.

Eso no significa que el dispositivo contenga físicamente dos resultados simultáneos.

Significa que existe una inaccesibilidad operacional definida por la construcción.

En $t = t_0$ el colapso establece el resultado de la ejecución. La lectura completada en t_1 permite obtenerlo:

$M(V,t_1) \in \{0,1\}$

La caja permite separar la evolución interna de la máquina del conocimiento que adquiere el observador.

5. EL TIEMPO Y EL ACONTECIMIENTO DE MEDIDA

Introducimos explícitamente el tiempo.

Sea f(t) una función interna que describe la evolución del sistema, según las relaciones que gobiernan su funcionamiento.

Sea t_0 el instante del colapso y t_1 el instante en que se completa la adquisición del resultado.

Antes de t_0, el estado del sistema es desconocido para el observador dentro del protocolo establecido.

La máquina continúa su evolución física conforme a sus relaciones internas.

El colapso en t_0 establece el resultado. La lectura completada en t_1 permite conocerlo:

$M(V,t_1) \in \{0,1\}$

Antes del colapso no ha quedado establecido el resultado de esa ejecución.

Existe el sistema físico y su evolución temporal.

El resultado queda establecido en t_0, aunque quien lo recibe no lo conozca hasta t_1. Esa persona o máquina puede completar la lectura después del colapso.

6. EL COLAPSO EN V-COMPUTACIÓN

En V-computación, denominamos colapso al acontecimiento que establece el resultado de la ejecución en $t = t_0$.

En ese instante queda resuelto el resultado de la ejecución, aunque todavía sea desconocido para quien lo leerá.

El colapso no se introduce como una puerta lógica adicional ni como un mecanismo artificial que deba imitar una supuesta transformación interna de otra máquina.

El colapso completa la función de esa ejecución. La lectura permite adquirir el resultado y puede completarse después.

La representación temporal es:

$t < t_0$ Estado desconocido para el observador

$t = t_0$ Colapso: resultado establecido, todavía no necesariamente conocido

$t = t_1$ Adquisición completada: resultado conocido; $t_1 > t_0$ si la lectura termina después

El conocimiento adquirido en t_1 corresponde al resultado establecido en t_0. Puede haber colapso sin lectura posterior. Una nueva ejecución de V exige repetir la preparación, incluido el desconocimiento requerido de las entradas. Esta distinción se desarrolla en ES_52_04.

7. LA CORRESPONDENCIA ENTRE Q_β Y Q_v

Consideremos una unidad cuántica Q_β y una unidad de V-computación Q_v.

Ambas se someten a un protocolo de medida binaria.

Para Q_β:

$M(Q_\beta,t_1) \in \{0,1\}$

Para Q_v:

$M(Q_v,t_1) \in \{0,1\}$

El estado correspondiente a la medida es desconocido para el observador antes de ejecutarla.

Al completarse la adquisición en t_1, ambas operaciones proporcionan un valor binario definido.

Desde la perspectiva de la lectura binaria, la correspondencia es explícita.

Sin embargo, obtener los mismos valores posibles no demuestra por sí solo que dos máquinas produzcan las mismas correlaciones, interferencias o resultados ante cualquier secuencia de operaciones.

Por ello, la correspondencia elemental Q_β/Q_v permite construir un vocabulario operacional común, mientras que la equivalencia de circuitos debe establecerse mediante pruebas.

8. UN EJEMPLO CON UNA RELACIÓN DETERMINISTA

Construyamos un dispositivo binario V con una relación inversora.

Sea b(t) su entrada binaria y sea z(t) su salida.

Definimos:

$z(t) = 1 - b(t)$

Esta relación es determinista.

Si la entrada vale 0, la salida vale 1.

Si la entrada vale 1, la salida vale 0.

El observador permanece aislado de la entrada y de la salida antes de la lectura.

En ese intervalo, el estado es desconocido para él.

El colapso en t_0 establece el resultado; al completar la lectura en t_1 obtiene ese resultado definido.

No es necesario introducir una superposición de valores para construir el inversor, ejecutar su operación o leer su resultado.

Este ejemplo demuestra la posibilidad de construir una unidad V elemental con estado operacionalmente desconocido y salida determinista.

No demuestra, por sí solo, que ese inversor reproduzca todas las operaciones de un qubit sometido a transformaciones cuánticas generales.

9. LA DIFERENCIA ENTRE IGNORANCIA Y SUPERPOSICIÓN

El desconocimiento y la superposición no deben utilizarse como sinónimos.

El desconocimiento describe una limitación de la información del observador.

En mecánica cuántica, la superposición pertenece al formalismo de estados y permite calcular efectos como la interferencia.

Afirmar que un observador desconoce el estado no demuestra que exista superposición.

Afirmar que una máquina V funciona sin recurrir a superposición cuántica tampoco demuestra automáticamente que pueda reproducir todos los fenómenos cuánticos.

La investigación ES_52 consiste en construir relaciones V concretas y someterlas a las pruebas pertinentes.

Lo que se pretende establecer es qué operaciones asociadas a sistemas cuánticos pueden construirse con electrónica y software convencionales sin simular amplitudes.

10. CONCLUSIÓN

La caja cerrada representa una limitación de acceso a la información.

El sistema físico no necesita al observador para evolucionar.

En V-computación, su evolución está determinada por relaciones internas, aunque el estado sea desconocido antes de la medida.

El colapso en $t = t_0$ establece el resultado de la ejecución. Su conocimiento se completa con la adquisición en t_1, que puede ser posterior.

Esta construcción permite utilizar conceptos operacionales de medida y estado desconocido sin recurrir a la mecánica cuántica para fundamentar el funcionamiento de la máquina V.

La caja del gato sirve así como instrumento conceptual para separar existencia, conocimiento y observación.

La construcción y las pruebas determinarán qué correspondencias pueden establecerse entre Q y V.

11. RELACIÓN CON LA SERIE

Artículo anterior:

ES_52_01 — Existir no es ser observado.

Artículos posteriores:

ES_52_03 — El bit Q_β y el bit Q_v.

ES_52_04 — El colapso en $t = t_0$ y la medida.

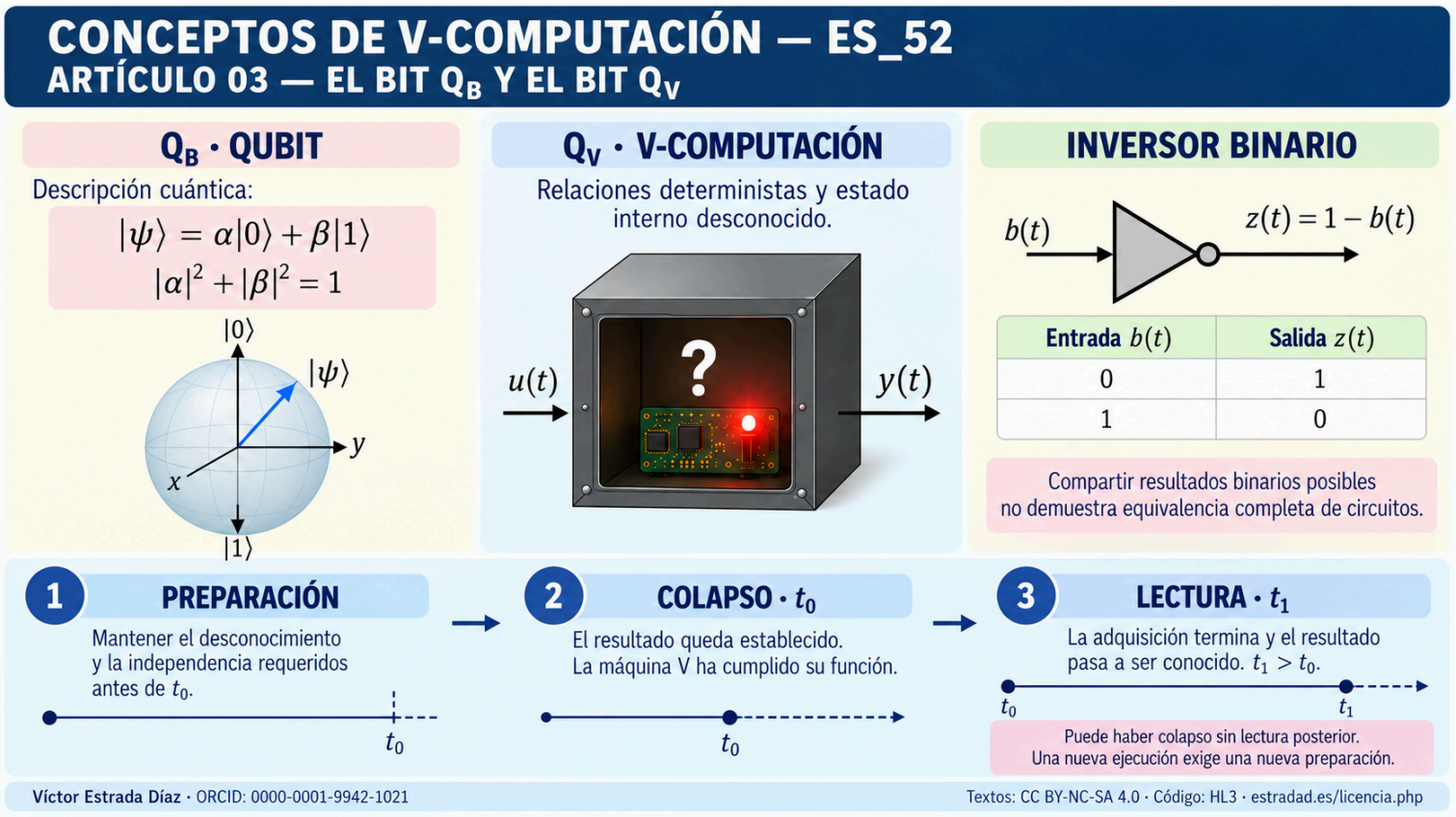
ES_52_05 — La función interna f(t).

ES_52_06 — Relaciones y superposición.

ES_52_07 — Correlaciones y Bell.

FIN DEL ARTÍCULO 02

ARTÍCULO 03 — EL BIT Q_β Y EL BIT Q_v



CONCEPTOS DE V-COMPUTACIÓN — ES_52

ARTÍCULO 03 — EL BIT Q_β Y EL BIT Q_v

Autor: Víctor Estrada Díaz ORCID: 0000-0001-9942-1021 Proyecto: ES_52 Serie: Conceptos de V-computación Estado: Revisión conceptual 1 Licencia dual — Ética y uso

Textos: CC BY-NC-SA 4.0. Se permite compartir y adaptar los textos con atribución al autor, sin uso comercial y compartiendo las adaptaciones bajo la misma licencia. https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Código: HL3 — Hippocratic License 3.0. El uso comercial del código está permitido solo si cumple los principios éticos y las condiciones de la licencia. https://firstdonoharm.dev/version/3/0/

Restricciones éticas del autor: se prohíben los usos para guerras, violaciones de los derechos humanos (DDHH), daño ambiental, explotación, vigilancia masiva y discriminación.

Principios éticos del autor: respeto a la dignidad humana, no uso lucrativo sin permiso y prohibición de usos dañinos.

Referencia de la licencia dual y de las condiciones del autor: https://estradad.es/licencia.php

1. OBJETO

Este artículo define las unidades Q_β y Q_v y establece las condiciones de su correspondencia operacional.

La V-computación propone construir máquinas con componentes electrónicos o computacionales convencionales capaces de realizar operaciones asociadas a los qubits, sin necesitar el formalismo cuántico

para determinar su funcionamiento.

Para desarrollar esta construcción necesitamos distinguir tres conceptos:

El estado físico de una unidad.

El conocimiento que el observador tiene de ese estado.

El resultado obtenido cuando se efectúa una medida.

La distinción permite establecer una correspondencia entre Q_β y Q_v sin imponer a V las interpretaciones físicas utilizadas para describir Q.

2. DEFINICIÓN DE Q_β

Denominaremos Q_β a una unidad cuántica binaria, habitualmente denominada qubit.

Al efectuar una medida en la base computacional, la operación proporciona uno de los valores:

$M(Q_\beta,t_1) \in \{0,1\}$

La descripción cuántica habitual utiliza un vector de estado:

$|\psi\rangle = \alpha|0\rangle + \beta|1\rangle$

Con la condición de normalización:

$|\alpha|^2 + |\beta|^2 = 1$

Esta expresión pertenece al formalismo matemático de la mecánica cuántica.

No significa, por sí sola, que un observador haya comprobado la existencia simultánea de dos valores clásicos excluyentes.

La superposición permite calcular resultados de distintas operaciones cuánticas, incluidas aquellas que producen interferencia.

En el protocolo estudiado, el estado de Q_β es desconocido para el observador antes de efectuar la medida correspondiente.

Al completarse la adquisición del resultado en t_1, se obtiene un valor binario definido.

3. DEFINICIÓN DE Q_v

Denominaremos Q_v a la unidad binaria fundamental de V-computación.

Q_v se construye mediante componentes físicos o computacionales convencionales y relaciones deterministas.

Su estado interno está determinado por su construcción y evolución.

En el protocolo definido, ese estado es desconocido para el observador antes de efectuar la medida.

El colapso en t_0 establece el resultado de la ejecución. Al completar la lectura en t_1, se obtiene:

$M(Q_v,t_1) \in \{0,1\}$

La construcción de Q_v no requiere asignar amplitudes cuánticas al estado, almacenar todos los valores posibles ni ejecutar decisiones aleatorias durante su evolución.

La inaccesibilidad del estado antes de la medida forma parte de las condiciones operacionales de la máquina.

No significa que la unidad contenga simultáneamente los valores 0 y 1.

4. ESTADO, VALOR Y MEDIDA

Consideremos una unidad binaria B y un observador O.

Definimos:

$E(B,t)$ = estado físico de B en t

$K(O,B,t)$ = conocimiento del observador sobre B en t

$M(B,t_1)$ = resultado adquirido al completar la lectura de B en t_1

Estos tres objetos conceptuales no son intercambiables.

Antes de t_0, el estado de la unidad es desconocido para el observador, conforme al protocolo.

En V, el colapso en t_0 establece un valor definido. La adquisición completada en t_1 permite conocerlo.

El resultado no debe confundirse con un registro ya conocido antes de realizar esa operación.

La V-computación utiliza precisamente la distinción entre estado y conocimiento para construir sistemas cuyo funcionamiento es independiente del acceso del observador a su estado interno.

5. EL TIEMPO Y EL COLAPSO

Introducimos una función interna f(t) que describe la evolución del sistema.

Sea t_0 el instante del colapso y t_1 el instante en que se completa la adquisición del resultado.

La secuencia operacional es:

$t < t_0$ Estado desconocido para el observador.

$t = t_0$ Colapso: resultado establecido, todavía no necesariamente conocido.

$t = t_1$ Adquisición completada: resultado conocido; $t_1 > t_0$ si la lectura termina después.

En V-computación, el colapso establece el resultado y completa la función de esa ejecución, aunque el resultado todavía no sea conocido por quien lo leerá.

La correspondencia con la lectura de Q_β se refiere a la adquisición de un resultado binario definido. La distinción entre establecimiento y adquisición del resultado se desarrolla en ES_52_04.

En ambas unidades, la adquisición proporciona un valor del conjunto {0,1}. Quien recibe ese valor puede ser una persona u otra máquina.

En V puede haber colapso sin lectura posterior, pero adquirir el resultado exige que haya quedado establecido. Una nueva ejecución requiere repetir la preparación y restablecer el desconocimiento exigido de las entradas.

La función temporal y las relaciones internas determinan la evolución de la unidad V.

La lectura completada en t_1 permite conocer el resultado establecido en t_0.

6. CORRESPONDENCIA OPERACIONAL Q_β/Q_v

La correspondencia inicial se establece mediante el mismo protocolo de medida binaria.

Para Q_β:

$M(Q_\beta,t_1) \in \{0,1\}$

Para Q_v:

$M(Q_v,t_1) \in \{0,1\}$

Ambas unidades comparten:

A. Un estado inaccesible para el observador antes de la medida establecida.

B. Una operación de medida cuya adquisición se completa en t_1.

C. Un resultado binario definido.

D. Una descripción temporal que distingue la evolución anterior del acontecimiento de medida.

Esta correspondencia permite utilizar un vocabulario operacional común.

Sin embargo, compartir resultados posibles no implica que dos unidades respondan necesariamente de la misma manera a todas las preparaciones y transformaciones.

La equivalencia de una operación concreta exige demostrar la correspondencia de sus resultados bajo condiciones comparables.

7. CONSTRUCCIÓN ELEMENTAL DE Q_v

Consideremos una unidad convencional formada por un registro binario y un inversor lógico.

Sea b(t) el valor del registro.

Definimos la operación inversora:

$N(b) = 1 - b$

Su tabla de funcionamiento es:

Entrada 0 → Salida 1

Entrada 1 → Salida 0

La operación es completamente determinista.

Si el registro y su salida permanecen inaccesibles para el observador hasta la lectura, el estado correspondiente es desconocido para él.

El colapso en t_0 establece uno de los dos resultados posibles. La lectura completada en t_1 permite conocerlo.

La construcción satisface las condiciones elementales de una unidad Q_v.

El inversor convencional reproduce la acción de la puerta cuántica X sobre los estados de la base computacional:

$X|0\rangle = |1\rangle$

$X|1\rangle = |0\rangle$

La coincidencia de esas dos transformaciones constituye una correspondencia verificable para dichas entradas.

No demuestra que el inversor convencional reproduzca la acción de X sobre todos los estados cuánticos posibles ni sobre sistemas entrelazados.

La extensión de la correspondencia debe analizarse operación por operación.

8. CONSTRUCCIÓN DE REGISTROS V

Una máquina V puede construirse mediante la composición de varias unidades Q_v.

Consideremos un registro de n unidades:

$V_n = (Q_{v1}, Q_{v2}, \ldots, Q_{vn})$

El estado físico del registro evoluciona mediante relaciones definidas por la arquitectura.

Las unidades pueden relacionarse mediante operaciones lógicas, memorias, conexiones y circuitos convencionales.

El observador no tiene acceso al estado interno del registro antes de la operación de medida establecida.

Una lectura completa puede producir una cadena binaria:

$M(V_n, t_1) \in \{0,1\}^n$

La construcción no exige almacenar simultáneamente las 2^n configuraciones posibles.

Debe distinguirse entre el número de configuraciones que pueden describirse matemáticamente y el número de estados que la máquina necesita almacenar durante una ejecución.

La eventual equivalencia de un registro V con un registro cuántico debe comprobarse para las operaciones que se pretenda reproducir.

9. COMPOSICIÓN DE OPERACIONES

La V-computación permite construir máquinas complejas conectando unidades elementales.

Sean R_1 y R_2 dos relaciones deterministas.

Su composición se representa:

$R = R_2 \circ R_1$

Una entrada se transforma primero mediante R_1 y posteriormente mediante R_2.

La composición continúa siendo determinista si las relaciones y las condiciones de evolución están definidas.

La construcción de circuitos V requiere especificar sus entradas, estados internos, relaciones, conexiones y salidas.

No basta asignar el nombre de una puerta cuántica a una relación convencional para establecer una equivalencia.

La correspondencia debe demostrarse para el conjunto de entradas, operaciones y medidas relevante.

10. QUÉ SE HA ESTABLECIDO

Este artículo permite establecer:

A. Una definición operacional de Q_β y Q_v basada en la medida binaria.

B. La distinción entre estado físico, conocimiento del estado y resultado de la medida.

C. La distinción en V entre el colapso en t_0 y la adquisición del resultado completada en t_1.

D. Una construcción elemental de Q_v mediante un registro y una operación convencional.

E. La correspondencia de la inversión binaria para entradas de la base computacional.

F. La posibilidad de componer unidades V mediante relaciones deterministas.

Queda pendiente establecer hasta qué punto las máquinas V pueden reproducir otras operaciones, transformaciones, interferencias y correlaciones asociadas a las máquinas Q.

Estas cuestiones se abordarán mediante construcciones explícitas y protocolos de prueba.

11. CONCLUSIÓN

Q_β y Q_v pueden describirse mediante términos operacionales comunes cuando se estudian su estado desconocido, su medida y el resultado adquirido al completarse la lectura en t_1.

La unidad Q_v se construye con relaciones deterministas y componentes convencionales.

Su funcionamiento no necesita simular amplitudes cuánticas ni interpretar el desconocimiento como coexistencia de valores excluyentes.

La coincidencia elemental de lectura proporciona un punto de partida para construir y comparar máquinas.

El objetivo de ES_52 es ampliar esta correspondencia mediante operaciones concretas y determinar experimentalmente sus límites.

No se pretende sustituir una explicación por otra mediante una afirmación conceptual, sino construir máquinas y verificar qué operaciones son capaces de realizar.

12. RELACIÓN CON LA SERIE

Artículos anteriores:

ES_52_01 — Existir no es ser observado.

ES_52_02 — La caja y el gato de Schrödinger.

Artículos posteriores:

ES_52_04 — El colapso en t = to y la medida.

ES_52_05 — La función interna f(t).

ES_52_06 — Relaciones y superposición.

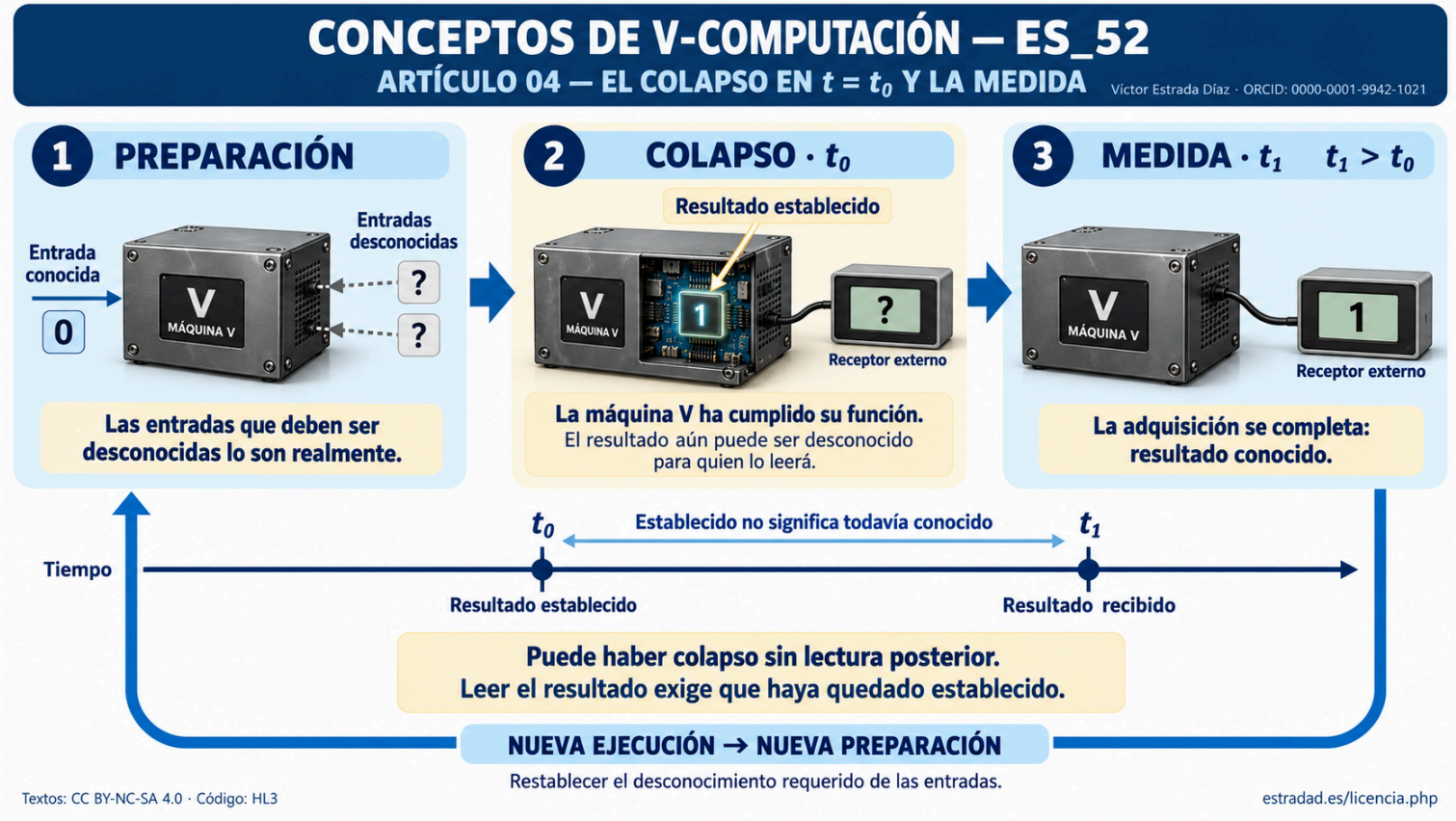
ES_52_07 — Correlaciones y Bell.

ES_52_08 — Construcción de Q4 y V4.

ES_52_09 — La criptomáquina V4.

FIN DEL ARTÍCULO 03

ARTÍCULO 04 — EL COLAPSO EN t = to Y LA MEDIDA



CONCEPTOS DE V-COMPUTACIÓN — ES_52

ARTÍCULO 04 — EL COLAPSO EN t = to Y LA MEDIDA

Autor: Víctor Estrada Díaz ORCID: 0000-0001-9942-1021 Proyecto: ES_52 Serie: Conceptos de V-computación Estado: Borrador para revisión del autor Licencia dual — Ética y uso

Textos: CC BY-NC-SA 4.0. Se permite compartir y adaptar los textos con atribución al autor, sin uso comercial y compartiendo las adaptaciones bajo la misma licencia. https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Código: HL3 — Hippocratic License 3.0. El uso comercial del código está permitido solo si cumple los principios éticos y las condiciones de la licencia. https://firstdonoharm.dev/version/3/0/

Restricciones éticas del autor: se prohíben los usos para guerras, violaciones de los derechos humanos (DDHH), daño ambiental, explotación, vigilancia masiva y discriminación.

Principios éticos del autor: respeto a la dignidad humana, no uso lucrativo sin permiso y prohibición de usos dañinos.

Referencia de la licencia dual y de las condiciones del autor: https://estradad.es/licencia.php

1. OBJETO

Este artículo distingue la preparación, el colapso y la medida en una ejecución de la máquina V.

El colapso establece el resultado de la ejecución. La medida permite obtenerlo y conocerlo.

Quien recibe el resultado puede ser una persona u otra máquina.

2. LA PREPARACIÓN

La ejecución de V comienza con su preparación.

Las entradas que deben ser desconocidas han de ser realmente desconocidas para quien realizará la lectura.

El desconocimiento forma parte de las condiciones de preparación de esta máquina V.

3. EL COLAPSO EN t = t_0

Denominamos t_0 al instante en que se produce el colapso.

En la definición de V empleada aquí, el colapso establece el resultado de la ejecución y resuelve las incertidumbres correspondientes a ese resultado.

Una vez producido el colapso, la máquina V ha cumplido su función en esa ejecución.

Que el resultado haya quedado establecido no significa que ya sea conocido por quien lo leerá.

En t_0 puede seguir siendo desconocido para esa persona o máquina.

El colapso no exige que la lectura posterior llegue a realizarse.

4. LA MEDIDA Y EL CONOCIMIENTO DEL RESULTADO

Medir comprende el proceso necesario para obtener el resultado. No requiere la intervención de una persona: otra máquina puede efectuar la medida y recibirlo.

Denominamos t_1 al instante en que se completa la adquisición del resultado y este pasa a ser conocido por quien lo recibe.

Si la lectura se completa después del colapso:

$t_1 > t_0$

El resultado queda establecido en t_0 y su conocimiento se completa en t_1.

La lectura posterior obtiene el resultado de esa ejecución; no cambia retrospectivamente lo que quedó establecido en el colapso.

5. COLAPSAR Y MEDIR

Colapso y medida designan aspectos distintos del proceso descrito.

Puede producirse el colapso sin que después se lea el resultado.

En esta definición de V, obtener mediante la medida el resultado de una ejecución exige que ese resultado haya quedado establecido por el colapso.

Por ejemplo, puede establecerse un experimento en el que el colapso se produzca a las 2 y la lectura del resultado se complete a las 4.

Entre ambos momentos, el resultado ya está establecido, aunque quien lo recibirá todavía lo desconozca.

6. REUTILIZACIÓN DE LA MÁQUINA V

La máquina V puede reutilizarse para una nueva ejecución.

Para ello debe volver a pasar por todas las fases de preparación.

En particular, las entradas que deban ser desconocidas han de ser realmente desconocidas en la nueva ejecución.

Volver a leer el resultado anterior no constituye una nueva ejecución de V.

Una lectura que prescinda de la preparación y del colapso requeridos no corresponde al proceso de máquina V definido en este artículo.

7. RELACIÓN CON Q

Para comparar Q y V, distinguimos el establecimiento de un resultado de su adquisición o consulta posterior.

En Q también puede registrarse un resultado y consultarse más tarde. En la terminología cuántica habitual, la interacción que produce ese registro ya forma parte de la medida.

La distinción temporal permite describir cuándo queda registrado el resultado y cuándo lo recibe otra persona o máquina. No identifica por sí sola los mecanismos físicos de Q y V.

8. CONCLUSIÓN

La preparación establece las condiciones de una ejecución de V, incluido el desconocimiento requerido de las entradas.

El colapso en $t = t_0$ establece el resultado y completa la función de la máquina en esa ejecución.

La medida permite obtener ese resultado. Su conocimiento se completa en t_1, que puede ser posterior a t_0.

Una nueva ejecución exige una nueva preparación.

9. RELACIÓN CON LA SERIE

Artículos anteriores:

ES_52_01 — Existir no es ser observado.

ES_52_02 — La caja y el gato de Schrödinger.

ES_52_03 — El bit Q_β y el bit Q_v.

Artículo siguiente:

ES_52_05 — La función interna f(t).

FIN DEL ARTÍCULO 04

ARTÍCULO 05 — LA FUNCIÓN INTERNA f(t)

CONCEPTOS DE V-COMPUTACIÓN — ES_52

ARTÍCULO 05 — LA FUNCIÓN INTERNA f(t)

Autor: Víctor Estrada Díaz ORCID: 0000-0001-9942-1021 Proyecto: ES_52 Serie: Conceptos de V-computación Estado: Comprobado y cerrado por el autor — 22 de octubre de 2026

Licencia dual — Ética y uso

Textos: CC BY-NC-SA 4.0. Se permite compartir y adaptar los textos con atribución al autor, sin uso comercial y compartiendo las adaptaciones bajo la misma licencia. https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Código: HL3 — Hippocratic License 3.0. El uso comercial del código está permitido solo si cumple los principios éticos y las condiciones de la licencia. https://firstdonoharm.dev/version/3/0/

Restricciones éticas del autor: se prohíben los usos para guerras, violaciones de los derechos humanos (DDHH), daño ambiental, explotación, vigilancia masiva y discriminación.

Principios éticos del autor: respeto a la dignidad humana, no uso lucrativo sin permiso y prohibición de usos dañinos.

Referencia de la licencia dual y de las condiciones del autor: https://estradad.es/licencia.php

1. OBJETO

En el marco Einstein-VED, el autor introduce una función f interna del espacio-tiempo para plantear la relación entre el determinismo de la naturaleza y la indeterminación asociada al desconocimiento de su

realidad interna.

En esta propuesta, la naturaleza es determinista, pero existe indeterminación por el desconocimiento de su realidad interna. Lo desconocido no deja de tener realidad porque la máquina no conozca su estado.

La función f interna del espacio-tiempo es la que el autor introduce en Einstein-VED para relacionar ese determinismo con la indeterminación de lo cuántico. Esta es la premisa del marco desde el que se construye V.

Conocer la construcción, su propósito y sus relaciones no equivale a conocer el estado interno de una ejecución preparada.

2. EVOLUCIÓN Y RESULTADO

La máquina V puede construirse con un propósito y ponerse a prueba con valores fijados. Una vez preparada para la ejecución considerada, su estado interno debe permanecer desconocido por la máquina antes de $t = t_0$.

No se exige una forma concreta de evolución interna. Lo que importa es que se mantengan la independencia y el desconocimiento antes de $t = t_0$.

La preparación debe asegurar que ambas condiciones se mantengan durante todo ese intervalo, no solamente en el momento inicial.

Puede haber evolución interna o no. Si un estado desconocido evoluciona de forma desconocida y se mantiene la independencia requerida, continúa cumpliendo la condición de V.

Si converge a un estado conocido o deducible por la máquina antes de t_0, deja de cumplir esa condición. La convergencia por sí sola no la incumple si el estado sigue siendo desconocido e independiente.

En el marco del autor, la coherencia de V expresa el grado en que lo no conocido es realmente no conocido e independiente de los otros estados no conocidos.

La preparación debe mantener esa condición antes de t_0. La coherencia solo puede medirse después del colapso; no se introduce una medida previa que dé acceso a los estados que deben permanecer desconocidos.

La comprobación de la coherencia o decoherencia es un mecanismo externo de verificación y fiabilidad. No forma parte de la construcción de la máquina V ni añade una fase a su ejecución.

Una vez completada la medida, después de t_0, las entradas antes desconocidas pueden conocerse y examinarse. Entonces se comprueba su grado de independencia y sus relaciones para evaluar si se mantuvieron las condiciones requeridas antes del colapso.

También pueden realizarse distintas ejecuciones, cada una con su propia preparación, y comparar los datos obtenidos para comprobar si las entradas que debían ser desconocidas lo eran realmente y mantenían la independencia requerida.

Esta verificación posterior examina la fiabilidad de las ejecuciones. No proporciona a V conocimiento anticipado de sus entradas ni interviene para determinar su resultado.

3. COLAPSO Y LECTURA

En t_0, el colapso establece el resultado de esa ejecución y la máquina V ha cumplido su función.

Desencadenar el colapso pone fin a la indeterminación del resultado de esa ejecución: lo que antes permanecía sin resolver queda fijado en un resultado concreto.

Ese es el sentido del fin del indeterminismo en V dentro del marco del autor. No significa que antes no existiera un estado interno ni que fuera necesario conocer su evolución para hacer funcionar la máquina.

Antes de t_0, la preparación mantiene la independencia y el desconocimiento requeridos. En t_0, el colapso resuelve el resultado. Después puede completarse su adquisición.

Debe distinguirse la indeterminación resuelta por el colapso del desconocimiento que todavía puede tener quien recibirá el resultado. La máquina ya ha cumplido su función aunque ese resultado aún no se haya comunicado o leído.

En t_1 se completa la adquisición del resultado. Puede cumplirse $t_1 > t_0$.

Una vez obtenido, el resultado de esa ejecución ya es conocido: no se trata como una probabilidad de lo que podría haber resultado.

La lectura posterior obtiene el resultado establecido en t_0. No convierte ese resultado en el valor que la función pudiera tener en otro instante.

Puede haber colapso sin lectura posterior. Para una nueva ejecución hay que repetir la preparación y asegurar de nuevo la independencia y el desconocimiento requeridos antes del nuevo t_0.

4. RELACIÓN CON V1

V1 ofrece un ejemplo ya asentado para el problema de Deutsch: distinguir funciones binarias constantes y equilibradas.

El informe local establece, para el bit de respuesta:

$q_0 = f_o(0)$ XOR $f_o(1)$

Aquí f_o designa la función del oráculo de Deutsch; no es la función temporal f(t).

La respuesta es 0 para las tablas 00 y 11, y 1 para 01 y 10. Los cuatro casos coinciden con la referencia Q1 del protocolo.

El análisis estructural local da un coste O(1) por ejecución para este circuito de tamaño fijo. Esa cuenta no mide latencias frente a un ordenador cuántico físico.

La documentación de referencia para la comparación V1/Q1 y su orden temporal es el trabajo ES_52 de UNIHOLOG y DEMUESTRA/Proyectos/ES_52. Se distingue el orden de complejidad de la duración

concreta en segundos.

En DEMUESTRA, la verificación documental se realizará exclusivamente sobre los archivos .md en español de Proyectos/ES_52. Esta referencia identifica la documentación que debe contrastarse; no declara realizada una nueva verificación de sus resultados.

5. CONCLUSIÓN

La función interna f pertenece al marco Einstein-VED desde el que se plantea la construcción de V. La propuesta distingue la realidad interna de su conocimiento.

Para la máquina V, puede haber evolución interna o no: el requisito previo al colapso es mantener la independencia y el desconocimiento. Su grado define la coherencia de V, que solo se mide después del colapso. La preparación debe mantener esas condiciones antes de t_0. El colapso establece el resultado y su adquisición permite conocerlo después.

Por eso desencadenar el colapso pone fin a la indeterminación de esa ejecución: el resultado queda establecido en t_0, aunque su conocimiento se complete en t_1. Para volver a plantear una ejecución con las condiciones de V es necesario preparar de nuevo la máquina.

6. REFERENCIAS LOCALES DE ES_52

Proyecto base, sección 9: ./../UNIHOLOG/ES_52_Maquina_V_UNIHOLOG.pdf Resultado asentado de V1 para Deutsch: ./../UNIHOLOG/ES_52_Resultados_preparacion.pdf Demostración: ./../DEMUESTRA/Proyectos/ES_52/ES_52_Maquina_V_UNIHOLOG.pdf Relaciones, medida y Bell: ./../DEMUESTRA/Proyectos/ES_52/ES_52_Relaciones_medida_y_Bell.pdf

Alcance de la verificación en DEMUESTRA: únicamente archivos .md en español. No se usarán traducciones ni otros formatos como sustitutos de esa revisión.

Informes locales consultados anteriormente en UNIHOLOG:
./datos/ES_52_EnsayoBellV1/resultado_asentado_v1.json
./datos/ES_52_EnsayoBellV1/analisis_complejidad_v1.json

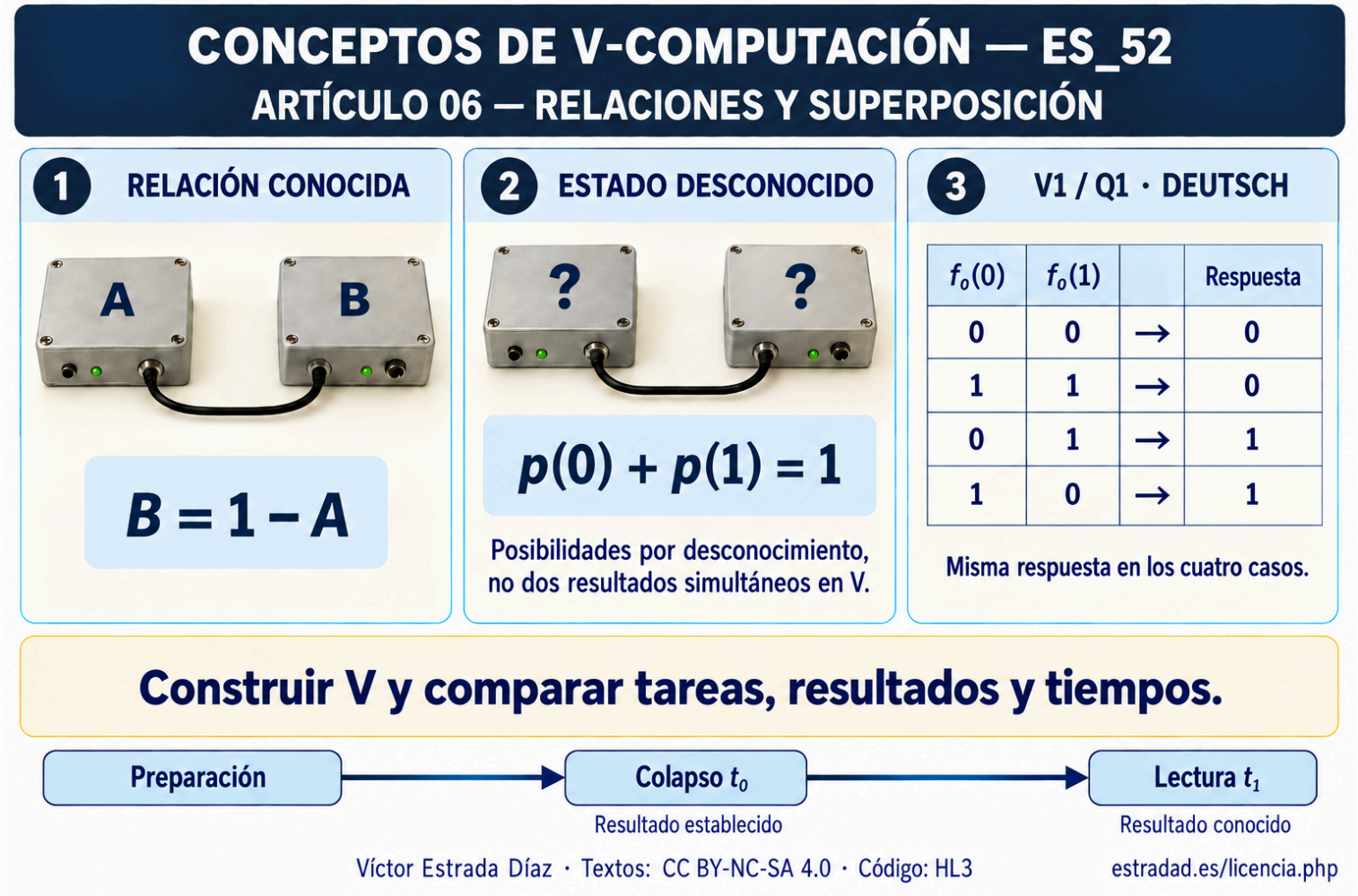
RELACIÓN CON LA SERIE

Anterior: ./pdfs/ES_52_04_ConceptosVcomputacion.pdf

Siguiente: ./pdfs/ES_52_06_ConceptosVcomputacion.pdf

FIN DEL ARTÍCULO 05

ARTÍCULO 06 — RELACIONES Y SUPERPOSICIÓN



CONCEPTOS DE V-COMPUTACIÓN — ES_52

ARTÍCULO 06 — RELACIONES Y SUPERPOSICIÓN

Autor: Víctor Estrada Díaz ORCID: 0000-0001-9942-1021 Proyecto: ES_52 Serie: Conceptos de V-computación Estado: Texto comprobado y cerrado por el autor — 22 de octubre de 2026

Licencia dual — Ética y uso

Textos: CC BY-NC-SA 4.0. Se permite compartir y adaptar los textos con atribución al autor, sin uso comercial y compartiendo las adaptaciones bajo la misma licencia. https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Código: HL3 — Hippocratic License 3.0. El uso comercial del código está permitido solo si cumple los principios éticos y las condiciones de la licencia. https://firstdonoharm.dev/version/3/0/

Restricciones éticas del autor: se prohíben los usos para guerras, violaciones de los derechos humanos (DDHH), daño ambiental, explotación, vigilancia masiva y discriminación.

Principios éticos del autor: respeto a la dignidad humana, no uso lucrativo sin permiso y prohibición de usos dañinos.

Referencia de la licencia dual y de las condiciones del autor: https://estradad.es/licencia.php

1. OBJETO

Una relación puede ser conocida aunque sus valores sean desconocidos. Esta distinción permite construir una máquina V, definir sus operaciones y obtener un resultado sin conocer previamente sus estados internos.

El objetivo es construir V y enfrentarla a los mismos problemas que su referencia Q para comparar resultados y tiempos. No se necesita adoptar una interpretación de la realidad interna de Q para definir la construcción de V.

2. CONOCER LA RELACIÓN

Consideremos dos valores binarios A y B relacionados por:

$B = 1 - A$

Conocer esta relación permite afirmar que los valores son opuestos sin conocer cuál vale 0 y cuál vale 1.

Las posibilidades compatibles son:

$A = 0, B = 1$

$A = 1, B = 0$

Enumerar esas posibilidades en una explicación no implica que la máquina deba almacenarlas ni recorrerlas para funcionar.

3. OPERAR CON VALORES DESCONOCIDOS

Preparar una relación no exige leer primero sus entradas desconocidas. La construcción establece las conexiones y operaciones; los valores que deben permanecer desconocidos no se obtienen anticipadamente para ejecutar esas operaciones.

Puede haber evolución interna o no. La preparación debe mantener el desconocimiento y la independencia requeridos antes de t_0, como se explica en ES_52_05.

En V, la preparación, el colapso en t_0 y la adquisición completada en t_1 conservan el significado del artículo 04.

Una nueva ejecución exige una nueva preparación. Releer un resultado ya establecido no sustituye esa preparación.

4. ESTADOS DESCONOCIDOS E INCERTIDUMBRE

En V no se define el estado desconocido como una superposición de los valores 0 y 1.

Que ambos resultados sean posibles en la descripción de quien los desconoce no significa que la unidad V deba contener simultáneamente ambos valores como resultados de la ejecución.

El grado de desconocimiento puede expresarse mediante incertidumbre o probabilidades. Para una salida binaria válida:

$p(0) + p(1) = 1$

Esta expresión no impone que ambas probabilidades sean iguales ni sustituye las relaciones físicas o computacionales de la máquina.

Las probabilidades describen las posibilidades antes de conocer el resultado. El resultado obtenido en una ejecución es un valor concreto, no dos valores superpuestos.

El término superposición aparece en el título para situar el tema de la serie. No se introduce como requisito ni como definición interna de V. El artículo no pretende resolver las interpretaciones de Q.

5. V1 COMO EJEMPLO COMPROBADO

En la tarea de Deutsch, V1 y la referencia Q1 coinciden en el bit que distingue funciones constantes y equilibradas.

Constante 0: tabla 00 → respuesta 0. Constante 1: tabla 11 → respuesta 0. Identidad: tabla 01 → respuesta 1. Inversor: tabla 10 → respuesta 1.

El bit de respuesta cumple:

$q_0 = f_o(0)$ XOR $f_o(1)$

f_o es la función del oráculo de Deutsch, distinta de la función interna f del marco Einstein-VED.

La tabla anterior presenta las entradas de los cuatro casos comprobados y sus respuestas; no describe una consulta anticipada de los estados internos desconocidos de V1.

Esta coincidencia permite mostrar una tarea concreta resuelta por V1 con la misma respuesta que Q1. El ejemplo apoya la explicación de las relaciones de V; no sustituye el tema central por una discusión sobre la naturaleza interna de Q.

6. COMPARAR LO QUE LAS MÁQUINAS RESUELVEN

La comparación parte del mismo problema, las entradas correspondientes y el resultado que debe entregar cada máquina.

Además de comprobar las respuestas, se compara el tiempo bajo un criterio común: qué operaciones se incluyen y si se habla de orden de complejidad o de duración medida.

El análisis local de V1 establece O(1) por ejecución para este protocolo de tamaño fijo. La documentación ES_52 de UNIHOLOG y DEMUESTRA/Proyectos/ES_52 es la referencia para el alcance de la comparación V1/Q1. En DEMUESTRA se verificarán exclusivamente los archivos .md en español.

La equivalencia se refiere a las tareas, resultados y costes efectivamente contrastados. No exige que V tenga la misma estructura interna ni la misma interpretación que Q.

La comprobación de coherencia o decoherencia es externa a la construcción y a la ejecución de V, y se realiza después de medir, según ES_52_05.

7. CONCLUSIÓN

Conocer una relación y conocer sus valores son cosas distintas.

V se construye mediante relaciones conocidas y estados que permanecen desconocidos bajo las condiciones de preparación. Ese desconocimiento se expresa como incertidumbre, sin atribuirle superposición.

El colapso establece un resultado concreto; su adquisición permite conocerlo. V1/Q1 aporta el ejemplo comprobado de Deutsch. El objetivo de las comparaciones es establecer qué problemas resuelve cada construcción y con qué coste temporal.

8. REFERENCIAS LOCALES DE ES_52

Relaciones entre valores desconocidos: ./../UNIHOLOG/ES_52_Maquina_V_UNIHOLOG.pdf
./datos/ES_52_EnsayoBellV1/resultado_asentado_v1.json
./datos/ES_52_EnsayoBellV1/analisis_complejidad_v1.json
./../UNIHOLOG/ES_52_Resultados_preparacion.pdf
./../DEMUESTRA/Proyectos/ES_52/ES_52_Maquina_V_UNIHOLOG.pdf

Verificación documental en DEMUESTRA: únicamente archivos .md en español.

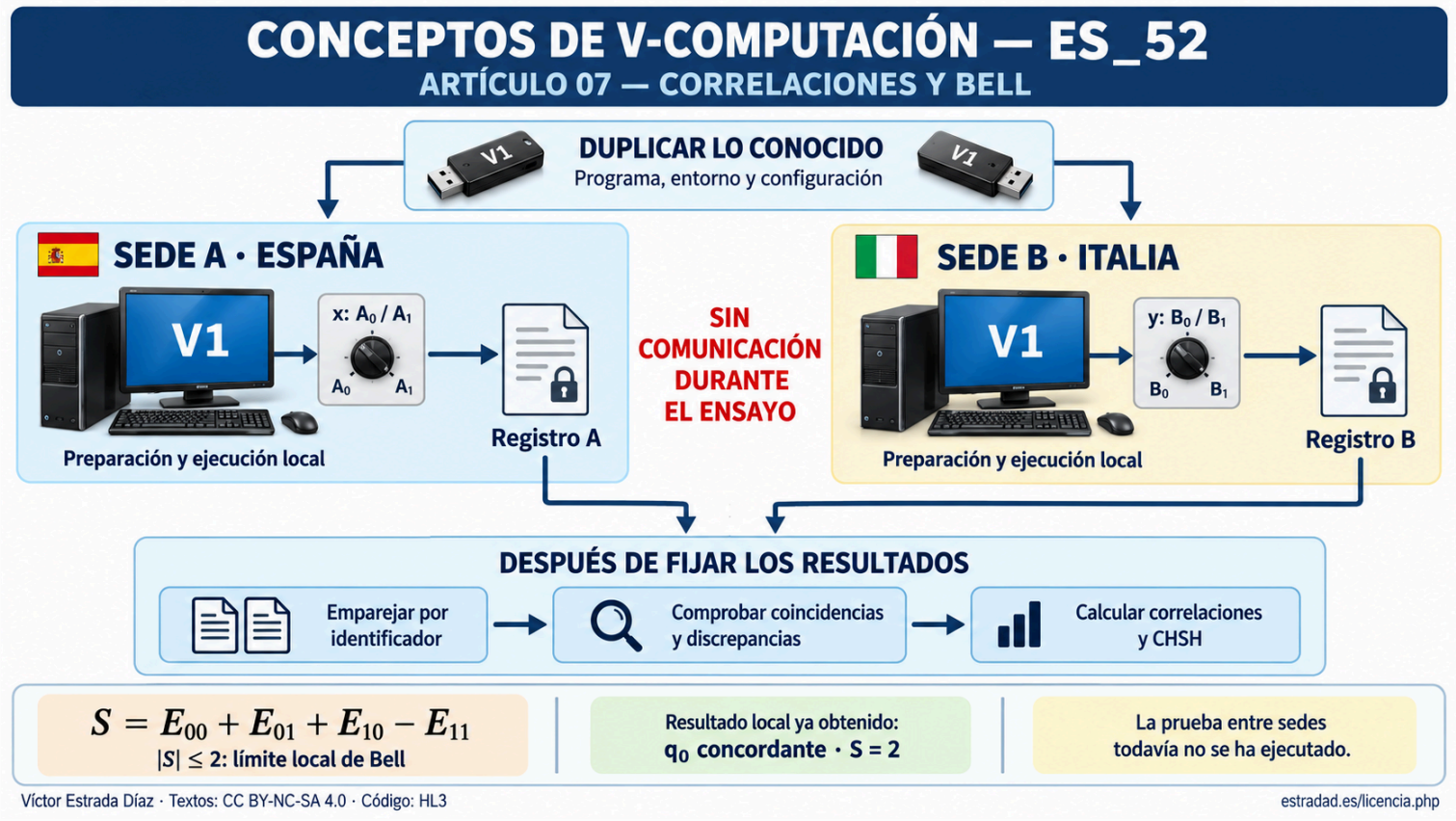
RELACIÓN CON LA SERIE

Anterior: ./pdfs/ES_52_05_ConceptosVcomputacion.pdf

Siguiente: ./pdfs/ES_52_07_ConceptosVcomputacion.pdf

FIN DEL ARTÍCULO 06

ARTÍCULO 07 — CORRELACIONES Y BELL



Víctor Estrada Díaz · Textos: CC BY-NC-SA 4.0 · Código: HL3
estradad.es/licencia.php

CONCEPTOS DE V-COMPUTACIÓN — ES_52

ARTÍCULO 07 — CORRELACIONES Y BELL

Autor: Víctor Estrada Díaz ORCID: 0000-0001-9942-1021 Proyecto: ES_52 Serie: Conceptos de V-computación Estado: Borrador para revisión del autor — no publicado

Licencia dual — Ética y uso

Textos: CC BY-NC-SA 4.0. Se permite compartir y adaptar los textos con atribución al autor, sin uso comercial y compartiendo las adaptaciones bajo la misma licencia. https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Código: HL3 — Hippocratic License 3.0. El uso comercial del código está permitido solo si cumple los principios éticos y las condiciones de la licencia. https://firstdonoharm.dev/version/3/0/

Restricciones éticas del autor: se prohíben los usos para guerras, violaciones de los derechos humanos (DDHH), daño ambiental, explotación, vigilancia masiva y discriminación.

Principios éticos del autor: respeto a la dignidad humana, no uso lucrativo sin permiso y prohibición de usos dañinos.

Referencia de la licencia dual y de las condiciones del autor: https://estradad.es/licencia.php

1. OBJETO

Una correlación expresa una relación entre resultados. Este artículo distingue una correlación construida mediante relaciones conocidas de las condiciones específicas de una prueba de Bell.

2. UNA RELACIÓN SENCILLA

Si dos salidas binarias cumplen:

$B = 1 - A$

sus valores son opuestos. Desconocer A y B no impide conocer esa relación.

Al completar la lectura se conocen los valores obtenidos en esa ejecución. La relación permite interpretarlos, pero no convierte por sí sola el dispositivo en un experimento de Bell.

3. QUÉ COMPARAR

Para comparar correlaciones hay que identificar las entradas, las operaciones y las parejas de resultados pertenecientes a cada ejecución.

En el proceso V de esta serie, el colapso establece el resultado en t_0 y la adquisición se completa en t_1. Cada nueva ejecución repite la preparación requerida.

No se añaden lecturas de valores internos desconocidos durante la preparación para explicar las correlaciones.

4. EL ALCANCE DE BELL

Las desigualdades de Bell limitan las correlaciones de determinadas clases de modelos bajo supuestos explícitos, entre ellos localidad e independencia de las elecciones de medida respecto a las variables compartidas.

Los experimentos cuánticos han mostrado violaciones de esas desigualdades. No basta presentar dos resultados iguales u opuestos para afirmar una violación.

Si una construcción V comparte información entre sus partes o recibe conjuntamente sus ajustes, esa característica debe describirse al compararla con las condiciones de Bell.

Se ha realizado un ensayo informático local de selectores con dos procesos Python de V1. Sus resultados y límites se presentan en la sección 6. No se trata de un test físico de Bell sin lagunas.

5. QUÉ APORTA V1

La comprobación V1/Q1 para Deutsch establece coincidencia del bit de respuesta en las cuatro funciones binarias consideradas.

Ese resultado es un ejemplo de comparación operacional. No constituye por sí mismo una prueba de Bell ni demuestra las correlaciones de una máquina de varias unidades.

El ensayo siguiente utiliza exclusivamente la V1 instalada, sin modificar su construcción. Las construcciones posteriores quedan reservadas.

6. ENSAYO LOCAL DE V1 CON SELECTORES

Dos ramas reciben la misma entrada conocida del oráculo. Cada rama dispone de dos etiquetas de selección, 0 y 1, que identifican copias intercambiables de V1, no operaciones de medida diferentes.

Cada ensayo prepara una instancia nueva por rama. Cada proceso recibe únicamente su selector local y la entrada común. El controlador recoge los dos resultados después y calcula las correlaciones externamente.

Se realizaron 8.192 ensayos pareados, equivalentes a 16.384 ejecuciones de V1: 4.096 ensayos con selección ordenada y otros 4.096 con selección aleatoria externa.

El bit q_0, que responde al problema de Deutsch, coincidió entre ramas y con $f_o(0)$ XOR $f_o(1)$ en todas las ejecuciones y para los cuatro oráculos. Los selectores no generan estados ni salidas internas de V.

Para cada pareja de selectores se asigna producto +1 si las salidas coinciden y −1 si difieren. E_{00}, E_{01}, E_{10} y E_{11} son los promedios de esos productos en cada grupo.

La convención utilizada es:

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

En q_0, ambos modos de selección dieron:

$$E_{00} = E_{01} = E_{10} = E_{11} = 1$$

S = 2

Por tanto, se observó concordancia completa en la respuesta de Deutsch, pero no una violación del límite local de Bell, |S| ≤ 2.

Las dos V1 en un mismo ordenador superaron las comprobaciones locales realizadas: coincidencia de la respuesta de Deutsch y respeto de la desigualdad de Bell. No se encontró una violación de esa desigualdad en los datos del ensayo; q_0 dio S = 2. Pasar estas comprobaciones significa cumplir esos criterios, no superar el límite de Bell ni certificar un test físico sin lagunas.

También se analizó q_1, sin seleccionar a posteriori el bit más favorable. Dio S = 1,998046875 con selección ordenada y S = 2 con selección aleatoria.

El ensayo se ejecutó en un único ordenador con dos procesos Python. No se ejecutó Prolog ni un montaje entre España e Italia, y no se certificaron aislamiento físico, independencia de las referencias temporales ni ausencia de canales laterales. El controlador conoce ambos ajustes. La selección ordenada constituye un control, no una prueba de independencia de los ajustes.

En este ensayo los selectores se generan antes de preparar las nuevas instancias; no se certifica una elección física posterior a una preparación compartida. Los registros contienen t_0 y duraciones software, no una medida independiente de t_1. Tampoco hay una comparación temporal con hardware Q.

La comprobación externa adicional de las 16 asignaciones binarias locales posibles dio un máximo |S| = 2 y un máximo del 75 % de aciertos CHSH con ajustes uniformes. No forma parte del funcionamiento interno de V.

El resultado corresponde al montaje ejecutado. No decide el comportamiento de todas las construcciones V. Para estudiar alternativas de medida diferentes deben definirse las operaciones locales, la preparación compartida y las condiciones de acceso a la información.

Informe específico con fórmulas, tablas y enlaces relativos, versión PDF: ./pdfs/ES_52_EnsayoBellV1.pdf

Resumen de resultados: ./datos/ES_52_EnsayoBellV1/resultados.json

Registros completos: ./datos/ES_52_EnsayoBellV1/registros.jsonl

7. EXTENSIÓN PROPUESTA A ESPAÑA–ITALIA

La comprobación puede extenderse a una sede en España y otra en Italia, trasladando un ordenador o instalando allí una copia verificable de V1. Se llevan el código, su entorno y la preparación conocida; no una ejecución en curso ni resultados internos desconocidos ya fijados.

En la variante USB propuesta por el autor se duplican el programa, el entorno y la configuración conocida antes de arrancar. Cada sede inicia después su entorno y prepara su propia ejecución dentro de la ventana acordada. No se copia una ejecución preparada en RAM. Las ramas comparten lo conocido, no se comunican durante la preparación o ejecución y realizan únicamente las pruebas consensuadas sin conexiones entre ellas. Los registros se comparan al finalizar.

Antes de comenzar, ambas sedes acuerdan identificadores, oráculos, número de ensayos y tratamiento de incidencias. Cada sede prepara una instancia nueva por ensayo y recibe solo su selector local. En el bloque aleatorio propuesto, ese selector se obtiene externamente después de la preparación y antes del disparo. Los resultados se fijan y guardan sin consultar la selección o la salida remota.

Se registran los dos bits, el oráculo, el selector, el disparo, la finalización de la adquisición y las incidencias. Después de cerrar los registros se intercambian los archivos y se verifican sus huellas. El analizador empareja por identificador, comprueba ausencias y duplicados, contrasta la respuesta de Deutsch y calcula las cuatro correlaciones y CHSH. No selecciona parejas favorables ni oculta fallos.

El programa local entregado todavía no implementa ramas autónomas entre sedes ni todos esos registros temporales. Hacen falta controladores locales por rama y un comparador posterior. Ejecutar dos veces el programa actual, una en cada país, no equivale a realizar el ensayo distribuido.

Si las copias equivalentes siguen coincidiendo en q_0, el resultado esperado vuelve a ser $S = 2$. Eso comprobaría concordancia deslocalizada, no una violación de Bell.

Para un test físico de Bell también deben justificarse la independencia de los ajustes y la imposibilidad de comunicación durante el ensayo mediante posiciones, tiempos e incertidumbres registrados. La distancia o el lenguaje no lo garantizan por sí solos. Son condiciones de la verificación externa, no partes añadidas a la construcción de V.

La referencia Q con superconductores utilizó 30 metros en 2023. Hay experimentos fotónicos a 1.203 km, publicados en 2017; no se confunden aquí con dos ordenadores Q generales ni con idénticas condiciones de cierre de lagunas.

El protocolo detallado de preparación, inicio, registros y comparación está en la sección 9 del informe: ./pdfs/ES_52_EnsayoBellV1.pdf

Esta extensión está propuesta y no ejecutada. Los resultados asentados siguen siendo los del ensayo local.

Cada sede obtendrá y conservará su propio conjunto de registros. Una vez realizadas las pruebas acordadas, se confrontarán ambos conjuntos para evaluar las correlaciones y el cumplimiento de las condiciones del test. El resultado de la prueba deslocalizada se determinará entonces, sin darlo por aprobado ni por rechazado de antemano.

8. CONCLUSIÓN

Relacionar valores desconocidos y comprobar correlaciones son pasos distintos de demostrar una violación de Bell.

El ensayo local de V1 conserva la respuesta de Deutsch entre copias seleccionadas y da $S = 2$. Esa concordancia no es una violación de Bell. La evaluación de otro montaje exige describir y comprobar sus propias condiciones.

9. FUENTES

./pdfs/ES_52_EnsayoBellV1.pdf ./datos/ES_52_EnsayoBellV1/resultado_asentado_v1.json Protocolo CHSH: https://quantum.cloud.ibm.com/learning/en/courses/basics-of-quantum-information/entanglement-in-action/chsh-game Fundamento científico del Nobel de Física 2022: https://www.nobelprize.org/uploads/2026/05/advanced-physicsprize-2022-5.pdf Experimento Q con superconductores, 30 metros: https://www.nature.com/articles/s41586-023-05885-0 Experimento fotónico con estaciones separadas 1.203 km: https://arxiv.org/abs/1707.01339

RELACIÓN CON LA SERIE

Anterior: ./pdfs/ES_52_06_ConceptosVcomputacion.pdf

Esta etapa de la exposición termina en el artículo 07. Las siguientes construcciones se presentarán en una etapa posterior.

Los conceptos se publican desde v-computacion, proyecto separado de UNIHOLOG. El proyecto base ES_52 permanece en UNIHOLOG. DEMUESTRA trabajará sobre la versión española de ese proyecto base; su verificación documental se limita a los archivos .md en español.

PROTOCOLO LA BELL EN DOS SEDES CON LA MISMA MÁQUINA V1

1. DEFINIR LA CAMPAÑA

Se designan las sedes A, en España, y B, en Italia. Antes de ejecutar se acuerdan el identificador de campaña, el número de ensayos, los oráculos conocidos, los identificadores de cada ensayo y el tratamiento de errores y ausencias. Se decide analizar q_0 como respuesta de Deutsch y q_1 por separado como salida adicional.

2. DUPLICAR LO CONOCIDO

Se copian en dos USB el programa V1, sus módulos, el entorno y la configuración conocida antes de arrancar. Se anotan las versiones y las huellas SHA-256. No se duplica una ejecución preparada en RAM ni se introducen resultados futuros. Una copia queda en cada sede.

3. COMPROBAR LA INSTALACIÓN

Cada sede arranca su ordenador y verifica localmente los cuatro casos conocidos de Deutsch. Estas ejecuciones de instalación quedan separadas de la campaña que se analizará. Cada nueva ejecución requiere su propia preparación.

4. ACORDAR EL INICIO Y AISLAR LAS RAMAS

Se fija de antemano una ventana de inicio y un plan público de identificación de ensayos. Se eliminan del programa de pruebas las consultas a la otra sede y se bloquean los canales de intercambio durante la preparación y la ejecución. No se utiliza una respuesta remota como condición para producir la salida local.

Una hora acordada no demuestra simultaneidad física exacta. Si se pretende certificar aislamiento espacio-temporal de Bell, deben registrarse posiciones, elecciones, resultados e incertidumbres de reloj, según el

informe específico. Un montaje sin esos controles se presenta como comprobación informática deslocalizada.

5. PREPARAR LOCALMENTE CADA ENSAYO

Para el mismo identificador, ambas sedes reciben el oráculo conocido correspondiente y preparan localmente una V1 nueva. Se mantienen el desconocimiento y la independencia requeridos por la definición de V. La preparación no entrega los valores internos que deben permanecer desconocidos.

6. REALIZAR LA SELECCIÓN LOCAL

En cada rama hay dos etiquetas de selección: A_0 o A_1 en España y B_0 o B_1 en Italia. En esta repetición representan copias equivalentes de la misma V1, no operaciones de medida diferentes.

Se puede realizar primero un bloque ordenado de control. En el bloque aleatorio, cada selector externo local obtiene su bit después de la preparación y antes del disparo, sin consultar el selector remoto. No se distribuyen semillas o listas conjuntas que predeterminen las elecciones futuras del bloque aleatorio. Se documenta cómo se sostiene la independencia de los ajustes respecto a las variables internas pertinentes.

7. DESENCADENAR EL COLAPSO Y ADQUIRIR EL RESULTADO

Cada sede desencadena el colapso de su V1 y registra t_0. El resultado de esa ejecución queda establecido. La lectura adquiere ese resultado y registra su finalización, t_1. No es necesario que una persona observe durante el proceso: el controlador local registra los datos automáticamente.

No se consulta al otro ordenador durante este proceso. Una preparación consumida no se repite para sustituir un resultado desfavorable. Si falla el ensayo, se conserva la incidencia con su identificador.

8. CONSERVAR LOS REGISTROS LOCALES

Cada sede guarda, para cada ensayo: identificador de campaña y de ensayo; oráculo conocido; selector local; q_0 y q_1; estado de adquisición; instante de elección; t_0; t_1; versión y huella del código; e incidencias. Se distinguen los relojes locales de una referencia temporal común y se anota su incertidumbre cuando corresponda.

Los valores internos necesarios para la verificación externa de coherencia se examinan únicamente después del colapso y de la medida, según el procedimiento del artículo 05. No se considera certificada su independencia por el mero hecho de ejecutar copias en países distintos.

9. CERRAR LOS ARCHIVOS Y REUNIRLOS

Una vez fijados los resultados del bloque se cierra cada archivo y se calcula su huella. Después se pueden enviar los archivos por red o trasladarlos en USB al analizador externo. Esta transferencia posterior no participa en la obtención de las salidas.

Se comprueban las huellas y se emparejan los registros por campaña e identificador. Se detectan duplicados, ausencias, entradas distintas y errores. No se buscan parejas a posteriori que aumenten la coincidencia ni se ocultan ensayos fallidos.

10. VERIFICAR LA RESPUESTA DE V1

Se comprueba por separado, en cada sede, que q_0 cumple:

$q_0 = f_o(0)$ XOR $f_o(1)$

Se cuentan las discrepancias entre sedes para cada oráculo. Esta primera comprobación evalúa concordancia funcional y se informa separadamente de CHSH.

11. CALCULAR LAS CORRELACIONES DE BELL

Para q_0 y después para q_1 se agrupan los registros por la pareja de selectores: 00, 01, 10 y 11. En cada grupo se cuentan las salidas iguales y distintas:

$E_{x\gamma}$ = (número de salidas iguales – número de salidas distintas) / $N_{x\gamma}$

Cada grupo se normaliza por su propio número de registros. Si falta una pareja de ajustes, CHSH no es estimable con esos datos. Se calcula:

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

Se informa del número de ensayos por grupo, las incidencias, las cuatro correlaciones y S para cada bit. No se escoge después únicamente el bit más favorable.

12. EVALUAR LA NO VIOLACIÓN OBSERVADA

Se contrasta el resultado con el límite local de Bell:

$|S| \leq 2$

Si las salidas coinciden siempre en los cuatro grupos, las cuatro correlaciones son 1 y S = 2. Se informa que no se observó una violación en esa muestra. No se convierte esa observación finita en una demostración de ausencia de violación para cualquier montaje o ejecución futura.

Se evalúan también la incertidumbre estadística y las condiciones efectivamente cumplidas. Un valor estimado mayor que 2 requiere análisis estadístico y auditoría antes de atribuirlo a una violación. Un valor estimado menor o igual a 2 se describe como no violación observada, no como prueba universal de localidad.

Si hubo pérdidas o fallos, no se atribuye a las correlaciones de los únicos casos exitosos el alcance de un test sin lagunas. Se aplica el tratamiento acordado y, cuando sea necesario, se declara inconclusa esa interpretación de Bell.

13. ASENTAR EL RESULTADO DE LA CAMPAÑA

El informe final conserva los dos archivos originales, sus huellas, el plan previo, las versiones, el procedimiento de selección, los conteos y el análisis. Se distingue expresamente entre concordancia de V1, valor CHSH observado y condiciones de aislamiento e independencia verificadas.

En el ensayo ya realizado en un solo ordenador hubo concordancia completa en q_0 y $S = 2$. Para España–Italia no se anticipa un resultado: se determinará al ejecutar y confrontar los registros de ambas sedes.

El controlador distribuido, la elección posterior a la preparación y el registro separado de t_1 siguen pendientes de implementación. El programa entregado ejecuta dos ramas en un ordenador; no debe presentarse como ejecutor distribuido ya disponible.

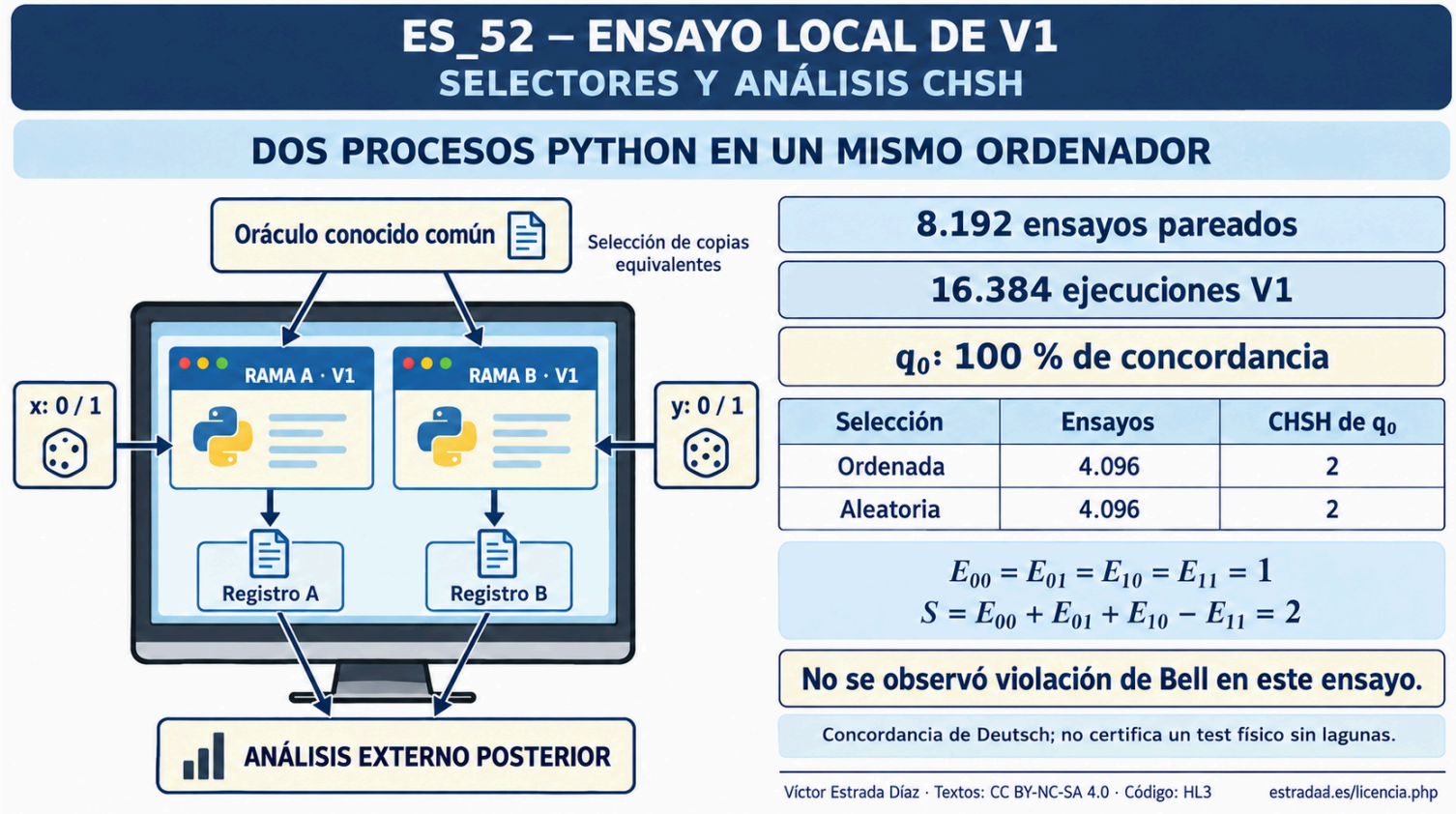
Los artículos en PDF y sus archivos de referencia están disponibles en la web del autor: https://estradad.es Consulte principalmente los proyectos V-COMPUTACION, UNIHOLOG y DEMUESTRA.

Acceso web directo al protocolo desarrollado y sus fórmulas, versión PDF: https://estradad.es/teorias/pdf/V-COMPUTACION/pdfs/ES_52_EnsayoBellV1.pdf

Enlace relativo al mismo PDF dentro del proyecto: ./pdfs/ES_52_EnsayoBellV1.pdf

FIN DEL ARTÍCULO 07

Ensayo local V1 con selectores y análisis CHSH



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, `q0`, coincidió entre las ramas y con la respuesta esperada en todos los casos.

El resultado fue:

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

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

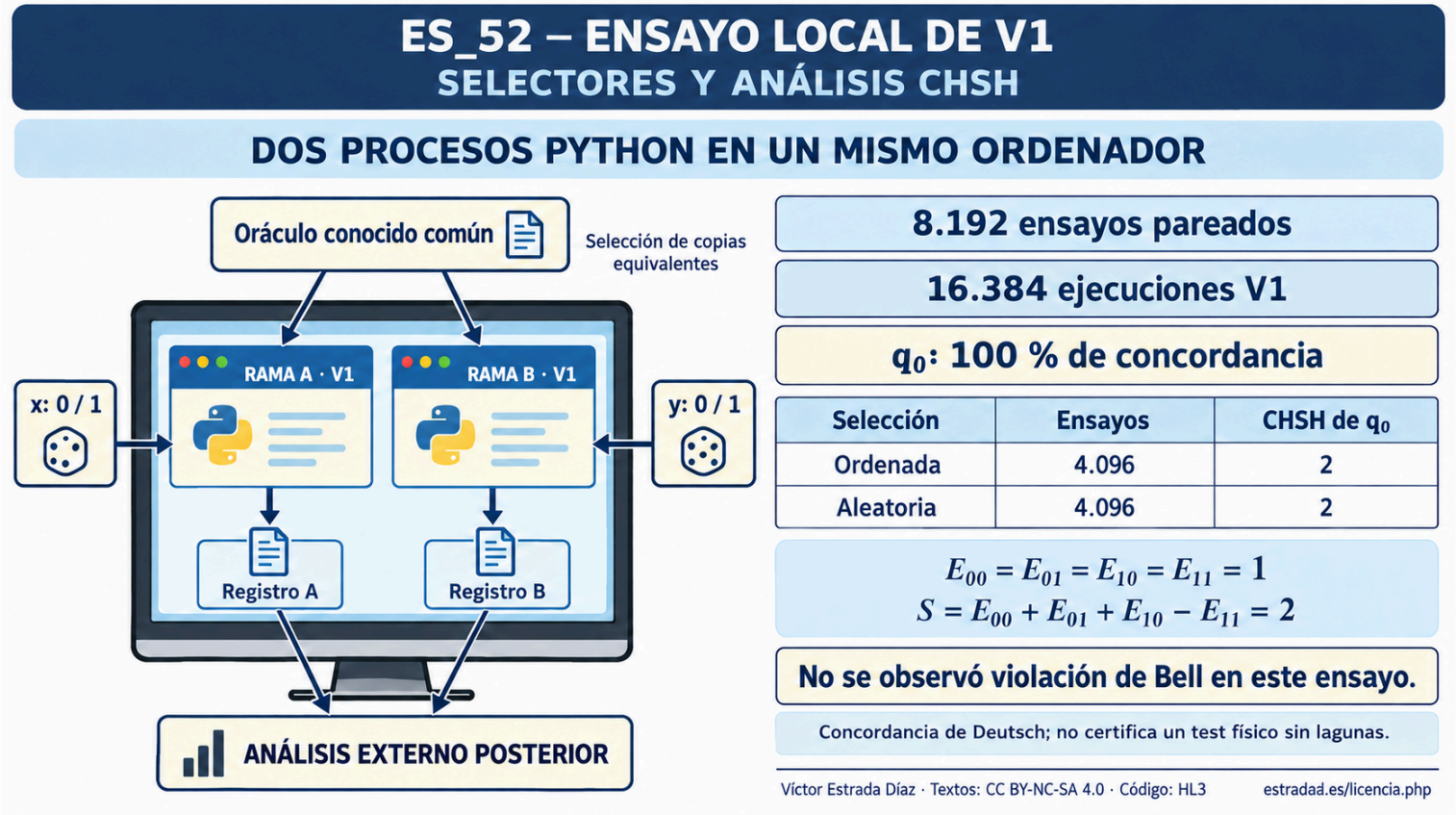


Figura 1. Dos procesos Python en un ordenador, análisis externo posterior y resultados de q0. Resume el ensayo realizado, no la extensión España–Italia propuesta.

V1 resuelve la tarea de Deutsch para una función binaria de una entrada, que aquí se denomina f_o. Esta notación la distingue de la función interna f del marco Einstein-VED.

El registro se prepara con los valores conocidos (0, 1). La entrada del caso define un bloque reversible de oráculo. Se usaron los cuatro casos disponibles:

Oráculo	$f_o(0)$	$f_o(1)$	Respuesta de Deutsch q_0
Constante 0	0	0	0
Constante 1	1	1	0
Identidad	0	1	1
Inversor	1	0	1

La respuesta comprobada satisface:

$$q_0 = f_o(0) \oplus f_o(1).$$

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.

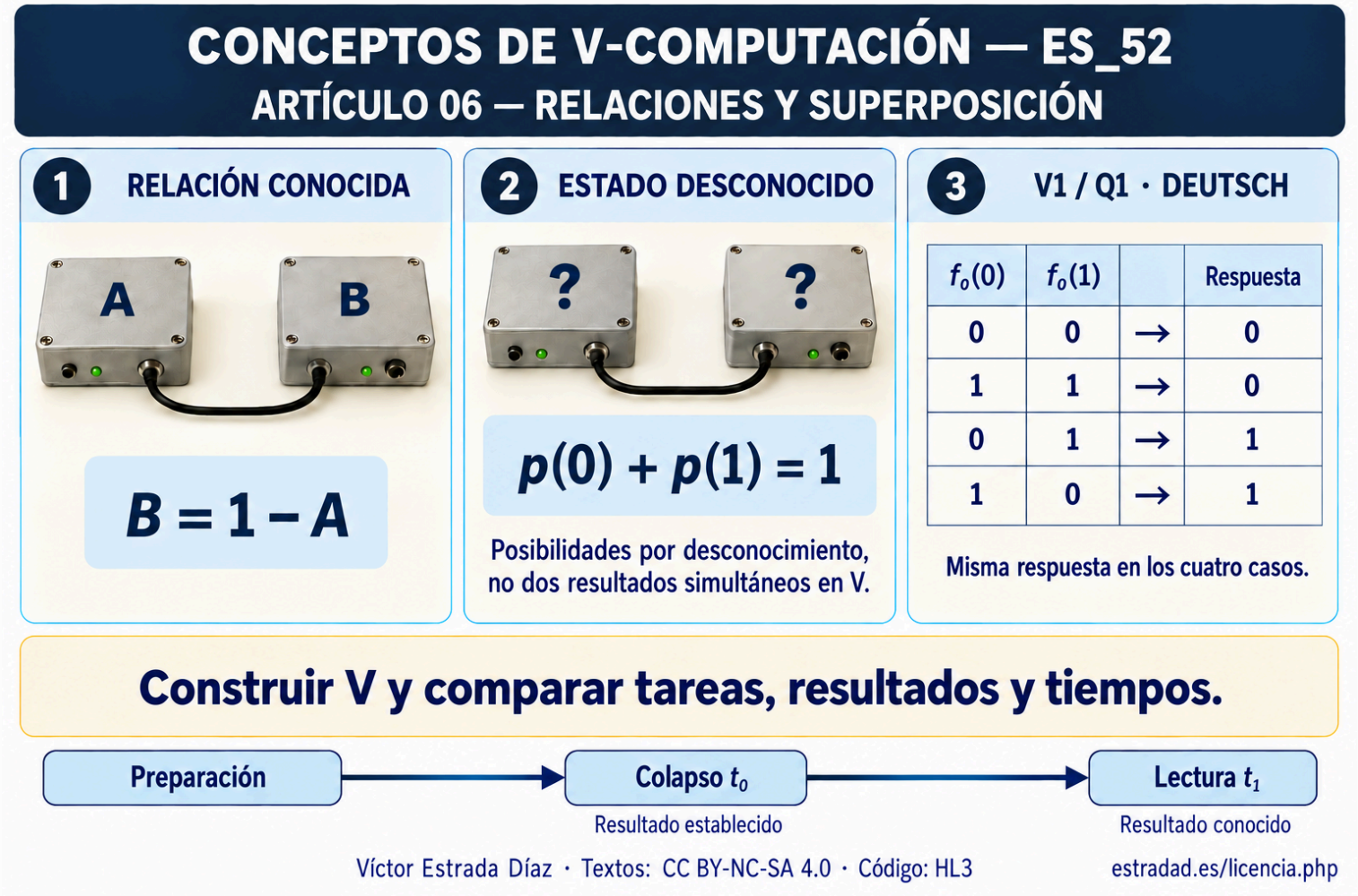


Figura 2. Ilustración del artículo 06 para situar el ejemplo de Deutsch. No representa un ensayo de Bell ni una medición de velocidad frente a hardware Q.

3. Montaje ejecutado

Elemento	Implementación efectiva
Rama A	Proceso Python con V1
Rama B	Otro proceso Python con V1
Selector de A	Bit externo $x \in \{0, 1\}$
Selector de B	Bit externo $y \in \{0, 1\}$
Alternativas A0/A1	Copias intercambiables de la misma V1
Alternativas B0/B1	Copias intercambiables de la misma V1
Entrada conocida común	La misma tabla de oráculo para ambas ramas
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 `t0` y duraciones de preparación y medida; **no registra un instante `t1` 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:

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

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, q0 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 q0 y q1 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 V1, 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:

$C \in \{-2, +2\}, \qquad |\langle C \rangle| \le 2\,.$

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 q0 entre las dos copias de V1 para los cuatro oráculos.
- Conservación de esa concordancia con selectores ordenados y aleatorios externos.
- Correlaciones de q0 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 q0 son iguales a 1 y su combinación CHSH da 2.

Para estudiar otro montaje habría que describir las operaciones que distinguen A0/A1 y B0/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: A0/A1 en España y B0/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 t0 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 q0 coincide siempre para las copias equivalentes, se espera otra vez:

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

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 uA y uB los instantes de elección local y vA y vB los instantes de resultado registrado, expresados en una referencia temporal común. Un criterio suficiente, incluyendo un margen conservador de incertidumbre ε, es:

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

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 ± 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 -
```

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.

Referencias de los documentos relacionados

- ARTÍCULO 01 — EXISTIR NO ES SER OBSERVADO
- ARTÍCULO 02 — LA CAJA Y EL GATO DE SCHRÖDINGER
- ARTÍCULO 03 — EL BIT Q_{β} Y EL BIT Q_{ν}
- ARTÍCULO 04 — EL COLAPSO EN t = t0 Y LA MEDIDA
- ARTÍCULO 05 — LA FUNCIÓN INTERNA f(t)
- ARTÍCULO 06 — RELACIONES Y SUPERPOSICIÓN
- ARTÍCULO 07 — CORRELACIONES Y BELL
- Ensayo local V1 con selectores y análisis CHSH

Referencias complementarias

Los rótulos están en español; las publicaciones científicas externas conservan sus fuentes originales, sin atribuirles traducciones inexistentes.

- Clauser, Horne, Shimony y Holt (1969): experimento propuesto para contrastar teorías locales de variables ocultas.
- IBM Quantum: juego CHSH y límite de las estrategias locales.
- Deutsch (1985): teoría cuántica, principio de Church–Turing y ordenador cuántico universal.

Referencias especiales

- Este trabajo — V-COMPUTACION / ES_52: DOI 10.5281/zenodo.23562770.
- Este trabajo — V-COMPUTACION / ES_52 — Registro general de versiones: DOI 10.5281/zenodo.23562769.

- Einstein-VED / UNIHOLOG — Registro general de versiones: DOI 10.5281/zenodo.17172925.
- Einstein-VED / UNIHOLOG — Versión archivada identificada en el estado local: DOI 10.5281/zenodo.23488434.
- Web del autor.
- Catálogo del autor.
- Catálogo UNIHOLOG.