

## Ventanas Caóticas

‘Estás colgado’, dijo Ramón.

‘Ya ves’, repuso Santiago mirando para abajo. Sabía que se trataba de un cuarto piso, pero parecía estar mucho más cerca del suelo que eso. Estaba acostumbrado a medir a ojo la altura sobre las superficies áridas por donde solía escalar, pero una acera, con su gente pasando, coches aparcados, contenedores de basura... era algo muy distinto. ‘Tengo entendido que es una condición un poco inevitable si quieres hacer este trabajo.’

‘¿Y por qué de pronto quieres hacer este trabajo?, ¿ya te has hartado de neurociencia?’

‘Qué va, hombre, sólo estoy haciendo una pausa.’

‘Tío, siento decirte que te podrás descolgar de esta pared, pero nunca de tu colgadera intrínseca. Y algún día te va a jugar una mala pasada, te lo digo yo.’

‘Vaya.’

Entornando los ojos, Santiago intentó mirar a través del deslumbrante reflejo hacia la habitación del hospital. Dentro parecía reinar una plácida y sombría frescura, nada que ver con el estruendo de los coches y el sol de agosto, implacables sobre sus tímpanos y nuca.

‘Bueno, pues tú que sabes de redes neuronales’, comentó Ramón al cabo de un rato, ‘a ver si me puedes explicar este interesante fenómeno: ¿por qué cada vez que escurro la esponja en el cubo me entran ganas de mear?’

‘Pues porque tendrás neuronas defectuosas.’

‘No, en serio, soy como un perro de Pavlov. Oigo el goteo y empiezo a segregarme meado.’

‘Será por lo que llaman memoria asociativa. Mira.’ Santiago embadurnó su dedo índice de espuma y esbozó unos trazos sobre la ventana que acababan de limpiar.



‘A ver, intenta completar el dibujo.’

Ramón sonrió y, valiéndose de la misma técnica que Santiago, elaboró un poco más la obra.’



‘Muy bien, eso lo has podido hacer porque has reconocido tu retrato incluso con sólo información parcial.’

‘¡Qué dices, si ese eres claramente tú!, fijate cómo gotea la nariz...’

‘Bueno, es lo mismo, la cosa es que dándole por ejemplo a cada centímetro cuadrado de cristal un valor, espumoso o no espumoso, registramos un patrón, un recuerdo...’

‘Hombre, igual que cualquier forma de grabar información, un DVD o lo que sea...’

‘Sí, ya, pero el caso es que si cada trocito, en vez de ser un escalón en un DVD, un condensador en un módulo de RAM o, yo que sé, una piedra en un mosaico, es una neurona, entonces, al poner el sistema parcialmente en el patrón, pues como que se cae hacia el patrón entero.’

‘¿Que se cae? Mira, no me hables de caídas, por tu madre.’

‘Quiero decir que las demás neuronas se ponen en el estado que haga falta para que la red entera represente el recuerdo ese. Y no tiene por qué ser una imagen, puede ser cualquier concepto, o conceptos relacionados. Así es cómo se acondiciona a individuos como tú o un perro.’

‘Entonces, es como cuando la gente está hablando y de pronto alguien dice algo que no parece tener nada que ver, y muchas veces se siente obligado a explicar la cadena de ideas que lo ha llevado a pensar en eso.’

‘Claro, usamos un proceso así para memorizar conceptos encadenados, como las tablas de multiplicar o el abecedario.’

‘¿Quieres decir que tú te sabes el abecedario? Qué friki. Pero otra cosa, ¿cómo puede una neurona estar en un estado?’

‘En un momento dado, una neurona puede estar emitiendo una señal eléctrica o no estar haciendo nada. Esos son los dos estados posibles. A grandes rasgos, lo que hace cada neurona es sumar todos los impulsos eléctricos que le llegan de las neuronas que están conectadas con ella y, si el voltaje total es suficiente para activarla, emitir otro impulso. Si no, nada’.

‘O sea, que cada neurona guarda un bit de información, o algo así.’

‘Más bien, cada neurona representa un bit del patrón que toque: por ejemplo, la que correspondiera a este trozo de nariz en tu retrato estaría disparando, porque hay espuma, mientras que aquí en la mejilla no estarían haciendo nada. Pero el patrón no es fijo. Tú no estás pensando siempre en lo mismo, ¿no?... Bueno, en realidad tú a lo mejor sí, pero un cerebro normal que vaya cambiando de un concepto a otro guarda la información de muchos patrones en las conexiones entre neuronas, mientras que las neuronas pueden representar el que sea de ellos en un momento dado.’

‘¿Sí, así sois la gente normal? Pero guardar la información es aprender, ¿no? Entonces qué

aprendes, ¿con las conexiones?’

‘¿No has oído eso de que se refuerzan o se debilitan los caminos? Pues ya está, eso’.

‘¿Que una conexión se hace más conductiva o menos?’

‘Claro. Para hacer un modelo matemático de esto se usa alguna regla de aprendizaje. Por ejemplo, la regla de Hebb es coger una por una cada conexión y si para representar el patrón que se está grabando hace falta que las dos neuronas de los extremos estén en el mismo estado, pues se refuerza un poco la “conductividad” de esa conexión, mientras que si deberían estar en estados distintos, se disminuye.’

‘¿Ya está, y con eso ya se caen las neuronas, como tú dices, hacia el patrón, sólo hace falta que algunas estén bien?’

‘Sí, porque si una neurona que está por ejemplo sin disparar debería estar disparando, va a estar conectada fuertemente con las que ya lo estén haciendo y se va a activar; por el contrario, las que deberían estar quietas están más incomunicadas y es menos probable que disparen. Si hay suficientes bien al principio, las demás acaban siguiéndoles la corriente.’

‘Nunca mejor dicho.’

‘Y me parece que al Hebb ese se le ocurrió esa regla nada más viendo cómo aprendían los animales, pero ahora parece que de verdad pasa algo así en el cerebro. Bueno, y los ingenieros también usan este sistema para hacer máquinas que reconozcan y clasifiquen patrones.’

‘¿Y cómo se guarda más de un patrón?’

‘Pues nada, se aplica la regla esa para cada patrón sucesivamente y al final cada conexión tiene un “peso”, como se le suele llamar a la conductividad esa, que es la suma de todos los pequeños refuerzos y disminuciones que le hayan tocado. Hombre, para meter muchos patrones necesitas muchas conexiones, y mientras más patrones metas, peor va funcionando la cosa.’

‘A mí lo que no me convence mucho es que las neuronas lo único que hagan sea sumar impulsos eléctricos y si acaso emitir otro.’

‘A ver. Que las neuronas son en realidad células muy complicadas. Para hacer eso necesitan puertecitas que dejen pasar unos iones u otros en según qué condiciones de concentración y tensión, proteínas que arrastren vacuolas con neurotransmisores hacia la membrana, y yo qué sé qué historias. Taco complicado. Pero mira, cuando alguien diseña un microchip parte de que cada transistor deja pasar o no la corriente según la señal que le llegue, no se tiene que complicar la vida pensando en la energía de Fermi del semiconductor y en qué banda están los electrones. Pues lo mismo. Nosotros partimos de que la neurona es el elemento básico, lo modelamos de la forma más sencilla posible y estudiamos un sistema con miles de neuronas acopladas, a ver si nos ayuda a comprender cómo funciona un cerebro de verdad... aunque claro, en un cerebro humano puede haber un trillón o algo así. Lo más interesante de este tipo de modelos...’

‘Oye, cambiando ligeramente de tema: mira, una tía con la pierna rota.’

Santiago tuvo que retirar con su varilla lo que quedaba de retrato goteante y formar un embudo con las manos alrededor de los ojos para ver a través de la ventana. Efectivamente, en una de las camas había una joven con una pierna de blanco alzada provocativamente hacia el techo por una cuerda invisible. Estaba de perfil, con la cabeza en una montaña de cojines y leyendo un libro.

‘La verdad es que aunque esté lisiada, me da un poco de envidia’, observó Ramón, ‘ella ahí

tan cómoda y yo aquí colgado sudando como un cerdo.’

‘Eh, sin meterse con los cerdos’, le reprendió Santiago distraído mientras continuaba observando a la paciente. Secó un poco mejor su porción de ventana y volvió a mirar, esta vez con la nariz tan pegada al cristal que se empezó a empañar con su respiración.

‘Colega, te has quedado embobado’, dijo Ramón mientras le salpicaba con agua de su varilla. ‘¡Aquí se viene a currar!’ Pero ni la amonestación ni las gotas espumosas en el oído sirvieron para arrancar a Santiago de su ensueño. Después de un tiempo murmuró: ‘¿Has visto sus labios? Son como cerezas... Y su mentón, su nariz tan frágil, sus ojos...’

‘Sí, y su blanco cuello surgiendo del mar de cabello como un arco milagrosamente conservado de alguna antigua civilización sumergida. Coño, está buena, pero tiene la pierna partida, eso quita puntos.’

Santiago siguió contemplándola cada vez más seguro de nunca haber presenciado belleza comparable, hasta que la joven se volvió hacia la ventana. Sufrió un pequeño sobresalto al ver la silueta de Santiago encorvada hacia ella mientras la de Ramón persistía en segar el aire con lo que parecía ser una pequeña guadaña. Pero se repuso al instante y sonrió sólo un poco desconcertada. Santiago comenzó inmediatamente a frotar el cristal con un estilo que esperaba resultara vigoroso pero despreocupado. Era extraño, las expresiones que había visto flirtear con el rostro de la chica le recordaban a alguien, pero no conseguía situarla.

‘Santiago, si te gusta tanto la tía, quita ese careto que parece que estás cagando.’

‘Mmm, vale.... ¿Qué te estaba diciendo?’

‘No sé, algo de neuronas, creo, no me acuerdo.’

‘¿Sabes en lo que estoy trabajando ahora? Estoy estudiando un modelo que tiene en cuenta una cosa que se llama depresión sináptica... bueno, sabes que las sinapsis son los huecos que quedan entre una neurona y otra, ¿no? Vamos, son las conexiones esas. Cuando llega la señal se liberan unos productos químicos, neurotransmisores, que inducen otra variación de voltaje en la neurona siguiente. Si dos señales llegan muy pegadas, no da tiempo a que se vuelva a cargar de neurotransmisores y la sinapsis conduce peor. En nuestro modelo, esto puede hacer que el sistema vaya saltando caóticamente de patrón en patrón.’

‘Qué interesante. Pero a ver, tú todo lo que haces es en un ordenador, ¿no? Seguro que ni siquiera has visto nunca una neurona.’

‘Es verdad, cuando digo modelo me refiero a una idealización matemática, y para ver un poco qué hace y saber si las aproximaciones que haya hecho en mis cálculos sirven, lo simulo con un ordenador.’

‘¿Bueno, y todo esto para qué?’

‘Puede ser que algo así ocurra en el cerebro.’

‘Pues será en el tuyo.’

‘A lo mejor el caos es necesario para que podamos estar siempre cambiando de ideas. Como cuando ves algo, o a alguien, pero tardas un momento en reconocerlo... o la. Estás como pillado y entonces caes y todo el recuerdo de lo que sea te viene a la mente de golpe. Quizás lo que ocurre sea que vas saltando de un patrón a otro, comparando con la señal del exterior, hasta que alguno encaje un poco y luego ya se encarga la memoria asociativa.’

‘Piensas que el cerebro es un caos.’

‘Sí, pero lo digo en el buen sentido de la palabra.’

‘¿Y ese sentido cuál es?’

‘Pues mira. Un sistema es caótico si no puedes predecir cómo se va a comportar porque

cualquier perturbación imperceptible podría llevar a que hiciera una cosa u otra totalmente distinta.’

‘Hostia, como mi novia.’

‘Sí. O el clima. Sólo hace falta que a pequeña escala haya cosas inestables. Por ejemplo, si intentas poner un lápiz en equilibrio sobre la punta, se te va a caer, pero no sabes hacia dónde. Supongo que un montón de lápices acoplados con muelles o algo así podría ser caótico. Algunos pensamos que el cerebro procura estar justo en el borde entre el orden y el caos, de manera que cualquier estímulo lo ponga en el régimen caótico y pueda irse de un patrón a otro fácilmente, pero que cuando se le deja en paz haya orden y pueda retener una memoria sin volverse loco. Los sistemas así, en una transición de fase, a menudo son de los que llamamos *críticos*.’

‘Bueno, mi novia lo que es es crítica.’

‘Si el comportamiento de la materia en los cambios de fase era uno de los motivos para que algunos griegos de esos pensarán que tenía que estar hecha de átomos. Imagínate un poco de agua caliente que está ahí ahí entre líquido y vapor. Con nada que le hagas a cualquier grupito de moléculas, lo mismo la cantidad entera se convierte en una cosa o en otra. Pero bueno, no sé qué hago hablando de agua cuando podría hablar de cerveza.’

‘Será la altura.’

‘¿Tú no has hecho eso de dejar una botella de birra en el congelador hasta que ya casi tendría que estar congelada?...’

‘Y luego la sacas y le das un golpecito y se te congela todo en la mano en un momento, como el Terminator malo. A mí me dijo un tío que eso es porque se queda en un estado metaestable. El tío sabía de eso, porque una vez fue a coger una taza de leche del microondas y al tocarlo hirvió de golpe y le explotó en la cara.’

‘La experiencia había hecho de ese tío un sabio.’

‘Sí, pero parecía Freddy.’

Un movimiento al otro lado del cristal hizo que Santiago se volviera a pegar a él. La chica sujetaba el libro con un pulgar por la página mientras extendía la otra mano hacia un vaso de agua que había sobre una mesilla entre la cama y la ventana. El tiempo se detuvo para Santiago. La paciente se contorneaba inmóvil hacia él, con ojos lacustres, los labios ligeramente separados, al parecer sin ropa bajo la sábana evanescentemente fina que enternece los contornos a medio adivinar de su cuerpo. Una colleja de Ramón lo despabiló.

‘¿Serás hijoputa?’, preguntó retóricamente a su colega. ‘Estoy seguro de que conozco a esta tía, la tengo en la punta de la lengua...’

‘Más quisieras tú, ¡mirón, que eres un mirón! Anda, termina, que si no me quedo con la intriga.’

‘Pues como iba diciendo, parece que el cerebro está en estado crítico, igual que tú, que como me vuelvas a chingar, corto la cuerda de la que pende tu miserable vida.’

‘Sí, con los dientes vas a cortar tú...’

‘No, mejor con la mariposa’, y con esto Santiago sacó de alguna parte de su atuendo una navaja de mariposa con la que hizo una ostentosa virguería antes de extenderla amenazadoramente hacia la cuerda de Ramón.

‘Eh, ni se te ocurra’, advirtió éste, ‘que sé que tú eres capaz. Venga, ¿por qué no te aprovechas?: por una vez que alguien está tan aburrido que escucha tus ralladuras.’

‘Vale, touché. ¿Sabes lo que es la topología?’

‘Por favor, ¿cómo no voy a estar familiarizado con el estudio y catalogado de los topos? Unos seres tan curiosos...’

‘La topología de una red neuronal, bueno, de cualquier red, es cómo están conectados exactamente los nodos, las neuronas. Cada neurona puede estar conectada con el número que sea de otras neuronas, y ese número es su conectividad. La distribución me dice cuántas hay con una conectividad dada, y yo estoy estudiando unas que tienen distribución *scale-free*.’

‘Hablando en cristiano, escaleras gratis.’

‘Invariantes de escala.’

‘Ah, como los fractales, ¿no? Que vas haciendo zoom y vuelve a aparecer siempre lo mismo. Copos de nieve y esas cosas.’

‘Exactamente. Mientras más pequeño, más veces aparece. Los tamaños en los fractales siguen el mismo tipo de distribución, y las magnitudes en los fenómenos críticos. La probabilidad de que una neurona cualquiera tenga una conectividad dada, por ejemplo conectividad cinco, es proporcional a uno partido por esa conectividad elevada a un exponente gamma, digamos dos. En este caso, a un veinticincoavo. Pero gamma es un parámetro que puedo modificar como quiera. Por ejemplo, si fuera tres, la probabilidad de encontrar conectividad cinco sería proporcional a un ciento veinticincoavo. De esta manera, la mayoría de las neuronas tiene unas pocas de conexiones, pero algunas tienen un montón, quizá miles.’

‘Eso pasa con las personas. Por eso lo de los seis grados de separación. Dime una persona, cualquiera del mundo.’

‘¿Qué estás hablando, Ramón? Se te ha ido, tío.’

‘Que me digas una persona.’

‘La tía de la pierna rota de la que recientemente he quedado enamorado.’

‘Pues seguro que conoces a alguien que conoce a alguien que conoce a alguien que conoce a alguien...’

‘Vale, ya lo pillo...’

‘...que conoce a alguien que la conoce, si no he contado mal. Porque aunque tú casi no tengas amigos (algo justo y comprensible) hay gente que conoce a taco de peña, como a lo mejor el gnomo ese que presenta el programa científico por al noches, ¿cómo se llama...?’

‘Pues a lo mejor tu jocososímil va a ser acertado y todo. Ocurre lo mismo con las conexiones a Internet.’

‘No tienes más que encontrar a los que son y te la pueden presentar.’

‘Ramón, no te burles de mis sentimientos. Quedas avisado.’

‘No te pongas así, compi. Entonces, ¿qué haces con la topología esa?’

‘El otro día me salió una ecuación que dice que mientras más heterogénea la distribución de conectividades, menos depresión sináptica hace falta para estar en el borde del caos. Luego si uno no quiere mucha depresión, que después de todo empeora la memoria, sería bueno tener la distribución más heterogénea posible: una *scale-free* con gamma igual a dos.’

‘¿Ya está? Si me lo permites, ¿eso qué interés tiene?’

‘Pues hay experimentos que muestran que la topología del cerebro, al menos lo que llaman la topología funcional, adquiere justo esa distribución cuando la gente piensa. Parece que un cerebro, con sólo ir cambiando qué neuronas están conectadas con cuáles en un momento dado, podría pasar de estar tonto, o sea, siempre en un patrón, como tú, a un estado de gran actividad mental. Ahora estoy trabajando en un programa que vaya conectando y desconectando, o sea, topología dinámica, a ver si se observa...’

‘Tío, lo que cuentas es muy interesante, pero es la hora de comer. ¿Te vienes?’

‘No... creo que me voy a quedar un rato más, hasta terminar esta ventana.’

‘Sí sí. Santi, un consejo: olvídate de la lisiada esa, que aunque te conociera ni de coña querría nada contigo... de hecho, sobre todo si te conociera. Las tías así son todas unas putas materialistas que sólo se interesan por tíos guapos, inteligentes y sensibles que las hagan reír. Pero no desesperes, lo más seguro es que de aquí a unos años, gracias a la ingeniería genética, se las pueda modificar. Ala, ahí te quedas.’

Santiago hizo amago de continuar con su labor pero pronto tuvo que rendirse ante la evidente pulcritud de la ventana. Lo soltó todo y se centró en observar a la joven (ni siquiera las violentas injurias procedentes de aquellos desafortunados transeúntes sobre los que dejaba caer agua o algún utensilio eran capaces de desarraigarlo de su total absorción). La chica estaba de nuevo leyendo y de pronto soltó una carcajada. Santiago sintió que sus neuronas colapsaban: era la Jacy. De repente no le cabía ninguna duda, incluso si contrastar esa imagen celestial con sus recuerdos le produjera un escalofrío. Habían ido juntos al colegio durante un curso. Un día había llegado a sus manos una nota de la Jacy citándole esa tarde en el parque. Era un papelito amarillo con un mapa bastante detallado y un pequeño corazón en bolígrafo rojo para marcar el lugar del encuentro. Pero aquella tarde prefirió irse por ahí con sus desgraciados amigos a reírse de ella y profanar su nota tan cursi. Ahora no se lo podía creer ni mucho menos perdonar. Todo lo que le había parecido importante hasta hacía unos segundos se esfumó, aplastado por el peso de la infinita felicidad que había elegido tirar por la borda. Tenía la impresión de estar fuera de sí, viéndose ahí patéticamente colgado, extrayendo de nuevo con la mano derecha su navaja y llevándola maquinalmente hacia la cuerda que sujetaba su peso. ¿Tan desesperado podía estar realmente?, se preguntó fuera de sí, ¿de veras no queda otra manera? Comenzó a cortar, lentamente, esperando todo el tiempo que la Jacy lo volviera a mirar y lo reconociera. Pero él no era más que una silueta a contraluz, una sombra en la pared para entretener un rato y luego largarse. Entonces el estómago se le puso en la boca y vio pasar una ventana, otra... Por algún motivo se había imaginado que la caída pasaría como a cámara lenta, pero apenas le dio tiempo a girar la cabeza en dirección al suelo antes de que éste se abalanzara sobre él.

Ramón volvió esa misma tarde al trabajo. La noticia del accidente de su amigo lo había conmovido, pero siendo sincero, tampoco tanto. Siempre había supuesto que antes o después el muy enajenado haría algo así. Resguardándose los ojos de la luz, miró a través de la ventana por la que se había quedado y volvió a ver a la joven. Era verdad que no estaba mal, vista así de espaldas. De la cama hacia la que se había girado aparatosamente emergía no una pierna escayolada, sino dos. Una cabeza sonriente se levantó un poco... ¡Coño, si es Santiago!