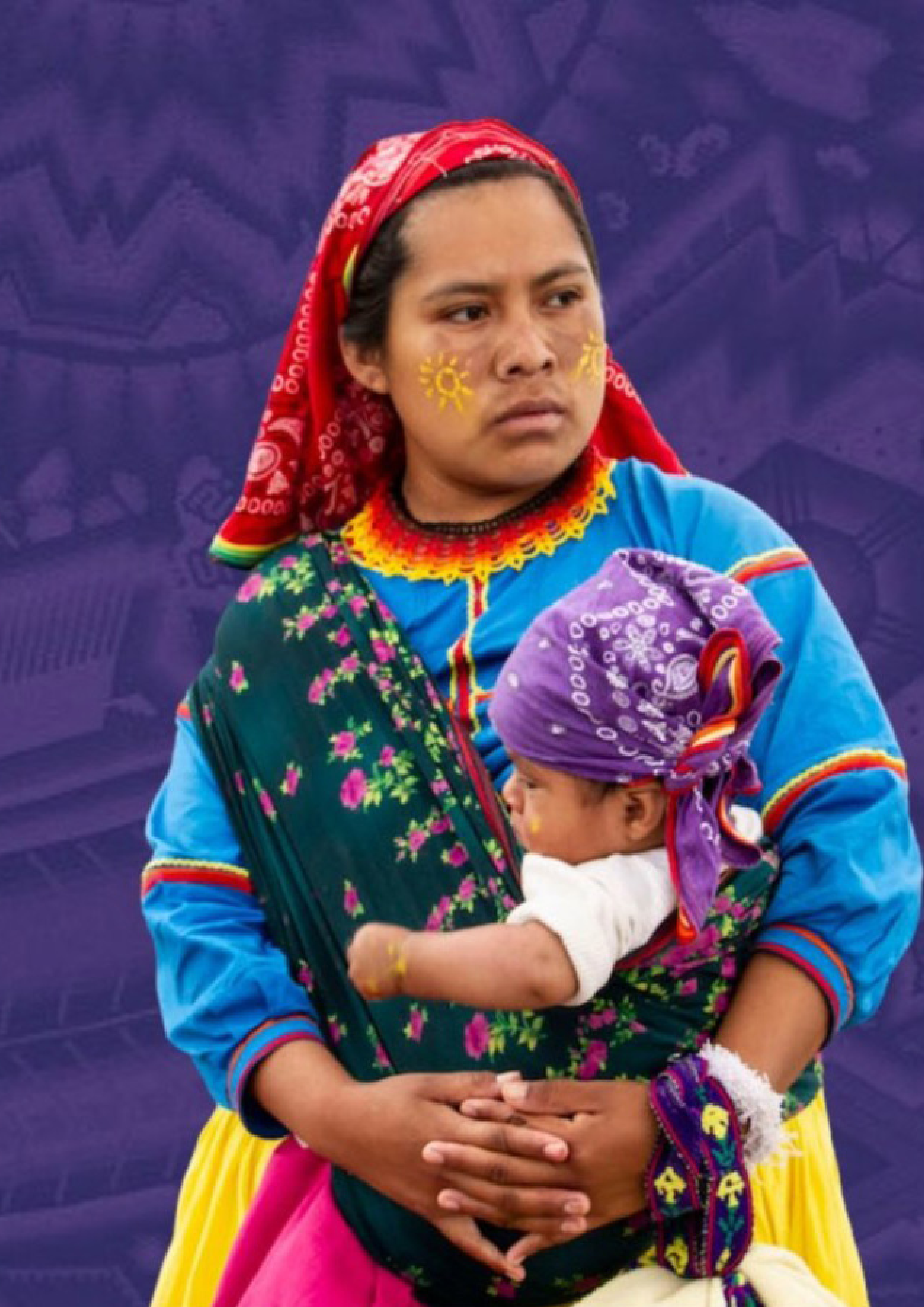

2. Contar a los pocos meses[1]

> Siendo el alma inmortal, y habiendo nacido muchas veces y habiendo visto tanto lo de aquí como lo del Hades y todas las cosas, no hay nada que no tenga aprendido; con lo que no es de extrañar que también sobre la virtud y sobre las demás cosas sea capaz ella de recordar lo que desde luego ya antes sabía.
> Platón, Menón

¿Los bebés tienen algún conocimiento abstracto de la aritmética cuando nacen? La pregunta parece ridícula. La intuición sugiere que los bebés son organismos vírgenes, que inicialmente no cuentan con ningún tipo de capacidad más allá de la habilidad para aprender. Sin embargo, si nuestra hipótesis de trabajo es correcta, el cerebro humano está dotado de un mecanismo innato para aprender las cantidades numéricas, que fue heredado de nuestro pasado evolutivo y que guía la adquisición de la matemática. Para que pueda tener influencia sobre el aprendizaje de las palabras que nombran los números, este módulo protonumérico debería estar allí antes del período de crecimiento exuberante del lenguaje, que algunos psicólogos llaman la "explosión léxica", que ocurre a la edad de un año y medio, aproximadamente. En el primer año de vida, entonces, los bebés ya deberían comprender algunas porciones de la aritmética.

Bebé, modelo para armar: la teoría de Jean Piaget

Hasta comienzos de la década de 1980, nadie había propuesto un análisis empírico de la habilidad numérica de los bebés. Antes de eso, la psicología evolutiva estaba dominada por el constructivismo, una perspectiva del desarrollo humano que hacía que la noción aritmética en el primer año

1 Este documento corresponde a las páginas 67-75 del capítulo titulado: Contar a los pocos meses, del libro: Stanislas Dehaene (2019). El cerebro matemático. Cómo nacen, viven y a veces mueren los números en nuestra mente. Siglo veintiuno editores. Colección ciencia que ladra. Serie mayor. Se utiliza en este curso para fines educativos.

de vida sonara por sí misma inconcebible. De acuerdo con la teoría que esbozó por primera vez Jean Piaget, el fundador del constructivismo, hace unos cincuenta años, las habilidades lógicas y matemáticas se construyen progresivamente en la mente del bebé por medio de la observación, la internalización y la abstracción de regularidades del mundo externo (Piaget, 1948/1960, 1952). Cuando un bebé nace, su cerebro es una página en blanco, absolutamente desprovista de conocimiento conceptual. Los genes no le brindan al organismo ninguna idea abstracta acerca del ambiente en el que vivirá. Solamente generan dispositivos motores y perceptuales simples, y un mecanismo de aprendizaje general que poco a poco utilizan las interacciones del sujeto con su ambiente para organizarse.

Durante el primer año de vida, de acuerdo con la teoría constructivista, los niños están en una fase “sensoriomotora”: exploran su entorno gracias a los cinco sentidos, y aprenden a controlarlo mediante las acciones motoras. Piaget argumenta que en este proceso los niños no pueden dejar de reconocer ciertas regularidades muy sólidas. Por ejemplo, un objeto que desaparece detrás una pantalla siempre reaparece al bajar la pantalla; cuando dos objetos chocan, nunca se penetran el uno al otro, etc. Guiados por este tipo de descubrimientos, los bebés van construyendo, poco a poco, una serie de representaciones mentales cada vez más refinadas y abstractas del mundo en el que crecen. Desde esta perspectiva, entonces, el desarrollo del pensamiento abstracto consiste en subir una serie de escalones en el funcionamiento mental, las etapas piagetianas, que los psicólogos pueden identificar y clasificar.

Piaget y sus colegas especularon mucho acerca de cómo se desarrolla el concepto de número en los niños pequeños. Creían que el número, como cualquier otra representación abstracta del mundo, debía construirse en el curso de interacciones sensoriomotoras con el entorno. La teoría dice algo así: los niños nacen sin ninguna idea preconcebida acerca de la aritmética. Les lleva años de observación atenta comprender realmente lo que es un número. A través de la manipulación de conjuntos de objetos, llegan finalmente a describir que el número es la única propiedad que no varía cuando los objetos se mueven, o cuando su apariencia cambia. Así es como Seymour Papert

(1960) describe este proceso:

> Para el bebé, los objetos ni siquiera existen, se necesita una estructuración inicial para que la experiencia se organice en cosas. Enfaticemos que el bebé no descubre la existencia de los objetos de la manera en que un explorador descubre una montaña, sino más bien como alguien descubre la música: la ha oído por años, pero antes de este momento sólo era ruido para sus oídos. Una vez que ha "adquirido los objetos", el niño todavía tiene un largo camino que recorrer antes de alcanzar las etapas sucesivas: la de las clases, la de las seriaciones, las inclusiones y finalmente, el número.

En apariencia, Piaget y sus muchos colaboradores habían acumulado prueba sobre prueba de la incapacidad de los niños para comprender la aritmética. Por ejemplo, si se esconde un juguete detrás de una tela, los bebés de 10 meses no extienden la mano para alcanzarlo; para Piaget, este descubrimiento demostraba que los bebés creen que el juguete deja de existir cuando está fuera de la vista. Esta aparente falta de "permanencia del objeto", en la jerga piagetiana, ¿no implicaría que los bebés son completamente ignorantes del mundo en el que viven? Si no se dan cuenta de que los objetos continúan existiendo cuando están fuera de la vista, ¿cómo podrían saber algo acerca de las propiedades más abstractas y efímeras del número?

Otras observaciones de Piaget parecían indicar que el concepto del número no comienza a comprenderse antes de los 4 o 5 años de edad. Antes de esa edad, los niños fallan en lo que Piaget llamaba prueba de "conservación del número". En primer lugar, se les muestran filas igualmente espaciadas de seis vasos y seis botellas. Si se les pregunta si hay más vasos o botellas, los niños responden "es lo mismo". Aparentemente, utilizan la correspondencia uno a uno entre los objetos de las dos filas. Luego, se dispersa la fila de vasos de modo que se vuelva más larga que la de botellas. Obviamente, el número no se ve afectado por esta manipulación. Sin embargo, cuando se repite la pregunta anterior, en este caso los niños sistemáticamente responden que hay más vasos que botellas. No parecen darse cuenta de que mover los objetos no altera su número: los psicólogos dirían que no “conservan el número”. Incluso una vez que los niños logran superar la prueba de conservación del número, los constructivistas no les reconocen una comprensión conceptual de la aritmética. Hasta que tienen 7 u 8 años, todavía es fácil engañarlos con pruebas numéricas simples. Si se les muestra, por ejemplo, un ramo de ocho flores en el que hay seis rosas y dos tulipanes y se les hace una pregunta ridícula como “¿Hay más rosas que flores?”, ¡la mayoría responderá que las rosas son más numerosas que las flores! De inmediato, Piaget llega a la conclusión de que, antes de la edad de la razón, los niños no tienen conocimiento de las bases más elementales de la teoría de los conjuntos, lo que muchos matemáticos creen que constituye el fundamento para la aritmética: aparentemente ignoran que un subconjunto no puede tener más elementos que el conjunto original del que se extrajo.

Los descubrimientos de Piaget tuvieron un impacto considerable sobre nuestros sistemas educativos. Sus conclusiones instilaron entre los educadores una actitud pesimista y una política de “espera-y-verás”. La teoría afirma que el ascenso regular a través de las etapas piagetianas progresa de acuerdo con un proceso de crecimiento inmutable. Antes de los 6 o 7 años, el niño no está “listo” para la aritmética. Entonces, la enseñanza precoz de la matemática es una empresa vana o incluso dañina. Si se enseña temprano, el concepto del número no puede más que estar distorsionado en la cabeza de los niños. Tendrá que aprenderse de memoria, sin comprensión genuina. Al no lograr comprender de qué se trata la aritmética, los niños desarrollarán un fuerte sentimiento de ansiedad respecto de las matemáticas. De acuerdo con la teoría piagetiana, es mejor comenzar enseñando lógica y ordenamiento de conjuntos, porque estas nociones son un prerrequisito para la adquisición del concepto numérico. Esta es la razón principal por la que, todavía hoy, los niños de la mayoría de los jardines infantiles pasan la mayor parte del día formando torres de cubos de tamaños decrecientes, mucho antes de aprender a contar.

¿Se justifica tal grado de pesimismo? Hemos visto que las ratas y las palomas reconocen de inmediato un número determinado de objetos, incluso si se modifica su configuración espacial. Ya sabemos que un chimpancé elegiría espontáneamente la más grande entre dos cantidades numéricas. ¿Es concebible que los niños humanos, antes de 4 o 5 años, vayan tan a la zaga de otros animales, de la aritmética?

Los errores de Piaget

Hoy sabemos que este aspecto constructivista de Piaget estaba equivocado. Obviamente, los niños pequeños tienen mucho para aprender acerca de la aritmética, y obviamente su comprensión conceptual de los números se profundiza con la edad y la educación; pero esto no significa que estén privados de toda representación mental genuina de los números, ¡ni siquiera cuando nacen! Ocurre simplemente que hay que evaluarlos utilizando métodos de investigación adaptados a su corta edad. Por desgracia, las pruebas que usaba Piaget no permitían a los niños mostrar de qué son capaces. Su defecto más importante está en que se basaban sobre un diálogo abierto entre los investigadores y sus pequeños sujetos. ¿Los niños realmente comprenden todas las preguntas que se les hacen? Y, más importante, ¿interpretan estas preguntas del mismo modo en que lo harían los adultos? Varios motivos permiten pensar que no.

Cuando se enfrenta a los niños a situaciones análogas a las utilizadas con los animales, y cuando se evalúa sus mentes sin recurrir a palabras, sus habilidades numéricas resultan por lo menos considerables.

Tomemos como ejemplo la prueba piagetiana clásica de conversación del número. Ya en 1967, en la prestigiosa revista Science, Jacques Mehler y Tom Bever, que en ese momento formaban parte del departamento de psicología del MIT, demostraron que los resultados de esta prueba cambiaban de manera radical de acuerdo con el contexto y con el nivel de motivación de los niños (Mehler y Bever, 1967). Les mostraron a los mismos niños, de 2 o 4 años de edad, dos series de estímulos. En una, similar a la situación de conversación clásica, el experimentador colocaba dos filas de piedritas. Una era corta pero estaba formada por seis piedritas, y la otra, aunque era más larga, estaba formada por cuatro (figura 2.1). Cuando se les preguntaba a los niños qué fila tenía más piedritas, la mayoría de los niños de 3 y 4 años lo hacía mal, y seleccionaba la fila más larga pero menos numerosa. Esto recuerda el error clásico de no conservación de Piaget.

Antes de la modificación	Después de la modificación
● ● ● ● ● ● ● ●	● ● ● ● ● ● ● ● ● ●

Figura 2.1 Cuando dos filas de ítems están en correspondencia perfecta uno a uno (izquierda), un niño de 3 o 4 años dice que son iguales. Si se modifica la fila de abajo acortándola y agregándole dos ítems (derecha), el niño declara que la fila de arriba tiene más ítems. Este es el error clásico que descubrió Piaget: el niño responde a partir del largo de la fila más que sobre la base del número. Sin embargo Mehler y Bever (1967), probaron que, cuando las filas están formadas por confites M&M, los niños eligen espontáneamente la fila de abajo. Entonces, el error piagetiano no es imputable a la incompetencia de los niños para la aritmética, sino meramente para las desconcertantes condiciones de las pruebas de conservación del número.

En la segunda serie de ensayos, sin embargo, la trampa de Mehler y Bever consistía en reemplazar las piedritas con sabrosas golosinas (confites M&M). En lugar de tener que responder a preguntas complicadas, a los niños se les permitía elegir una de las dos filas y comérsela en cuanto quisieran. Este procedimiento tenía la ventaja de evitar las dificultades de comprensión del lenguaje, y al mismo tiempo aumentar la motivación de los niños para seleccionar la fila con la mayor cantidad de golosinas. En efecto, cuando se utilizaban golosinas, la mayoría de los niños elegía el más grande entre dos números. ¡Esto sirvió como una sorprendente demostración de que sus habilidades numéricas no eran más desdeñables que su apetito por los dulces!

El hecho de que los niños de 3 y 4 años de edad seleccionen la fila más numerosas de golosinas tal vez no sea muy sorprendente, a pesar de que se contrapone de modo directo con la teoría de Piaget. Pero hay más. En el experimento de Mehler y Bever, los niños más pequeños, de alrededor de 2 años, resultaban infalibles en la prueba, tanto con piedritas como con confites M&M. Sólo los más grandes fallaban en conservar el número de las piedritas.

Por tanto, el desempeño en las pruebas de conservación del número parece decaer temporalmente entre los 2 y los 3 años de edad. Pero las habilidades de los niños de 3 y 4 años definitivamente están menos desarrolladas que las de los niños de 2 años. Entonces, las pruebas piagetianas no pueden medir las habilidades numéricas reales de los niños. Por alguna razón, estas pruebas parecen confundir a los niños más grandes hasta un extremo tal que se vuelven incapaces de rendir tan bien como sus hermanos menores.

Creo que lo que ocurre es lo siguiente: los niños de 3 y 4 años interpretan las preguntas del experimentador de forma bastante diferente de como lo hacen los adultos. Las palabras utilizadas para formular las preguntas y el contexto en el que se les plantea hacen que los niños se confundan y crean que se les pide que evalúen el largo de las filas, más que su numerosidad. Recordemos que, en el influyente experimento de Piaget, el experimentador hace la misma pregunta dos veces: "¿Son iguales, o una fila tiene más piedras?". Primero hace esta pregunta cuando las dos filas están en correspondencia perfecta uno a uno, y luego otra vez, después de que su largo se haya modificado.

¿Qué pueden pensar los niños frente a estas dos preguntas sucesivas? Supongamos, por un momento, que la igualdad numérica de las dos filas es obvia para ellos. Debe parecerles bastante extraño que un adulto repita la misma pregunta trivial dos veces. En efecto, supone una violación de las reglas normales de conversación hacer una pregunta cuya respuesta ya es conocida para ambos hablantes. Ante este conflicto interno, tal vez los niños se den cuenta de que la segunda pregunta, aunque superficialmente es idéntica a la primera, no tiene el mismo significado. Quizás en sus cabezas ocurre algo como el siguiente razonamiento:

> Si estos adultos me hacen la misma pregunta dos veces, debe ser porque están esperando una respuesta diferente. Sin embargo, la única cosa que cambió frente a la situación anterior es el largo de una de las filas. Entonces, la nueva pregunta debe estar centrada en el largo de las filas, aunque parece hacer referencia a su número. Creo que debo responder sobre la base del largo de la fila más que sobre la base del número.

Esta línea de razonamiento, aunque bastante refinada, está al alcance del entendimiento de los niños de 3 y 4 años. De hecho, las inferencias inconscientes de este tipo subyacen a la interpretación de muchas oraciones, incluidas aquellas que un niño muy pequeño puede producir o comprender.

Todos realizamos normalmente cientos de inferencias de este tipo. Comprender una oración consiste en ir más allá de su significado literal y recuperar el significado real que el hablante buscaba transmitir inicialmente. En muchas circunstancias, el significado real puede ser exactamente el opuesto del literal. Cuando hablamos de una buena película decimos “No estuvo mal, ¿no?”. Y cuando preguntamos “¿Podrías pasarme la sal?”, ¡definitivamente no nos sentimos satisfechos cuando la respuesta es apenas un “Sí” que no va acompañado de una acción! Este tipo de ejemplos demuestra que reinterpretar constantemente las oraciones que oímos, realizando complejas inferencias inconscientes en relación con las intenciones del otro hablante. No hay razón para pensar que los niños pequeños no estén haciendo lo mismo cuando conversan con un adulto durante estas pruebas. De hecho, esta hipótesis parece mucho más plausible, dado que es precisamente cerca de los 3 o 4 años de edad- el punto en que Mehler y Bever notaron que los niños comienzan a no conversar el número- que en moños pequeños aparece la habilidad que los psicólogos llaman una “teoría de la mente” y que consiste en la posibilidad de razonar acerca de las intenciones, creencias y conocimientos de otras personas (Frith y Frith, 2003).[2]

Dos psicólogos evolutivos de la Universidad de Edimburgo, James McGarrigle y Margaret Donaldson, pusieron a prueba una nueva hipótesis: que la incapacidad de los niños “no conservativos” se debía que no entendían del todo las intenciones del investigador (McGarrigle y Donaldson, 1974). En su experimento, la mitad de los ensayos era del tipo clásico, en los que el experimentador modificaba el largo de una fila y luego preguntaba “¿Cuál tiene más?”. En la otra mitad de los ensayos, en cambio, la transformación de longitud era realizada de forma casual por un oso de peluche. Mientras el experimentador estaba mirando convenientemente hacia otro lado, un oso de peluche alargaba una de las filas. El investigador luego se daba vuelta y

2 Hoy en día sabemos que, en pruebas no verbales más simples, incluso los niños más pequeños muestran evidencias de representarse las mentes de los otros; véase Onishi y Baillargeon (2005).

exclamaba: “¿Oh, no! Este oso bobo volvió a mezclar todo”. Sólo después de decir esto el investigador hacía otra vez la pregunta “¿Cuál tiene más?”. La idea subyacente era que, en esta situación, esta pregunta parecía sincera y podía interpretarse en un sentido literal. Dado que el oso había mezclado las dos filas, el adulto ya no sabía cuántos objetos había, y por eso le preguntaba al niño. En esta situación, la gran mayoría de los niños respondía de manera correcta basándose en el número, sin verse influenciados por el largo de las filas. Los mismos niños, sin embargo, fallaban y respondían sistemáticamente sobre la base de la longitud cuando el experimentador realizaba la transformación intencionalmente. Esto prueba dos puntos: en primer lugar, que hasta un niño es capaz de interpretar la misma pregunta de dos formas bastante distintas, dependiendo del contexto. En segundo lugar (y mal que le pese a Piaget), que, cuando la pregunta se realiza en un contexto que tiene sentido, los niños pequeños responden bien: ¡pueden conservar el número!

No me gustaría terminar esta discusión con un malentendido. De ningún modo creo que el fracaso de los niños en las tareas piagetianas de conservación sea un tema trivial. Al contrario, este es un campo de investigación activo que todavía atrae a muchos investigadores de todo el mundo. Luego de cientos de experimentos, todavía no entendemos con precisión por qué los niños se ven engañados tan fácilmente con pistas falsas, como el largo de una fila, cuando tienen que juzgar el número. Algunos científicos piensan que la falla en las tareas piagetianas refleja la maduración continua de la corteza prefrontal, una región del cerebro que nos permite seleccionar una estrategia y continuar utilizándola a pesar de la distracción (Goldman-Rakic, Isserff, Schwartz y Bugbee, 1983, Diamond y Goldman-Rakic, 1989). Si esta teoría resultase correcta, las pruebas piagetianas podrían tener un nuevo significado como marcadores conductuales de la habilidad de los niños para resistir la distracción. Sin embargo, desarrollar estas ideas sería un tema para otro libro. Mi propósito aquí es más modesto. Mi único objetivo es convencerlos de que ahora sabemos qué es lo que las pruebas piagetianas no evalúan. Al contrario de lo que pensaba su creador, estas no son buenas mediciones del momento en que un niño comienza a comprender el concepto del número.