

“Teoría de sistemas dinámicos y desarrollo infantil. Una perspectiva desde la filosofía de las ciencias cognitivas”

“Theory of dynamic systems and child development.
A perspective from the philosophy of cognitive sciences”

Antonio López Suárez

Departamento de Kinesiología, UMCE, Santiago, Chile;

Departamento de Kinesiología, UC Maule, Talca, Chile

Título Abreviado: Teoría de sistemas dinámicos y desarrollo infantil

Información del Artículo

Recepción: 11 de noviembre de 2017

Aceptación: 18 de diciembre de 2017

RESUMEN

El desarrollo infantil es un proceso de cambios en distintos niveles, considerando el plano individual y social. Los sistemas dinámicos están definidos como cualquier sistema que exhibe cambios en el tiempo. En la medida que éstos expresan patrones de comportamiento, surge el escenario para aplicar los dispositivos conceptuales de la Teoría de Sistemas Dinámicos (TSD) a la explicación de los procesos de cambio conductual durante el desarrollo. Este escrito se propone analizar la contribución de los conceptos de auto-organización y emergencia, enfatizando en los principios de multicausalidad, escalas de tiempo anidadas, ensamblaje flexible de la conducta y cognición corporizada. En tal marco, el cambio conductual propio del desarrollo infantil es fruto de complejas interacciones que operan en el sistema constituido por el cerebro, cuerpo y ambiente. Este tipo de perspectiva tiene consecuencias epistemológicas en acciones de diagnóstico e intervención en Kinesiología que promueven el desarrollo infantil, las cuales pueden nutrirse de este tipo aproximación teórica. Sin embargo, lo anterior requiere revisar o abandonar premisas que no tienen sustento en enfoques del desarrollo de la cognición y de la conducta mejor dotados desde el punto de vista teórico y empírico.

Palabras claves: sistemas dinámicos, desarrollo infantil, cognición, cambio de conducta.

SUMMARY

Child development is a process of changes at different levels, considering the individual and social level. Dynamic systems are defined as any system that exhibits changes over time. In the extent that they express patterns of behavior, emerges the scenario to apply the conceptual devices of the DST to explain the processes of behavioral change during development. This paper aims to analyze the contribution of the concepts of self-organization and emerging, emphasizing the principles of multicausality, nested time scales, flexible assembly of behavior and embodied cognition. In this framework, the characteristic behavioral change in child development is a result of complex interactions that operate in the system constituted by the brain, body and environment. This perspective has epistemological consequences in the diagnostic and intervention actions in Kinesiology that promote child development, which can be nourished by this type theoretical approach. However, this requires reviewing or abandoning premises that are not supported by approaches to the development of cognition and behavior better supported from a theoretical and empirical point of view.

Key words: dynamic systems, child development, cognition, change of behavior.

La experiencia motora corporal no es un caso particular de conocimiento; más bien, esta nos ofrece una manera de alcanzar el mundo y el objeto, una 'praktognosia', que debe ser reconocida como original, y tal vez como originaria. Mi cuerpo tiene su mundo, o entiende su mundo sin tener que ir a través de 'representaciones', o sin estar subordinado a lo 'simbólico' o 'funciones de objetivación' (Merleau-Ponty, 2003, 141)^[1].

Introducción

El desarrollo en el ser humano se concibe básicamente como un proceso de cambios de carácter multidimensional. Enfoques tradicionales acerca del desarrollo (maduracionistas, cognitivistas, constructivistas) se inclinaron por descripciones cimentadas en concepciones deterministas, lineales, multi-estados y secuenciales; visiones en cierto sentido reduccionistas respecto a los procesos que conducen o guían los cambios que ocurren durante el desarrollo^[2]. Dada la complejidad del fenómeno en sí mismo, actualmente es una idea extendida que es necesario abordar el desarrollo desde perspectivas teóricas sustentadas en conceptos y principios de operación que garanticen al menos una visión multicausal y multidimensional del fenómeno en estudio.

En tal contexto, la Teoría de Sistemas Dinámicos (TSD) ha sido usada con dichos fines por estar dotada de un aparato conceptual y de principios beneficiosos para describir y explicar los fenómenos que acompañan el desarrollo infantil^[3]. Autores como Spencer, Schöner, Smith y Thelen han sostenido que esta teoría dispone de recursos teóricos y empíricos adecuados para abordar preguntas esenciales: ¿en qué consiste el desarrollo? y ¿cómo se producen los fenómenos relacionados con el desarrollo? Dicho esto, en este punto es necesario precisar que en este manuscrito la estrategia será examinar los aportes de la TSD respecto a los rasgos del desarrollo en un ámbito en particular: el cambio de la conducta. Para tal efecto se usará una definición laxa de este concepto, esto es, entender la conducta como una acción o comportamiento observable¹.

Este escrito se orienta a responder la siguiente

1 - Por laxa se quiere indicar que es una concepción genérica o amplia de lo que es conducta, lo cual no implica que sea manipulable fácilmente. La idea es no comprometerse directamente con un tipo de lenguaje disciplinar pues para este caso no es necesario ni conveniente.

pregunta: ¿cuáles son los conceptos y principios de la TSD que contribuyen a enriquecer la explicación de fenómenos de cambio conductual asociados al desarrollo infantil? Para abordarla, en la sección que sigue se describe una delimitación del concepto de desarrollo infantil y una visión general de la TSD, privilegiando algunos conceptos que estimo útiles para el desarrollo posterior del escrito; en la sección III realizo un análisis de conceptos y principios específicos de la TSD que han sido sugeridos para el estudio de los fenómenos del desarrollo temprano en el ser humano y, finalmente, en la sección IV se presentan comentarios respecto a implicancias profesionales y conclusiones.

Concepto de desarrollo y visión general de TSD

El desarrollo se entiende como un proceso de cambios en distintos niveles del ser humano; desde uno micro (celular o molecular) a uno macro (de interacción con el medio natural y social). Conceptos subsidiarios, que implican cambios de distinto orden, son los de crecimiento, diferenciación y maduración, los cuales derivan directamente de la visión biológica del desarrollo. En general, los cambios que distinguen el desarrollo pueden ser descritos como progresivos, regresivos o de tipo reorganizacional^[4]. Así por ejemplo, a nivel orgánico una entidad en ocasiones exhibe incrementos cuantitativos por estar en una etapa de crecimiento natural y/o cambios cualitativos en pos de alcanzar grados de competencia o adaptación al medio. Un caso paradigmático es lo que ocurre con el sistema nervioso durante la infancia temprana, período en el cual el tejido neural es sitio de intensa muerte celular, como fenómeno necesario del proceso de reorganización funcional del sistema^[4]. Como sea el caso, los cambios derivan en estados de estabilidad variable, estructuralmente discontinuos y relativamente abruptos.

De estas distinciones básicas podemos extraer dos observaciones adicionales. Una es que la constitución multinivel de los cambios implica una arquitectura del desarrollo que conlleva un edificio de niveles en los cuales operan principios y leyes específicas, aunque no exclusivas del mismo. Lo segundo es que la clasificación de dominios del desarrollo (físico, psicosocial y emocional) está referida a campos de acción del individuo, en las cuales se expresan comportamientos ajustados a las capacidades y necesidades propias en

sintonía con los requerimientos del medio relevante.

La TSD es un área de las matemáticas aplicadas usada para estudiar el comportamiento de los sistemas dinámicos complejos. Tiene aplicaciones a las ciencias cognitivas debido a que aporta herramientas conceptuales y analíticas en el marco del estudio de sistemas interactivos complejos^[5]. Una descripción simple de sistemas dinámicos es que se trata de *cualquier sistema que exhibe cambios en el tiempo*. Ahora bien, en la medida que los cambios representen patrones de comportamiento, con cierto grado de complejidad, surge el escenario dentro del cual los dispositivos técnicos de la TSD cobran relevancia. En tal sentido, Clark identifica propiedades específicas de la TSD que aportan poder explicativo en el campo de las ciencias cognitivas: el aporte de imágenes intuitivas y geométricas del espacio de estados de un sistema; la estrategia de aislar parámetros de control y colectivos y el uso de la noción de acoplamiento para trazar y modelar procesos continuos de influencia circular^[5].

Schöner, por su parte, al enfocar el análisis del aparato conceptual de la TSD en las ciencias cognitivas, destaca un conjunto específico de conceptos, los cuales son compactados en los términos *inestabilidad, estabilidad y emergencia*^[6]. En ellos se identifican propiedades como las siguientes: i. Los patrones de comportamiento se resisten al cambio; ii. Los cambios en comportamiento nacen de pérdidas de estabilidad; iii. Las representaciones también poseen estabilidad; lo cual se entiende como estados atractores de campos dinámicos; iv. Los procesos cognitivos emergen desde la inestabilidad de los campos dinámicos y v. El aprendizaje consiste en cambios en el comportamiento o de los campos dinámicos^[6]. Así, la estabilidad, como capacidad para resistir perturbaciones, es una propiedad esencial de los estados funcionales como es el caso del sistema nervioso. Ésta posibilita el acoplamiento continuo con el mundo externo, lo cual es mediado por la información sensorial disponible. Ahora bien, sólo cuando un estado es *liberado* de la estabilidad, entonces emerge la flexibilidad del comportamiento.

Con relación al enfoque de las ciencias cognitivas y su relación con la TSD, Schöner es partidario de concebir la cognición como un fenómeno corporizado y situado. El argumento que presenta hace notar que *“los estados atractores y sus propiedades de estabilidad, la pérdida de estabilidad cuando estos estados atraviesan bifurcaciones y la*

emergencia de nuevos estados atractores desde la inestabilidad” (Schöner, 2008), son componentes necesarios para dar cuenta de la cognición² (Figura 1). Para dicho autor, la TSD provee un lenguaje en el cual las posturas de cognición corporizada y situada pueden ser desarrolladas al interior de una genuina teoría científica^[6].

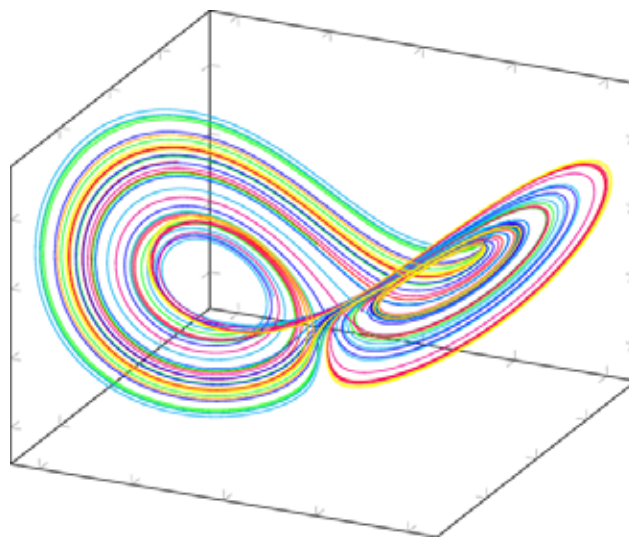


Figura 1: Concepto de atractor en teoría de sistemas dinámicos. Aplicada a sistemas dinámicos, la noción de atractor atribuye a los sistemas la propiedad de auto organizarse espontánea y creativamente alrededor de estados habituales llamados estados atractores. Dichos estados se pueden tipificar midiendo la frecuencia en que se manifiestan y en qué medida el sistema evoluciona hacia ellos.

En virtud del foco de este escrito en la aplicación de principios de TSD al desarrollo infantil, proceso marcado por cambios continuos, es ilustrativo detenerse en el concepto de *patrón*. Para Kelso, un patrón de comportamiento (a cualquier nivel de análisis de un ser vivo) implica necesariamente un sistema de auto-organización; o dicho de otra forma, un patrón es una forma de auto-organización del comportamiento^[7]. De hecho, en tal perspectiva el estudio de la formación de patrones permite extraer claves relevantes acerca de cómo los seres vivos *“perciben y actúan, aprenden y recuerdan”* (Kelso, 1995 p.4); a su vez declara que *“el devenir es un proceso de cambio, y este cambio a menudo toma*

2 - Durante la adquisición del sedente en un infante, un estado atractor puede estar representado por los patrones kinemáticos preferidos durante el gesto motor. Con la práctica y exploración, dichos patrones se estabilizan o modifican sobre la base de parámetros de control (por ejemplo, el parámetro fuerza de extensores de tronco puede conducir al sistema a través de períodos de estabilización o de cambio de la conducta).

la forma de una transición de orden a orden desde un patrón a otro" (Kelso, 1995 p.5).

Al respecto, dicho autor distingue los siguientes conceptos y condiciones de auto-organización (Kelso, 1995 p. 16):

- El surgimiento de patrones es un fenómeno espontáneo, como resultado de la interacción de múltiples componentes del sistema.
- El sistema debe ser disipativo y en estado distante al equilibrio termal. Esto es producto de las relaciones no lineales del sistema, lo que deriva en distribución asimétrica de energía.
- En los sistemas complejos existen variables colectivas o parámetros de orden, fruto de la coordinación entre las partes, que a su vez afectan el comportamiento de ellas.
- Estos parámetros de orden se establecen cerca de las fases de transición de no-equilibrio, sitio de baja estabilidad que crea nuevos patrones o intercambio de patrones.
- En los sistemas existen fluctuaciones continuas, que sirven de monitoreo continuo, ponderando la estabilidad y abriendo nuevas oportunidades de cambio de patrón.
- Existen parámetros de control que funcionan para guiar al sistema a través de distintos patrones.

A partir de estas descripciones, que de hecho Kelso aplicó directamente al estudio del movimiento humano, podemos destacar herramientas conceptuales vinculadas a procesos de auto organización, emergencia y sistemas de control flexibles que sitúan el estudio de los sistemas complejos como un punto de partida promisorio para explicar los fenómenos de cambio conductual inmersos en el desarrollo infantil.

Contraste entre visión computacional y dinamicista del cambio conductual.

En este punto es necesario subrayar que el enfoque dinamicista, junto con crear su propio aparato conceptual y de principios, desde su aparición declaró diferencias ostensibles con el paradigma dominante en

ciencias cognitivas: el computacionalismo. La teoría computacional abrazó la idea de que el desafío de la cognición es representar objetivamente el mundo por medio del procesamiento de información de manera análoga al funcionamiento de un computador. El sistema operativo estaría inserto en un hardware auto-configurable equivalente al cerebro³ [5,8]. Implicancias fuertes del modelo computacional de la cognición es que la representación interna del mundo externo (entendido como objetivo) es una operación independiente de la acción del sujeto, altamente detallada y de carácter estático. En esta perspectiva se asume que para instanciar la representación del mundo, de base existe un almacenamiento y utilización de complejos estructurales de control interno que configuran, en detalle explícito, *todos* los valores y *settings* requeridos de todos los parámetros físicos implicados en una acción dada^[5]. Por contraste, autores dinamicistas como Thelen, declaran que esta visión es equivocada porque para el conocimiento del mundo que exploramos *el proceso es guiado por la acción, contextualizado y continuamente organizado*^[3,9].

Situando la discusión al cambio conductual que caracteriza el desarrollo, desde la TSD podemos extraer la idea de que ciertos estados colectivos del sistema (procesos cognitivos del niño) se manifiestan como entidades sinérgicas que emergen, no se programan, a partir de la acción de algún parámetro de control, como puede ser la trayectoria kinemática de un movimiento en dirección a un objeto. Sobre esta discusión, Kelso enfatiza que el cerebro no es un dispositivo computacional sino que un sistema que crea patrones; en pocas palabras: *patrones sin programas*^[5].

TSD y desarrollo infantil.

Como ya se adelantó en Introducción, la aproximación de la TSD descarta enfoques teóricos del desarrollo que apelan a la linealidad y predeterminación de los procesos de cambio, posturas que contienen en su

3 - Para Clark, 2014 en teoría computacional, el pensamiento, como una de las operaciones cerebrales básicas, sería producto (output) de una acción de cálculo basada en la información recibida vía inputs relevantes para su operación. Para Villalobos, 2016, la teoría computacional en su versión clásica "identifica los sistemas cognitivos con sistemas computacionales input-output cuyas operaciones se realizan sobre estructuras simbólicas".

relato claves de orden teleológico, en tanto se presume que en el desarrollo infantil existe un camino por recorrer; ya trazado en dirección a un fin predefinido^[2]. Tal vez por el énfasis en el *producto o resultado* del cambio (un hito conductual), tales enfoques parecen despojados de herramientas para elaborar mecanismos que expliquen un factor nuclear del desarrollo, que son los procesos de cambio. En tal sentido, en la visión de Thelen, el aporte de la TSD es que representa un marco conceptual y empírico dentro del cual el estudio del desarrollo implica el estudio de un sistema complejo, y como tal conlleva una historia, un devenir de cambios continuos, en donde la novedad es creada y el estado final no existe como código inscrito en ningún tipo de entidad física^[2].

Ahora bien, ¿en base a qué herramientas conceptuales la TSD puede ofrecer recursos positivos en pos del avance y profundización del estudio del desarrollo temprano? Considerando que son múltiples los conceptos y principios candidatos para enriquecer la comprensión y el estudio del desarrollo en el niño, la estrategia será distinguir aquellos que han sido objeto de este tipo de atribución por autores que han trabajado directamente en el tema. Por tanto, serán analizadas posiciones teóricas y empíricas que han sostenido autores como Esther Thelen, Linda Smith, John Spencer y G. Schöner.

Para Thelen, una vez asumida la postura de concebir el desarrollo infantil como un sistema dinámico, se pueden unificar principios y mecanismos claves contenidos en la TSD según su *compromiso* con los conceptos de auto-organización y emergencia. En tal contexto, *auto-organización* implica que la formación de patrones conductuales es una función de la cooperación entre los subsistemas y su interacción con el ambiente. Por su parte, *emergencia* es un concepto que atribuye a la interacción y dinámica interna de los sistemas una tendencia natural a generar patrones. De ambos conceptos deriva la idea que los sistemas son auto generativos de nuevas condiciones para responder a las demandas ambientales sobre la base de su actividad intrínseca^[3]. A partir de esta posición, se puede abordar otros conceptos o premisas que aportan a la explicación de los cambios que ocurren en el desarrollo. Entre estos, Smith & Thelen^[3] y Spencer^[10] se concentran en los siguientes: i. Multicausalidad; ii. Escalas de tiempo anidadas; iii. Comportamiento flexiblemente ensamblado y iv. Cognición, acción y percepción corporizadas.

Multicausalidad.

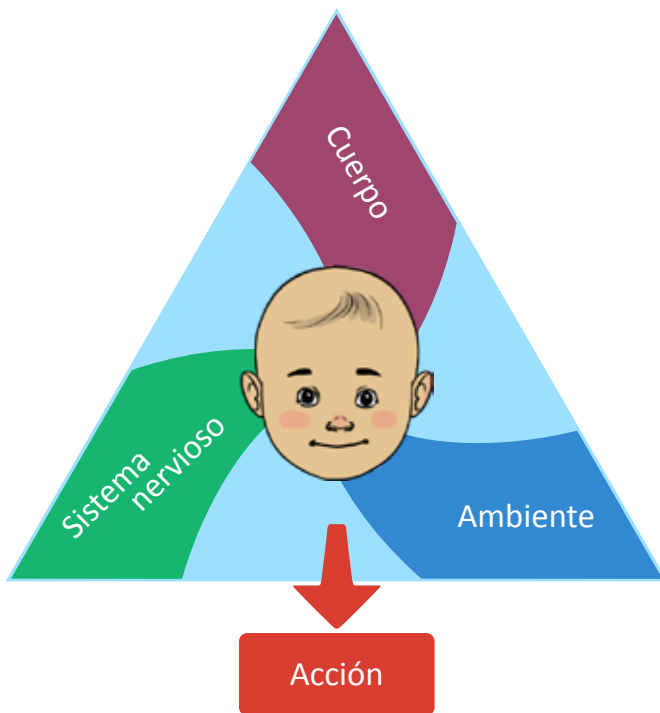
Esta premisa sostiene que los cambios propios del desarrollo son el producto de la interacción de múltiples sistemas al interior de un sistema complejo, el cual está abierto al ambiente. El comportamiento coherente que exhiben estos sistemas no requiere de agentes que guíen el comportamiento, pues la coherencia emerge gracias a la dinámica interna, en acoplamiento con las restricciones y oportunidades (*affordances*⁴)^[11] que ofrece el entorno. Como Smith & Thelen afirman: “*Esta auto organización significa que no hay un elemento singular que tenga prioridad causal*” (Smith & Thelen, 2003 p.344). De esto se deriva, además, que el cerebro no actúa como un controlador supremo de los procesos cognitivos y de la conducta, y por ello se requiere comprender cómo es que el cerebro capitaliza, en una dinámica corporal situada en un ambiente específico, los procesos cognitivos para crear respuestas coherentes con las demandas del medio. A la luz de este marco la TSD concibe la cognición, los procesos de aprendizaje y el desarrollo^[3,12].

Para transferir estas ideas al aprendizaje de nuevas conductas motoras, podemos tomar un ejemplo. Un niño que intenta alcanzar un objeto (un juguete), será capaz de ejecutar la acción en virtud de la contribución de varios subsistemas o componentes operando en forma coordinada: el sistema muscular, neurológico y metabólico, por mencionar algunos. La coordinación de estos subsistemas permite que el niño explore el medio en virtud de la tarea que lo motiva, y que luego seleccione la estrategia motora (acción) que es posible implementar en un momento dado. Esto implica que la conducta motora no es un fenómeno programado de acuerdo a un formato preestablecido, más bien emerge a partir de la auto-organización de múltiples componentes del sistema. A diferencia de lo que sostenían los neuromaduracionistas, la conducta motora de alcance no emerge internamente como un producto *neurológicamente posible* (dado el rol causal asignado al sistema nervioso), sino que es la consecuencia de lo que el niño (en el cual interactúan los subsistemas

4 - *Affordances es un principio ecológico propuesto inicialmente por Gibson [1979] el cual plantea que percepción implica conectarse con el ambiente para acceder a oportunidades para la acción. Esto enfatiza la relación funcional del ser vivo con el ambiente, rechazando la idea de que la tarea cognitiva es generar representaciones mentales objetivas del mundo como base para la acción [Richardson et al., 2008 p.179].*

orgánicos) es capaz de instanciar motivado por una tarea específica (que en sí misma tiene su propio desafío) y las restricciones o posibilidades que ofrece el entorno (Figura 2).

Figura 2: Una acción (conducta) es producto de un proceso guiado por la coordinación dinámica del cuerpo, sistema nervioso y ambiente. Esto configura un sistema con múltiples posibilidades de interacción a partir de las cuales emerge la conducta motora como una solución contingente y transitoria, la cual tiene potencial de evolución según el tipo de respuesta requerida para una tarea o problema a resolver.



En la senda del desarrollo, inserto en eventos de exploración y selección de estrategias conductuales, el niño transita por períodos de estabilidad e inestabilidad (con un tipo de evolución no lineal), sin que sea concebible una ruta de maduración necesaria o estrictamente predeterminada. Luego, para la TSD este tipo de conductas se auto organizan como una estrategia de solución (por ejemplo, alcanzar un juguete), la cual en el ciclo de exploración-selección será reemplazada posteriormente por una más eficiente.

Escalas de tiempo anidadas.

Este principio está referido a que el cambio de la conducta ocurre a diferentes escalas de tiempo. En términos neuromotores, Smith & Thelen ejemplifican el punto señalando eventos de control motor, que ocurren en milisegundos; reacciones propias de

conducta motora, en segundos; aprendizaje de nuevas conductas, en minutos u horas; eventos del desarrollo, en semanas, meses o años. Lo importante aquí es que el desarrollo entendido en términos de sistemas complejos opera en sintonía con estas distintas escalas de tiempo. Esto es, independiente de la magnitud de la escala, la conducta que emerge es la expresión de una suerte de unificación (o anidación) y coherencia de los tiempos asimétricos ya referidos, gracias a la continuidad y sincronización entre una escala de tiempo con las otras, puesto que una se anida en la siguiente y ésta en la próxima.

En el desarrollo infantil esta premisa se aplica al observar que los eventos de cambio son instanciados fruto de la interacción de entidades multinivel (células, órganos, sistemas, persona, ambiente) cuya operación material deriva de procesos en distinta escala temporal y sin embargo pueden efectivamente constituir una conducta de respuesta o adaptativa unificada. Si retomamos el caso de alcanzar un juguete, los eventos motores aislados dependen de ajustes propios del control motor; en su repetición surgen nuevos ajustes que toman un cierto tiempo en consolidarse y que sobrepasan temporalmente los fenómenos de control en tiempo real pues conllevan modificaciones no sólo neurofisiológicas sino que en otros ámbitos o componentes sistémicos.

Ensamblaje flexible.

La idea detrás de este principio es que la conducta es un ensamblaje derivado de la interacción de los componentes de un sistema, relación que puede ser libremente combinada *momento a momento* según las condiciones establecidas por la tarea, contexto y la historia de desarrollo del sistema^[13]. Esto se acompaña del hecho que algunas conductas son estables y resistentes al cambio en cuanto a una tarea específica, mientras otras configuraciones son inestables y fácilmente perturbadas^[14,15]. Enmarcados en sistemas dinámicos, algunos componentes pueden ejercer fuerte influencia en el ensamblaje final y otros no, según la situación de estos en un momento dado. Si los cambios son lentos y el contexto es poco cambiante, entonces el ensamblaje conductual parece ser estable; en caso contrario, la contribución relativa de los componentes incrementa en variación y la conducta entra en un período de perturbación y transición^[14].

Lo que deriva de este principio es que el sistema está configurado de manera flexible, con múltiples posibilidades de dinámica interna y de acoplamiento con el medio, situación que favorece la implementación de soluciones transitorias y en evolución, con sensibilidad a los cambios ambientales y, en definitiva, potencialidad de adquisición de aprendizaje y conductas adaptivas eficientes (Figura 3). En tal sentido, este concepto es crítico para habilitar al niño a que pueda explorar en forma competente en un mundo dinámico y cambiante.

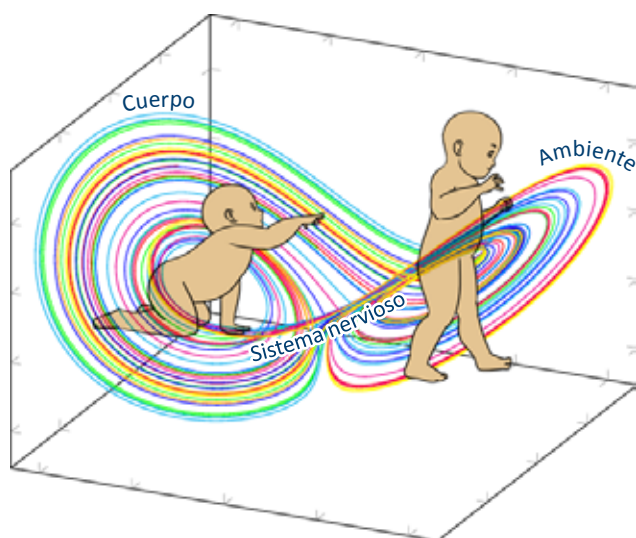


Figura 3: La conducta (motora o de otro tipo) se entiende como determinada por la interacción no lineal de múltiples subsistemas y cimentada en una arquitectura flexible y adaptable. El sistema entra en operación sobre la base del cuerpo, el sistema nervioso y un ambiente que ofrece oportunidades y desafíos para la exploración y selección de alternativas específicas para cada acción.

Cognición, acción y percepción corporizadas.

Sobre esta premisa, Clark sostiene que autores como Thelen se inscriben en lo que llama tesis radical de cognición corporizada. Para ellos cita declaraciones como ésta: “visiones estructuradas, simbólicas, representacional y computacional está erradas. La cognición corporizada está mejor situada al usar ideas no representacionales y no computacionales y esquemas explicativos, y especialmente las herramientas de teoría de sistemas dinámicos” (Clark, 2014 p. 151). En lo particular, Thelen y Schönner llevaron al terreno experimental este tipo de postura, estudiando conductas de habituación en infantes. Para ello, implementaron estudios que demostraron que en tareas de habituación, “los niños se focalizan de ensayo a ensayo en percepción, atención y acción en contexto para arribar a un tipo de decisión” (Spencer, 2006 p. 1531). Su conclusión fue que las tareas de habituación no es

un asunto de construcción de esquemas mentales; más bien el niño se orienta a una conducta en virtud de complejas interacciones y procesos corporizados. En esta línea, la posición de Spencer es que al interior de la TSD, “cognición corporizada implica la concepción de percepción, acción y cognición como un sistema que no puede ser fraccionado” (Spencer, 2006 p.1533) (Figura 4).

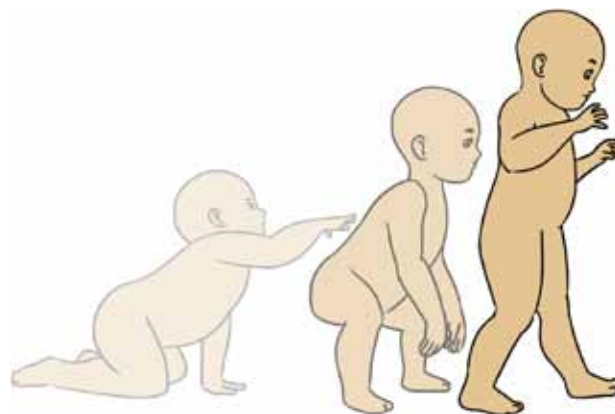


Figura 4: En la constitución de una conducta motora, la acción conlleva percepción continua (circuito sensoriomotor) lo que a su vez implica emergencia de cognición, la que en tanto experiencia, promueve la exploración del medio y crea historia motora.

Según Spencer^[10], atendidas las consecuencias metodológicas de la visión corporizada de la cognición, en el marco de la TSD es importante connotar que esta perspectiva implica que percepción y acción no son sólo espectadores de la cognición, pues esta capacidad en efecto refleja una dinámica de procesos mentales y corporales interconectados y embebidos en un contexto específico. En la misma línea, Berr^[16] enfatiza en que sistema nervioso, cuerpo e interacción con el entorno son componentes que co-evolucionan de manera acoplada, dentro de cuya constitución el niño puede explorar y seleccionar las estrategias conductuales eficientes para resolver las tareas o problemas que se le imponen.

Comentarios y Conclusiones

Como una forma de superar las limitaciones de perspectivas tradicionales respecto a los eventos que configuran el desarrollo infantil, en donde los fenómenos de cambio conductual son un elemento distintivo, este escrito enfatiza el aporte de ciertos conceptos y principios de la TSD en tanto herramientas útiles para explicar el desarrollo. En particular, se enfatizó la contribución de los conceptos de auto-

organización y emergencia, dentro de los cuales se inscriben los principios de multicausalidad, escalas de tiempo anidadas, ensamblaje flexible y cognición corporizada.

Las implicancias profesionales derivadas de tales conceptos y principios de la TSD son múltiples, cuyo alcance excede los objetivos de este trabajo. Sin embargo, para aportar a la discusión y reflexión que acarrearán posiciones teóricas de esta naturaleza, se puede adelantar lo siguiente. Adherir al principio de multicausalidad y no linealidad del cambio conductual implica concebir, por ejemplo, que la conducta motora no sigue una ruta preestablecida, sino más bien existen caminos alternativos para el logro de cierto hito conductual. Esto cuestiona directamente esquemas de diagnóstico e intervención neuromotora aplicados al niño que presumen pasos necesarios en la expresión de determinadas conductas del infante.

Para acentuar la controversia, podemos agregar que multicausalidad y cognición corporizada implica también rechazar la idea de que el sistema nervioso es el nicho biológico de la conducta motora y la cognición en general. Ante esto, la TSD declara que no existe prioridad causal, pues la cognición implica procesos mentales corporizados y embebidos en un contexto específico; esto es, la configuración de un sistema interconectado y dinámico constituido por cerebro, cuerpo y ambiente, sobre cuyos cimientos emerge la cognición que sustenta la expresión conductual. Para el caso de la conducta motora, la consecuencia es crítica, pues la TSD descarta la existencia de programas motores insertos físicamente en el cerebro, cuyos detalles explícitos y de alta densidad informativa, permitirían la ejecución de las acciones motoras requeridas. Por contraste, para la TSD la conducta motora no está “dentro del niño” (en el hábitat neural), sino que es producto de la auto-organización de múltiples componentes en interacción, en una operación que es corporizada y situada según los fines que impone una tarea específica. Como se puede vislumbrar, esto no es compatible con estrategias de diagnóstico y tratamiento que se sustentan básicamente en mecanismos neurofisiológicos de orden mandatorio respecto a la conducta del infante. Para un dinamicista, aplicar técnicas de activación de tales mecanismos, implica una vía insuficiente respecto a la potencialidad de los procesos cognitivos que sustentan la conducta y su evolución, pues los patrones conductuales son el fruto de interacciones que van más allá de los

fenómenos que conduce el sistema nervioso, y más allá del propio cuerpo. Sin los componentes extra-neurales, no se explica a cabalidad cómo emerge la conducta del niño, cómo operan sus cambios y cómo estimularlos⁵.

En suma, la TSD constituye un buen punto de partida para estudiar los patrones de cambio del desarrollo infantil, en tanto logra capturar la complejidad de los procesos implicados y los sitúa en el concepto de cognición corporizada y situada. Para ello, la TSD hace uso de recursos teóricos y empíricos, acompañados de estrategias metodológicas específicas, que han sido fructíferas en la generación de avances en la descripción y explicación del desarrollo infantil con un foco más explícito en los patrones de cambio y las transiciones de la conducta que operan de manera sustancial en este ámbito de la evolución del ser humano.

Referencias bibliográficas

1. Merleau-Ponty M. *Phenomenology of Perception*. (2003) London: Routledge.
2. Thelen E. and Smith L. Dynamic systems. Exploring paradigms for change. (1994). En: Thelen E. & Smith L. A *Dynamic Systems Approach to the Development of Cognition and Action. Part I. The nature of development* (pp. 45-69). Cambridge: MIT Press.
3. Smith L., Thelen E. Development as a dynamic system. (2003). *Trends in Cognitive Sciences* (7), 343-448.
4. Cech D. and Martin S. Theories affecting development. (2012). En: Cech D. & Martin S. *Functional Movement Development. Across the life span*. (pp. 14-43). St. Louis: Elsevier Saunders.
5. Clark A. Dynamics. (2014). En: Clark, A. *Mindware. An Introduction to the Philosophy of Cognitive Science*. (pp. 140-165) New York, Oxford: Oxford

5 - De lo descrito, se deduce que una explicación neuromaturo-racional de la conducta motora es internista, pues su explicación descansa enteramente en el potencial del sistema nervioso (si bien se reconoce el aporte de otros sistemas del cuerpo y del ambiente, pero sólo como subsidiarios de las tareas que realiza el sistema nervioso). La TSD, en tanto enfatiza en que los procesos cognitivos y de aprendizaje son corporizados y situados en un ambiente específico, es una visión extensiva de la conducta y de sus procesos de cambio.

- University Press (89), 267-282
6. Schöner G. Development as change of system dynamic: stability, instability, and emergence. (2008). En: Spencer J., Thomas M and McClelland (Eds, pp. 2-37). *Toward a New Grand Theory of Development? Connectionism and Dynamic System Theory Re-Considered*. Oxford: Oxford University Press.
7. Kelso J. How nature handles complexity. (1995). En: Kelso J. *Dynamic Patterns. The self-organization of brain and behavior*. (pp. 1-28) MA: MIT Press
8. Villalobos M., Dewhurst J. Cognición, computación y sistemas dinámicos: vías para una posible integración teórica (2016). *Límite. Revista Interdisciplinaria de Filosofía y Psicología*. (11), 20-31
9. Varela, F., Thompson, E., and Rosch, E. *De cuerpo presente. Las ciencias cognitivas y la experiencia humana*. (4ta Ed.) (C. Gardini, Trad.). (2011). Barcelona: Gedisa editor.
10. Spencer J.P, Clearfield M. Corbetta D., et al Moving toward a grand theory of development: in memory of Esther Thelen (2006) *Child Development* (77), 1521-1538
11. Richardson M., Schockley K., Fajen B., Riley M, y Turvey M. Ecological Psychology: six principles for an embodied-embedded approach to behavior. (2008). En: Calvo P. y Gomila A. (Eds). *Handbook of Cognitive Science: An Embodied Approach* (pp. 164-185). Elsevier-Academic Press.
12. Campbell S. The child's development of functional movement. (2008). En: Campbell S., Vander Linder D., Palisano R. *Physical Therapy for Children* (Cap. 1, pp. 3-44). Philadelphia: W.B. Saunders Company.
13. Spencer J., Austin A., Schutte A. Contributions of dynamic systems theory to cognitive development. (2012). *Cognition Development* (27), 401-418.
14. Gershkoff-Stowe L., Thelen E. U-shaped changes in behavior: a dynamic systems perspective. (2004). *Journal of Cognition and Development* (5), 11-36.
15. Harbourne R., Stergiou N. Movement variability and the use of nonlinear tools: principles to guide physical therapist practice. (2009). *Physical Therapy*,
16. Berr R. Dynamical approaches to cognitive science. (2000). *Trends Cognitive Sciences* (4), 91-99.

Correspondencia

antonio.lopez@umce.cl