

Los hombres y las tecnologías

Visión cognitiva de los instrumentos contemporáneos



Ediciones
Universidad Industrial de Santander



Facultad de Ciencias

Escuela de Matemáticas

Los hombres y las tecnologías

Visión cognitiva de los instrumentos contemporáneos

Pierre Rabardel

Profesor Universidad de París

Traducción

Martín Acosta Gempeler

Profesor Universidad Industrial de Santander

Revisión

Patricia Perry (Universidad Pedagógica Nacional)

Marisol Santacruz (Universidad del Valle)



Ediciones
Universidad Industrial de Santander



Facultad de Ciencias

Escuela de Matemáticas

Los hombres y las tecnologías

Visión cognitiva de los instrumentos contemporáneos

Pierre Rabardel

Título original en francés:

Les hommes & les technologies: Approche cognitive des instruments contemporains

Editor: Armand Colin (1995)

ISBN-10: 220021569X

Primera Edición en español

Septiembre de 2011

Traducción:

Martín Acosta Gempeler

© Copyright 2011

Todos los derechos reservados

ISBN: 978-958-8504-78-0

DISEÑO, DIAGRAMACIÓN E IMPRESIÓN:

División de Publicaciones UIS

Cra 27 con calle 9, Ciudad Universitaria

Tel: 634 8418 - Bucaramanga - Colombia

Correo-e: publicaciones@uis.edu.co

Prohibida la reproducción parcial o total de esta obra,
por cualquier medio sin autorización escrita de la
Universidad Industrial de Santander.

Impreso en Colombia

Printed in Colombia

CONTENIDO

Introducción	7
Primera parte: Actividades con instrumentos, posición en el campo social y enfoques científicos	19
Capítulo uno: En busca de un enfoque de las técnicas centrado en el hombre	21
Capítulo dos: Los enfoques psicológicos de las técnicas y los artefactos como puntos de referencia	51
Segunda parte: Los enfoques psicológicos de las técnicas y los artefactos como puntos de referencia	85
Capítulo tres: Primer enfoque de la noción de instrumento	87
Capítulo cuatro: La tríada característica de las situaciones de actividad con instrumentos	97
Capítulo cinco: Puntos de vista e hipótesis sobre los instrumentos	117
Capítulo seis: El instrumento como entidad mixta	139
Tercera parte: Elaboración y génesis de los instrumentos por parte del sujeto	185
Capítulo siete: Cuando los sujetos desarrollan sus instrumentos, las génesis instrumentales	187

Capítulo ocho: La génesis instrumental como proceso que concierne tanto al artefacto como al sujeto	207
Capítulo nueve: Representaciones y modelos mentales de los instrumentos	225
Capítulo diez: Articulaciones entre los procesos de diseño y las génesis instrumentales	247
Cuarta parte: Actuar con instrumentos	257
Capítulo once: Efectos de la utilización de instrumentos en la actividad del sujeto, requisitos y posibilidades	259
Capítulo doce: El problema de la transparencia de los artefactos	281
Quinta parte	299
Bibliografía	323

Introducción

El calificativo de *objeto* o *sistema técnico* es poco adecuado. Sería mejor hablar de *objetos* o de *sistemas antropotécnicos*, a pesar de que es un término poco elegante. En efecto, los objetos y sistemas múltiples producidos por la tecnología, objetos y sistemas que forman una gran parte del mundo en el cual, gracias al cual, pero también a veces contra el cual vivimos, no deben entenderse únicamente a partir de las tecnologías que les dieron origen.

Esos objetos y sistemas son, desde el comienzo, antropotécnicos, es decir, están pensados y diseñados en función de un entorno humano. Los hombres están presentes a lo largo del ciclo de vida de esos objetos o sistemas: desde el diseño hasta el desecho, pasando por las fases esenciales de funcionamiento y de utilización. Así que para poder comprender las características y propiedades de esos objetos y organizarlos al servicio de los hombres, debemos pensar y conceptualizar la asociación de hombres y objetos.

Esta necesidad, esta urgencia, se plantea desde distintos horizontes. La inteligencia artificial, por ejemplo, se pregunta sobre el estatus que los sistemas expertos pueden tener para

los operarios. ¿Deben ser prótesis, especies de muletas que suplen las insuficiencias de los operarios, o por el contrario, instrumentos que les ayudan a resolver problemas y a tratar situaciones que encuentran? Asimismo, en el campo de la investigación sobre las interacciones hombre-computador, aparece un cuestionamiento profundo de los enfoques tradicionales de la psicología, hasta el punto que el Kittle House Manifesto solicita una redefinición de la psicología en ese campo. Finalmente, en el plano fundamental, la relación de los hombres con los objetos y sistemas antropotécnicos está en el corazón de la relación cognición-acción, cuyo estudio constituye una de las tareas importantes de la psicología contemporánea.

Las conceptualizaciones tecnológicas permiten analizar estos sistemas antropotécnicos desde el punto de vista tecnológico. Hoy en día estas conceptualizaciones están más y mejor desarrolladas que aquellas que tratan de entender esos sistemas desde el punto de vista de los hombres que van a utilizarlos, a cooperar con ellos, a controlar su funcionamiento. Esto produce un desequilibrio que se expresa, por ejemplo, en el término mismo *objeto técnico*. Esta noción no comprende ninguna referencia a lo humano. Sin embargo, está tan anclada en nuestras costumbres, que normalmente no le prestamos ninguna atención a esta anormalidad ni a la orientación unilateral que ella induce. Repitémoslo, los productos de la tecnología no son solamente técnicos, son antropotécnicos y deben poder comprenderse y analizarse como tales. El desarrollo de puntos de vista antropocéntricos sobre esos objetos y sistemas es una condición necesaria para esto. Este libro se inscribe en esta perspectiva.

Una gran parte de las múltiples situaciones en las que la actividad humana se enfrenta a los objetos y sistemas antropocéntricos tiene que ver con las situaciones en las

que esos objetos y sistemas son medios para la acción de los hombres, es decir son instrumentos de sus acciones. Éste será el punto de vista de análisis y de conceptualización que presentaremos en esta introducción.

La **primera parte** de la obra está consagrada a situar las “actividades con instrumentos” en los campos sociales y científicos. Primero analizaremos las características de los enfoques tecnocéntricos de los objetos y sistemas y en general del trabajo. El hombre tiene allí normalmente una posición “residual” y su actividad real no tiene un estatus propio. Pensada en los términos de la técnica, esta actividad pierde su identidad: se piensa al hombre con referencia a las cosas y en los términos propios de las cosas. Analizamos luego las características de los enfoques antropocéntricos que operan una revolución con respecto a esta perspectiva: esta vez, el hombre está en posición central y las relaciones con los objetos y sistemas antropotécnicos se piensan desde él, y desde la actividad que él desarrolla. Presentamos diferentes enfoques antropocéntricos, sus aportes y sus límites: las actividades de diseño aparecen suficientemente analizadas, pero la esfera de uso permanece poco explorada y mal comprendida. Por ejemplo, se desconocen los procesos mediante los cuales los sujetos producen conocimiento durante la utilización, y en ciertos casos se niega su existencia.

Luego presentamos un resumen de los enfoques psicológicos de las técnicas y de los objetos y sistemas antropocéntricos, desde los análisis de la inteligencia práctica hasta los enfoques contemporáneos y los trastornos relacionados con el desarrollo de las máquinas de procesamiento de la información. Parece que incluso en el campo de la sensoriomotricidad, donde las actividades con instrumentos han sido estudiadas, todavía falta un trabajo empírico y teórico considerable. En los otros campos, la urgencia es estudiar las formas superiores de

las actividades con instrumentos en la originalidad de sus formas propias, especialmente sus raíces en la complejidad, la diversidad y la singularidad de las situaciones de la vida social. Esas situaciones de trabajo, de formación, de la vida cotidiana, no pueden ser analizadas desde una psicología universalizante, que intenta explicarlas con base en datos llamados fundamentales; por el contrario, debe elaborarse una psicología que dé cuenta de la diversidad y de la especificidad de las actividades psíquicas y de la condición humana a las que pertenecen las actividades con instrumentos.

La **segunda parte** de la obra está consagrada a la noción de *instrumento*. Como ya lo dijimos, el término 'objeto técnico' contiene una orientación tecnocéntrica que hace difícil otros enfoques, especialmente el antropocéntrico. Proponemos utilizar la noción de *artefacto* como término alternativo, neutro, que permite pensar diferentes tipos de relaciones del sujeto con el objeto y con el sistema antropotécnico: como estructura técnica, dispositivo que funciona, instrumento... Subrayemos que más allá de los objetos materiales, la noción de artefacto incluye los objetos simbólicos.

Estas diferentes relaciones son constitutivas de otras tantas clases de situaciones de actividad para los sujetos. Una de ellas nos interesa en particular, la de las situaciones de actividad con instrumentos. Proponemos un modelo que sitúa el instrumento como tercer polo entre el sujeto y el objeto (en el sentido filosófico del término); por esto conduce a tomar en cuenta un conjunto de interacciones mucho más amplio y mejor diferenciado que cuando uno se basa en las modelizaciones bipolares clásicas (sujeto-objeto). Más allá de las interacciones directas sujeto-objeto, pueden considerarse muchas otras interacciones:

- Las interacciones entre el sujeto y el instrumento,
- las interacciones entre el instrumento y el objeto sobre el cual permite actuar,
- las interacciones sujeto-objeto mediadas por el instrumento.

Una revisión del concepto de instrumento permite aclarar los puntos esenciales desarrollados en la literatura especializada, a partir de los que nos proponemos una conceptualización generalizada de la noción de *instrumento*. En la mayoría de las conceptualizaciones se considera el artefacto de manera explícita o implícita como el instrumento.

Nosotros proponemos ampliar este punto de vista y considerar el instrumento como una entidad mixta que comprende a la vez al sujeto y al artefacto. El instrumento comprende desde esta perspectiva:

- Un artefacto material o simbólico producido por el usuario o por otros,
- uno o varios esquemas de utilización asociados que resultan de una construcción propia o de la apropiación de esquemas sociales preexistentes.

En esta conceptualización no sólo se asocia el artefacto a la acción del sujeto para la ejecución de la tarea, sino también los esquemas de utilización. El conjunto artefacto y esquemas constituye el instrumento, que puede insertarse en la acción del sujeto como un componente funcional de esta acción. Las dos dimensiones del instrumento, artefacto y esquema, se asocian una a la otra, pero también tienen una relación de independencia relativa:

- Un mismo esquema de utilización puede aplicarse a una multiplicidad de artefactos que pertenecen a la misma clase o a clases vecinas o diferentes.
- Inversamente, un artefacto puede insertarse en una multiplicidad de esquemas de utilización que le atribuyen significados y funciones diferentes.

Luego desarrollaremos de manera sistemática la noción de *esquema de utilización* y distinguiremos diferentes tipos de esquemas: *esquemas de uso*, *esquemas de acción instrumentada*, *esquemas de actividad colectiva instrumentada*.

La **tercera parte** de la obra está centrada en un enfoque del desarrollo de los instrumentos. En efecto, para el usuario los instrumentos no están dados: los elabora a través de las actividades de génesis instrumental. Las génesis instrumentales son el resultado de un proceso doble de instrumentalización y de instrumentación:

- Los procesos de instrumentalización se dirigen hacia el artefacto: selección, ordenamiento, producción e institución de funciones, desvíos, atribución de propiedades, transformación del artefacto, de su estructura, de su funcionamiento, etc. hasta la producción integral del artefacto por parte del sujeto.
- Los procesos de instrumentación son relativos al sujeto: a la emergencia y la evolución de los esquemas de utilización y de acción instrumentada: su constitución, su evolución por acomodación, coordinación y asimilación recíproca, la asimilación de artefactos nuevos a esquemas ya construidos, etc.

Esos dos tipos de procesos son realizados por el sujeto. Se distinguen por la orientación de la actividad: en el proceso

de instrumentación la actividad está dirigida hacia el sujeto mismo; en el proceso correlativo de instrumentalización, la actividad está orientada hacia la componente artefactual del instrumento.

Uno de los intereses del enfoque en términos de *génesis instrumental*, es que permite interpretar, en términos de actividad del sujeto, muchos hechos que normalmente se califican de manera negativa como desvíos. Esta reinterpretación es aún más necesaria si se considera que la flexibilidad de las tecnologías contemporáneas ofrece nuevos espacios para el desarrollo de las génesis instrumentales.

Otro interés del enfoque en términos de génesis instrumental es que permite fundar teóricamente la articulación y la continuidad entre los procesos institucionales de diseño de los artefactos y la continuación de ese diseño durante las actividades de uso. Los procesos de instrumentación participan en el proceso global de diseño y se inscriben en un ciclo: modos operatorios (previstos por los diseñadores), esquemas de utilización (elaborados por los usuarios), inscripción de esas funciones constituidas en una nueva generación de artefactos (por los diseñadores).

Las génesis instrumentales comprenden, por supuesto, dimensiones representativas importantes cuyas principales características analizaremos.

La **cuarta parte** habla de la acción con instrumentos. Analizaremos dos problemas principales: el de los efectos estructurantes de los artefactos sobre la actividad y el de su transparencia.

Proponemos concebir los efectos estructurantes de los artefactos sobre la actividad en términos de apertura del campo de posibilidades y de actividad relativamente

requerida. La *apertura del campo de las posibilidades* corresponde a la variación de las posibilidades de acción que se ofrecen a los sujetos, a los recursos nuevos de los que se dispone, pero también a la restricción, la limitación de los recursos que puede comprender el artefacto. La noción de *actividad relativamente requerida* designa el tratamiento que hace el sujeto de las restricciones de la situación de actividad instrumentada.

Pueden distinguirse diferentes tipos de restricciones:

- *Las restricciones de modalidades de existencia:* se trata de restricciones relacionadas con las características generales comunes al conjunto de los objetos materiales y/o simbólicos.
- *Las restricciones de intencionalidad* están relacionadas con la especificidad del artefacto destinado a producir transformaciones. Se refieren a la naturaleza de los objetos de la actividad sobre los que el artefacto permite actuar con las modalidades de transformación que organiza y que se imponen al sujeto.
- *Las restricciones de preestructuración de la acción* resultan de las modalidades de la acción anticipadas por los diseñadores e inscritas por ellos en la estructura y el funcionamiento del artefacto, así como en los modos operatorios.

También pueden distinguirse diferentes modalidades de estructuración de la acción:

- *Estructuración pasiva simple:* el artefacto hace necesario que la actividad se reestructure alrededor de la forma que él constituye. Es el caso de las herramientas sin funcionamiento propio, o de las máquinas que tienen un

funcionamiento que el sujeto no debe tener en cuenta para su utilización.

- *Estructuración pasiva organizada*: la intervención del operario se inserta en una organización del proceso dependiente del funcionamiento propio de la máquina, que le asigna un lugar temporal, espacial, operatorio, definiendo en parte la naturaleza de sus acciones, su organización y sus encadenamientos...
- *Estructuración activa*: en este caso el artefacto tiene un conocimiento del operario y trata de modificar el funcionamiento del mismo, de influir su actividad, incluso de transformar al hombre mismo. La estructuración activa puede ser recíproca en el sentido en que el artefacto se adapta a la vez al operario y tiende a ejercer influencia sobre él. Esta estructuración recíproca constituye una de las dimensiones de la cooperación en tanto que forma específica de interacción hombre-máquina.

Los artefactos y los modos operatorios constituyen formas preorganizadas a las que se enfrentan los sujetos en sus actividades instrumentadas.

La actividad de los sujetos se inscribe entonces en una tensión entre dos polos:

- por una parte lo que se anticipa, las normas, lo preorganizado por el artefacto y los modos operatorios y, en general, por la prescripción del trabajo,
- por otra parte los esfuerzos del sujeto para reelaborar, reestructurar, resingularizar los artefactos y las modalidades de uso en términos de instrumento de su actividad propia.

El segundo punto tratado en esta cuarta parte es la cuestión de la visibilidad y la transparencia de los artefactos. Distinguimos dos tipos de conceptualización de la transparencia a partir de la literatura especializada: las *cajas negras* y las *cajas de vidrio*.

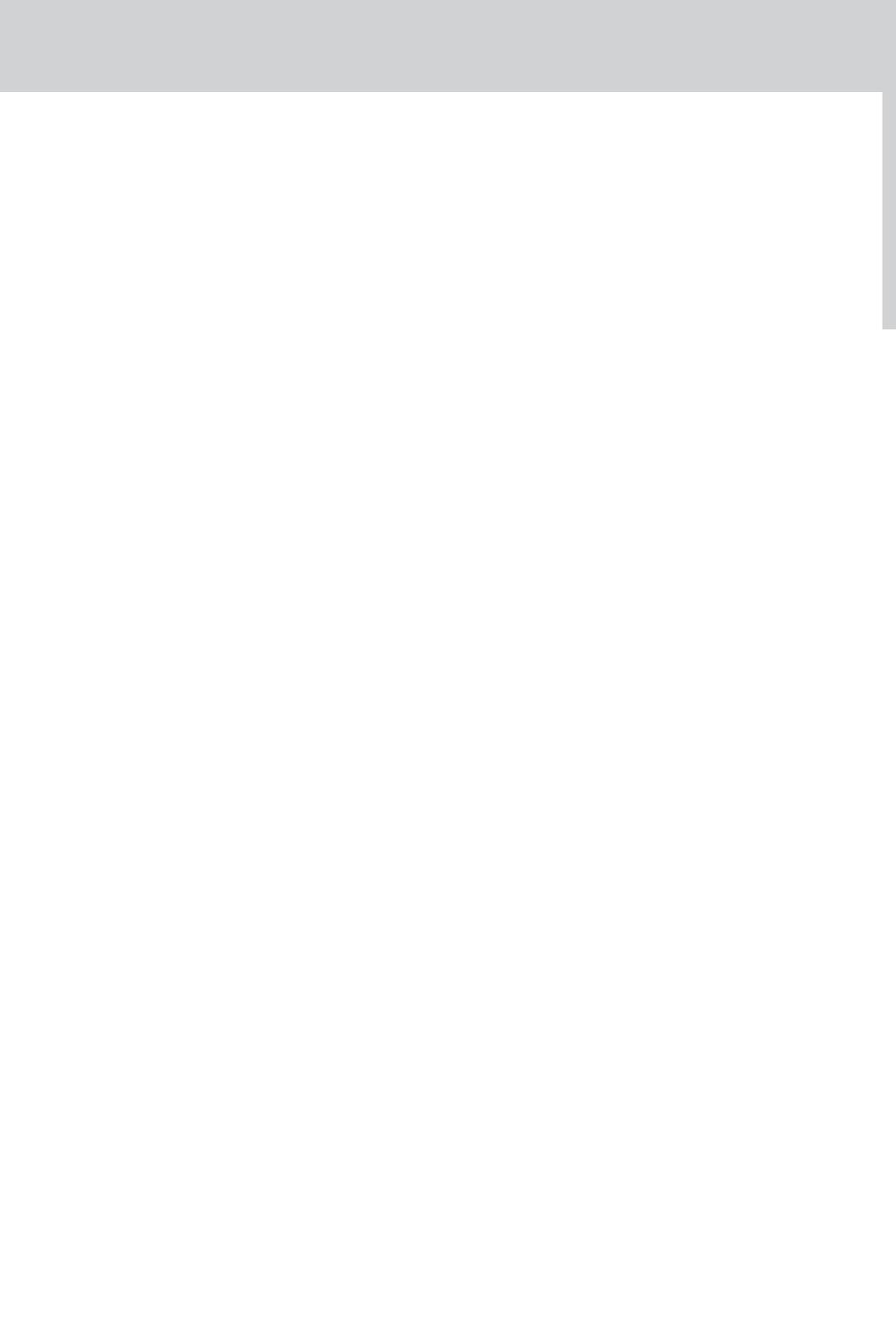
En la conceptualización basada en la metáfora de la caja de vidrio, el artefacto, o una parte de él, por ejemplo su funcionamiento, debe ser visible o explícito para que el sujeto pueda tenerlo en cuenta en su actividad. El artefacto debe ser comprensible para el usuario.

En la conceptualización basada en la metáfora de la caja negra, el propósito es opuesto al precedente: el artefacto debe ser lo más invisible posible para no ser un obstáculo para la actividad del sujeto. En el uso corriente del artefacto, como instrumento, el usuario no necesita ser consciente de él, el conocimiento consciente sólo es necesario en las situaciones en las que el artefacto no tiene el estatus de instrumento, sino el de objeto de la actividad.

La transparencia de un artefacto debe ponerse en relación con las necesidades de información del usuario, que son variables en función de sus metas, de sus competencias, de las estrategias que aplica para alcanzarlas, etc. Por eso proponemos el concepto de “transparencia operativa” para designar las propiedades características del artefacto, pertinentes para la acción del usuario, así como la manera como el artefacto las hace accesibles, comprensibles, incluso perceptibles para el usuario. La *transparencia operativa* es un concepto relacional que expresa la variabilidad de las necesidades del sujeto con respecto a la información, en función de la variabilidad de las situaciones de acción, de sus estados y metas. Puede tomar formas diversas: inteligibilidad de las transformaciones entre acciones de comando y efectos,

explicitación de las modalidades de funcionamiento propias del instrumento, autoexplicación...

Finalmente, la última parte de la obra se consagra a la aplicación de estos desarrollos teóricos en los campos de la vida cotidiana, de la formación y del trabajo. Presentamos una serie de ejemplos sobre tres temas: el análisis, el diseño y la formación.



Primera parte:

Actividades con instrumentos, posición en el campo social y enfoques científicos

El objetivo de esta parte es situar el enfoque instrumental con referencia a los problemas de los **campos sociales** (trabajo, educación, vida cotidiana), y a las preguntas de los **campos científicos** de la psicología, la didáctica y la economía.

Los problemas que se plantean en los **campos sociales**, los debates que los animan y las contradicciones y retos que los atraviesan son de tal amplitud, que nos parece muy difícil realizar un análisis exhaustivo y objetivo. Sin embargo mostraremos que algunas opciones, en particular las que postulan una tendencia a la eliminación de los “componentes humanos” de los sistemas de producción, no pueden constituir un marco pertinente para analizar las actividades con instrumentos, precisamente caracterizadas por la presencia de los hombres y de su actividad. Una problemática instrumental está necesariamente centrada en el hombre, inscrita en una opción antropocéntrica. La psicología, la

ergonomía y la didáctica pierden su razón de ser cuando no tienen en cuenta al hombre en actividad.

El posicionamiento en los **campos científicos** no pretende tampoco ser exhaustivo. Trata de identificar los principales enfoques de las actividades con instrumentos en el campo de la psicología, y en dominios de acción en los que la psicología contribuye, en especial la ergonomía y la didáctica.

Caracterizaremos en un primer momento los enfoques de la actividad del hombre en el trabajo que se basan en un punto de vista tecnocéntrico y tienden a darle a esta actividad únicamente un lugar secundario. Analizaremos después los puntos de vista que critican los enfoques tecnocéntricos, luego los argumentos a favor de un punto de vista antropocéntrico sobre los objetos y sistemas antropotécnicos. Este último punto de vista servirá de guía para situar los diferentes enfoques no psicológicos de los artefactos y de las técnicas; los enfoques psicológicos serán examinados en detalle posteriormente.

Capítulo uno:

En busca de un enfoque de las técnicas centrado en el hombre

Puntos de vista tecnocéntricos sobre la actividad del hombre en el trabajo

El siguiente es un chiste que cuentan los pilotos casi sin sonreír: “En los aviones del futuro sólo habrá dos puestos en la cabina: uno para un hombre y el otro para un perro. El perro estará allí para impedir que el hombre toque los comandos y el hombre estará allí para alimentar al perro”.

¿Qué realidad se esconde detrás de este chiste?

¿La actividad, un residuo?

Una de las tendencias actuales de la evolución del sistema productivo consiste en limitar el campo de la intervención humana, considerada como poco eficaz o fiable, demasiado costosa o demasiado arriesgada. Desde esta perspectiva es necesario reducir el lugar de los hombres, las tareas que tienen a su cargo y las acciones que realizan. Pero ni siquiera la ideología que sostiene la imagen de la fábrica sin hombres

puede ocultar que en la actualidad es imposible controlar todo y lograr que todo lo hagan las máquinas¹. Incluso desde esta perspectiva, sigue habiendo un lugar para los hombres, como en el avión del futuro en el que el piloto (aunque tal vez ya no recibirá este nombre) podría estar allí únicamente para atender casos en que problemas inesperados pusieran en dificultad a los sistemas automáticos, para subsanar averías e incidentes, o para asumir funciones limitadas para las que sería, provisionalmente, más eficaz que las máquinas.

En esta perspectiva el lugar del hombre es residual, es decir, el hombre ocupa un espacio cada vez más restringido: el espacio provisionalmente libre, porque aún no ha sido regulado tecnológicamente de manera satisfactoria desde el punto de vista de la fiabilidad, la seguridad, la eficacia, el desempeño, la utilidad, la óptima calidad, la automatización. Como lo subraya Clot (1992), “el camino que consiste en reorganizar las tareas con el objetivo de que los resultados ya no dependan del operario, este camino seguido a menudo y que la potencia de las máquinas contemporáneas permite imaginar como un camino amplio, consiste en mirar la actividad humana como un residuo”. Deja a los operarios únicamente el conjunto heteróclito de tareas demasiado complejas, o imposibles de automatizar, como nos recuerda Bainbridge (1982).

Sin embargo, la perspectiva “residual” sólo es una de las posibles opciones y debe situarse históricamente. Por ejemplo, Millot (1991) considera que la automatización se propuso en un primer momento crear sistemas de comandos que hicieran el funcionamiento totalmente autónomo, dejando a los operarios las tareas de decisión y de supervisión

1 No discutiremos aquí sobre la pertinencia y la legitimidad social de las decisiones de evolución del sistema productivo que se basan en el principio de una reducción del lugar de los hombres. Sin embargo pensamos que esta dimensión del problema es esencial en un período de expansión masiva del desempleo.

aún no automatizadas. Este punto de vista concuerda con los de Brodner (1987) o Craven y Slatter (1988): "los diseñadores adoptaron de manera predominante un enfoque tecnocéntrico para la concepción de los sistemas hombre-máquina, concentrando sus esfuerzos en la eficacia del capital fijo, y desconociendo los factores humanos».

No obstante, para Millot el concepto inicial de automatización que excluye al hombre, evolucionó luego hacia un concepto que trataba de reintroducir al operario en el sistema automatizado pero considerándolo como "un mal necesario", cuyos errores hay que limitar. Según este autor, hoy sería posible superar ese estadio con herramientas de ayuda para la decisión, que permiten a los operarios intervenir precozmente e incluso anticipar los incidentes. Así que está de acuerdo con los análisis teóricos basados sobre los resultados empíricos de Roth, Bennet, y Woods (1987), que afirman la posibilidad de desarrollar sistemas técnicos que no sean solamente prótesis destinadas a corregir las carencias de los operarios, sino que constituyan, por el contrario, instrumentos a su servicio.

Una visión pesimista de la intervención humana que conduce a una delimitación estricta de la actividad en el trabajo

El punto de vista "residual" corresponde a una visión pesimista de la intervención humana. Por ejemplo, David Noble (citado por Bernoux 1991), sostiene que se ha preferido el control digital de las máquinas abandonando otra opción en la que "la programación no sería realizada por ingenieros sentados delante de su terminal, sino por obreros de producción que controlan la máquina y programan nuevas tareas para ella: se trataría de programar haciendo". Según este autor, la opción de control digital corresponde a una visión pesimista de la

intervención humana, como fuente de errores en el proceso de producción, mientras que la segunda opción haría un llamado al buen criterio, a la competencia de los operarios. Un punto de vista que comparten Johnson y Wilson (1988): “la mayoría de las veces, los diseñadores conciben al operario humano como un elemento poco eficaz y poco fiable de los sistemas”.

En la perspectiva residual se restringe no sólo el espacio disponible para la actividad humana, sino que la naturaleza de la actividad tiende a ser delimitada de manera estricta. En efecto, se consideran como molestas las intervenciones humanas intempestivas, incluso para el funcionamiento de los autómatas y de las máquinas expertas.

En nuestro chiste, el perro representa esa “necesidad” de prohibir las iniciativas estorbosas, las acciones que causan problemas, o por lo menos de canalizarlas, prescribirlas de manera que se vuelvan inofensivas. En la concepción de los aviones por ejemplo, Gras y Scardigli (1991) resaltan la multiplicación de los sistemas que tratan de impedir las aceleraciones, las inclinaciones y los giros excesivos, es decir, tratan de impedir cualquier desviación de la norma, cualquier estilo personal de pilotaje. Las tareas confiadas al piloto se limitan al máximo.

A la visión pesimista sobre la intervención humana corresponden las decisiones tecnológicas de control y delimitación de la actividad.

Un ejemplo del punto de vista tecnocéntrico

Esas opciones están acordes con las decisiones de investigaciones tecnológicas fundamentales que conducen

también a una posición residual de la actividad humana. Por ejemplo, Sacerdoti (1977), en un libro que se inscribe en la corriente de investigación sobre la planificación en inteligencia artificial, se interesa por el diseño de robots autónomos. Convencido de que los medios de percepción de los robots serían durante mucho tiempo rudimentarios, intentó diseñar máquinas acopladas a un operario humano, con interacción permanente entre el usuario y el sistema. Su perspectiva es la concepción de máquinas para las que el hombre es un complemento indispensable, debido a la insuficiencia actual y previsible de los conocimientos tecnológicos (en este caso en materia de percepción artificial). Tiene como punto de partida el sistema técnico que incorpora al hombre como un complemento para lo que no es tecnológicamente tratable. El hombre no ocupa una posición principal, sino que recibe un papel secundario con respecto al punto de vista tecnológico. Por eso ese tipo de enfoque es llamado **tecnocéntrico**.

¿Cuál es la pertinencia de los puntos de vista tecnocéntrico y antropocéntrico?

De este primer enfoque se desprenden dos perspectivas principales:

- Una perspectiva **tecnocéntrica**, en la que el hombre ocupa una posición residual y en la que su actividad real no tiene un estatus propio; en la mayoría de los casos esta actividad sólo se puede concebir en términos del proceso técnico. Como lo dice el filósofo del trabajo Schwartz (1988), entonces la única solución es hablar de los hombres por medio de las cosas, cuando se entra en el trabajo únicamente por la técnica, incluso cuando se inscribe esta opción en una perspectiva humanista.

- Una perspectiva **antropocéntrica**, en la que el hombre ocupa una posición central desde la que se piensan las relaciones a las técnicas, a las máquinas y sistemas. Esta opción coloca la actividad del hombre en el corazón del análisis, y por eso permite operar la revolución necesaria para poder hablar de las cosas en función de los hombres – para retomar los términos de Schwartz.

Ninguno de esos dos puntos de vista es suficiente. El enfoque tecnocéntrico tiende a colocar al hombre en posición residual y no puede permitir pensar su actividad; una opción exclusivamente antropocéntrica es incapaz de pensar los sistemas técnicos en su especificidad tecnológica. La salida no está en la negación de uno de los enfoques (que constituyen más bien polos entre los que se sitúan múltiples intermediarios), sino en la articulación a la vez conceptual y pragmática de los mismos, que permita pensar un sistema de producción desde el punto de vista tecnológico y desde el de la actividad de los hombres.

Pero en la actualidad, las conceptualizaciones para pensar el lugar del hombre desde el punto de vista de su actividad no están suficientemente desarrolladas, o lo están menos que aquellas orientadas hacia la tecnología; incluso a veces se calcan de estas últimas. El enfoque de las actividades con instrumento constituye una de las vías para superar en parte este atraso y este déficit.

Vamos a ver en efecto, a través de las críticas que se expresan sobre los enfoques demasiado tecnocéntricos, que el desarrollo de las conceptualizaciones de carácter antropocéntrico parece ser necesario, e incluso, urgente.

Críticas a los enfoques tecnocéntricos

Se han hecho muchas críticas contra la concepción en la que el hombre está en una posición residual frente a la técnica. Por falta de espacio, sólo citaremos unas pocas, centradas en el campo de las actividades del trabajo y producto de la psicología y de la ergonomía (control de procesos e interacción hombre-computador), así como de las teorías críticas de la sociedad.

Control de procesos

La administración de los procesos industriales constituye hoy un reto importante, debido a los costos económicos, humanos y ecológicos de los incidentes y de los accidentes. Muchas investigaciones desde esta perspectiva tratan de determinar el origen de los errores considerados habitualmente como "humanos". Estas investigaciones llevan a cuestionar el origen de algunos de ellos. Por ejemplo, Reason (1990) muestra que una parte de los errores considerados como "humanos" en realidad se debe a causas profundas internas a los sistemas técnicos, causas que están presentes como agentes patógenos en un cuerpo humano.

La naturaleza de las tareas confiadas a los operarios en los procesos automatizados también es objeto de preguntas. En un texto de título inspirador, "Ironías de la automatización", Bainbridge (1982) hace notar que la eliminación progresiva de los hombres en provecho de los automatismos conduce, paradójicamente, a confiar a los operarios únicamente conjuntos de tareas heteróclitas, constituidas no en función de las necesidades de su actividad, sino a partir de lo que no es automatizable.

En el campo de la aviación, los debates sobre el lugar y el papel de los pilotos en los aviones de las nuevas generaciones son muy animados. Wiener y Curry proponían, desde 1980, que el piloto sea "reintroducido" en el ciclo de pilotaje pero en un "envoltorio" colocado bajo control del sistema. ¡A sus ojos, el piloto había salido del ciclo!

Morishige (1987) quien aboga junto con Rouse, Geddes y Curry (1987) por un enfoque de la automatización centrado en el operario, discute también la eficacia de la opción "todo automático". Para este autor que desarrolla investigaciones en el campo de los aviones de combate, los desempeños de los sistemas automatizados son susceptibles de crecer cuando los dispositivos técnicos entregan informaciones adaptadas a los pilotos, pero, como lo indican las curvas de su esquema (Figura 1), los desempeños globales tenderían a disminuir en caso de automatización mayor (cuando el sistema da soluciones o cuando ejerce él sólo el control fuera de toda intervención "manual"). El autor no presenta resultados empíricos para respaldar su tesis, pero el carácter radical de la misma es un indicador de la amplitud de las preguntas en este campo.

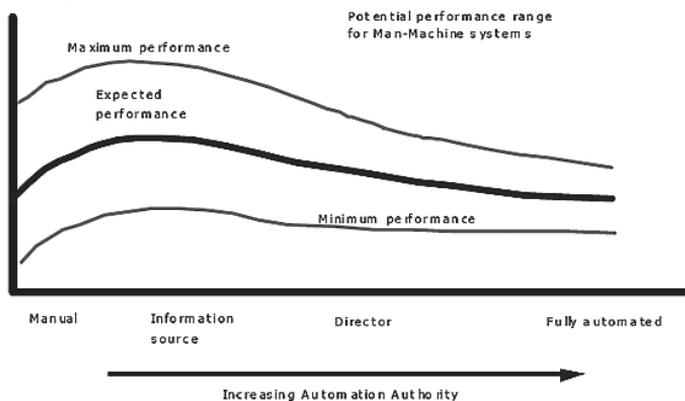


Figura 1. Desempeños del sistema hombre-máquina en la automatización de cabinas de avión (según Morishige 1987)

Interacciones hombre-computador

Asimismo, en el campo de las interacciones hombre-computador, Kammersgaard (1988) considera, de acuerdo con Ehn y Kyng (1984), el peso excesivo de la perspectiva “sistema” como un problema serio planteado para el desarrollo de las “aplicaciones”: muchas de las consecuencias negativas del uso de las aplicaciones en el trabajo son resultado de una atención insuficiente a los enfoques centrados en el hombre en el trabajo.

La perspectiva de sistema, muy difundida en la concepción informática, se considera como insuficiente porque los hombres son vistos como equivalentes a los demás componentes del sistema: un conjunto de componentes humanos y máquinas realiza tareas gracias a sus acciones relacionadas entre ellas. La tarea entonces no tiene expresión específica en el nivel del individuo. La interacción, en esta perspectiva, se considera como una transmisión de datos entre componentes humanos e informáticos. Esta transmisión debe ser efectiva y eficiente (es la mayor calidad de la interface) y para esto el usuario debe, en lo posible, actuar según modalidades similares a las de la máquina.

Estandarizar la interface y disciplinar al usuario se consideran buenas soluciones. Las investigaciones basadas en este punto de vista tratan de hacer la transmisión de datos más segura y más rápida: el problema esencial en el diseño es distribuir las tareas de procesamiento de los datos entre el hombre y la máquina.

Nuestros autores consideran que desde esta perspectiva, hay una reducción del trabajo humano a una actividad de procesamiento de datos, que es la única que se puede

conceptualizar, desde un punto de vista tecnocéntrico, en términos de procedimientos algorítmicos. En ruptura con este enfoque tecnocéntrico, el proyecto Utopía (en el que participa Kammergaard) fue desarrollado para que el usuario pueda tener una visión del sistema en la que hombres, máquinas, tareas y materiales se ponen en relación usando una terminología arraigada en el campo de las tareas significativas para el usuario.

Teorías críticas de la sociedad

Finalmente, la discusión de la perspectiva residual y de las opciones tecnocéntricas proviene también de las teorías críticas de la sociedad y de los sociólogos como Haudricourt (1964 y 1987), quien plantea sus deseos de una tecnología que sería finalmente una ciencia humana, o Habermas (1968) que realiza una crítica potente y estimulante de lo que llama el cognitivismo instrumental.

Lhote y Dulmet (1992) consideran que la referencia al trabajo humano está esencialmente ausente de los campos de investigación de las ciencias de ingeniería (óptica, electrónica, electrotécnica, ingeniería de procedimientos y de mecánica). Según los autores, sólo en la producción se toma conciencia parcialmente de la imposibilidad de evacuar el trabajo humano: los sistemas de producción estudiados son fundamentalmente híbridos, es decir, compuestos de recursos humanos y tecnológicos. La evolución de esos sistemas plantea con agudeza “la cuestión de la definición del nuevo papel de los hombres en los sistemas fuertemente informatizados y automatizados”. El trabajo debe tomar un lugar central en las ciencias para el ingeniero, pues según estos autores los especialistas de esas disciplinas deben reconocer que:

- El hombre está omnipresente cuando se deja de focalizar la mirada sobre los objetos demasiado puntuales y las intervenciones directas que soportan.
- El sueño de la fábrica sin hombres se convierte en pesadilla cuando se percibe, independientemente de su costo social inaceptable, los límites inevitables de las soluciones puramente automáticas o informáticas en materia de flexibilidad, de fiabilidad, de adaptación a los cambios, de reactividad a los imprevistos: los enfoques puramente técnicos se derrumban bajo el peso de la complejidad, del costo, el tiempo de desarrollo y finalmente de la eficiencia cuando se consideran sistemas inmersos en el entorno incierto y no estacionario como es el caso de la mayoría de las empresas actuales.

La crítica de la perspectiva residual emerge igualmente de las ciencias de la gestión y de las empresas. Por ejemplo, Freyssenet (1992) considera que la creencia en la posibilidad de reemplazar el trabajo o de prescribirlo completamente es una negación de realidad, y las ciencias del ingeniero y de la gestión comienzan a constatar que se agota a través de la multiplicación y la sofisticación de los dispositivos técnicos y de gestión, queriendo alcanzar el acto de trabajo en su adaptabilidad, su inventiva. Para el autor, esas ciencias, pero también algunas empresas, se preguntan hoy en día:

- Cómo definir un sistema técnico en el que el trabajador sería no un eslabón débil que puede comprometer la eficacia, sino por el contrario el actor de su fiabilización, de su desempeño y de su evolución.

- Cómo definir herramientas de gestión que no sean descriptivas, sino que sean ayudas al pilotaje de la acción de los colectivos de trabajo².

Estamos de acuerdo con la conclusión de Freyssenet: a medida que la lógica de sustitución y de prescripción ha avanzado, la irreductibilidad de la actividad de trabajo se ha hecho aun más sensible.

La problemática de las actividades con instrumentos se inscribe en la corriente crítica de la perspectiva en que la actividad humana está en posición residual. Trata de contribuir a una concepción antropocéntrica de los sistemas técnicos, verdaderamente centrados en un hombre actor de su trabajo y por eso actor de la fiabilidad, de la evolución y del desempeño de los sistemas técnicos en los que participa. Sistemas que deben ser entonces, a la vez, considerados como medios de producción en sentido amplio, e instrumentos para los hombres en el trabajo.

Hacia una concepción de las técnicas centrada en el hombre

Las críticas que acabamos de evocar convergen hacia un cuestionamiento de los enfoques en los que el lugar del hombre en el trabajo se piensa en referencia y en oposición a la ocupada por el sistema técnico, es decir, se piensa en una perspectiva residual y a menudo en los términos de la técnica misma. El mito de la fábrica sin hombres es parte del pasado; como lo subraya Dubois P (1992), es esencial contar con el hombre para hacer la técnica más eficaz.

² Evoluciones recientes en el seno de las ciencias de la gestión van en ese sentido cuando buscan no tanto identificar los costos, sino más bien garantizar que las competencias para producir el valor económico están presentes en la empresa y son movilizables (Hubault y Lebas 1993)

Está emergiendo una concepción diferente de las relaciones de los hombres con los sistemas técnicos; una concepción en la que los sistemas técnicos, las máquinas, se piensan en referencia a los hombres y no a la inversa; en la que el lugar del hombre es principal y el lugar de la tecnología se define con relación a él. Una concepción en la que el sistema técnico está centrado sobre quien la va a utilizar, en la que será imaginado, diseñado y realizado en referencia a la actividad de ese hombre (o de esos hombres) para quien será una herramienta, un instrumento. Tal concepción antropocéntrica de la técnica es necesaria y la idea de esta necesidad emerge, como vamos a ver, de múltiples lugares de investigación o de acción: empresas, necesidades de formación, la economía, políticas de investigación.

¿La búsqueda de la calidad en las empresas es un factor que vuelve a poner al hombre en el centro?

Algunas evoluciones actuales de los criterios a los que se somete la producción van en el sentido de darle un papel central al hombre. Aunque los criterios de productividad y costo no se han abandonado, se están implantando nuevos criterios. Es el caso de los criterios de calidad, que conducen, bajo ciertas condiciones, a replantear la pregunta del lugar del hombre en el sistema productivo. Ciertamente, algunas estrategias privilegian un enfoque tecnocéntrico del problema suponiendo un control total de los sistemas de producción, necesario para la repetibilidad, como es el caso en operaciones de certificación de calidad. El punto de vista de la actividad humana es difícil de implantar entonces, y como lo subrayan Christol y Mazeau (1993) el riesgo es la formalización extrema de las operaciones, una normalización vista como un fin en sí: ese regreso del lema “una mejor manera” es preocupante, en la medida en que uno de los límites del taylorismo fue

precisamente la dificultad de obtener la calidad. El control total del sistema de producción, únicamente por procedimientos repetibles, aparece cada vez más como un objetivo poco real. En efecto, la calidad es el resultado de un sistema donde confluyen materias primas heterogéneas; equipos de fiabilidad variable; reglas organizacionales con las que hay que contar para actuar eficazmente; hombres y mujeres diferentes entre ellos y cuyas características evolucionan permanentemente (Deltor 1993). Por eso en ciertas empresas se están desarrollando los enfoques antropocéntricos, que consideran a los hombres como productores de la calidad, e incluso en ciertos casos como los productores principales de la calidad.

Formación técnica y didáctica profesional

Paralelamente, en la enseñanza técnica, observamos una renovación del interés por las dimensiones de las competencias profesionales, como el saber-hacer, cuyo papel en la aplicación de las tecnologías contemporáneas había sido subestimado, o incluso negado.

Para Deforge (1991), a la vez actor y observador de la evolución de las enseñanzas técnicas en Francia, existe una doble corriente que ha empujado la enseñanza desde su fundación en 1919:

- Un movimiento de reagrupación de las actividades por áreas, liderado por la ideología racionalizante y unificadora de la enseñanza técnica, que siempre ha querido sobrepasar y borrar, por medio de la razón, las particularidades técnicas. Este impulso racionalizante, muy fuerte hasta años recientes, se oponía al saber-hacer,

considerando que no debía subsistir más que en los oficios artesanales “en vía de desaparición”.

- Una tendencia centrífuga que (contra esta voluntad de unidad), hace resurgir subdivisiones de origen corporativo o inspiradas por las restricciones del ejercicio de las profesiones.

La enseñanza técnica ha combatido fuertemente el saber-hacer, testimonia el autor que participó en esta lucha como inspector; pero según él, tiende a volver a otras opciones considerando que esos saberes tienen su lugar en los procesos industriales más evolucionados. En efecto, para Deforge, la eficacia del saber-hacer permite acercar a la realidad los modelos demasiado alejados que son producto de la tecnología. Considera entonces estos saberes como una fuente de calificación y de plusvalía específicos para la empresa.

La reintegración del saber-hacer en las formaciones del sistema educativo, se expresa actualmente en la forma de pasantías en las empresas, formaciones de adaptación, convenciones escuela-empresa. Pensamos que esto se debe en parte a la evolución del reclutamiento de profesores, que ha hecho perder al sistema educativo una parte de sus capacidades formativas en ese campo. En efecto, mientras que antes los profesores de las formaciones obreras eran profesionales confirmados, los mejores, hoy en día son principalmente diplomados de enseñanza técnica, cuya experiencia de empresa en algunos casos se ha limitado a algunas pasantías.

La exigencia de profesionalidad tiende a ser suplantada por exigencias de saber técnico, como lo mostró Tanguy (1991). La consecuencia de esto es un corte con la actividad de trabajo

que tiende a instituirse hasta en el reclutamiento de profesores y hacer más difícil la formación de la profesionalidad de los alumnos. No nos parece que el desarrollo actual de las múltiples formas de relaciones enseñanza-empresa, las pasantías, la extensión del aprendizaje hasta los niveles de formación más elevados, bastarán para contrarrestar los efectos problemáticos de las opciones excesivamente tecnocéntricas de la enseñanza francesa.

El surgimiento actual de nuevas perspectivas de investigación que buscan la constitución de una didáctica profesional va en el sentido de las conclusiones de Deforge (1991): la tecnología como ciencia de las técnicas nos permite comprender las técnicas, pero cuando se trata de efectuar actos técnicos en un medio técnico, una ciencia de las técnicas no basta, pues bajo las técnicas, está el hombre actor con su saber-hacer, su saber-ser y su afectividad.

Podemos esperar que la didáctica profesional (complementaria de la didáctica técnica), inicialmente dirigida a las formaciones profesionales en medio profesional, contribuirá también a la renovación antropocéntrica de la enseñanza técnica.

Ergonomía y antropotecnología

El enfoque ergonómico, cuya definición mínima es la adaptación del trabajo al hombre, se inscribe en una perspectiva antropocéntrica desde su origen.

No desarrollaremos aquí las evoluciones metodológicas, conceptuales y teóricas en este campo; solamente recordamos que más allá de una ergonomía de los factores humanos (a veces calificada de ergonomía “de la mesa y la silla”) que se basa en análisis en términos de “propiedades” del hombre que hay que tener en cuenta en una situación de trabajo, se ha desarrollado, especialmente bajo la influencia de la

escuela francófona, una ergonomía centrada en la actividad del hombre en el trabajo, que integra y supera los enfoques en términos de factores humanos. Finalmente, el período actual está marcado por la emergencia de enfoques cognitivos que intentan tratar más específicamente las dimensiones cognitivas de la actividad, en relación con las evoluciones contemporáneas del trabajo y la difusión masiva de las máquinas basadas en el procesamiento de la información (ver por ejemplo Green y Hoc 1991, Hollnagel 1991, Thon & al. 1991, De Keyser 1991).

Por ejemplo, en el campo de las investigaciones sobre las interacciones con las máquinas de procesamiento de la información, Floyd (1987) opera una distinción entre dos paradigmas correspondientes a los puntos de vista posibles en una perspectiva de diseño y de investigación:

- Un paradigma definido como orientado al producto, a la máquina, punto de vista calificado de tradicional, pensando al usuario como estático, con una interacción con la máquina fijada y predefinida en la máquina.
- Un paradigma que considera los computadores como herramientas para personas que hacen un trabajo real.

El autor privilegia este segundo punto de vista centrado en el proceso de uso. Aboga por una extensión de la noción de usuario: según él, hay que ir hacia una concepción que lo considere como una persona que realiza un trabajo de verdad.

Asimismo para Bannon & Bodker (1991) los artefactos no deben analizarse por sí mismos ni de manera aislada; deben analizarse en los ámbitos en que son usados que a su vez no son estáticos, sino que evolucionan y se desarrollan en el tiempo. Por eso la necesidad de un punto de vista histórico sobre la tecnología.

Esas reflexiones y análisis que parten del uso de las herramientas informáticas conducen a la búsqueda de prácticas de diseño, antropocéntricas, de las que hace parte el libro de Norman y Draper (1986) "User centered system design: New perspectives in Human Computer Interaction".

La necesidad del desarrollo de puntos de vista antropocéntricos aparece también en el campo de los sistemas de producción. Clegg (1988) propone la idea de que los usuarios participen en el diseño de las tecnologías avanzadas de producción. Esta perspectiva de apropiación tiene que entenderse en un doble sentido: los usuarios deben apropiarse los problemas y las soluciones en el sentido en que deben adaptarse a ellos, pero también en el sentido en que ellos pueden volverse de cierta manera su propiedad.

Numerosos autores han desarrollado la opción de enfoque antropocéntrico de las tecnologías de producción avanzadas en una perspectiva ergonómica. Corbett (1988), quien sitúa sus orígenes en los trabajos que se desarrollaron a finales de la década de 1970, resume, a partir de un análisis de la literatura, cinco características principales:

- El enfoque antropocéntrico se basa en las competencias de los usuarios y busca desarrollarlas, mientras que el enfoque convencional tiende a incorporar a los usuarios a las máquinas y contribuye de esa manera a descalificar a los operarios.
- Una tecnología antropocéntrica busca aumentar los grados de libertad de los operarios para definir sus propios objetivos y actividades de trabajo. El control se ejerce en el sentido hombre tecnología y no en el sentido inverso.

- Las tecnologías antropocéntricas buscan reducir la división del trabajo.
- Las tecnologías antropocéntricas buscan facilitar la comunicación social (formal e informal) entre los operarios.
- De una manera más general, las tecnologías antropocéntricas deben buscar el desarrollo de entornos de trabajo más compatibles con la salud, la seguridad y la eficacia del trabajo.

Pero más allá de esos desarrollos de una ergonomía centrada en la situación de trabajo y más generalmente en la actividad, la necesidad de ampliación del campo de la ergonomía se ha hecho realidad. El concepto de una macroergonomía que incluya la organización y la formación también fue propuesto por Hendrick (1987), quien hace suyas las preguntas relacionadas con la industrialización de los países recientemente independizados (Chapanis 1975, Seurat 1977) y las perspectivas antropotecnológicas desarrolladas por Wisner (1976, 1985) para abordar el problema de la transferencia de tecnología hacia los países en vías de desarrollo, cuyas condiciones económicas, climáticas, organizacionales y culturales, y más ampliamente antropológicas, son diferentes de las de los países donde se origina la tecnología. No obstante, como lo subraya Montmollin (1992), los enfoques macroergonómicos, aunque corresponden a verdaderos problemas, se basan con frecuencia en un aparato teórico vago y ecléctico, a menudo más cercano de la ideología que de un enfoque realmente científico. Hace falta y es urgente un inmenso trabajo teórico en este campo.

La perspectiva antropocéntrica de las relaciones de los hombres con las tecnologías se extiende más allá de la situación de un individuo en el trabajo, para considerar las dimensiones colectivas del trabajo y las especificidades antropológicas de los grupos humanos a escala del planeta. No por eso pierde su relación con el sujeto que actúa con herramientas de las que debe apropiarse en condiciones renovadas, como analiza Guillevic (1990).

Orientaciones de política de investigación

La necesidad de un desarrollo antropocéntrico de las técnicas se traduce también en los análisis y las recomendaciones en materia de política de investigación europea. Por ejemplo, para Cooley (1989), los sistemas actuales se diseñan de manera predominante desde una perspectiva tecnocéntrica. Según este autor, estos sistemas tienden a hacer al hombre pasivo y a la máquina activa. Son producto de una concepción dominada por las tres características esenciales de las ciencias de la naturaleza (predictibilidad, repetibilidad y cuantificación matemática) y que tiende a excluir la intuición, el juicio subjetivo, los conocimientos tácitos, la imaginación y la intencionalidad. Para este autor, esta perspectiva tecnocéntrica es la consecuencia de una tendencia a marginar al hombre y a transformarlo en apéndice pasivo de la máquina, y, para apoyar su argumento, recuerda la sugerencia formulada en un artículo de *American Machinist*: el trabajador ideal para la mayor parte de las máquinas de control digital sería un retrasado mental con edad mental de 12 años.

Sin embargo, como lo subraya Martin (1989) en el mismo informe, todas las tentativas de diseño de máquinas de comando numérico que tratan de liberarse de las competencias de los operarios han fracasado. A pesar de la automatización parcial de las operaciones, las habilidades y conocimientos

relativos a la producción siguen siendo indispensables para utilizar esas máquinas eficazmente. Por eso los sistemas basados en un enfoque exclusivamente tecnocéntrico tienen serias dificultades: son poco robustos, poco flexibles y muy sensibles a las perturbaciones. Entonces es necesario, según los autores, desarrollar tecnologías antropocéntricas que asocien las habilidades y la ingeniosidad humana con las formas avanzadas de la tecnología en una verdadera simbiosis. Este mismo informe recomienda desarrollar, entre otros, las investigaciones sobre el diseño de sistemas antropocéntricos y herramientas en oposición a las máquinas; además, en el campo de la educación, recomienda desarrollar las investigaciones sobre metodologías de formación por medio del uso de las nuevas tecnologías, así como la elaboración y la generalización de los conocimientos en el aprendizaje por la acción.

Conclusión: es necesario considerar los hechos técnicos en sus dimensiones de hechos psicológicos

En un libro que trata de constituir la tecnología como ciencia humana, Sigaut (1991b) subraya hasta qué punto es extraña la creencia según la cual las técnicas no serían hechos sociales. La idea de que las técnicas no serían hechos psicológicos es una creencia que nos parece también extraña: las técnicas deben integrarse a las problemáticas de la psicología con dos grandes vías posibles.

- Una de esas vías consiste en pensar hombre y máquina en términos equivalentes. Es una vía ampliamente recorrida, en particular en el campo de la cognición, y a veces se tiene la impresión de que los límites de la metáfora de la máquina todavía no han sido identificados y controlados. Por ejemplo, según Feigenbaum (1991), el pensamiento humano o mecánico es de igual naturaleza; “la humanidad

es una mecánica” dice, y para él, la naturaleza de la encarnación física, material, que soporta el pensamiento, no tiene importancia, ya que el pensamiento puede reducirse a la manipulación de símbolos. “¿Por qué es importante la encarnación física? ¿Qué consecuencias tiene el hecho de que estemos hechos de carne y hueso... nos preguntamos qué cuerpo tenía Einstein? Nunca pensamos en eso cuando evocamos la teoría general de la relatividad” afirma el autor.

Onfray (1991) nos recuerda muy a propósito que esas tesis no son nuevas; la oscilación entre comprender al hombre como una máquina y construir máquinas que lo simulen tiene raíces antiguas. En el siglo XVI ya había un doble enfoque: el cuerpo comprendido como una máquina y máquinas que simulaban el cuerpo (por eso el éxito de los autómatas). Descartes, por ejemplo, disecaba animales, y tal vez seres humanos, y trataba de desarrollar autómatas.

Podemos preguntarnos si las afirmaciones de Feigenbaum no son, a su manera, formas contemporáneas de actualización de esta perspectiva en términos de cognición y si no producirá risa mañana el esquematismo de esas afirmaciones como nos reímos hoy en día de las hipótesis de los mecanismos del siglo XVI y de las predicciones fantasistas (y sin duda provocadoras) de un Minsky: “la inteligencia artificial, la de las máquinas, será pronto tan desarrollada que tendremos suerte si los computadores aceptan tomarnos como animales de compañía”. Pero parece que esas predicciones tardan un poco en verificarse. ¿Será porque en definitiva los procesos informáticos y los procesos de pensamiento y de actividad humana no son reductibles los unos a los otros?

- Otra vía consiste en tratar de pensar máquinas y hombres en términos diferentes, a no reducir los unos a los otros, analizando las actividades técnicas en referencia al hombre. Es en esta perspectiva en la que se inscribe el enfoque instrumental que desarrollaremos en este libro.

La técnica es la manera como alguien hace alguna cosa, escribió el historiador Lynn Whiteen, una fórmula cuyo interés, según Sigaut (1991), es recordarnos que el “alguien” es esencial, porque es quien nos indica la escala correcta. Una técnica sólo existe cuando es practicada, es decir, cuando pasa por alguien que, después de aprenderla o inventarla, la aplica de manera eficaz. No hay técnica sin esta eficacia y sin las habilidades humanas que implica. Entonces hay que observar las técnicas allí donde esas habilidades se producen. Ese lugar está siempre en la escala de uno o de algunos individuos. La realidad observable de la técnica está a la escala de un hombre o de un pequeño grupo de hombres. Apoyamos totalmente esta conclusión. Y aunque pensamos que los análisis deben situarse en diferentes niveles (la red de las cajas negras que son las oficinas de correo, las entradas- salidas y los flujos, las relaciones con otros sistemas, etc.), compartimos el punto de vista del autor para quien la escala privilegiada es aquella en la que hay contacto directo entre los hombres y los objetos materiales, y agregaremos, más generalmente entre los hombres y los objetos fabricados, los artefactos, incluyendo los simbólicos, y los usos que les están asociados. Esta escala de análisis es precisamente la de la psicología, aunque no exclusivamente.

El enfoque instrumental se sitúa entonces en la escala de análisis de los hechos técnicos como hechos psicológicos. Se inscribe como una contribución a la reflexión teórica y el examen empírico de las relaciones hombres-sistemas técnicos

centrados sobre el hombre, vistos desde el punto de vista de aquel cuando está implicado en actividades y acciones reales, situadas en sus contextos en el trabajo, en formación o en la vida cotidiana.

Interés y límites de los enfoques no psicológicos de las técnicas y de los artefactos

El desarrollo de los puntos de vista relativos a la técnica centrados en el hombre necesita disponer de herramientas teóricas y metodológicas adecuadas para sus metas, y compartimos el punto de vista de Hatchuel (1992), quien aboga por un enriquecimiento del análisis de la técnica. Para esto, dice este autor, es necesario basarse en teorías intermediarias que no sean la paráfrasis del lenguaje propio del mecánico, del automatizador o del químico y que no sean tampoco un simple discurso sobre los acuerdos sociales. Las nociones de herramienta, instrumento, procedimiento, prototipo, máquina, ensamblaje, montaje, integración, ya son para este autor nociones intermediarias que se utilizan espontáneamente, pero son frágiles.

Los actores sociales movilizan saberes particulares que dependen de las relaciones que construyen con los objetos técnicos: sus intenciones, sus usos, sus fantasmas. Decir que un objeto tiene un funcionamiento es, para Hatchuel, una simplificación abusiva: un objeto técnico tiene los funcionamientos que nuestros saberes nos permiten pensar o descubrir, y debemos reconocer que un mismo objeto puede ser compatible con varios tipos de saberes técnicos y, por lo tanto, también con varios tipos de competencias técnicas. Preguntándonos sobre categorizaciones posibles del saber, miramos los objetos técnicos de una manera que permite reconstituir la naturaleza de las relaciones que un actor tiene con ellos, así como la validez y la legitimidad de sus acciones.

El enfoque de Gonod (1991) va en el sentido de una aclaración de esas relaciones. Él propone una visión de conjunto de las lógicas que funcionan en nuestras relaciones con los artefactos técnicos (Figura 2). El autor distingue cuatro lógicas: de construcción, de funcionamiento, de uso y de evolución, a partir de las cuales sitúa los enfoques de las diferentes disciplinas científicas (Figura 3). El interés del enfoque de Gonod se debe al intento de situar y coordinar los puntos de vista posibles, pero todavía es insuficiente: el lugar que le da a la actividad del hombre está limitado, lo que se traduce, como podemos constatar en la Figura 3, por la ausencia de toda referencia a la psicología como disciplina que permita analizar los hechos técnicos. Conviene entonces completar la síntesis de Gonod :

- Tomando como base la Figura 2, es necesario agregar por lo menos una lógica de diseño, correspondiente a la actividad de los diseñadores (y, por lo tanto, en relación con —pero distinta de— la lógica de construcción) y dar una acepción psicológica a las otras dimensiones, en particular, a la lógica de uso.
- Agregar a los enfoques identificados en la Figura 3 la familia de las disciplinas que está ausente: psicología, economía, didáctica.

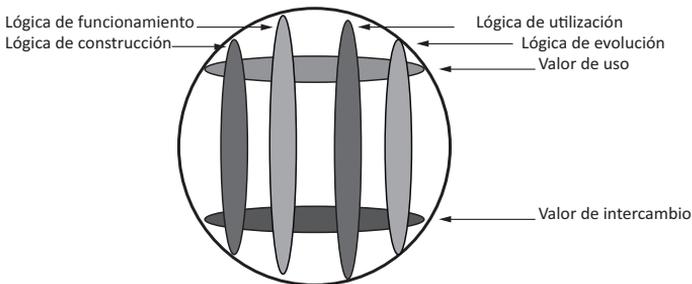


Figura 2: Multidimensionalidad de la tecnología (Según Gonod 1991)

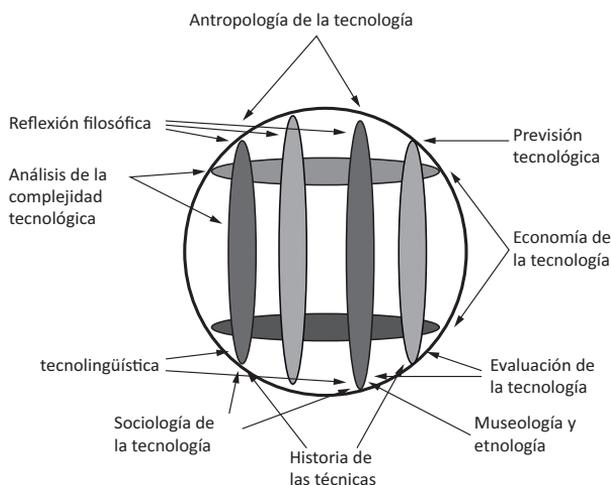


Figura 3: Multiplicidad de enfoques científicos de la tecnología (según Gonod 1991)

Perrin (1991b), da un paso en esta dirección: critica el punto de vista según el cual la tecnología es una aplicación de las ciencias; según él, hay que distinguir los procesos de conocimiento de las ciencias de la naturaleza y de las ciencias de lo artificial.

La historia de las ciencias del ingeniero (ingeniería civil, mecánica, química...) muestra, según este autor, que las ciencias de la ingeniería sólo han progresado cuando se han enfrentado al diseño y la realización de nuevos artefactos. La producción de conocimientos técnicos está completamente relacionada con la producción de artefactos: es la acción de diseñar un nuevo objeto técnico la que engendra el proceso de transformación y producción de los conocimientos técnicos. Afirmar que las actividades de diseño de los artefactos son el lugar de la producción de conocimientos técnicos es aceptar explicar la producción de los conocimientos técnicos a partir de las características específicas de esas actividades de diseño.

Es también hacer la hipótesis de que las leyes de la evolución y la génesis de los objetos técnicos son resultado de las características propias de los procedimientos intelectuales y organizacionales que se utilizan para el diseño (Perrin 1992).

Desde el punto de vista desarrollado por Perrin, aparece el trabajo de los diseñadores, que es una parte de la actividad del hombre. Pero se limita a la esfera del diseño de los artefactos: no hay producción de conocimientos técnicos en el uso. Así se desconoce la esfera de la utilización y los procesos de producción de conocimientos relacionados con ella: los conocimientos y representaciones por la acción o para la acción.

Afirmar que los conocimientos técnicos sólo pueden progresar por medio del diseño y la construcción de nuevos objetos técnicos pertenece a un punto de vista en parte tecnocéntrico, en el que la técnica se reduce a objetos y sistemas; la única actividad que se toma en cuenta es la de los diseñadores socialmente designados como tales.

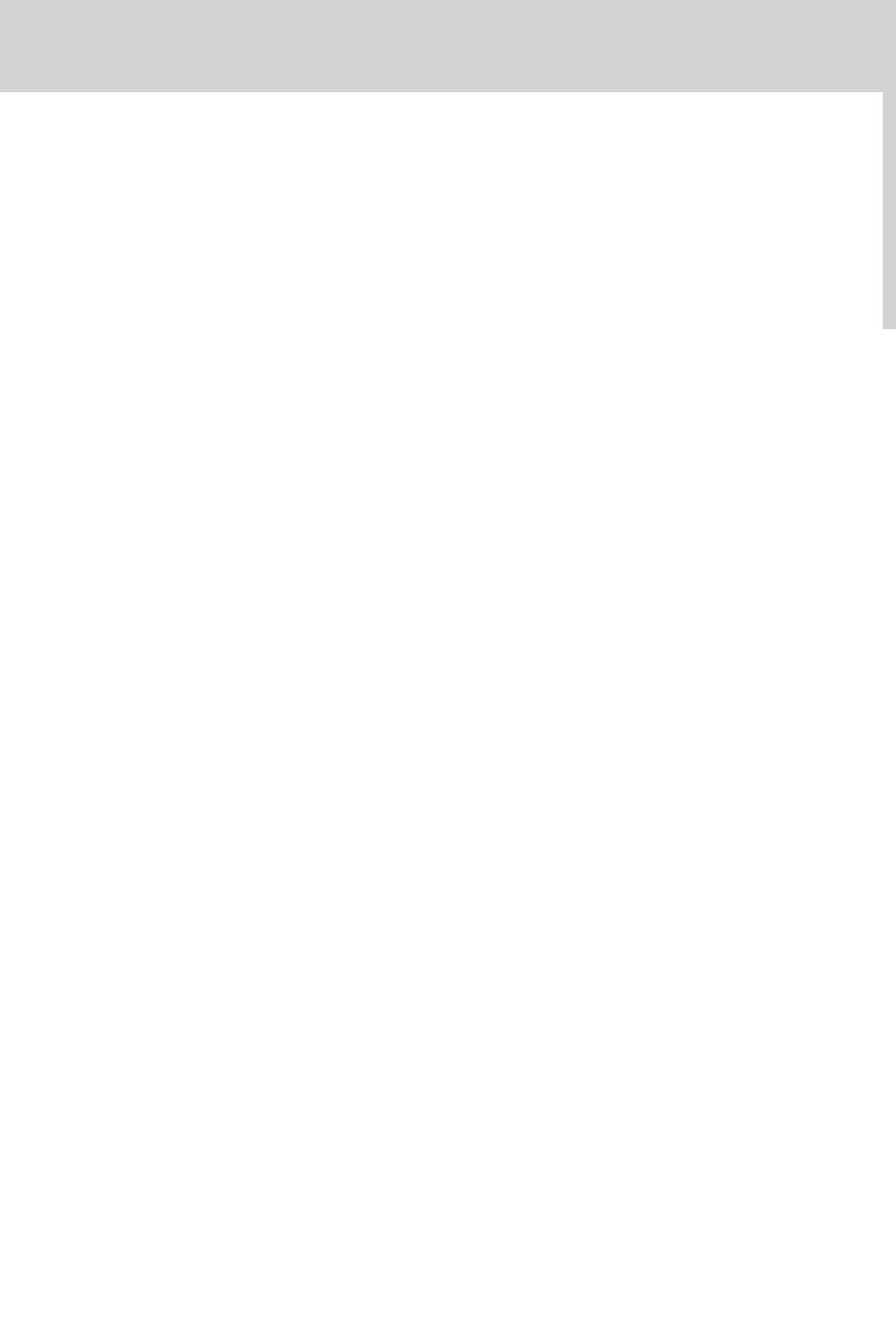
La posición de Perrin podría tener un sentido diferente si la idea de diseño tuviera también otro sentido: el diseño continúa durante el uso, a través de los usos, como diseño de los usos mismos, pero también por un cuestionamiento de los objetos técnicos en sí mismos. Según este punto de vista, el uso también es lugar de producción de saber técnico, en particular del saber relativo a los artefactos como instrumentos.

El enfoque instrumental trata de contribuir a la elaboración de los conceptos y las teorías intermediarias que Hatchuel había señalado como necesarias. Se trata de acceder a una comprensión en profundidad de una de las formas de relación

con los objetos técnicos: la relación de uso, de utilización, a partir del estudio de las relaciones instrumentales que los sujetos mantienen con los artefactos en la acción. Analizaremos cómo los sujetos construyen estas relaciones y qué significado tienen para ellos, los actores mismos, es decir, desde un punto de vista que podemos calificar de intrínseco. Tal empresa supone operar una distanciación con respecto a las conceptualizaciones del saber tecnológico y elaborar y hacer consistentes los conceptos intermediarios necesarios para esta empresa.

Nos unimos a los puntos de vista de autores como Bannon y Bodker (1991), para quienes, como los artefactos existen en la actividad y la actividad los transforma constantemente, no deben ser analizados como cosas sino como mediadores del uso. Los artefactos no solamente son medios individuales, sino portadores de repartición y división del trabajo, tienen un significado incorporado en una práctica social. Por este hecho, los artefactos evolucionan sin cesar y reflejan un estado histórico de la práctica de los usuarios, al mismo tiempo que modelan esta práctica. Para estos autores, un programa informático, por ejemplo, debe considerarse como un conjunto de herramientas cuyo diseño crea nuevas condiciones de trabajo individual y colectivo. La introducción del artefacto no sólo cambia los aspectos operacionales sino también todos los otros aspectos de la práctica. Por eso, el objeto central de la investigación debe estar constituido por los procesos de utilización y no por el artefacto en sí mismo. Precisamente en esta perspectiva proponemos una conceptualización psicológica de los artefactos como instrumentos, conceptualización que tratamos de hacer pertinente tanto para la ergonomía como para la didáctica. Conservando la articulación con las conceptualizaciones que son producto de los campos tecnológico, antropológico,

sociológico y filosófico, definiremos el instrumento en la esencialidad de la relación que lo constituye: **el uso que el sujeto hace del artefacto como medio para su acción**. El punto de vista que se tomará es aquel en que las máquinas, los objetos técnicos, los objetos y sistemas simbólicos, es decir, los artefactos se consideran como instrumentos materiales o simbólicos.



Capítulo dos:

Los enfoques psicológicos de las técnicas y los artefactos como puntos de referencia

La conciencia de la necesidad de un punto de vista instrumental sobre las técnicas y los artefactos no es un privilegio de nuestra época de “nuevas tecnologías”. Revisaremos las principales concepciones en esta materia. La historia es muy larga, aunque un poco caótica, hecha de avances rápidos y de estancamientos a veces perdurables. Veremos que en la actualidad aparece una renovación, deseable para muchos.

Vygotsky, una visión fundadora todavía viva: el instrumento en el corazón del desarrollo y del funcionamiento del psiquismo

Vygotsky es uno de los autores más profundos y más determinantes: muchos de los autores que citaremos se sitúan bajo su perspectiva, o siguen de cierta manera caminos abiertos por él, durante lo que Rivièrè (1990) llamó legítimamente una prodigiosa década de producción, la comprendida entre 1924 y 1934. Vygotsky mismo se inscribía, como lo recuerda Bronckart (1985), en las perspectivas exploradas en filosofía, especialmente por Spinoza, Hegel y Marx.

En un texto de 1931, Vygotsky desarrolla las bases epistemológicas de su enfoque de la psicología. El comportamiento de un adulto contemporáneo, culturalmente evolucionado, es resultado de dos procesos diferentes de desarrollo psíquico. En términos filogenéticos se trata, por una parte, del proceso de evolución biológica que lleva a la aparición del homo sapiens; por otra parte, el proceso de desarrollo histórico a través del cual el hombre primitivo evolucionó culturalmente. Toda la dificultad del estudio de las funciones psíquicas superiores procede del hecho de que estas dos dimensiones de evolución biológica y cultural están fusionadas en un proceso, a la vez unitario y complejo: la ontogénesis.

Las dos formas fundamentales del comportamiento cultural son, para Vygotsky, la utilización de instrumentos y el lenguaje humano. Como lo subraya Verillon (1988b), Vygotsky hizo algo que no hicieron otros autores que comparten sus preocupaciones relativas a las especificidades del desarrollo cognitivo humano en interacción con los artefactos: intentó describir los procesos psicológicos que permitirían explicar tal desarrollo.

Esta tentativa coloca las actividades con instrumentos en el corazón del problema de la constitución y el funcionamiento de las funciones psíquicas superiores en el hombre. En 1930, basándose en la noción de técnica interior desarrollada por Claparède, Vygotsky propone para la psicología un método instrumental que se basa en el principio de una similitud entre el rol de los “instrumentos psicológicos, adaptaciones artificiales” que buscan controlar los procesos psíquicos del hombre y el rol de los instrumentos en el trabajo.

La integración del instrumento al proceso de comportamiento pone en acción toda una serie de nuevas funciones

relacionadas con el uso y el control del instrumento; éste sustituye, y hace inútil, toda una serie de procesos naturales; transforma el desarrollo y los aspectos particulares de todos los procesos psíquicos que entran en la composición de lo que Vygostky llama el acto instrumental. El instrumento sustituye ciertas funciones por otras, recrea y reconstituye toda la estructura del comportamiento, así como el instrumento técnico reestructura toda la constitución de las operaciones de trabajo. Tomados en conjunto, los procesos constituyen una unidad compleja, estructural y funcional, orientada hacia la solución del problema propuesto. El instrumento los coordina, y en el curso de la actividad, los define; forman un nuevo complejo: el acto instrumental. Al igual que el trabajo, como actividad apropiada para un fin, no se puede explicar de manera satisfactoria limitándose a metas y problemas, la explicación debe referirse al empleo de las herramientas; la explicación de las formas superiores de comportamiento es la de los medios que permiten al hombre controlar el proceso de su propio comportamiento (Vygostky 1934).

Debido a las investigaciones profundas sobre el lenguaje, que llevó a cabo desde una perspectiva instrumental, los trabajos de Vygostky tuvieron, y todavía tienen, una gran influencia sobre las investigaciones psicológicas en ese campo (Wertsch 1979, 1985; Bruner & Hickmann 1983). Pero también se entiende que esta misma perspectiva instrumental esté destinada a tener una influencia creciente en el campo de estudio y de diseño de las relaciones con los artefactos y las técnicas. En cinco de los quince capítulos de un libro que reúne textos de varios autores, y que plantea la necesidad de una refundación de la psicología en el campo de las interacciones hombre-computador (Caroll 1991a), aparecen citas a Vygostky. Esta influencia podría aumentar, teniendo en cuenta que se ha encontrado un manuscrito inédito que trata

específicamente del enfoque instrumental, “el instrumento y el signo en el desarrollo del niño” (Zazzo 1989) y se ha anunciado su publicación¹.

Las técnicas son constitutivas del medio humano y de los medios de transmisión de los logros de la especie

El enfoque de Leontiev retoma las perspectivas abiertas por Vygotsky y las presenta en artículos (por ejemplo, Leontiev 1965) y los libros publicados en francés (Leontiev 1975 y 1976) uno de los cuales es una síntesis elaborada a partir de múltiples textos y artículos.

La relación con los artefactos e instrumentos constituye una dimensión importante del dispositivo teórico. Leontiev retoma las hipótesis de Vygotsky sobre cómo el uso del instrumento produce una recomposición global de la actividad, aparentemente sin aportar una contribución realmente nueva.

Su aporte es más bien relativo: por una parte, un desarrollo sistemático de los conceptos de la teoría de la actividad, por otra parte, una conceptualización de la noción de artefacto en relación con el desarrollo del psiquismo humano, aunque allí todavía se basa en las reflexiones de Vygotsky. Sobre este punto vamos a insistir también.

La distinción entre objetos naturales y artefactos no es necesaria en manera alguna para una elaboración teórica del desarrollo del psiquismo animal, mientras que sí lo es para el desarrollo del psiquismo humano. En efecto, cuando el animal utiliza una herramienta, incluso fabricada

¹ Será interesante comparar esta obra con el texto publicado bajo el título cercano en el recuento *Mind in Society* (Vygotsky 1978).

por los hombres, ésta es para el animal un elemento de su medio “natural” al que debe adaptarse. En la herramienta, el animal no encuentra más que una posibilidad natural de realizar su acción instintiva, por ejemplo acercar una fruta. La herramienta del simio realiza una cierta operación, pero esta última no queda inscrita en la herramienta: cuando ha cumplido su función en las manos del simio, pierde todo su interés, y no se convierte en un soporte permanente de esta operación.

Sucede algo muy diferente con el instrumento humano que hace parte del mundo no natural producido por la cultura humana. El instrumento no solamente es un objeto de forma particular, con propiedades físicas determinadas; es, sobre todo, un objeto social que tiene modalidades de empleo elaboradas en el curso del trabajo colectivo. Es portador de operaciones de trabajo que están como cristalizadas en él.

Es uno de los puntos centrales de la teoría de Leontiev: el de la fijación de los logros de la especie humana. Mientras que la evolución de las especies animales se hace por la vía de lo biológico, la evolución humana se hace por la vía de la fijación de los logros de la especie en el seno de los fenómenos externos de la cultura material e intelectual.

Gracias a la apropiación de esos logros, cada hombre adquiere capacidades realmente humanas. Incluso los instrumentos, herramientas de la vida cotidiana, deben ser descubiertos activamente en sus cualidades específicas, según dice Leontiev. El hombre debe efectuar con respecto a ellos una actividad práctica o cognitiva que responde de manera adecuada a la actividad humana que ellos encarnan, es decir, debe reproducir las huellas de la actividad cristalizada (acumulada) en el objeto.

Por seductor que pueda ser este enfoque teórico, ningún elemento empírico ha aportado un verdadero apoyo a la tesis de la apropiación, aparte de algunos ejemplos didácticos. Leontiev nos deja hambrientos. Sin embargo, vamos a ver que no es el único autor que plantea un enfoque culturalista del psiquismo humano y del lugar de los artefactos y las técnicas.

Wallon, en numerosos textos (Wallon 1935, 1941, 1942, 1951), se pregunta por las relaciones de los hombres y las técnicas, formulando en particular hipótesis relativas a sus efectos posibles sobre el desarrollo de los niños y, más generalmente, sobre la manera como pueden afectar e incluso transformar la cognición.

No se puede concebir al niño aparte del medio donde se opera su crecimiento, medio en el que penetra desde su nacimiento. El universo al cual debe adaptarse, sobre el que él modela su actividad y sus impresiones, no es invariable y eterno. Es el conjunto de los objetos propios de su época: su cuna, su tetero, sus pañales, el fuego, la luz artificial; más tarde, los muebles cuyas estructuras manipula, las herramientas que le dan sus costumbres o le enseñan a modelar las cosas, las técnicas del lenguaje, y de la explicación, de la comprensión que regulan sus pensamientos, imponiéndoles, a través de marcos conceptuales lógicos, la separación de las fuerzas, de los objetos que pueblan el mundo puesto hoy a su disposición por milenios de elaboración material y mental.

El medio al que reacciona el niño no es solamente físico, es el medio que el hombre se creó por su actividad. Un medio social del cual depende el niño entre más pequeño sea. Las técnicas, los artefactos, los instrumentos, junto con el lenguaje o las costumbres, hacen parte de ese medio social para el cual, según Wallon, el hombre se transforma a sí mismo al transformar sus condiciones de vida.

Partiendo de la idea, expresada por Langevin, de que las nociones que utilizamos para representar las cosas familiares son producto de un contacto ancestral y lejano con ellas, Wallon se pregunta sobre sus desarrollos en relación con las nociones del medio técnicamente estructurado: ¿en qué se convertirá la noción de presencia de un ser, es decir la posibilidad de asignar a impresiones de la vista y del oído combinados una misma cualidad espacial, para un niño parado frente a un radio? A las relaciones de tiempo y espacio que habían elaborado quienes caminaban en la extensión y la duración al compás de sus piernas, al paso de sus rebaños, es imposible que, por sus rápidas contracciones del espacio y el tiempo, el avión no aporte modificaciones. La rapidez así experimentada en su extrema variabilidad, podría hacer más concretas, más vívidas, más íntimas las relaciones entre espacio y tiempo.

Los ejemplos de Wallon hoy resultan anticuados, pero las preguntas que se hacía hace más de cincuenta años no han perdido nada de su pertinencia e importancia en una época que ve por ejemplo, emerger “realidades virtuales”. Sus preguntas son muy profundas en sus implicaciones psicológicas y nos asombra ver hasta qué punto cubren las problemáticas muy contemporáneas relativas a las categorías del conocimiento, al carácter situado del mismo² (Dubois 1991, Rosch 1975, 1978, Weill Fassina, Rabardel & Dubois 1993) y, al mismo tiempo, incluyen los artefactos (en el sentido amplio), las técnicas, y los instrumentos como objetos psicológicamente significativos.

En efecto, según Wallon la fórmula de las categorías del conocimiento no se puede considerar como dada de una vez

² El conocimiento está situado en el sentido en que está fuertemente asociado, para el sujeto, a las situaciones en las que lo construye o lo utiliza. Esas situaciones son a la vez dependientes de la historia singular del sujeto y de la historia de la sociedad y de la cultura en las cuales se inscribe esa historia.

por todas. Tales categorías acompañan la actividad humana en su poder de utilizar las cosas. Son el testigo de las leyes y las estructuras que nuestras técnicas nos permiten descubrir y poner en juego en la naturaleza.

Técnicas humanas y animales: rupturas y continuidades

Una de las ideas clave de la psicología histórica desarrollada por Ignace Meyerson, como nos recuerda Vernant (1987), es precisamente que el hombre debe estudiarse allí donde ha puesto más de sí mismo: en lo que fabricó, construyó, instituyó, creó para edificar este mundo humano que es su verdadero lugar natural: las herramientas, las técnicas, las lenguas, las instituciones, la literatura, las artes, etc.

En efecto, para Meyerson (1948) el instrumento, la máquina, plantea a la psicología múltiples problemas, dentro de los cuales está el hecho de que la nueva técnica actúa sobre el hombre, le da forma. El hombre frente a la herramienta puede ser amo o engranaje; puede sentirse más o menos dependiente; puede hacer parte de la máquina de maneras diversas.

Los objetos humanos, los “artificios”, como los designa, son mundos mediadores que forman pantallas sucesivas entre el hombre y la naturaleza. Toda técnica nueva tiene como fuente y como acompañamiento una novedad mental, y toda invención, por poco importante que sea, tiene efectos sobre el hombre, sobre el espíritu.

El impacto de las actividades con instrumentos sobre el hombre, y en general de las técnicas, se designa como un objeto importante para la psicología, y no únicamente para la psicología del trabajo, ya que Meyerson no considera el trabajo

solamente como una conducta sino, más fundamentalmente aún, como una función psicológica (Meyerson 1948, 1955).

Aunque él mismo no establece la relación en sus textos, ¿cómo no ver el eco de los trabajos realizados mucho tiempo antes con Guillaume sobre el uso del instrumento en los simios? Su publicación se extiende a lo largo de ocho años, en el curso de los cuales esos dos autores desarrollan progresivamente una conceptualización de la noción de instrumento y las problemáticas de investigación correspondientes, que serán puestas en relación en varias ocasiones con problemáticas relativas a conductas humanas que presentan una analogía.

Los títulos de artículos sucesivos de autoría de Guillaume y Meyerson, publicados respectivamente en 1930, 1931, 1934 y 1937, dan una imagen de esta evolución: “El problema del rodeo”, “El intermediario relacionado con el objeto”, “El intermediario independiente del objeto” y “Decisiones, correcciones e invenciones”.

En las primeras investigaciones, el instrumento está presente en un marco experimental que trata de explorar la conducta del rodeo. Los autores tratan de distinguir, en el conjunto de las dificultades que encuentran los simios, las que se deben al instrumento, y las debidas a la técnica del rodeo y finalmente a la interacción entre esos dos factores. A partir de ese momento, esos problemas se pondrán en relación con las dificultades que encuentran los heridos de guerra que son víctimas de ciertos tipos de apraxias. En esas primeras situaciones, exploran mucho más la cuestión del rodeo que la actividad con el instrumento.

Sin embargo, la problemática propiamente instrumental se desarrollará a lo largo de sus investigaciones y los textos

que las describen. Se afirma el estatus de mediador, de intermediario, del instrumento: los verdaderos problemas aparecen cuando la situación experimental exige que el animal comprenda propiedades, sea del intermediario, sea de la relación entre el intermediario y el campo. La significación del instrumento varía de un animal a otro, o en un mismo animal, según su experiencia y tal vez según las condiciones de la situación. El instrumento es entonces un intermediario cuyas propiedades se deben considerar independientemente de las de los miembros del cuerpo y asociadas a aquellas de los miembros del cuerpo.

Este enfoque se generalizó: según nuestros autores, para el hombre y, aparentemente para el animal, un instrumento presenta una especie de mundo intermediario cuyas propiedades son, o pueden ser, diferentes, a la vez de las propiedades del cuerpo y de las propiedades de los objetos sobre los cuales ejerce la acción. Para actuar de manera eficaz, hay que poder asociar esas diversas propiedades en situaciones más o menos variables. El uso del instrumento en el simio como en el hombre supone un saber explícito. Se trata de conductas artificiales, técnicas verdaderas en el sentido de que hay un arte adquirido y que comporta adaptaciones delicadas y precisas de la mano a la herramienta, de la herramienta al objeto y de la mano al objeto a través de la herramienta.

Los problemas planteados a la motricidad dependen de la naturaleza y de la forma de los instrumentos, de esos intermediarios que permiten la acción indirecta sobre las cosas. Hay que ver con el instrumento y a través del instrumento mil situaciones diversas y adaptar el instrumento a esas diversas situaciones. Un instrumento es un transformador; aprender a manejarlo es poder subordinar el impulso motriz a sus

nuevos efectos. Esta reacción de los efectos sobre las causas es una continua corrección. Es al mismo tiempo invención en la medida en que es liberarse y renovarse, liberarse de reacciones preformadas y construir, crear respuestas nuevas, a la vez técnicas instrumentales y técnicas del cuerpo.

Guillaume y Meyerson relacionaban así, a través de la idea de técnica del cuerpo, su reflexión en torno a los trabajos que desarrollaba Mauss (1935) en antropología. No por eso la inteligencia humana se reduce a la de los antropoides. En un texto de 1980, Meyerson se muestra muy crítico frente a trabajos relativos al lenguaje de los simios (Gardner 1972, Premack 1976). Por el aprendizaje de la lengua, el niño entra en el mundo de las expresiones y posibilidades que constituyen el mundo propiamente y específicamente humano. Esto no puede confundirse, afirma Meyerson, con los balidos experimentales de algunos simios, analizados por autores que buscan allí tesoros escondidos que no existen.

¿Es la inteligencia práctica una forma inferior de inteligencia?

Es a partir de los trabajos sobre los niños, particularmente sobre la inteligencia práctica, como Rey (1935) se pregunta también sobre las relaciones entre las conductas de uso de instrumentos en los niños y los simios, a partir especialmente de los trabajos de Koehler (1927), pero también de la generalización posible de algunas de las observaciones en las conductas del adulto.

Por ejemplo, notó en el niño que comienza a utilizar instrumentos, una gran dificultad para ver la herramienta independientemente de la actividad que le imprime o que desea imprimirle. Las líneas de fuerza desplegadas por la

acción hacen desaparecer los objetos absorbiéndolos en una estructura dinámica en la que el medio y el yo están indiferenciados. Se pregunta por la proximidad posible con las conductas del adulto en ciertas actividades que implican la sensoriomotricidad: cuando se hace un trabajo manual delicado, desmontando un mecanismo, dibujando, etc., ¿nos distinguimos netamente de los instrumentos utilizados?

Pero el trabajo de Rey presenta otro interés: su análisis de los orígenes de las investigaciones sobre la inteligencia práctica pone en evidencia, aunque no lo subraya él mismo, que el enfoque de las actividades con instrumentos desde el origen había estado desconectado de una concepción instrumental que tomara en cuenta los sistemas simbólicos. La referencia era el niño muy pequeño, el animal, o el niño anormal. Esta opción conduciría a una concepción de la inteligencia práctica como procedente de “formas inferiores de inteligencia”. La vía de un enfoque generalizado de las actividades instrumentadas, teniendo en cuenta instrumentos que ponen en juego los niveles más elevados de la actividad cognitiva, estaba cerrada de entrada. Eso explica sin duda, al menos en parte, el bloqueo de las investigaciones a partir de las problemáticas de la inteligencia práctica.

Nosotros pensamos que lo que se requiere en la actualidad es desarrollar una concepción generalizada del instrumento, que permita dar cuenta de su estatus y de las actividades a las que está asociado en todos los niveles del funcionamiento cognitivo, comprendiendo los más altos niveles. Los instrumentos simbólicos están implicados naturalmente, pero más allá, es el estatus del instrumento en las actividades de trabajo y vida cotidiana relacionadas con las tecnologías contemporáneas, el que hace necesaria tal actualización.

Sin embargo, como ya lo vimos, en el campo de estudio de la formación, la evolución y la transformación de las actividades sensoriomotrices se plantea con fuerza la pregunta por las actividades con instrumentos en el hombre y el animal, aun cuando en términos diferentes.

Leyendo a Bullinger (1987a & b) quien estudia esos hechos en el niño, nos sorprende la convergencia de algunos de sus análisis con los trabajos de Guillaume y Meyerson. Pero él prolonga y supera la reflexión de esos autores cuya serie de artículos terminaba en una afirmación que podía constituir un obstáculo, un estancamiento provisional para la perspectiva de investigación instrumental: “es el instrumento el que conduce a la invención, no se inventa casi nada que no tenga que ver con el propio cuerpo”.

Al proponer que el cuerpo constituye para el sujeto su primer instrumento, Bullinger rompe con esta afirmación y abre no solamente la posibilidad de una interrogación sobre los procesos de instrumentación del cuerpo, sino también la perspectiva de una inserción de esas interrogaciones en una problemática más general del estatus psicológico del instrumento y de las actividades con instrumentos.

Él inscribe su enfoque en una doble referencia a Piaget y a Wallon. Aboga con Piaget a favor de que la actividad del sujeto no se confunda con el funcionamiento de la máquina biológica, pues se pasaría por alto, se dejaría de lado el sujeto psicológico, el problema del origen de las actividades instrumentales: el cuerpo es, y sobre todo puede ser, se convierte para el sujeto en instrumento. Pero para Bullinger, el problema de la instrumentación se debe plantear también en una perspectiva que permita dar cuenta del hecho de que las elaboraciones instrumentales desbordan ampliamente la organización biológica.

Se une a Wallon al considerar que los medios son medios de actividades para el hombre pequeño. El organismo no es el único instrumentable: elementos exteriores a la organización biológica pueden acceder al estatus de medios³. Podría ser entonces, según dice Bullinger, que los problemas del control motor no se detengan en la mano sino que podrían tener en cuenta el martillo que la mano sostiene.

De esta manera prolonga los trabajos de Guillaume y Meyerson, las preguntas de Rey, pero también las hipótesis de Vygotsky (1930), para quien el niño, en el proceso de desarrollo, es equipado y reequipado con los instrumentos más diversos; los niveles de desarrollo se diferencian por el nivel y el carácter de herramientas y por el grado de control del comportamiento propio.

Del sujeto epistémico al sujeto psicológico: la incorporación progresiva de las técnicas por parte de la psicología genética

Desde una perspectiva totalmente diferente, otro ginebrino, Mounoud (1970), desarrolló investigaciones sobre la estructuración del instrumento en el niño. El enfrenta a los niños con pruebas de resolución de problemas de construcción y utilización de instrumentos (inspiradas en las de los autores precedentes) que considera privilegiadas para estudiar la formación de las normas lógicas de lo verdadero y lo falso. Las pruebas con instrumentos tienen, en efecto, el interés de comprender criterios materiales de éxito y de fracaso que según el autor son los únicos previsibles para los niños pequeños (de dos a siete años) que él estudió. También los escoge porque le permiten estudiar finamente los procesos

3 Recordemos que Bullinger se sitúa en la perspectiva de instrumentación de la sensoriomotricidad.

de interiorización de la acción y de abstracción reflexiva que constituyen su centro de interés principal.

El enfoque de Mounoud se sitúa entonces en una perspectiva propia de la psicología genética que consiste en ver la acción y el pensamiento como modos de intercambio y de adaptación entre el sujeto y el mundo exterior. Trata de caracterizar, gracias a la evolución de las conductas en las pruebas seleccionadas, la interiorización de los esquemas operativos de acción desde el punto de vista de su coordinación general, pero también de la entrada en posesión del universo físico.

Su perspectiva se relaciona muy poco con las interrogaciones relativas a un enfoque psicológico de las técnicas y los artefactos, pero el autor caracteriza sus pruebas como resolución de problemas prácticos y toma en cuenta la naturaleza particular del instrumento, que es mantener una complementariedad simultánea con relación a las acciones del sujeto y los objetos a los que él las aplica. Tal vez es una de las razones por las que sus trabajos, a pesar del gran interés que presentan, no han tenido continuación, incluso entre las investigaciones del mismo autor. En efecto, esos trabajos se sitúan en un marco teórico, el del pensamiento piagetano, que como lo subraya Vérillon (1988a), no asigna un lugar específico a los artefactos, a los objetos materiales fabricados. El objeto sometido al sujeto piagetano es un objeto ahistórico: su propiedad esencial es estar determinado por las leyes físicas. El hecho de que estas leyes estén dentro del objeto por naturaleza (bolitas de barro o de plastilina) o artificialmente (balanza, onda, etc.) no constituye desde esta perspectiva una diferencia pertinente. La introducción de artefactos, en las experiencias piagetanas, está esencialmente relacionada con la comodidad que ofrece para encontrar evidencias de propiedades invariantes de lo

real o con el interés que representan para el análisis de las conductas desde una perspectiva estructural.

La originalidad profunda de Piaget, según recuerdan Nielsen y Caprona (1992 a), estuvo en orientar su obra hacia el estudio de las categorías fundamentales del conocimiento, sin las que no sería posible ninguna adaptación a la realidad. Esta acción permitió crear una psicología fundamental que trata la construcción de nociones de espacio, tiempo, causalidad, etc. La problemática de Piaget está completamente dirigida hacia la génesis cognitiva de las propiedades de lo real y las acciones que constituyen progresivamente a la vez las estructuras, las categorías no a priori y los instrumentos del conocimiento. Es en este marco en el que se inscribía principalmente la investigación de Mounoud.

Pero en nuestra opinión, el enfoque psicológico de las actividades con instrumentos depende de manera dominante de otra perspectiva orientada hacia el análisis funcional de las conductas del sujeto psicológico. Una perspectiva centrada en la dinámica de las conductas intencionales y de las acciones organizadas del sujeto, en sus metas, en la selección de los medios, los controles y las heurísticas propias que permiten llegar a un mismo resultado por caminos diferentes.

Desde esta perspectiva resueltamente funcionalista se desarrolló alrededor de Inhelder y Cellérier, desde el finales de los años 70, un conjunto importante de trabajos, complementarios a los de Piaget (a los cuales además aportan una contribución considerable), relativos a las micro-génesis cognitivas en las conductas intencionales.

Pero en la Escuela de Ginebra la idea era todavía más antigua: Inhelder la había presentado desde 1954, en el decimoquinto Congreso Internacional de Psicología (Inhelder 1955) y había suscitado el interés de los psicólogos, en particular de Brunner, que estaban implicados en los comienzos de lo que se ha convenido en llamar la “revolución cognitiva”

Del procesamiento de la información a la cognición en situación, ¿cuál estatus para las técnicas?

Brunner (1991) nos recuerda en efecto que la psicología ha sufrido dos revoluciones: la revolución cognitiva desde mediados de los años 50, y en los años recientes, la revolución fundamental del contextualismo. En esta segunda revolución se considera que el saber y la cognición son contextualizados pero también distribuidos, lo que lleva a traspasar los límites del individuo. La ambición del autor es proponer un nuevo enfoque de la revolución cognitiva (uno de cuyos iniciadores es él) y lo que fue su fundamento: la construcción del significado⁴.

Según Brunner, el significado no depende en manera alguna de la información en el sentido informático y, por lo tanto, rechaza las teorías que consideran al hombre como uno de los elementos de transferencia de la información en un flujo: según él, se requiere establecer una ruptura con los paradigmas que necesitan artificializar lo que estudiamos hasta el punto en que se hace difícil reconocer en ese estudio una representación de la vida humana.

⁴ Prevost (1994) quien considera que la obra de Brunner es una obra mayor, resalta el destino editorial singular: su autor es Bruner fundador de la psicología cognitiva norteamericana, por lo menos de la costa este y más precisamente de Nueva York. Enseña en la Universidad de Harvard y produjo esta obra en 1990 como un informe interno de esta Universidad. Un editor francés lo hizo traducir y lo publicó en 1991, y según Prevost, sólo en el otoño de 1992, la Universidad de Harvard lo difundió públicamente.

Propone un análisis de la evolución de las ideas en el seno de la “revolución cognitivista”: poco a poco, el acento pasó del significado a la información y de la construcción del significado al procesamiento de la información, bajo la influencia de la metáfora del computador que se volvió dominante. Este era el criterio para la validez de un modelo teórico. Pero a la información no le interesa el significado. En términos informáticos, la información contiene un mensaje precodificado en el sistema: el sentido precede al mensaje, y no es producido por el computador ni depende de él en absoluto.

El concepto de computabilidad reemplazó al de significado, y se identificaron los procesos cognitivos con programas que se hacen correr en un computador. Los programas complejos se pensaban como espíritus virtuales y los espíritus reales como comparables a ellos. Los partidarios del modelo estímulo-respuesta asumieron este punto de vista reemplazando estímulo por entrada y salida por respuesta. El nuevo paradigma no dejaba lugar al espíritu entendido como intencionalidad de estados (crear, desear, perseguir un objetivo, comprender un significado): la nueva ciencia, antimentalista, debía descartar la intencionalidad. Una ofensiva simultánea se llevaba a cabo contra el concepto de agente, que implica que la conducta de la acción se realiza bajo el control de la intencionalidad.

Para Bruner, el problema central de la psicología es la creación de una ciencia del significado y de los procesos por los cuales se crea y negocia el significado. El significado y la interpretación son el fundamento de una psicología que no sólo se interesa por el comportamiento, sino por la acción como su contraparte fundada en la intencionalidad, o más precisamente en la acción situada en un ámbito cultural y en las interacciones recíprocas de las intenciones de los participantes. Las herramientas humanas materiales o

intelectuales participan en la cultura, el hombre encuentra allí los medios que necesita para superar y a veces para redefinir sus límites naturales.

El aprendizaje del lenguaje, herramienta simbólica, es de orden instrumental, y el análisis de los relatos permite identificar las categorías de la acción “naturalmente” significativas para el hombre: respetan, en su composición, los elementos identificados por Burke: la acción de un agente, para alcanzar un objetivo, utilizando instrumentos, en un escenario que impone ciertas restricciones.

La identificación de los instrumentos, materiales o simbólicos, como participantes en la cultura, se une a los enfoques desarrollados por muchos autores anteriores. Bruner inscribe los instrumentos en los debates contemporáneos sobre la evolución de la psicología. Sus elecciones lo conducen a colocar en el corazón de la psicología los conceptos de significado y de hombre como agente (sujeto) de una acción situada y contextualizada.

Esas elecciones también subtienden nuestro enfoque de las actividades con instrumentos y vamos a ver que no son arbitrarias. Su necesidad emerge también de las metas y las dificultades a las que se enfrenta la psicología cuando trata de contribuir al diseño de las máquinas (inclusive las más contemporáneas), ya que esas máquinas deben poder convertirse en herramientas de trabajo para los operarios.

La evolución de las ideas en la psicología del trabajo y la ergonomía

Se trata aquí de preocupaciones muy antiguas en la psicología del trabajo y la ergonomía. A mediados de los años 60, las

investigaciones sobre las actividades intelectuales en el trabajo con instrumentos se desarrollaron en varios sectores, según lo recuerdan Leplat y Pailhous (1973): control de navegación aérea (Leplat y Bisseret 1965), industria química (Savoyant 1971), laminadores (Cuny y Deransart 1971) etc.

La situación de base, común a esos diferentes estudios, se caracteriza por el hecho de que la acción del operario está mediada por un instrumento-herramienta, máquina o dispositivo de control a distancia, instrumento que transforma la acción, pero también las informaciones que recibe el sujeto para esta acción.

En esos trabajos, el acento está puesto de manera importante en la representación que se hacen los operarios de las propiedades del dispositivo, del artefacto. Leplat y Pailhous subrayan la necesidad de distinguir cuidadosamente las dimensiones relativas al funcionamiento de la máquina (para el experto, el operario, etc.) de las relativas a su utilización, teniendo en cuenta las metas a las que se destina: “si se trata de hacer que la definición de las reglas de funcionamiento sea previa al estudio de las reglas de utilización, se corre el riesgo de tomar caminos peligrosos en este último estudio... se corre el riesgo de llegar a reglas que tendrán una coherencia lógica, pero no tendrán nada que ver con la actividad del sujeto”.

La distinción entre el plano de utilización y el de funcionamiento corresponde efectivamente a modalidades de enfoque de los instrumentos diferenciables en los usuarios, como lo pone en evidencia Richard (1983) en sus trabajos sobre las lógicas de funcionamiento (centradas en los procesos implicados en la máquina) y de utilización (centradas en la acción y la actividad del usuario).

La escuela de psicología “soviética” desarrollaba también, a mediados de los años 60, preocupaciones parecidas. Los trabajos de d’Ochanine (1966, 1978) son un ejemplo significativo de esto pues pone en guardia contra el realismo ingenuo de los ingenieros y la necesidad de desarrollo de un punto de vista antropocéntrico (aunque no utiliza esta terminología) según el cual, lo que debe interesar es el modelo que el operario construye de la máquina en función de su intencionalidad y de su actividad.

El sujeto, su intencionalidad, el significado que tienen para él las situaciones de acción que, según Bruner, deben estar en el corazón de las investigaciones de la psicología contemporánea, constituyen entonces, desde hace mucho tiempo, preocupaciones centrales para las investigaciones en psicología del trabajo y en ergonomía. Las evoluciones de las tecnologías y de los sistemas de producción sólo han reforzado esos interrogantes, orientándolos a tomar en cuenta formas específicas de complejidad y nuevas potencialidades instrumentales que resultan de esas evoluciones.

Por ejemplo, Leplat (1991) subraya que la complejidad del trabajo, acrecentada por el desarrollo de las nuevas tecnologías, conduce a accidentes múltiples que ponen en evidencia la importancia de los disfuncionamientos de los sistemas complejos asociados con el hombre. El problema del diseño de sistemas de ayuda en el trabajo que sean verdaderamente eficaces, se ha vuelto crucial.

Este autor distingue dos tendencias, polarmente opuestas, para el diseño de tales ayudas en relación con opciones diferentes de repartición de las funciones entre el hombre y los automatismos:

- una de las soluciones es del tipo herramienta-prótesis, donde la herramienta suplanta al hombre para un cierto número de tareas (pero entonces se tiende a salir del marco de las situaciones de carácter instrumental) mientras que el hombre enfrenta los problemas que el automatismo no sabe tratar.
- La otra solución es la de la colaboración entre un operario que es competente pero dispone de recursos limitados, y lo que Leplat llama una herramienta-instrumento.

El generaliza de esta manera los análisis de Roth, Bennet & Woods (1987), quienes desarrollan esta misma distinción entre prótesis e instrumentos, a propósito de las herramientas cognitivas producto de la inteligencia artificial:

- Los sistemas de tipo prótesis se diseñan como medios para remediar las deficiencias humanas. En este paradigma se pone el acento en la construcción del sistema y no en el uso, y el hombre se concibe inicialmente en posición de interface entre la máquina y su entorno. La parte máquina del sistema hombre-máquina garantiza el control, y el hombre queda encargado de entregar los datos al sistema experto, de tomar en cuenta y de aplicar las soluciones que éste propone.
- Los sistemas concebidos como instrumentos se diseñan como medios que permiten a los usuarios competentes realizar las tareas. En este paradigma, las competencias de los sujetos para construir y utilizar herramientas se consideran como recursos para alcanzar las metas; y, al contrario de la perspectiva prótesis, el usuario tiene un rol activo desde el punto de vista instrumental sobre las herramientas cognitivas, que conduce a utilizar las

tecnologías informáticas, no como medios de producción o de recomendación de soluciones, sino para ayudar al usuario a producir sus propias decisiones.

La relación entre la máquina, el computador y el hombre tiende a convertirse, como lo subrayan muchos autores, en una relación de cooperación, de colaboración (Woods 1986, Woods, Roth, & Bennet 1990, Bainbridge 1991).

Sin embargo, el diseño de tales instrumentos de ayuda cooperativa es sumamente exigente, tanto en el plano de análisis de los sistemas como en el de la actividad de los operarios implicados. Estas exigencias son de gran amplitud y su dificultad parece haber sido subestimada durante mucho tiempo, aunque los cuestionamientos actuales, especialmente en el campo de investigación sobre las interacciones hombre-computador, dan testimonio de una renovación y un nuevo enfoque de las problemáticas.

Por eso se está desarrollando la idea de sistemas de ayuda orientados hacia la asistencia a la actividad de diagnóstico y de elaboración de soluciones (Falzon 1989). Tales sistemas ya no buscan entregarle al operario una respuesta (o la mejor respuesta posible en una especie de analogía con el “one best way” tayloriano), sino ayudarlo en su propia actividad de análisis. El operario asocia el sistema a su actividad en una relación de colaboración. Éste tipo de selección de diseño es claramente antropocéntrico: el hombre y su actividad están en el corazón del dispositivo que se diseña para asociarlo y se inscribe en el paradigma instrumental caracterizado por Roth, Bennet & Woods (1987).

La necesidad de una refundación de la psicología para permitir una verdadera contribución a la concepción de los sistemas técnicos

En junio de 1989, en Nueva York se realizó un importante seminario en el que participaron muchos líderes de la investigación en el campo, desde una perspectiva de reflexión crítica sobre la contribución de la psicología al diseño en el campo de las interacciones hombre-computador. Los participantes se pusieron de acuerdo en constatar una gran brecha entre la psicología y el campo de la interacción entre el ser humano y el computador, al que de ahora en adelante nos referiremos como IHC⁵. La conclusión, expresada en el Kittle House Manifiesto, es la necesidad de una refundación de la psicología (Caroll 1991b): en los años 70 los psicólogos aplicaron los métodos de laboratorio con resultados modestos, en los años 80 aplicaron las teorías del procesamiento de la información con resultados pobres.

Las críticas se dirigen, por una parte, a la capacidad de la psicología de la IHC para dar cuenta de manera pertinente de la actividad de los usuarios y de los diseñadores mismos; por otra parte, a la insuficiencia de sus proposiciones para los diseñadores.

Se critica el paradigma “factores humanos” por el lugar que se le da a la psicología: esencialmente la evaluación a posteriori de un sistema ya diseñado, evaluación considerada sin gran utilidad para el diseño, porque produce pocas proposiciones de mejoras que intervienen demasiado tarde.

5 Interacción Hombre Computador (Human Computer Interaction en inglés)

Se considera que los métodos basados en las frecuencias de error y los tiempos de ejecución aportan pocos elementos capaces de nutrir el diseño: muchas teorías sólo pueden utilizarse para modelar fenómenos muy reducidos.

Se pone en duda la metáfora del computador: los usuarios no reconocen su propio trabajo en las descripciones de tareas en términos de procesamiento de la información y esos análisis se consideran pobres para ayudar al diseño.

Bannon y Bodker (1991), en un texto de la misma obra, desarrollan en particular esta cuestión del significado. Las posiciones del cognitivismo clásico y de su enfoque experimental reciben críticas con esta base: los análisis conciernen a individuos sin referencia a su cultura, su historia; el experimentador define y evalúa los problemas y los plantea en un entorno no familiar para los sujetos; estos no comprenden claramente la verdadera naturaleza de la tarea ni el comportamiento esperado y sólo en raras ocasiones se explora la pregunta del significado para el sujeto; la ejecución se evalúa con respecto a normas de racionalidad externas al sujeto y se caracteriza en términos de distancia de esas normas.

Esos autores consideran por otra parte que las investigaciones en el campo de las IHC descuidan actualmente hechos esenciales: los aspectos del desarrollo relativos a la vez a las herramientas y a las competencias de los usuarios, los análisis de adquisición de habilidades se preocupan únicamente por las primeras horas de utilización. Por esta razón se recomienda un enfoque del desarrollo de las habilidades y competencias a largo plazo.

Finalmente, según el Manifiesto, las ayudas al diseño basadas en la psicología del procesamiento de la información (guías, prescripciones...) subestiman gravemente la complejidad del proceso de diseño. Bajo la influencia de Simón consideran el diseño como descomponible parcialmente de manera jerárquica, lo que ha conducido a una visión distorsionada de ese proceso. Los modelos y guías basados en una aprehensión del diseño en términos de resolución de problemas se consideran poco pertinentes, pues no son coherentes con los mecanismos reales de diseño (las soluciones posibles no son enumerables a priori, la descomposición en subproblemas no hace progresar en la solución del problema global, las soluciones parciales y provisionales no intervienen en la solución final pero tienen un papel importante en la especificación del espacio de concepción del diseño final, el proceso de diseño incluye el descubrimiento de nuevas metas). La psicología debe entonces fijarse el objetivo de comprender los procesos de diseño reales.

De manera general, para el Manifiesto, la psicología de la IHC debe enriquecerse metodológicamente y conceptualmente, ser a la vez más diversa y más especializada. Las teorías de la acción, de la actividad, de la descripción de las tareas y el punto de vista sobre los artefactos como objetos psicológicos, se consideran como un conjunto de herramientas intelectuales sin precedente en esta perspectiva, y varios autores recomiendan la incorporación de métodos y conceptos de los enfoques de desarrollo en la psicología de la IHC.

La relación con los artefactos y con las técnicas: un problema central para la psicología

Esta psicología renovada deseada por el Kittle House Manifiesto y a la cual éste contribuye, debe tratar como problema central las relaciones con los artefactos. Estas relaciones se deben

explorar según dos ejes, correspondientes a dos formas de actividad humana.

- Las actividades de diseño: es necesario comprender mejor los mecanismos y los procesos por los cuales se diseñan los artefactos, para dar ayudas reales a los diseñadores. Asistir la actividad de diseño supone que las ayudas propuestas estén en coherencia con esta actividad, puedan insertarse en ella, y no obstaculizarla.
- Las actividades de uso, de utilización: es necesario analizar y comprender en qué consisten las actividades desde el punto de vista de los usuarios, sus modalidades y sus significados, que se inscriben en situaciones sociales y en contextos cuya singularidad y complejidad hay que respetar.

Para estos autores es crucial la forma como la psicología comprende los procesos en práctica en el campo de la utilización (principio de especificidad) y desde el diseño (principio de aplicabilidad), para la constitución de una ciencia contextualizada, necesaria para el diseño. El respeto de la singularidad, de la complejidad y del significado del contexto se considera una condición de aplicación de la psicología, y más ampliamente de toda ciencia.

El significado del resultado del uso de los instrumentos, pero también de los instrumentos mismos, en referencia con la acción, la actividad, también es una dimensión esencial para Bannon & Bodker (1991) quienes, después de una discusión de los modelos tradicionales de la IHC, presentan un marco teórico alternativo alrededor de la actividad y de los usos reales de los artefactos en situaciones de trabajo⁶.

⁶ La cuestión del significado se ubica en el corazón del problema de la renovación necesaria de una psicología que trate de dar cuenta de las interacciones de los hombres con los artefactos y, más

Proponen no considerar los computadores como objetos, sino como herramientas, como instrumentos y definen los puntos esenciales de este enfoque:

- Los artefactos existen en la actividad y se transforman constantemente en la actividad.
- Los artefactos no deben analizarse como cosas sino como mediadores del uso. El estudio de la mediación es entonces esencial para la IHC.
- Los artefactos no solamente son medios individuales, también son portadores de la distribución y división del trabajo.
- Los artefactos tienen un significado incorporado en una práctica social.

La articulación entre el diseño de los artefactos, las tareas y el trabajo es también una preocupación central para Greif (1991), para quien el diseño de las máquinas debe insertarse en una visión de conjunto del trabajo. Las actividades de trabajo se constituyen a través del diseño de tareas y herramientas reales.

Un enfoque en términos de instrumentos también fue propuesto por Payne (1991) quien se refiere a Vygotsky y a Bruner : el punto fundamental, para él, es que las herramientas moldean el pensamiento. Él preconiza analizar

generalmente, de la apropiación de las técnicas. Las investigaciones en el campo de la psicología cultural se orientan, podríamos decir naturalmente, en este sentido. El discurso de Bruner en este sentido no está aislado; por ejemplo, para Kolbe (1989) quien presenta una visión de conjunto del nacimiento, la muerte y el renacimiento actual del interés por la cultura de los artefactos. La psicología cultural se construye sobre dos tesis principales: las habilidades humanas para crear artefactos y las habilidades correspondientes de transmisión de los conocimientos acumulados a las generaciones siguientes; esas tesis se unen, pensamos, a las preguntas antiguas sobre la diferenciación del hombre y del animal (con todos los trabajos desarrollados desde este punto de vista utilizando la herramienta como criterios de diferenciación) y las de las teorías de la extensión de la naturaleza humana y de la transmisión externa de los logros de la especie (tema importante de la psicología soviética).

la manera como los artefactos estructuran la tarea, a la vez planteando nuevos problemas (artifacts-centered problems) y aportando nuevos recursos para la realización de la tarea pero también para superar esos nuevos problemas.

De igual manera, Kuutti (1992) desarrolla un punto de vista instrumental a partir de la teoría de la actividad que, para el autor, aporta a los IHC una nueva visión con respecto al punto de vista estándar de las ciencias cognitivas (la comunicación entre dos procesadores de información): ya no se trata de un usuario de computador, sino de un sujeto activo que utiliza una aplicación como un instrumento para manipular objetos de tal manera que el resultado de la manipulación esté, para él, cargado de significados en el contexto de la actividad.

Norman 1988 tiene muchos trabajos sobre la psicología de las actividades de la vida cotidiana (1988) y sobre las consecuencias de ellas desde una perspectiva de diseño (Norman y Draper 1986), abriéndose también hacia enfoques de la actividad propuestos por la Escuela soviética (Vygotsky 1978, Luria 1979, Leontiev 1981) y trabajos que se inspiran en ellos (Wertsch 1985b).

En un texto de 1991, Norman pone en evidencia el rol de la psicología soviética en este campo, su olvido e incluso su rechazo bajo el conductismo, así como el renacimiento actual de las problemáticas que lo inspiran.

El autor distingue dos puntos de vista: “the system view” (punto de vista del sistema técnico) y “the personal view” (punto de vista de la persona)

- El punto de vista del sistema técnico es el del observador exterior que examina cómo el conjunto hombre-artefacto

realiza la tarea. Es el punto de vista clásico del sistema hombre-máquina en el que lo fundamental es el proceso.

- El punto de vista de la persona reposa en el análisis de las modificaciones aportadas por el uso de un artefacto: lo que se transforma de la tarea, lo que debe aprenderse, los procedimientos que deben abandonarse. Este punto de vista trata de analizar tanto los aspectos relacionados con las tareas como los relacionados con la actividad.

Norman se interesa en los efectos de los artefactos sobre la actividad. Distingue varias dimensiones de influencia en términos de distribución de las acciones en el tiempo (precomputación), distribución de las acciones entre las personas (cognición distribuida), cambio de las acciones requeridas de los individuos para realizar la actividad. Considera que la construcción de tipologías de artefactos es una tarea importante para la psicología, y propone distinguir los artefactos pasivos, como los libros, de los activos, como los computadores.

El enfoque instrumental se sitúa en una perspectiva de tipo “personal view”, y pensamos al igual que Norman que hay que analizar la influencia del objeto sobre la recomposición de las tareas, la aparición de nuevas tareas y la desaparición de antiguas. Él analiza por ejemplo, el problema de las listas de chequeo, para mostrar que su uso es de por sí una tarea que introduce tres nuevas tareas: construir la lista, acordarse de consultarla, leer e interpretar los items de la lista.

Pero nosotros pensamos que es necesario ir más allá de un enfoque en términos de tarea, hacia análisis fundados en la hipótesis de recomposición completa de la actividad en la perspectiva abierta por Vygotsky con el concepto de acto instrumental. Los resultados que hemos obtenido en el campo

de la robótica (Rabardel 1990, Rabardel 1991a, Rabardel 1993b) apoyan esas hipótesis ampliadas: lo que se transforma es la concepción misma del mundo sobre el cual se actúa por medio del instrumento. Asimismo, en diseño asistido por computador (Rabardel & Beguin 1993 Beguin 1994) ponemos en evidencia la aparición de una gestión específica de los objetos de la actividad como materia prima en función de una anticipación de las producciones futuras y de los instrumentos que estarán entonces disponibles.

Hemos visto que la idea de la necesidad de un cuestionamiento psicológico específico de las modalidades y características de las relaciones de los hombres con los artefactos es ampliamente compartida, tanto en el campo de la vida cotidiana como en el del trabajo con instrumentos como los computadores. La necesidad de ese cuestionamiento psicológico surge igualmente para las actividades en relación con los sistemas técnicos complejos.

Norros (1991) explicita, por ejemplo, las características de la tecnología conocida como Sistema de Manufactura Flexible (SMF)⁷:

- Se trata de tecnologías de carácter sistémico, evolutivas, cuya aplicación es progresiva y compleja. El proceso de diseño continúa durante el uso del sistema, no solamente con respecto a los métodos de trabajo de los operarios, sino también con respecto a las soluciones técnicas y las estructuras organizacionales, por lo cual es necesario, según el autor, un proceso de diseño participativo.
- Las características nuevas de las herramientas requieren actividades nuevas, en particular la mediación en la doble perspectiva de un alejamiento sensorial del operario

⁷ En inglés flexible manufacturing system.

pero también de una visibilidad nueva de características, propiedades, estados del sistema naturalmente invisibles.

- El rol respectivo de los conocimientos explícitos y tácitos se modifica por el hecho del carácter incierto de las situaciones de diagnóstico y decisión para la acción.

Pero aquí llegamos a los límites del enfoque instrumental, por lo menos a los límites que deseamos darle en este libro. La cuestión de la naturaleza de los instrumentos y de las formas de la actividad están relacionadas en las situaciones de vigilancia de procesos de control del entorno dinámico, pero nuestros propios trabajos en ese campo son muy limitados para que tomemos el riesgo de generalizaciones que podrían ser peligrosas.

Orientaciones para la caracterización y el análisis de las actividades con instrumentos

Al terminar este recorrido por la literatura especializada, aparece que incluso en el campo de la sensoriomotricidad, donde las actividades con instrumentos han sido más estudiadas, todavía hace falta un trabajo empírico y teórico considerable. Pensamos que hay que estudiar las formas superiores de las actividades con instrumentos, en su filiación con la sensoriomotricidad, pero también en la originalidad de sus formas propias.

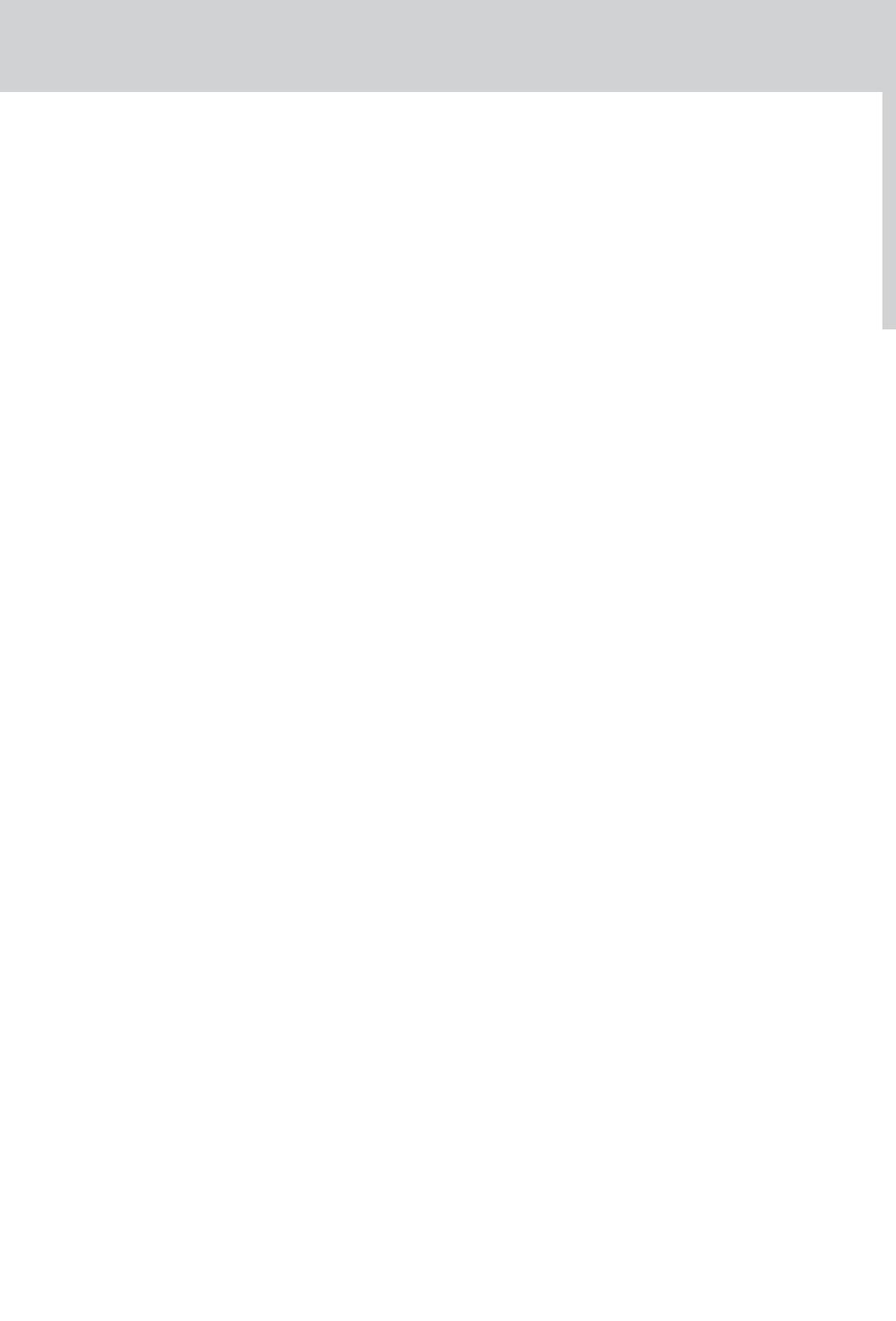
Se trata no solamente de los instrumentos psicológicos⁸, sino también de los instrumentos que son producto de las tecnologías y de los modos de producción contemporáneos, que permiten y condicionan la acción y la actividad orientadas hacia el mundo de los objetos.

⁸ En el sentido de Vygotsky: que permiten actuar sobre sí mismo o sobre otros. Volveremos sobre esta noción en otro capítulo.

Tal proyecto se arraiga naturalmente en los campos de actividad humana relacionados directamente con las actividades con instrumento: el trabajo en primera instancia, lugar privilegiado de usos complejos pero también regidos por normas; la educación y la formación donde se desarrollan muchas competencias instrumentales pero también se construyen instrumentos psicológicos fundamentales; la vida cotidiana finalmente, lugar de los usos múltiples que se reproducen día a día, pero también diversificados en esos encuentros.

Esta orientación de investigación psicológica sólo podrá desarrollarse realmente si respeta la complejidad, la variabilidad, la diversidad y la singularidad de las situaciones reales de la vida social. La mayor parte de los autores que hemos citado expresan esta necesidad de maneras diversas y es el sentido profundo de renovación contextualista al que se enfrenta en adelante la psicología de manera vital.

El trabajo, la formación, la vida cotidiana no pueden considerarse como lugares de aplicación de una psicología universalizante y asocial que inyectaría datos llamados fundamentales con fines de aplicación. Son las limitaciones de esta perspectiva y este proyecto los que conducen, por ejemplo, a los llamados a una refundación de la psicología de la IHC. Trabajo, vida cotidiana y formación son los lugares donde debe elaborarse una psicología preocupada por dar cuenta de las actividades psíquicas en su especificidad y su diversidad propiamente humana, y de esta manera productora de resultados efectivamente utilizables para la transformación de las situaciones donde se desarrolla la vida de los hombres.

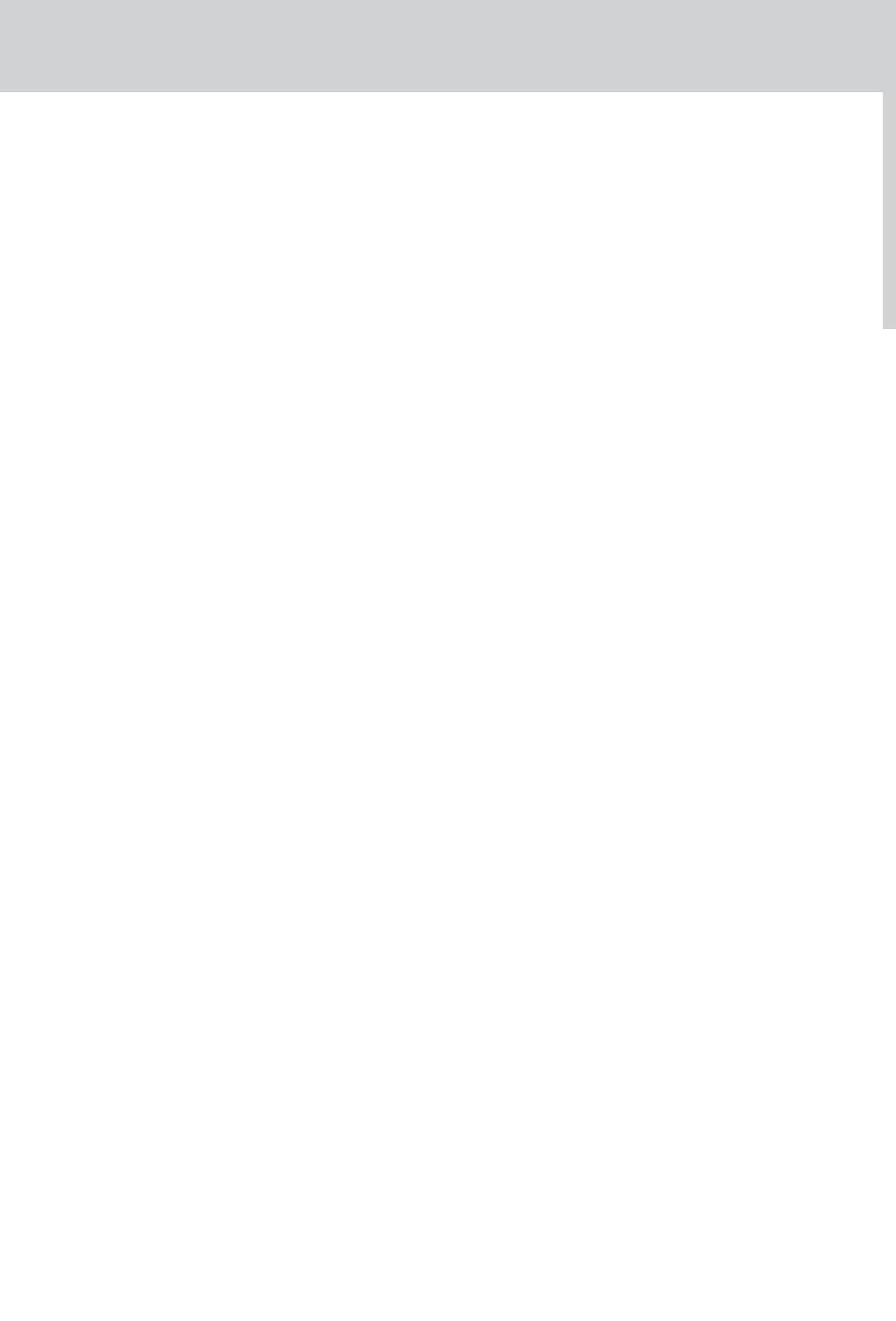


Segunda parte:

La noción de instrumento

El objetivo de esta segunda parte es desarrollar un marco teórico general para el análisis y la conceptualización de las actividades con instrumentos. La elaboración de ese marco necesita una definición psicológica de la noción de instrumento. El capítulo tres nos conducirá hacia una concepción de instrumento como una entidad mixta formada por un artefacto y un esquema.

En el capítulo cuatro examinaremos las génesis instrumentales, es decir la elaboración de esos instrumentos por parte del sujeto. Finalmente, en el capítulo cinco, analizaremos los efectos de la utilización del instrumento en la actividad del sujeto y propondremos un conjunto de conceptos que permite caracterizarlos y describirlos: actividad requerida, apertura del campo de los posibles, transparencia operativa.



Capítulo tres:

Primer enfoque de la noción de instrumento

En una primera parte de este capítulo propondremos, a partir de un examen de diferentes enfoques de los objetos y sistemas técnicos, considerarlos como artefactos. Luego caracterizaremos la relación instrumental con el artefacto como uno de los tipos de relación posible con los artefactos. En una tercera parte caracterizaremos las situaciones de actividad con instrumentos y propondremos una modelización en tríada de esta clase de situación. Luego examinaremos las diferentes concepciones de instrumento en la literatura psicológica y presentaremos una síntesis.

Objeto técnico, objeto material fabricado, artefacto

En un artículo muy célebre: “La tecnología, ciencia humana”, Haudricourt subrayaba en 1964 la posibilidad de una multiplicidad de miradas sobre un objeto técnico: “Esta es una mesa. Puede estudiarse desde el punto de vista matemático: tiene una superficie, un volumen; desde el punto de vista físico: podemos estudiar su peso, su densidad, su resistencia a la presión; desde el punto de vista de las ciencias humanas: el origen y la función de la mesa para los hombres”.

A esta multiplicidad de miradas posibles corresponden, de hecho, metas de análisis diferentes, como lo explica Bibard (1991). Los objetos técnicos pueden describirse como pertenecientes a sistemas técnicos en los que se insertan (es el enfoque de la sociología de la innovación), como incluidos en ramas técnicas que los sobrepasan (enfoque de B. Gilles), como parte de sistemas sociotécnicos limitantes para los hombres (punto de vista principalmente económico). Bibard utiliza por su parte un análisis que trata de explicitar lo que las cosas contienen, lo que está inscrito en ellas para que sean utilizables y útiles, que definen su coherencia y las relaciones con lo que las rodea.

Ese proyecto tiene relación con la opción de Simondon, uno de los filósofos de este tiempo que más ha reflexionado sobre la técnica. Constatando, en 1968, que la cultura se erigió como sistema de defensa contra las técnicas, deseaba mostrar que de esta manera dicha cultura deja de lado una realidad humana dentro de la realidad técnica. Él define el objeto técnico como una tercera realidad, mediación previsible entre el hombre y el mundo, un paradigma de la relación entre ser vivo y medio. Para él, el sentido del objeto técnico es su funcionamiento. El estudio de la invención introduce una comprensión de la esencia interna del objeto como realidad que presenta una coherencia propia, en tanto que el estudio biológico lo hace ver como un puente entre realidades heterogéneas: organismo y medio. Una tecnología comparada, que estudia los objetos técnicos, estudia simultáneamente su dimensión de funcionalidad (que ordena los diferentes medios en función de su utilidad) y su perfección interna como seres técnicos.

Simondon considera las actividades técnicas, en el nivel más elemental, esencialmente como mediación funcionalmente

útil; pero en un nivel superior, son los criterios de perfección intrínseca los que prevalecen. El sentido de la evolución de los objetos técnicos es liberarse progresivamente de los operarios como fuente de energía (máquina herramienta), luego de información (máquina compleja), hasta las redes, para las que el mundo se convierte en un medio tecnificado con el que el operario está en contacto por medio de las interfaces.

Este enfoque se presenta en múltiples trabajos, en particular en lo referente a las ramas de la genética técnica (Deforge 1981), pero corresponde a un punto de vista íntimamente tecnocéntrico, en el que lo que se valora es la perfección interna del objeto técnico que alcanza el estatus de ser, de individuo técnico. Se trata de un punto de vista intrínseco al objeto técnico, concebido como un ser en marcha hacia la autonomía, es decir, hacia la liberación con respecto del operario.

Las actividades de uso del objeto, para este autor, tienen un “estatus de minoría”, mientras que la relación del ingeniero, del diseñador con el objeto tiene un “estatus de mayoría”. Esas denominaciones no tienen una intención peyorativa: él piensa que la relación adecuada con la técnica es la de un camino intermedio entre el estatus de minoría y el de mayoría; pero lo condujeron, irresistiblemente y tal vez contra su voluntad, a darle sólo un estatus menor a las actividades de uso, es decir a las actividades de los hombres mismos cuando tienen una relación instrumental con el objeto.

Como lo subraya Bernoux (1991), poner el acento en la oposición minoría-mayoría conduce a la idea de que la práctica del usuario no aporta nada al conocimiento del objeto técnico. Nos parece incluso que conduce a una represión de la actividad de uso, especialmente en el trabajo. Para Simondon, el objeto técnico se aprehende a través del

trabajo como instrumento, ayudante o producto, y considera que es deseable operar una revolución que permita que se manifieste lo que hay de humano en el objeto técnico, sin pasar a través de la relación de trabajo.

Las consecuencias de esta concepción serán más importantes todavía para quienes, a partir del pensamiento de Simondon, harán una interpretación totalmente unilateral del objeto técnico, cuyos usos sólo se verán bajo la forma de las anticipaciones de los diseñadores. Muchos otros autores han contribuido, a veces sin querer, a que la noción de objeto técnico se asocie de manera dominante a un punto de vista tecnocéntrico.

Esta es una situación problemática, que hace difícil el examen del objeto técnico a partir de otros puntos de vista diferentes al de la técnica misma. Por eso hemos sustituido el término “objeto técnico” por el de “objeto material fabricado” (OMF). El término “objeto técnico” designa entonces un objeto material fabricado considerado bajo un punto de vista técnico, así como el término “producto” designa este mismo objeto como cosa que se diseña, se fabrica o se vende y el vocablo “instrumento” denota el objeto en uso. Los diferentes términos remiten así a tipos de relaciones particulares y específicas con el objeto material fabricado (Rabardel 1984, Léonard & Rabardel 1984, Rabardel & Vérillon 1985).

La función del término “objeto material fabricado” era permitir una denominación lo más neutra posible, sin anticipar el punto de vista de análisis que será luego problematizado. Esta estrategia nos parece aún más necesaria si se tienen en cuenta los desafíos de las concepciones tecnocéntricas y antropocéntricas. Pero el término “objeto material fabricado”, perífrasis demasiado pesada, nos parece ahora que debe

reemplazarse por el vocablo “artefacto”, que es casi sinónimo y cuyo uso se ha extendido ampliamente, en particular en el campo de las ciencias humanas (ver por ejemplo muchos capítulos del libro colectivo Perrin 1991 a).

La noción de artefacto designa en antropología toda cosa que ha sufrido una transformación, incluso mínima, de origen humano, y es entonces compatible con un punto de vista antropocéntrico, sin especificarlo en detalle. Esta noción presenta la ventaja de no restringir el significado a las cosas materiales (del mundo físico) pues incluye sin dificultad los sistemas simbólicos que pueden también ser instrumentos. Además se parece al término inglés *artifact* y se presta mejor a la comunicación.

Por eso utilizaremos de ahora en adelante el término “artefacto” bajo una designación “neutra” que no especifica un tipo de relación particular con el objeto. Sin embargo, le daremos un contenido más preciso que el de “cosa que ha sufrido una transformación de origen humano”. En efecto, lo que nos interesa es la cosa susceptible de un uso, elaborada para inscribirse en actividades intencionales.

La intencionalidad es constitutiva del diseño del artefacto, o por lo menos de la clase de artefactos a la que se refieren nuestros trabajos. En efecto, como lo escribimos a propósito del OMF (Rabardel, Vérillon 1985), la intencionalidad es la causa de su existencia. Cada artefacto es diseñado para producir una clase de efectos, y su utilización, en las condiciones previstas por los diseñadores, permite actualizar esos efectos¹. En otras palabras, a cada artefacto le corresponden posibilidades de transformaciones de los objetos de la actividad, que fueron

1 El efecto buscado puede ser la prohibición de un tipo de acción o de transformación. Es el caso de los dispositivos de seguridad, por ejemplo.

anticipadas, deliberadamente buscadas y que son susceptibles de actualizarse en el uso. En ese sentido el artefacto (material o no) concreta una solución a un problema o a una clase de problemas sociales.

Por lo tanto, los artefactos tienen en la mayoría de los casos un estatus social, que excede el que le asigna el sujeto al asociarlo a su acción, y al mismo tiempo nunca alcanza las propiedades atribuidas o realmente explotadas por el sujeto. La intencionalidad del artefacto le confiere características particulares, que anticipan los usos en el plano de los objetos reales sobre los que se puede actuar con ayuda del artefacto, y de las actividades y modalidades de acción.

Utilizaremos el término “instrumento” para designar el artefacto en situación, inscrito en un uso, en una relación instrumental con la acción del sujeto, como medio de esta acción. Es sólo una primera definición que corresponde a un enfoque mínimo de la noción psicológica de instrumento, que corresponderá a uno de los usos, el más débil, que haremos de la noción de instrumento.

Máquinas e instrumentos: una cuestión de puntos de vista

Los artefactos en uso en el seno del sistema de producción y de la actividad, con frecuencia llamados máquinas², pueden estudiarse bajo diferentes puntos de vista, cada uno con su propia pertinencia.

² Utilizamos en esta sección el término máquina como sinónimo de artefacto, pues es ampliamente usado en la literatura tecnológica.

El artefacto como sistema técnico

Un primer enfoque se refiere al artefacto como sistema técnico que tiene sus especificidades y se considera independientemente de los hombres. Tal es, por ejemplo, el enfoque que Lafitte (1932) propone de las máquinas, esos cuerpos organizados por el hombre y que forman, en el conjunto de la naturaleza, una especie de reino, análogo por su riqueza, por su variedad, por las singularidades de su prodigioso desarrollo, así como por la imprecisión de sus límites, a los otros reinos imaginados por nosotros hasta ahora. Tal perspectiva, que también fue en parte la de Simondon, no incluye un enfoque psicológico de la relación con los artefactos. Es el equivalente de la mirada del entomólogo sobre la hormiga: el artefacto es una cosa que hay que conocer, un objeto de conocimiento.

Sin embargo, el artefacto como estructura y sistema que funciona y obedece a reglas y restricciones específicas concierne igualmente al hombre en actividad en su relación con las máquinas. Es el caso de los diseñadores, cuyo objetivo es lograr un artefacto que funcione efectivamente, que sea operacional y que cumpla las funciones buscadas. La máquina es ante todo, según la fórmula imaginada de Coutouzis y Latour (1986), como su nombre lo indica, una maquinación, una estratagema, una astucia, donde hay fuerzas que se controlan unas a otras de tal manera que ninguna de ellas puede salirse del conjunto. La habilidad del ingeniero consiste en multiplicar las astucias que hacen que cada elemento se interese en el funcionamiento de los otros. Desde esta perspectiva, la lógica de funcionamiento del sistema se comprende en referencia a la lógica de diseño.

Es el caso también para los hombres implicados en la acción: los artefactos en uso, aún si ellos no los han creado, pueden

ser para ellos sistemas que funcionan según sus leyes y restricciones propias, funcionamiento que deben tener en cuenta para el uso que hacen. El automovilista tiene en cuenta, por ejemplo, las restricciones relacionadas con el funcionamiento del auto, vigilando la temperatura de su motor, el aire de las ruedas, etc.

Pero el mantenimiento en condiciones de funcionamiento puede ser más que una tarea secundaria (aunque necesaria) como para nuestro automovilista. Puede ser incluso el objeto del trabajo, como es el caso de los operarios encargados del mantenimiento, pero también de cierta manera de aquellos encargados de la vigilancia de las instalaciones automatizadas y de los grandes procesos. Allí se trata de mantener dentro de límites aceptables el funcionamiento del sistema en conjunto. El artefacto constituye para el sujeto un objeto que debe conocer, y conocer para poder administrarlo con el fin de que su funcionamiento responda a criterios prescritos o simplemente esperados. En esa relación, la lógica de funcionamiento, según la fórmula de Richard (1983), es organizadora de la relación con el artefacto.

El artefacto desde el punto de vista de sus funciones

La relación con los artefactos en uso puede también situarse en una segunda dimensión. Puede estar centrada en las evoluciones, los cambios de estado de los objetos (materiales o no) tratados por el sistema y sobre los que el sistema actúa. Este enfoque no concibe el artefacto como sistema funcionando, sino como productor de transformaciones del producto tratado, el material o la información, sobre los procesos de esas transformaciones, sobre los estados sucesivos, los flujos, etc.

El artefacto es visto desde el punto de vista de sus funciones, de lo que produce, es decir, desde el punto de vista de lo que les sucede a los objetos, a las cosas, a la transformación que él produce como subconjunto de un sistema más vasto como una unidad de producción o una empresa. Este subconjunto puede ser él mismo considerado como sistema mixto hombre-máquina productor de las transformaciones³.

Desde esta perspectiva, es la lógica del proceso de transformación de las cosas la que organiza el análisis de la relación del hombre con la máquina.

El artefacto como medio de acción

Un tercer y último tipo de relación del hombre con los artefactos en uso es la relación instrumental. El artefacto toma su lugar en una actividad intencional desde el punto de vista del que lo utiliza, y tiene entonces un estatus de medio para la acción del sujeto, un medio que el sujeto asume para operar sobre un objeto (o que se le entrega, en el marco del trabajo por ejemplo). Aquí la relación con el artefacto se entiende desde el punto de vista del sujeto, de su actividad y de su acción. Desde esta perspectiva, la lógica de la actividad y de la utilización (para retomar nuevamente la terminología de Richard) es organizadora del enfoque de la relación instrumental del hombre con el artefacto.

Lógicas complementarias: funcionamiento, utilización, proceso

Naturalmente, la relación instrumental no excluye de ninguna manera los otros tipos de relación con los artefactos en uso. A menudo son incluso complementarias con la relación

³ Esta última opción está presente en la afirmación de Coutouzis y Latour según la cual los actores de tales sistemas pueden escogerse libremente entre los humanos o los no humanos.

instrumental, o están integradas dentro de ella: con frecuencia es necesario que el sujeto controle el mantenimiento en condición funcional del artefacto (lógica de funcionamiento) así como el proceso de transformación de los objetos (lógica del proceso) para que el artefacto sea un medio efectivo de su acción (lógica de utilización, relación instrumental).

Tomemos un ejemplo en el campo de la extrusión plástica. El operario controla una máquina que permite fabricar una película plástica, cuyo espesor debe ser constante con un error de algunas micras. Él es responsable de la calidad de la película. La materia plástica llega en forma de granulado, se funde en un horno y luego se extrude en forma de película. Al constatar una irregularidad en el espesor, el operario hace la hipótesis de que el filtro que homogeniza la materia en fusión está parcialmente tapado (lógica de funcionamiento), lo que produce un flujo de materia insuficiente, fuente de las irregularidades en el producto (lógica del proceso de transformación de las cosas). Entonces aumenta la temperatura del horno (lógica de utilización), para que la materia sea más fluida y se restablezca así la calidad del producto.

Este ejemplo muestra que la utilización instrumental (es decir, como medio de su acción) de la máquina que hace el operario para alcanzar los objetivos de calidad, puede pasar por la lógica de funcionamiento y la lógica de transformación de las cosas. Pero también muestra que no es la máquina en su conjunto la que constituye el instrumento del operario, sino solamente una parte de ésta: los controles de temperatura del horno. El instrumento no es algo en sí, dado de una vez para siempre, que se superpone a la máquina misma. Es el producto de una selección realizada por el operario que asocia a su acción la máquina, el artefacto, o con mayor frecuencia un subconjunto de éste.

Capítulo cuatro:

La tríada característica de las situaciones de actividad con instrumentos

A pesar de las diferencias importantes entre los diseños de los artefactos, de los instrumentos, la mayor parte de los autores evocados distinguen explícitamente (o a veces de manera implícita) tres polos implicados en las situaciones de utilización de un instrumento:

- **El sujeto** (usuario, operario, trabajador, agente...),
- **El instrumento** (herramienta, máquinas, sistema, utensilio, producto...),
- **El objeto** al que se dirige la acción con ayuda del instrumento (materia prima, realidad, objeto de la actividad, del trabajo,...).

Veremos que el significado de cada uno de los polos varía sensiblemente según los autores y el punto de vista de su sistema de interpretación. Sin embargo, el principio que consiste en situar el artefacto en una posición, a la vez intermediaria y mediadora, entre sujeto y objeto parece una opción de carácter muy general. Ya hemos mostrado

en otra parte (Rabardel 1993 a) que un análisis detallado de los trabajos permite encontrar los diferentes polos, incluso cuando los autores no los citan explícitamente. Por eso habíamos propuesto el modelo SAI para caracterizar las clases de Situaciones de Actividades Instrumentadas (Rabardel y Verillon, 1985). Esta modelación en tríada (figura 4) hace aparecer la multiplicidad y la complejidad de las relaciones y de las interacciones entre los diferentes polos, sin medida común con las modelaciones bipolares habituales de situaciones de interacción sujeto-objeto. En efecto, más allá de las interacciones directas sujeto-objeto (S-Od), deben considerarse otras interacciones: las interacciones entre el sujeto y el instrumento (S-I), las interacciones entre el instrumento y el objeto sobre el que permite actuar (I-O), y finalmente las interacciones sujeto-objeto mediadas por el instrumento (S-Om). Además, este conjunto está incluido en un entorno constituido por el conjunto de las condiciones que el sujeto debe tener en cuenta en su actividad intencional. Cada uno de los polos y cada una de las interacciones que acabamos de mencionar son susceptibles de estar en interacción con el entorno así definido.

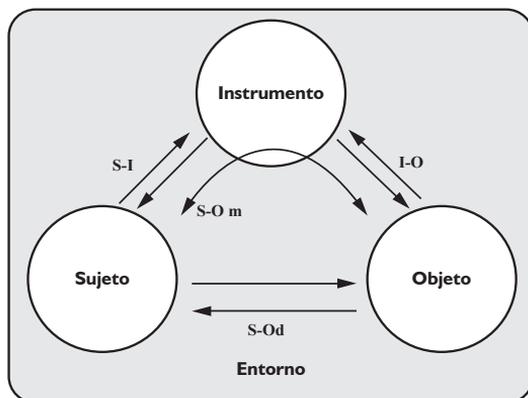


Figura 4: Modelo SAI: la tríada característica de las Situaciones de Actividades Instrumentadas (según Rabardel y Verillon, 1985)

El modelo SAI constituye una herramienta para el análisis de las tareas y de las actividades. Tomemos un ejemplo prestado de Aucherie y Sacotte (1994). Se trata de un pintor profesional que prepara los muros y el techo de una habitación utilizando un artefacto para despegar el papel de colgadura¹. Una observación rápida de la actividad permite hacer una primera descripción: el pintor pasa la placa del artefacto por todos los lugares donde hay papel de colgadura. Al mismo tiempo raspa, utilizando una espátula, el papel de colgadura que se despega gracias al vapor. Luego, aplica el artefacto en el techo y explica que descubrió que bajo la acción del calor el pegante en mal estado se vuelve frágil: basta con rasparlo ligeramente con la espátula. Esta descripción de la actividad es analizada en términos del estatus de los diferentes elementos en la tabla 5.

El ejemplo de análisis a partir del modelo SAI, presentado en la tabla 5, pone de manifiesto inmediatamente algunas características esenciales de las actividades con instrumentos. En primer lugar, los objetos de la actividad son múltiples: pegante, papel de colgadura, techo, y varían según los momentos. Igualmente, los instrumentos son múltiples: placa del artefacto, espátula, vapor. Un mismo dispositivo técnico (artefacto despegador) comprende, para el sujeto, varios instrumentos: placa y vapor en la fase considerada, pero en otros momentos, por ejemplo el del encendido, elementos como la tapa de la caldera, la llave del gas, etc. son susceptibles de tener un estatus de instrumento. Algunos elementos inesperados tienen un estatus de instrumento, por ejemplo el vapor. Finalmente, el pintor utiliza la despegadora para realizar tareas no previstas por los diseñadores: volver frágil el pegante. Volveremos ampliamente sobre este último

¹ Se trata de un dispositivo que produce vapor a presión. El usuario dispone de una placa metálica hueca que, por un lado, deja salir el vapor por una serie de huecos (como una plancha eléctrica) y por el otro lado, tiene una manija que permite manipular el dispositivo.

punto en los capítulos consagrados a la génesis instrumental, en los que analizaremos el significado de ese “desvío” como parte de las actividades de elaboración de los instrumentos por parte de los usuarios.

ACTIVIDAD	ESPÁTULA	PLACA Despegadora	VAPOR	PEGANTE	PAPEL DE COLGADURA	TECHO
El pintor pasa la placa despegadora sobre el papel de colgadura		Instrumento	Instrumento		Objeto	
Raspa con la espátula el papel y éste se despega gracias al vapor	Instrumento		Instrumento		Objeto	
Aplica la placa despegadora al techo		Instrumento				Objeto
Bajo la acción del vapor el pegante se vuelve frágil			Instrumento	objeto		
Basta rasparlo con la espátula	Instrumento			objeto		

Tabla 5

Por supuesto, está claro que el modelo SAI, incluso en este ejemplo simple, no cubre todas las características de las situaciones en las que la actividad es instrumentada: la multiplicidad de los instrumentos usados por un mismo sujeto en una acción compleja; los contextos de la acción que son de naturaleza muy variable y pueden ser colectivos; las intencionalidades singulares de los sujetos, etc., pero el instrumento está presente, y esta presencia es constitutiva de la tríada y de las

interacciones múltiples que se desprenden de ella y forman así un núcleo común, característico de la clase de situaciones de actividad instrumentada.

Sin embargo, como lo vamos a mostrar, este núcleo común es susceptible de múltiples interpretaciones.

Un enfoque tecnocéntrico

El informe COST² de 1991 sobre la definición, el estado del arte y las perspectivas científicas en el campo de la comunicación hombre-máquina, contiene una expresión elaborada de este tipo de enfoque³.

El hombre y la máquina se consideran como un sistema dentro de un entorno, cuya meta es realizar una determinada tarea. Es primordial el carácter interactivo de las relaciones entre el operario, la máquina y el entorno. Las interacciones hombre-máquina no son simples intercambios de información, sino que deben garantizar la coordinación de dos procesos inteligentes que se llevan a cabo uno en el cerebro del operario, el otro en la máquina. La máquina debe entonces tener una representación del operario y de su universo, del objeto y de su universo y de una estrategia que permita ejecutar la tarea en cooperación con el operario y bajo su control.

El hecho de centrarse en la máquina como máquina es manifiesto: la máquina debe ayudar al hombre a realizar una tarea, pero éste debe “padecer” un aprendizaje para poder disfrutar de esa ayuda. La máquina tiene que garantizar dos funciones: la gestión del diálogo con el operario y la dirección de la tarea (o planificación).

2 Informe del CNRS (Centro Nacional de Investigaciones Científicas de Francia).

3 El informe COST es el fruto del trabajo de un grupo con posiciones poco homogéneas. Nuestra interpretación se refiere al punto de vista que nos parece dominante en ese informe.

Se propone un modelo tripolar de las relaciones hombre-máquina-objeto, con el nombre de “tripla hombre-máquina-objeto” (figura 6).

Examinaremos este modelo tríadico en la conceptualización de cada uno de los polos y en la de las interacciones.

- La conceptualización de los polos:
 - **El polo humano** no se considera en términos de sujeto sino como la componente humana (que tiene sus características y propiedades propias) de un sistema más amplio que lo sobrepasa y en el cual está inmerso.
 - **El polo artefacto** se considera en términos de máquina, de sistema operante y funcionante. No se trata de un punto de vista instrumental sobre el sistema como medio para la acción del sujeto. Esta concepción es la simétrica de la concepción del hombre.
 - **El polo objeto** se considera como aquello a lo que se dirige la actividad del sistema hombre-máquina. Este polo está constituido por el objeto de la actividad común del hombre y la máquina, de los componentes del sistema inmersos en un entorno común para el operario y la máquina. Se distinguen entonces dos concepciones de la realidad en la que actúa el sistema hombre-máquina: una concepción en términos de objeto (referida al objeto de la actividad) y una en términos de entorno (es decir, el contexto de la actividad).

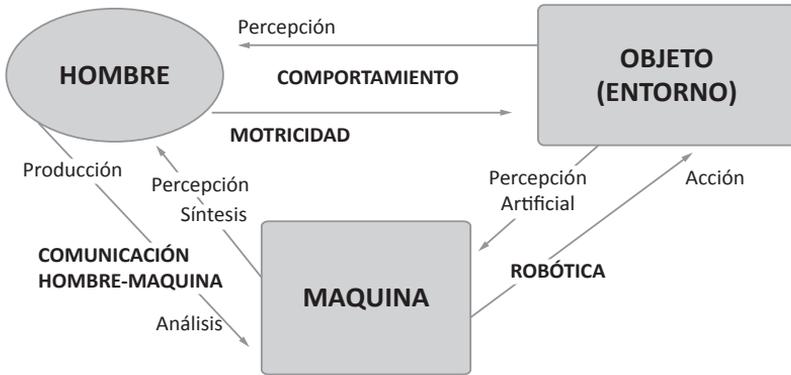


Figura 6: Tripla hombre-máquina-objeto (según el informe COST 1991)

- Las interacciones:

- Se presentan las diferentes esferas de interacciones entre el hombre y la máquina por una parte, la máquina y el objeto por otra. Estas esferas permiten distinguir campos de trabajo científico: las interacciones hombre-máquina pertenecen al campo de la comunicación hombre-máquina y las de máquina-objeto pertenecen a la robótica.
- Pero uno de los defectos esenciales es la ausencia de la interacción sujeto-objeto mediada por el instrumento. Podemos hacer la hipótesis de que es una consecuencia de la concepción del hombre y de la máquina, uno y otro reducidos a la noción de partes componentes de un sistema, es decir inscritos en una visión en la que la atención está en el sistema mismo y en la que quien actúa es el sistema.

La concepción predominantemente tecnocéntrica de este enfoque de la tríada, aparece en las funciones que debe garantizar la máquina: la gestión del diálogo con el operario

y la dirección de la tarea (o planificación). En ambos casos el operario pierde el control. Esta concepción se refiere no a la acción y a la actividad del operario, sino al proceso de realización de una tarea que le incumbe al sistema en su conjunto. Hay una primera utilización del estatus del hombre y de la máquina, simetrización tal vez inherente a la noción de sistema hombre-máquina, ya que se piensa en referencia al proceso de transformación del objeto.

Tal concepción es utilizable cuando hay que elaborar soluciones tecnológicas. Pero es insuficiente cuando se trata de analizar la situación desde el punto de vista del hombre implicado en la acción, es decir desde un punto de vista en el que el artefacto tiene estatus de medio para esta acción, punto de vista necesario para la constitución de una conceptualización psicológica de la noción de instrumento.

Enfoque antropocéntrico del colectivo

El punto de vista expresado por Norros (1991), que examina la cuestión del desarrollo de la experticia de los operarios en el Sistema de Manufactura Flexible (SMF) basado en un modelo triádico (ver figura 7), es sistémico. El proceso de trabajo se considera como un sistema socio-técnico de actividad y la actividad de los operarios se examina a la vez como actividad individual y colectiva.

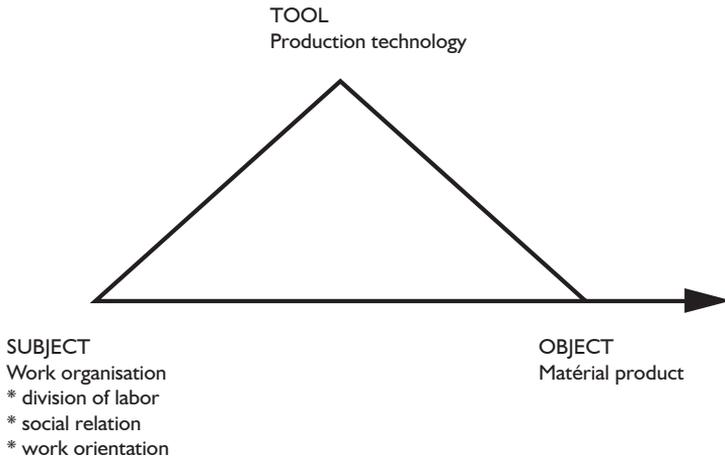


Figura 7: el modelo de Norros (1991)

La concepción desarrollada por Engestrom (1991), inspirada por Vygotsky y Leontiev, también es sistémica, pero en un nivel aún más general. Él propone considerar el sistema de actividad socialmente distribuido como la unidad de análisis pertinente. Un sistema de actividad está atravesado de manera permanente por tensiones y contradicciones internas con sus elementos y entre ellos; en este sentido, constituye una máquina auto-organizadora virtualmente productora de innovaciones y de perturbaciones.

El autor presenta un modelo triádico (figura 8) de un sistema, considerado como una totalidad dinámica y unificada que abarca: el operario y sus colegas de la comunidad de trabajo (*subject*); las herramientas conceptuales y materiales (*instruments*) y los objetos de la acción (*objects*).

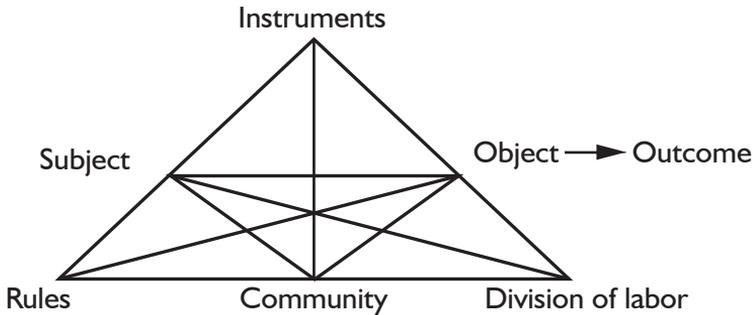


Figura 8 El modelo de Engeström (1991)

Este modelo implica múltiples mediaciones en la actividad (entre sujeto y objeto) por intermedio de los instrumentos (incluyendo símbolos y representaciones). Pero el triángulo sólo es la parte visible del iceberg. También forman parte del fundamento del modelo otros mediadores de la actividad menos visibles: reglas, comunidad y división del trabajo. El sistema está en transformación continua y la actividad del sistema se reconstruye a sí misma permanentemente.

El conjunto del enfoque está centrado entonces en el sistema global que constituye la empresa y permite analizar las dimensiones colectivas del trabajo. El autor se coloca en una perspectiva de ruptura con la idea, calificada de “cartesiana”, del cerebro individual como unidad de análisis pertinente, considerando la cooperación como un ajuste armonioso de los esfuerzos individuales de trabajo. El autor caracteriza la concepción cartesiana de la experticia como residente en los individuos, en forma de conocimientos tácitos o explícitos, habilidades y modelos mentales.

El polo sujeto de la tríada está definido como un equipo multiprofesional. El paso del sujeto individual al sujeto colectivo permite entonces tener en cuenta dimensiones

específicamente colectivas del trabajo. Pero esta perspectiva plantea problemas para un enfoque psicológico de la actividad con instrumentos: el individuo que actúa, el actor cuando actúa, es únicamente una fracción de un sujeto más general; no pensamos que la noción de sujeto colectivo deba eliminarse, sino más bien coordinarse con la de sujeto individual. El nivel de análisis de la persona sigue siendo fundamental en psicología, en ergonomía y en didáctica, aunque no debe ser el único considerado. Retomaremos esta cuestión en la discusión final de este capítulo.

Enfoques psicológicos centrados en el sujeto

La mayoría de las investigaciones psicológicas que hemos citado en el capítulo anterior se basan explícitamente o implícitamente en una caracterización triádica de las situaciones de actividad con instrumentos. Por ejemplo, Guillaume y Meyerson (1937) extendieron al hombre, los resultados de diez años de investigaciones con simios: el uso del instrumento en el simio y en el hombre supone verdaderas técnicas, en el sentido de que hay un arte adquirido que comporta adaptaciones delicadas y precisas de la mano a la herramienta, de la herramienta al objeto y de la mano al objeto a través de la herramienta. Según este enfoque, los tres polos de la tríada quedan identificados (mano, herramienta, objeto) y las diferentes interacciones señaladas, incluyendo la interacción sujeto-objeto mediatizada por instrumentos.

Para Bullinger (1987 a), es necesario mantener una distinción entre organismo y sujeto. En efecto, el organismo constituye un objeto material susceptible de elaboraciones instrumentales, e independientemente del nivel de desarrollo del niño siempre hay un “sujeto” (por pequeño que sea) que organiza y dirige las elaboraciones instrumentales. Entre el sujeto y el

mundo siempre hay sistemas sensoriomotores. Los tres polos de la tríada son aquí el sujeto, el organismo y en particular los sistemas sensoriomotores, el mundo. El hombre ocupa dos de los polos de la tríada: uno como sujeto y el otro (el polo instrumento) como organismo.

Lo mismo sucede para Mounoud (1970), quien caracteriza el instrumento como un universo intermedio entre sujeto y objeto (los tres polos), por el hecho de que se asocia a las acciones del sujeto (interacción sujeto-objeto); acciones que transmite a otros objetos (interacción sujeto-objeto mediada por el instrumento); porque mantiene con los objetos (y con el contexto de la tarea) a los que se aplica relaciones de complementariedad (interacción instrumento-objeto).

Podríamos hacer la hipótesis de que la generalidad de la concepción triádica proviene del hecho de que las situaciones que corresponden a esos ejemplos conciernen a instrumentos que implican conductas evidentemente inteligentes, pero en las que la sensoriomotricidad (sería mejor hablar de sensorio-gestualidad como lo hacen Guillaume y Meyerson y Mounoud) tiene un lugar muy importante. Pero muchos psicólogos que se interesan en las actividades cognitivas complejas también comparten la concepción triádica de las situaciones de actividad con instrumentos.

Por ejemplo Norman, quien analiza en un texto (Norman, 1991) lo que él llama los artefactos cognitivos, se basa también en un modelo triádico de las situaciones de actividad con artefacto (figura 9) cuyos tres polos son el sujeto, el artefacto y la tarea.

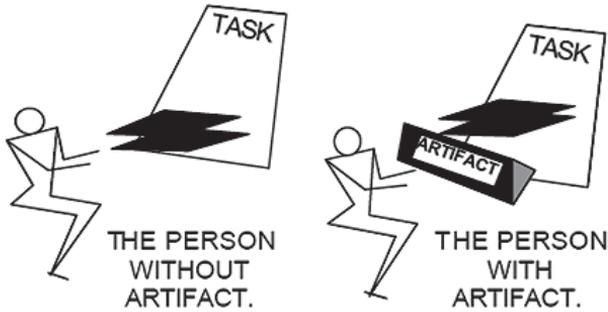


Figura 9: La representación triádica de Norman (1991)

Norman distingue dos tipos de punto de vista posibles sobre esas situaciones:

- Un punto de vista “sistema” que considera el conjunto sujeto-artefacto como un sistema y examina lo que ese sistema puede hacer frente a una tarea considerada como inamovible. Desde esta perspectiva, el artefacto se considera como amplificador de las capacidades funcionales del sistema.
- Un punto de vista “personal”, el del usuario según el cual lo que se examina son las transformaciones de la tarea. Estas transformaciones de la tarea implican exigencias cognitivas nuevas que necesitan la aplicación de capacidades cognitivas muy diferentes de las requeridas por la tarea original.

Norman plantea la hipótesis de una recomposición del conjunto de la actividad basada en un modelo triádico para comprender las actividades con artefactos cognitivos. Se une así a las hipótesis de Vygotsky, citándolo en la bibliografía.

Una lectura atenta de los textos de Vygotsky muestra que también se basa en una concepción triádica de la actividad con

instrumento, aunque no da una representación gráfica (por lo menos en los textos que hemos estudiado). Él distingue los tres polos de la tríada (Vygotsky 1930): un nuevo elemento intermediario, el instrumento psicológico, se intercala entre el objeto y la operación psíquica dirigida sobre él.

Volveremos sobre su definición de instrumento psicológico, pero anotemos solamente que Vygotsky explica esta tríada por analogía con las situaciones de uso de instrumentos materiales. Él hace la hipótesis de una recomposición de conjunto de la actividad relacionada con el uso de los instrumentos, que conduce a la emergencia del acto instrumental como unidad de análisis pertinente para la psicología. Pone en evidencia que las herramientas como los signos tienen en común una función mediadora, pero advierte sobre los límites de la analogía y sobre sus diferencias, en particular en la manera como orientan la actividad humana (Vygotsky 1931).

Finalmente, en el campo del control de procesos también se ha desarrollado un enfoque triádico de las situaciones de actividad con artefacto. Por ejemplo, Hollnagel (1990) también identifica tres polos pertinentes: hombre, computador y proceso, distinguiendo dos tipos de interacciones (figura 10):

- El computador entrega al usuario informaciones sobre el proceso y al mismo tiempo “amplifica” algunas funciones cognitivas del usuario (discriminación, interpretación). Se trata de una relación de tipo incorporación (*embodiment*) en el sentido en que el computador puede de cierta manera considerarse como una parte del operario (Ihde, 1979).
- El computador es un interpretador de las comunicaciones entre el operario y la aplicación, constituye un mediador

sobre el cual el operario no tiene control. Se trata de una relación de tipo hermenéutico.

Según Hollnagel esta distinción es parecida a la que hace Reason (1988) entre las herramientas que corresponderían a la función de amplificación y las prótesis que se quedarían del lado de la interpretación.

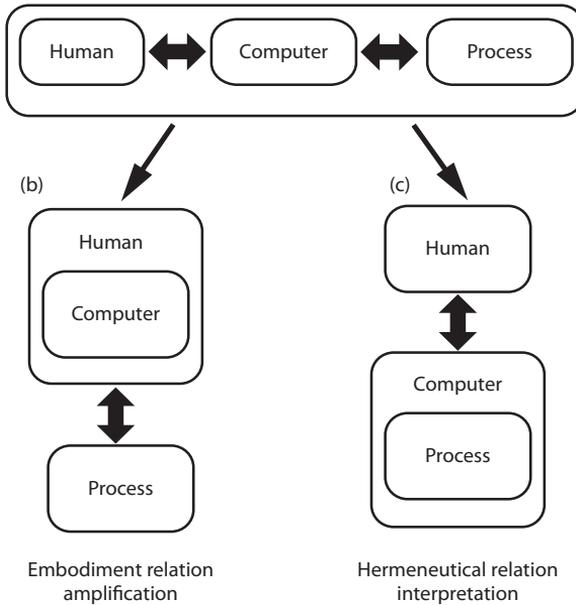


Figura 10: modelo tripolar de Hollnagel (1990)

Discusión donde aparece un cuarto polo

Una primera conclusión es que el esquema triádico es susceptible de una gran diversidad de interpretaciones según los diferentes puntos de vista, aunque tienen su propia coherencia. Esto no constituye una dificultad cuando los puntos de vista están explícitos. La tríada tiene un carácter muy general: fundamenta interpretaciones en disciplinas

muy diferentes, que van de la tecnología y la ingeniería a la psicología cognitiva, pasando por la psicología animal, la psico-sociología y la ergonomía (incluyendo la ergonomía cognitiva).

Esta generalidad es en sí misma una característica muy interesante: la modelización S. A. I que las sistematiza puede tomar estatus de concepto intermediario, como la noción de instrumento, facilitando los diálogos interdisciplinarios y también las cooperaciones en la acción. Esta generalidad expresa en efecto un enfoque común de diversas disciplinas, que se interpreta de manera específica en cada una de ellas.

El segundo punto de discusión se refiere precisamente a esas interpretaciones diferentes entre las disciplinas (pero también a menudo en el seno de una misma disciplina), sin limitarnos a los ejemplos que ya hemos expuesto.

Las concepciones que conciernen al polo sujeto de la tríada nos parecen situarse en un continuo que va de posiciones que afirman fuertemente la idea de un sujeto cargado de significado y que actúa intencionalmente en un universo socialmente intencional, a concepciones en las que la noción misma de individuo, de sujeto, parece desaparecer.

- Bien sea porque se considera únicamente como factor o componente humano (cuyas propiedades hay que caracterizar para poder tenerlo en cuenta: por ejemplo, es el lugar de procesos inteligentes) en un sistema más global que comprende componentes tecnológicos (que en ciertas concepciones pueden tener un estatus equivalente, por ejemplo también ser el sitio de procesos inteligentes).

- Bien sea porque el sujeto individual tiene tendencia a borrarse a favor de la idea de un sujeto colectivo cuando se trata de tener en cuenta dimensiones colectivas de la acción.

El análisis sistemático y detallado de las diferentes posiciones relativas al polo humano de la tríada y de su evolución en la historia de las ideas debe ser profundizado y sin duda dará lugar a debates esenciales. Basta con recordar lo que decía Bruner (1991): en los comienzos de la denominada “revolución cognitivista” se llevó a cabo una violenta campaña de inspiración antimentalista contra la noción de agente que implicaba que la conducta tiene lugar bajo el imperio de la intencionalidad en relación con deseos, creencias, obligaciones morales, etc. También basta con recordar que el término “operario” nació de la noción de operación que tiene el estatus que conocemos en el taylorismo, aunque desde entonces ha tenido otros significados...

En lo que concierne a las concepciones relativas al polo instrumento⁴, bastará con subrayar que la mayor parte de los autores le dan un estatus de intermediario, incluso de mediador entre el sujeto y el objeto. Esto significa una ruptura con los modelos bipolares más habituales en psicología (pero también en otras ciencias del hombre o de la vida) que reducen las situaciones a enfrentamiento entre el sujeto y todo lo que no es él: el medio, el entorno, asociados e incluso a veces indistintamente confundidos en el objeto. Pero el estatus de intermediario concierne a artefactos muy diferentes (desde los sistemas sensoriomotores hasta los signos y los lenguajes, pasando por los bastones, las máquinas, los computadores y los sistemas expertos) que son entendidos de múltiples

⁴ Aquí desarrollaremos muy poco las concepciones relativas al polo instrumento del modelo S. A. I pues la noción de instrumento será objeto de un análisis profundo en una próxima sección.

maneras (artefactos inertes, artefactos activos que funcionan y lugar de procesos inteligentes).

El estatus del objeto también se interpreta de diversas maneras (objeto material, proceso, objeto virtual, objeto de pensamiento e incluso conducta propia del sujeto o de otros sujetos). Sin embargo, pueden identificarse diferencias importantes en autores que pertenecen a varias disciplinas. La primera consiste en distinguir en el seno del objeto lo que tiene estatus de objeto de la actividad o de la acción, es decir aquello hacia lo cual se dirige esta acción, de los otros aspectos de la realidad que, aunque son significativos para la actividad, forman el contexto o entorno. La segunda se refiere al tipo de relaciones posibles con el objeto: relaciones de conocimiento, de transformación (o los dos) y finalmente de comunicación (en particular cuando los instrumentos son simbólicos).

Uno de los aspectos más llamativos al comparar esas diferentes interpretaciones de la tríada, es que, según las situaciones de referencia y los puntos de vista asumidos, el hombre puede ocupar cada uno de los tres polos: naturalmente, puede ser el sujeto, pero también instrumento (su propio instrumento o el de otro) e incluso el objeto de una actividad dirigida hacia él (por él mismo o por otro). Pueden ser hombres diferentes que ocupen los diferentes polos pero también el mismo hombre simultáneamente o sucesivamente (por ejemplo, en las concepciones de Vygotsky o de Bullinger).

Finalmente, la evolución de las tecnologías contemporáneas conduce a hacer aparecer un cuarto polo para describir situaciones nuevas relacionadas con la aparición de software destinado al trabajo colectivo (*groupware*)⁵. En efecto,

⁵ Este enriquecimiento del modelo de las Situaciones de Actividad Instrumentadas debe mucho a discusiones que tuvimos con Yves Clot, y a los trabajos de Pascal Beguin (1994) a los cuales nos referiremos

esos nuevos tipos de dispositivo están orientados hacia las dimensiones colectivas del trabajo, y tratan de permitir y facilitar el trabajo en común. A las relaciones habituales entre sujetos, objetos e instrumentos, vienen a agregarse las interacciones del sujeto con los otros sujetos, las colaboraciones y las cooperaciones⁶. El modelo tripolar se convierte en un modelo cuadripolar (figura 11).

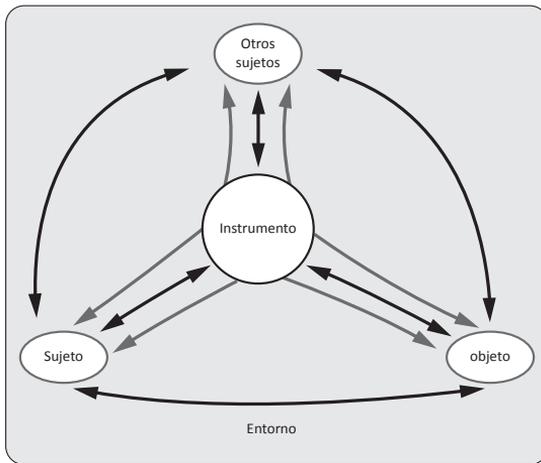


Figura 11: modelo SACI de las Situaciones de Actividades Colectivas Instrumentadas

Nuestro último punto concierne a las interacciones entre los polos de la tríada. Una de ellas, la interacción sujeto-artefacto, es omnipresente. Incluso cuando parece desaparecer, como en la situación en la que el artefacto tiene estatus de amplificador, subsiste una relación de incorporación (Hollnagel). Viene luego para la mayoría de los autores la interacción artefacto-objeto. Sin embargo, en algunos casos no está explícita, en particular cuando las situaciones se caracterizan por una posición interna del objeto en el artefacto (computador, proceso); el acento se

nuevamente.

⁶ En un trabajo reciente (1994), Beguin resalta características importantes de esas interacciones entre sí y los otros por medio del instrumento que llena así una función de mediación colaborativa para alcanzar metas comunes en el seno de las actividades colectivas.

pone entonces sobre la relación con el objeto, mediada por el artefacto, mientras que por razones evidentes, la interacción directa sujeto-objeto desaparece. Pero esta última también puede no aparecer, en particular cuando la tríada se considera desde una perspectiva tecnocéntrica.

Capítulo cinco:

Puntos de vista e hipótesis sobre los instrumentos

Acabamos de explorar diferentes tipos de relaciones posibles con los artefactos y de mostrar que el instrumento no existe ‘en sí’, sino que es el resultado de asociar el artefacto a la acción del sujeto como medio para la misma. Pero esta perspectiva, a la que adhieren una parte de los autores interesados en los instrumentos, no es la única posible. En efecto, las concepciones son muy diversas como vamos a verlo¹.

Presentaremos primero las diferentes concepciones en función del punto de vista que hemos considerado dominante, luego propondremos una síntesis de conjunto.

Enfoques tecnológicos

Para las concepciones tecnológicas de los instrumentos, las definiciones están centradas principalmente en la función:

¹ En algunos casos, cuando la oposición tiene un sentido para los autores, utilizaremos de manera diferente los términos “instrumento” y “herramienta”, en todos los otros casos utilizaremos el término “instrumento”.

objeto considerado con respecto a su función, aparatos de control del funcionamiento de los diversos órganos de una máquina; o también, en las modalidades de acción sobre la materia prima. Las herramientas usadas en fábricas mecánicas corresponden, por ejemplo, a tres clases: de corte, de abrasión, de deformación de la materia.

Los términos “instrumento” y “herramienta” sirven en la mayoría de los casos para distinguir clases de objetos técnicos. Siguiendo el ejemplo de la mecánica, los instrumentos están, en general, orientados a tomar informaciones y las herramientas, hacia la transformación. Pero estas distinciones no son constantes y varían en función de los campos: se habla, por ejemplo, de instrumentos de música o de cirugía. La característica principal de esas concepciones es que al estar centradas sobre los sistemas técnicos, no se refieren a la actividad del sujeto usuario del instrumento y, en algunos casos, dejan de lado al usuario.

Una metáfora biológica

Los puntos de vista desarrollados por Simondon (1968 y 1969) se inscriben en una perspectiva más amplia, que trata de pensar las relaciones del hombre con el medio, mediadas por los objetos técnicos y más en general, por la técnica. Él distingue los instrumentos de las herramientas por analogía con los órganos biológicos: la herramienta es un medio para la acción prevista por un operario que posee un saber, que prolonga y adapta los efectos orgánicos. El instrumento es el inverso de la herramienta: prolonga y adapta los órganos de los sentidos, es un captor y no un efecto, sirve para recoger información mientras que la herramienta sirve para ejecutar una acción.

La herramienta y el instrumento marcan, para Simondon, el acontecimiento de la mediación entre el organismo y el medio. La relación binaria se convierte en ternaria por inserción de un término medio. El conjunto está incluido en el término “función relacional”: la esencia del mediador está constituida por la función de acoplamiento entre organismo y medio². El objeto técnico (en sus modalidades de herramienta y/o instrumento) constituye, para Simondon, un paradigma de la relación entre lo viviente y el medio. Esta concepción hace intervenir al sujeto, pero desde un punto de vista externo a él, como organismo y como uno de los dos extremos que el mediador pone en relación. El punto de vista sigue estando principalmente focalizado en el sistema técnico más que en el sujeto y la metáfora biológica es predominante.

El instrumento del animal como universo intermediario

Las opciones de investigación de Guillaume y Meyerson son totalmente diferentes, pues tratan de analizar el uso de los instrumentos en los simios y determinar las diferencias y semejanzas con los usos humanos. Mientras que la referencia de Simondon es la metáfora biológica, estos autores piensan el instrumento y los diferentes tipos de instrumentos en referencia a la actividad. Desde sus primeras investigaciones afirman que el instrumento (un palo) no es una simple prolongación del brazo que permite alcanzar un objeto deseado: es el medio que permite realizar esta actividad específica que consiste en hacer un rodeo (por ejemplo para alcanzar una fruta escondida detrás de un obstáculo).

En Guillaume y Meyerson (1931), la definición de instrumento se precisa a propósito de los intermediarios relacionados con

² Por esto mismo el enfoque de Simondon es pariente del análisis funcional desarrollado en tecnología.

el objeto (por ejemplo, una pita amarrada a una fruta): “el instrumento más simple que un animal pueda utilizar para atrapar un objeto inaccesible es un intermediario material con una parte o extremidad en su campo de acción y otra solidaria del objeto deseado”. En esta definición se plantea el estatus de mediador, de intermediario entre el animal que actúa y el objeto deseado.

Sin embargo, los autores subrayan que no se trata de un instrumento en el sentido pleno del término: una pita amarrada a un fruto sólo puede ser para el animal una cola un poco larga de la cual se puede tirar; con los intermediarios relacionados con el objeto llegamos a la puerta de entrada a la función instrumental. Los autores afirman (1934) que el verdadero instrumento es independiente de la situación presente, de los objetos a los cuales debe aplicarse: vale para mil situaciones posibles parecidas o diversas. En el caso del intermediario relacionado con el objeto, la relación existe, basta con explotarla. En el segundo caso, hay que establecerla, construirla: un objeto que no tiene solidaridad actual con la meta debe adquirir una, bajo ciertas condiciones que hay que comprender y prever. El instrumento per se no es ni una simple prolongación de los miembros ni una prolongación del objeto. Es un objeto cuyas propiedades pueden mirarse a la vez independientemente de las de los miembros del cuerpo y asociadas a las de los miembros del cuerpo.

Entonces para el animal y parece ser que también para el hombre, un instrumento constituye una especie de mundo intermediario cuyas propiedades son, o pueden ser diferentes a la vez de las del cuerpo y de las de los objetos sobre los que ejerce su acción. Para actuar de manera eficaz, hay que

poder asociar esas diversas propiedades en situaciones más o menos variables.

Al igual que para Simondon, para Guillaume y Meyerson el instrumento constituye un universo intermediario pero entre el sujeto y el mundo, mientras que para Simondon lo es entre el organismo y el medio. No podemos evitar subrayar hasta qué punto la metáfora biológica de este autor, empleada de manera aislada, es reductora. Si el instrumento debe pensarse como un universo intermediario no lo es solamente para un organismo, sino para un sujeto, sujeto psicológico y social a la vez, que no actúa en un medio indiferenciado, sino sobre los objetos de su actividad.

El instrumento social, capitalización de la experiencia

En este sentido van las observaciones de Wallon (1941), quien compara el instrumento humano con el de los simios partiendo de un punto de vista centrado en la actividad: primitivo o perfeccionado, banal o especializado, un instrumento se define por los usos que se le reconocen. Está formado por ellos. Impone a quienes quieren utilizarlo su modo de empleo. Existe de manera durable e independiente. Quien sabe que existe, tiene que conseguirlo en caso de necesidad. Es un objeto constituido, un objeto construido según algunas técnicas para otras técnicas, el producto modificado de experiencias tradicionales o recientes y trasmite el fruto de estas experiencias a quienes lo utilizan.

Esta fuerte individualización no corresponde, para Wallon, al instrumento del chimpancé que es solamente ocasional; es una simple parte de un conjunto provisional de donde saca

todo su significado. Si el palo con el que el chimpancé podrá acercar el pedazo de naranja o de banano no es percibido en el mismo instante de sus esfuerzos hacia ellos, quedará inútil y desconocido. El instrumento animal es instrumento únicamente en la medida en que sea percibido y sólo es percibido en la medida en que esté dinámicamente integrado a la acción.

Eso afirmaba Wallon sin poder demostrarlo, e incluso iba en contra de las últimas constataciones de Guillaume y Meyerson (1937) que habían identificado en algunos casos conductas de conservación del instrumento. Pero encontramos en Wallon la idea, desarrollada igualmente por Vygotsky y sobre todo por Leontiev, de una capitalización de las ganancias de la experiencia en el instrumento humano y una transmisión posible de esas ganancias. El instrumento no es solamente universo intermediario, medio dinámicamente integrado a la acción; también es experiencia y conocimiento capitalizados.

En efecto, para Leontiev (1975, 1976), el instrumento debe considerarse como portador de la primera verdadera abstracción: en la interacción directa sujeto-objeto las propiedades del objeto se revelan únicamente en los límites de las sensaciones del sujeto, mientras que en el proceso de interacción mediada por el instrumento, el conocimiento sobrepasa esos límites. Por ejemplo, cuando se modela un objeto con otro objeto, de la deformación de uno deducimos la mayor dureza del otro. Allí se realiza un análisis práctico y una generalización de las propiedades de los objetos sobre los cuales actuamos con el instrumento, según criterios objetivados en el instrumento mismo.

Para Leontiev, los instrumentos son los medios de la actividad humana, una actividad cuyo origen hay que buscar en el

trabajo. Un instrumento no puede considerarse fuera de su relación con la meta, porque se convierte en una cosa abstracta (en el sentido crítico del término esta vez) lo mismo que una operación considerada sin su relación con la acción que realiza. La relación instrumento-meta se considera como constitutiva de la noción de instrumento.

No retomaremos las hipótesis relativas a la cristalización de la experiencia en los instrumentos y el proceso social de apropiación por el cual se transmiten y que hace del instrumento un precursor material del significado.

Sólo resaltamos que lo que es central para Leontiev, como para la mayoría de los autores precedentes, es el sujeto, pero un sujeto que no está encerrado en una relación solipsista con los instrumentos y, más en general, con los artefactos: las relaciones del individuo con el mundo de los objetos humanos están mediadas por las relaciones con los otros hombres.

Por eso, él critica las tentativas de inversión de una perspectiva centrada en el sujeto humano: “se atribuye a las máquinas pensantes de nuestra época las propiedades de auténticos sujetos de pensamiento. Se presentan entonces las cosas como si las máquinas no fueran el instrumento del pensamiento del hombre sino el hombre el instrumento de las máquinas”.

Del instrumento material al instrumento psicológico

Leontiev se suma a Vygotsky (1930, 1934), quien desarrolló una concepción psicológica generalizada de los instrumentos centrada en el sujeto. Para Vygotsky, los instrumentos permiten, no solamente la regulación y la transformación

del medio externo, sino también la regulación, por parte del sujeto, de su propia conducta y de la conducta de los otros.

El lenguaje, los signos, los mapas, los planos y los esquemas se consideran como instrumentos psicológicos que median la relación del sujeto consigo mismo y con los demás. El instrumento psicológico se diferencia del instrumento técnico por la dirección de su acción hacia el psiquismo. La integración del instrumento en el proceso de comportamiento utiliza funciones nuevas relacionadas con el control del instrumento, sustituye procesos “naturales”³ que quedan a cargo del instrumento y transforma el desarrollo y los aspectos particulares de los procesos psíquicos. Esos procesos se inscriben en una unidad compleja estructural y funcional: el acto instrumental.

El punto de vista desarrollado por Vygotsky consiste, por una parte, en distinguir diferentes tipos de instrumentos en función de aquello sobre lo que permiten actuar (el mundo material, el psiquismo propio o el de los demás) y, por otra parte, en proponer una unidad de análisis de las actividades instrumentadas: el acto instrumental. De esta manera piensa doblemente el instrumento con referencia al sujeto.

Pero el interés del enfoque de Vygotsky no reside solamente en la asociación de las nociones de instrumento y acto instrumental. Está aún más fundamentalmente relacionado con la noción misma de instrumento psicológico, gracias al cual el sujeto controla y regula su propia actividad. El instrumento psicológico, aunque puede tener una existencia externa al sujeto, también tiene una existencia interna que hace posible que el sujeto se administre a sí mismo. Por ejemplo, los instrumentos semióticos (lenguaje, planos,

3 Un ejemplo simple es el del nudo en el pañuelo que permite recordar una acción que debe realizarse.

etc.) no son solamente instrumentos de conocimiento (instrumentos cognitivos según algunos autores, ver p. 75), sino que también son instrumentos psicológicos.

El instrumento reflejo del desarrollo del niño

Para Grize (1970), quien escribe el prefacio del libro de Mounoud, el instrumento también tiene un contenido psicológico: es conocimiento y participa a la vez en el polo objeto y el polo operatorio, debido a su estatus de intermediario. Pero si el instrumento es conocimiento, lo es desde un punto de vista diferente a los de Wallon, Leontiev o Vygotsky para quienes se trata de un conocimiento capitalizado, cristalizado, fruto de los logros de la experiencia que se transmiten así por el instrumento. El instrumento evocado por Grize refleja el estado del desarrollo epistémico del niño y por lo tanto estudiar las concepciones que el niño tiene del instrumento es estudiar la evolución de su conocimiento.

Este es el objetivo de Mounoud (1970), quien tratará de identificar las concepciones del instrumento propias de cada edad. Él define instrumento como todo objeto que el sujeto asocia a su acción para la ejecución de una tarea. El instrumento prolonga y/o modifica esta acción y presenta características que se asocian simultáneamente a las acciones del sujeto y a los objetos sobre los cuales se aplica.

La definición dada por Mounoud sintetiza, más allá de sus propios trabajos, los frutos de las investigaciones realizadas por sus predecesores (en particular Guillaume y Meyerson)⁴.

⁴ La definición de Mounoud constituye, para muchos autores, un punto de partida para sus propias reflexiones. Por ejemplo, Leplat y Pallhoua (1973) quienes parten de la definición de Mounoud, consideran los instrumentos como intermediarios que tienen sus propias reglas de funcionamiento, y desarrollan un marco de análisis de la actividad intelectual en el trabajo sobre instrumentos, que concierne en particular a los sistemas de representación y de procesamiento construidos por los operarios. También Guillvec (1990), parte de la definición de Mounoud y reflexiona sobre la apropiación cognitiva de la herramienta como condición de fiabilidad en las situaciones de transferencia de tecnologías, apropiación que tiene que

Basado en esta primera definición, Mounoud distingue dos categorías de instrumentos: los que transmiten las acciones de los sujetos sin transformarlas y los que las transforman por inversión, multiplicación, etc. El instrumento constituye así un universo intermediario entre sujeto y objeto: se asocia a las acciones del sujeto; mantiene relaciones de complementariedad con los objetos (y con el contexto de la tarea) sobre los que actúa; finalmente suplanta algunas acciones del sujeto asumiendo sus funciones.

Para Mounoud, el instrumento es simultáneamente un contenido con referencia a las acciones del sujeto y una forma con referencia a los objetos sobre los que actúa. Las conductas instrumentales hacen intervenir una multiplicidad de dependencias: entre la acción del sujeto y los desplazamientos del instrumento (se trata de ganchos, palitos, barras con codo, etc.), entre las propiedades del instrumento y el dispositivo, entre las diversas partes del instrumento etc.

Aunque Mounoud concibe el instrumento como un intermediario entre sujeto y objeto, concibe el objeto exclusivamente como objeto material sobre el cual se trata de efectuar transformaciones. Por eso su concepción se parece a la de Simondon, para quien el instrumento es un mediador. Pero para Mounoud la referencia al sujeto es básica, pues el instrumento se define con relación al sujeto, es el medio que el sujeto asocia a su acción. Esta es una diferencia esencial con el pensamiento de Simondon, quien se basa en la referencia al sistema técnico y su acoplamiento con el organismo y el medio.

Finalmente, en las conclusiones de sus investigaciones experimentales, Mounoud resalta que los instrumentos

ver con el conjunto de los procesos internos que se activan en el sujeto en esa situación. Él considera la herramienta como un mediador entre la acción del operario y el campo de trabajo.

constituyen para los sujetos clases de equivalencia: comparten el hecho de satisfacer condiciones que los hacen equivalentes con respecto a la experiencia. Mounoud distingue la extensión del instrumento —la posibilidad de adaptarse a toda clase de situaciones— y la comprensión: las propiedades del instrumento. La evolución del instrumento con el desarrollo genético pasa por una disminución de la extensión y un aumento de la comprensión.

El instrumento semiótico

También encontramos la idea de clase de equivalencia en Prieto (1975), quien define como “operante” la clase que forman una herramienta determinada y todas las otras que poseen la misma utilidad, es decir que permiten realizar las mismas operaciones. A partir de 1966, Prieto, quien realiza investigaciones de orden semiológico, considera los sistemas semióticos como instrumentos. Es notable la proximidad de su inspiración con la de Vygotsky, a pesar de que aparentemente no lo conoce (sólo en 1974 se tradujo al italiano una recopilación que tenía un texto de Vygotsky sobre el método instrumental).

Para Prieto, el instrumento confiere la posibilidad de actuar sobre el mundo exterior y es su razón de ser, se produce expresamente para ejecutar operaciones determinadas. Determina clases de objetos, es decir conceptos y clases de operaciones que también son conceptos. Los instrumentos cuya función es transmitir mensajes son señales. Permiten ejercer una influencia sobre lo que rodea al hombre. Como cualquier instrumento, las señales le dan al hombre conceptos constituidos por sus significados respectivos.

En el texto de 1975, Prieto emplea la palabra “herramienta” para designar lo que antes llamaba instrumento: el objeto individual que tiene en el acto instrumental (es decir, en la ejecución de una operación cualquiera) un papel análogo al que tiene la señal en el acto semiótico. Él reserva el término “instrumento” para designar la entidad que constituye un operante (la clase que forman una herramienta determinada y todas las otras que poseen la misma utilidad) y la utilidad correspondiente.

A pesar de la proximidad del vocabulario, el enfoque de Prieto es muy diferente del de Vygotsky. Su análisis es casi de orden técnico: analiza el instrumento como tal, independientemente de la manera como existe para el sujeto (el instrumento interiorizado) y de la actividad que efectúa para usarlo. A *fortiori* no se preocupa por la actividad global del sujeto en la que se inserta el uso del instrumento. Ese tipo de análisis es necesario para conocer las propiedades “objetivas” de los instrumentos semióticos (así como el análisis técnico de las máquinas permite acceder a sus propiedades técnicas), pero no es suficiente para la psicología ni para la ergonomía, que se preocupan por la interiorización de esas propiedades y de las modalidades de intervención de los instrumentos en la actividad.

Esta es la gran diferencia entre Prieto y Vygotsky. Se manifiesta en particular, en una divergencia sobre el punto de acción principal: control del sujeto sobre sí mismo y sobre los demás para uno, transmisión de mensajes para el otro (incluso si ambos contemplan igualmente el otro polo). Finalmente, Prieto no parece contemplar la recomposición completa de la actividad del sujeto que supone el acto instrumental.

La dimensión propiamente psicológica desaparece para Prieto (que no tiene intención de incluirla). Pero el gran mérito de su enfoque está en que, a través de una sistematización de los conceptos, le da peso a la analogía hasta ese momento un poco metafórica entre instrumentos materiales y semióticos. De esta manera, permite generalizar una de las ideas esenciales de la semiótica: la idea de que todo instrumento es una entidad de dos caras al igual que todo signo. Una idea que podemos encontrar en otros autores preocupados por problemas tan diferentes como la realización de manuales de instrumentos de la vida cotidiana (Legrand, Boullier y al. 1991) o la construcción de una psico-semiología como Cuny (1993). Cuny (1993) se centra en el sujeto y más particularmente en el sujeto implicado en la acción. Él define las herramientas semióticas⁵ como objetos que tienen el papel de entregar la información y que se inscriben en el sistema hombre-tarea que caracteriza toda situación de trabajo, participando en operaciones determinadas en el seno de las cuales se actualizan sus funciones. Son, como todo instrumento, indisociables de las técnicas y de los modos operatorios que permiten su aplicación.

Cuny se une así a los criterios desarrollados por Leroi-Gourhan (1964) para quien el instrumento existe realmente sólo en el gesto que lo hace técnicamente eficaz. Proponer una herramienta semiótica normalizada es entonces presuponer la adopción de una técnica determinada de utilización, e inversamente, interesarse en las herramientas semióticas de profesionales experimentados, es descubrir productos integrados a las acciones, ajustados a las necesidades semióticas en la evolución de la relación tarea-ejecutante.

5 Cuny utilizó en sus primeros trabajos el término "herramientas sémicas"; aquí utilizaremos "herramientas semióticas" cuyo uso es más común en la actualidad.

La herramienta semiótica constituye una ayuda para la actividad cognitiva del operario aportando información útil para la acción y guiando el desarrollo de las secuencias operatorias. Este concepto es muy cercano a algunas de las características de los instrumentos psicológicos de Vygotsky, hasta en la idea de acto semiótico (Cuny 1981) que constituye el equivalente de la idea de acto instrumental⁶. El proceso de aprendizaje de una herramienta semiótica (por ejemplo, el esquema de electricidad presentado en Cuny 1981) no puede tener una intencionalidad puramente intrínseca: “no se aprende la lectura y la escritura del esquema por sí mismas, sino para insertarlas en un proceso operatorio”. El autor fija como objetivos a la psico-semiología que elabora: el análisis de los problemas de elaboración de los instrumentos semióticos, de la adquisición de su manejo y, más allá de este aprendizaje, de su utilización y de las funciones que puede tener.

Herramientas e instrumentos cognitivos

La noción de herramienta cognitiva desarrollada por Rogalski y Samurcay podría parecer cercana a estas concepciones. Sin embargo, se distingue de ellas en dos puntos importantes. Rogalski (1993) define los rasgos característicos de su concepción de las herramientas cognitivas. Se trata de artefactos, de objetos externos al sujeto, que resultan de un proceso de elaboración de carácter social y que integran conocimientos (por eso el carácter cognitivo de esas herramientas). Artefactos como tablas de datos numéricos, ábacos, calculadoras, programas de computador, pero también métodos de resolución de problemas constituyen herramientas cognitivas.

⁶ Esas características instrumentales, orientadas hacia la guía de la actividad propia, ya habían sido evocadas por Ombredane y Favergé desde 1955.

Esta es una definición cercana a la que dio Norman (1992) de la noción de “*artefacto cognitivo*”: Un dispositivo artificial concebido para conservar, presentar o procesar información con el propósito de garantizar una función representativa. Rogalski y Samurcay (1993) insisten particularmente en el carácter operativo u operante de las herramientas cognitivas que toman a su cargo una parte de la actividad cognitiva de los usuarios y contribuyen así a la realización de la tarea⁷.

Esta es una idea importante aunque bastante antigua: todo instrumento, herramienta, máquina, efectúa un trabajo, opera en beneficio de quien la usa (pero en un contexto de trabajo en general y no para su beneficio propio). Este tomar a cargo una parte de la actividad cognitiva, implica a menudo una transformación de las representaciones iniciales de los sujetos relativas a los objetos de su actividad. En los ejemplos citados por los autores, el control de los incendios forestales y la gestión de hornos industriales, el uso de las herramientas cognitivas necesita la construcción de representaciones mentales nuevas de los procesos, coherentes con las que son constitutivas del instrumento.

Entonces no se trata, como para los instrumentos psicológicos de Vygotsky, de instrumentos usados por el sujeto para controlarse a sí mismo, sino de herramientas orientadas hacia un conocimiento (en la mayoría de los casos anticipatorio) de los objetos de la realidad, externos al sujeto y hacia los cuales se orienta su actividad (diagnóstico, decisión, transformación...). Además, las dimensiones colectivas de la actividad son importantes aquí y los instrumentos no se inscriben solamente, como lo subraya Hutchins (1990), en un contexto en el que el operario está aislado y limitado a interacciones con la herramienta, en su mundo privado.

⁷ La terminología de los autores ha evolucionado recientemente (1994) hacia el término “herramienta cognitiva operativa” que acentúa aún más las características que les parecen esenciales.

Al realizar un estudio sobre las actividades colectivas en la navegación, Hutchins propuso considerar que los instrumentos forman, junto con la organización social y los miembros del colectivo, un sistema de cognición distribuida. Esto supone no solamente, como para Rogalski y Samurcay, que los instrumentos realizan una parte del trabajo cognitivo, sino que además son “abiertos”, es decir no hacen invisible el trabajo, para permitir a la vez su realización colectiva y la adquisición y la transferencia de competencias.

Sin embargo, Hutchins critica vivamente, a partir de ejemplos, algunas hipótesis calificadas de “clásicas” sobre la naturaleza de la ayuda cognitiva aportada por los instrumentos. Para Hutchins, los instrumentos cognitivos externos, que son eficaces para los sujetos, no deben considerarse principalmente como “amplificadores de capacidades de procesamiento de la información”, o como “actores inteligentes” que interactúan (cooperan) con los operarios. Según el autor, las herramientas cognitivas constituyen buenas ayudas operativas cuando transforman la tarea del sujeto para dar una formulación o una representación más fácil de procesar para el sujeto. La capacidad cognitiva de un sistema hombre máquina-inteligente no dependería principalmente de las capacidades de procesamiento de la máquina sino más bien de la relación entre los recursos propios del sujeto y las modalidades de ayuda ofrecida por la máquina.

Esa posición podría, por sus conclusiones, parecerse a la perspectiva “sistemas de ayuda a la actividad” desarrollada por Falzon (1989), aunque las premisas de ésta son muy diferentes. Por el contrario, esta hipótesis se opone a la de Reason (1987, 1990): él preconiza la elaboración de prótesis cognitivas (o muletas mentales) como el único remedio inmediato posible a la situación problemática creada

por los diseñadores de sistemas. Reason piensa que los sistemas actualmente diseñados (y que, por lo tanto, serán durante mucho tiempo operacionales) han transformado las características adaptativas normales de la cognición humana en responsabilidades peligrosas. Es verdad que el contexto de esta reflexión pesimista es el de las grandes industrias de procesos (química, nuclear...), para los que las consecuencias potenciales de los errores humanos son tan considerables que la solución “prótesis” puede parecer preferible.

Sin embargo, la solución prótesis presenta inconvenientes muy importantes como lo muestran Roth, Bennet y Woods (1987) basados en datos experimentales.

El paradigma de diseño de los sistemas expertos como prótesis, muy común, trata de producir sistemas destinados a corregir deficiencias humanas. El papel del operario se reduce a entregar datos a la máquina. Ésta dirige el proceso de solución del problema, define las observaciones y las acciones que el usuario debe realizar. En este tipo de interacción hombre-máquina, es la máquina la que tiene el control; el usuario tiene un rol pasivo. La experimentación realizada por los autores puso en evidencia que entre más pasivo es el rol de entregar datos, más se degrada el desempeño global del sistema hombre-máquina.

Los autores proponen entonces una alternativa al paradigma “prótesis”: una conceptualización instrumental de las herramientas cognitivas. Las herramientas cognitivas deben concebirse como instrumentos a disposición del sujeto que resuelve un problema. La herramienta cognitiva tiene entonces el rol de un consultor, fuente de informaciones para el sujeto, quien dirige el proceso de resolución de problemas. El rol del hombre es buscar el desempeño del conjunto de

la cooperación hombre-máquina, controlando los distintos recursos cognitivos a su disposición; es él quien tiene el control.

Roth, Bennet y Woods ponen el acento, al igual que Rogalski y Samurcay, Hutchins o Falzon, en la primacía de la actividad del sujeto, del operario. Esta actividad propia debe continuar rigiendo la interacción con la herramienta cognitiva, lo que supone que el sujeto tenga el control de esta actividad. Esta posición conduce al paradigma instrumental alternativo al paradigma de la prótesis.

Aparece entonces la necesidad de un punto de vista instrumental sobre los artefactos, incluso cuando esos artefactos se basan en tecnologías contemporáneas como la inteligencia artificial.

Síntesis: el instrumento mediador, conocimiento, operante y medio de la acción

Las concepciones del instrumento que acabamos de explorar, tienen una gran diversidad y se oponen incluso unas a otras. Sin embargo, trataremos ahora de destacar rasgos característicos que permiten hacer un primer balance sobre la noción de instrumento.

Primero que todo el instrumento se considera unánimemente como una **entidad intermediaria**, un término medio, incluso un universo intermediario entre otras dos entidades que son el sujeto, actor, usuario del instrumento y el objeto sobre el cual actúa.

Aquí encontramos los tres polos de la tríada precedentemente

analizada. Los autores consideran de distintas maneras estos polos. En lo que concierne al actor, las concepciones se sitúan en un continuo en cuyos extremos estarían, por un lado el organismo (lo vivo) y por el otro, el sujeto como actor intencional y orientado, socialmente situado. Con respecto al objeto, las concepciones se reparten igualmente en un continuo que va de la idea de objeto como un medio o entorno a la de objeto de la actividad (objeto que puede ser entonces el sujeto mismo cuando el instrumento le permite controlar su propia actividad).

La posición intermediaria del instrumento hace de él un mediador de las relaciones entre el sujeto y el objeto. Constituye un universo intermediario cuya característica principal es adaptarse doblemente al sujeto y al objeto, una adaptación en términos de propiedades materiales pero también cognitivas y semióticas en función del tipo de actividad en el que se inserta el instrumento o para el cual está destinado.

Se distinguen dos grandes orientaciones de la mediación:

- En el sentido del objeto hacia el sujeto, una mediación que calificaríamos de **mediación epistémica** en la que el instrumento es un medio que permite el conocimiento del objeto.
- En el sentido del sujeto hacia el objeto, una **mediación pragmática** en la que el instrumento es un **medio de una acción** transformadora (en un sentido amplio que incluye el control y la regulación) dirigida hacia el objeto.

Pero como esta mediación se inscribe en una actividad real, las dimensiones sistémicas y pragmáticas de la mediación están en interacción constante en el seno de esta actividad. Lo cual constituye una segunda dimensión característica. Las acciones son de naturaleza muy diversa:

- Transformación de un objeto material con una herramienta manual: **instrumento material**.
- Toma de decisión cognitiva, por ejemplo en situación de gestión de entorno dinámico: **herramienta cognitiva**.
- Gestión de la actividad propia: **instrumento psicológico**.
- Interacción semiótica con un objeto semiótico o con un tercero: **herramienta semiótica**⁸.

En el seno de la acción, el **instrumento** constituye un operante, es **operativo** en el sentido en que toma a su cargo una parte de la tarea: efectúa un trabajo. La naturaleza de ese trabajo y aquello sobre lo que actúa están en relación con los objetos de la actividad y, por lo tanto, son variables.

El instrumento es medio de la acción singular, situada, pero tiene un valor más general. Más allá de la singularidad del presente, es pertinente para una clase de acciones y de situaciones. El instrumento está a la vez en una relación de adaptación y de dependencia con respecto a la situación presente. Algunos autores consideran esta independencia como un criterio de la especificidad del instrumento humano con respecto al instrumento animal. El sujeto asocia el

⁸ Evidentemente, las definiciones de esos diferentes "tipos" de instrumentos no definen clases disyuntas: un instrumento semiótico, por ejemplo, puede permitir tomar decisiones cognitivas (herramienta cognitiva) o contribuir a la gestión de la actividad propia o de otros (instrumento psicológico). De hecho, un mismo dispositivo puede tener una multiplicidad de funciones en la actividad del sujeto. Podría decirse que hay una sinergia de las funciones instrumentales.

instrumento a su acción singular, integrándolo en ella de manera dinámica, pero también lo conserva para reutilizarlo en situaciones futuras que pertenezcan a la (o las) misma(s) clase(s). Puede entonces producir recomposiciones duraderas de la actividad que se organizan en actos instrumentales.

Por esta conservación, el instrumento es un **medio de capitalización de la experiencia** acumulada (cristalizada es el término usado por algunos autores). En este sentido, **todo instrumento es conocimiento**.

Son conocimientos inscritos durante el proceso de diseño, pero también acumulados por y en múltiples situaciones y usos. El instrumento puede, desde este punto de vista, considerarse como una de las modalidades de fijación externa de los logros de la especie. Conocimientos que el sujeto puede apropiarse en una actividad adecuada que debe desarrollarse de manera adaptada⁹ y puede, por supuesto, elaborarse con ayuda de otros sujetos (una de las formas de mediación para Vygotsky y Leontiev).

Son también conocimientos propios del sujeto, característicos de las formas y modalidades de relación del sujeto con el objeto, que las expresan y por lo tanto son fuente de observables posibles para el psicólogo o el ergónomo. Conocimientos capitalizados a la vez en las transformaciones del dispositivo material que constituye el artefacto, pero también en los usos, los manuales asociados al artefacto.

El instrumento, al igual que el signo, que para algunos autores es un instrumento particular, es una entidad bifacial, mixta, a la vez artefacto y modo de uso y estas dos dimensiones son indisociables. Leroi-Gourhan consideraba ya en 1965 que

⁹ Actividad que para ser verdaderamente adecuada supone que el sujeto disponga de una "rejilla" de lectura" que le permita apropiarse los conocimientos.

la herramienta viene asociada con lo que llaman “cadenas operatorias maquinales”, adquiridas por la experiencia y la educación. Este autor afirma que la psicología puede describir esas cadenas operatorias maquinales, pero no lo considera pertinente para su propio enfoque antropológico.

Capítulo seis:

El instrumento como entidad mixta

Vamos ahora a profundizar en el instrumento como entidad mixta desde un punto de vista psicológico. Definimos como instrumento una totalidad que comprende a la vez un artefacto (o una fracción de artefacto) y uno o varios esquemas de utilización. Pero antes de dar una definición psicológica de instrumento en los términos mencionados, vamos a examinar el concepto de esquema partiendo del enfoque de Piaget, quien considera que esquema de acción es el conjunto estructurado de los caracteres generalizables de la acción que permiten repetirla o aplicarla a nuevos contenidos. A continuación examinaremos el concepto de esquema de utilización.

Del artefacto al uso: los esquemas de utilización

Un artefacto no es un instrumento terminado: la herramienta sólo existe en el ciclo operatorio, tal como lo afirma Leroi-Gourhan (1965). El artefacto debe inscribirse en los usos, las utilizaciones; es decir, en las actividades en las que el usuario lo utiliza como medio para alcanzar sus objetivos. Aunque quienes diseñan el artefacto pueden anticipar algunos de esos usos, la experiencia muestra que a menudo se quedan

muy cortos en sus previsiones. La elaboración y la producción de los usos continúan mucho después de la concepción inicial del artefacto, como acciones sociales y privadas.

Existen muchos testimonios de este hecho. Por ejemplo, las formas de uso de la fotografía identificadas por Bourdieu (1965), específicas de diferentes grupos sociales, o los usos imprevistos que han aparecido alrededor del Minitel¹. El objeto, el artefacto, el sistema mismo, que al comienzo está provisto de un proyecto de inserción en la sociedad, se inserta, de hecho, en prácticas que a menudo se apartan de las previstas en lo que se refiere al contexto y a las finalidades de empleo (Perriault 1990).

Para mostrarlo, basta el ejemplo banal de la multiplicidad de usos reales de un objeto tan teóricamente específico como un secador de pelo: secar un vestido, descongelar una cerradura, incluso calentar una habitación... Sin embargo, detrás de esta diversidad es posible encontrar elementos relativamente estables y estructurados en la actividad y en las acciones del usuario. Proponemos caracterizarlos como esquemas de utilización (Rabardel y Verillon 1985, Rabardel 1991b).

Consideremos un ejemplo tomado de un estudio que realizó el *Laboratoire Nationale d'Essai*. Durante un ensayo de uso de un tren eléctrico de juguete, en varias ocasiones, los niños tuvieron comportamientos que los ponían en gran riesgo. Trataron de introducir en la toma de corriente de 220 voltios los cables eléctricos destinados a la alimentación en baja tensión.

Los autores concluyen que esta utilización peligrosa se debe a la conjunción de la ignorancia del niño, la presencia de cables

1 N del T: Minitel es un sistema de comunicación anterior al Internet, desarrollado en Francia. A partir de una conexión telefónica, el usuario tiene una pequeña pantalla y un teclado que le permiten hacer consultas de información oficial y algunos trámites como, por ejemplo, reservas de pasajes.

eléctricos y la voluntad de hacer funcionar el dispositivo. Nuestra hipótesis, que complementa a la anterior, señala que el conjunto de esos elementos (tren eléctrico, cable, toma corriente) activa en los niños un esquema de “conexión eléctrica”, formado con anterioridad, al cual asimilan el artefacto sin otra forma de proceso². Esta asimilación es pertinente pues se trata de una situación de conexión eléctrica, y también es peligrosa en la medida en que el niño se enfrenta a una multiplicidad de conexiones posibles pero no dispone de criterios de selección.

Un segundo ejemplo nos permitirá poner en evidencia una situación que requiere de la acomodación de los esquemas. Se trata de un tipo de accidente sucedido en los Estados Unidos cuando aparecieron los hornos microondas: un usuario introdujo un animal doméstico en el horno, con las horribles consecuencias que pueden preverse.

Podemos interpretar el accidente como debido a la asimilación de un nuevo tipo de artefacto a un esquema elaborado durante la utilización de un artefacto de uso similar, pero cuya lógica de funcionamiento es diferente. Este esquema reposa en una utilización de los hornos, ampliada a usos diferentes a la cocción de alimentos. Las propiedades de calentamiento de los hornos clásicos permiten secar objetos (por ejemplo, zapatos húmedos). En el microondas, nada obliga *a priori* al usuario a proceder de manera nueva. Él asimila entonces, sin cuestionamiento alguno, el objeto al esquema ya constituido. Pero cuando se trata de algo “vivo”, esta asimilación es catastrófica. Se requiere la acomodación del esquema al plano representativo en lo que tiene que ver con las modalidades de engendrar calor en el seno del nuevo artefacto, es decir, en el plano de la causalidad de los fenómenos.

² Según Norman (1988, 1992) los elementos perceptibles de la situación provocan un cierto uso, una aplicación de los artefactos. El utiliza el término “affordance” para describir este fenómeno.

Los dos ejemplos anteriores ilustran la asociación entre esquemas de utilización y sus propiedades asimiladoras y acomodadoras de los artefactos. Esta asociación es a veces tan potente que no puede cuestionarse. Por ejemplo, todas las tentativas hechas por los constructores de automóviles para modificar las posiciones relativas de los pedales de freno y acelerador han fracasado: en las situaciones de urgencia, los conductores actúan como si las posiciones no se hubieran modificado³.

Con el fin de formalizar con mayor precisión el concepto de esquema de utilización, vamos a examinar ahora a partir de la literatura especializada, la noción piagetana de esquema y sus evoluciones contemporáneas⁴.

Esquema operativo, esquema figurativo... un concepto nómada⁵

La noción de esquema operativo y las nociones que se relacionan con ella (esquema figurativo, guión, escenario, etc.) se encuentran en un gran número de marcos teóricos,

3 Un ejemplo similar ya más antiguo, de comienzos de siglo (1801). Tomado de Garneray (1985). En un barco negrero, el capitán había invertido las palancas de la barra (para tener más espacio para la carga humana). Los hombres de la barra parecieron adaptarse rápidamente al nuevo dispositivo. Pero durante una tormenta, cuando la supervivencia dependía de la precisión de maniobra que debía ejecutarse instantáneamente, el encargado de la barra maniobró en sentido contrario, causando el naufragio.

4 Se han propuesto diversas nociones, a partir de marcos teóricos diferentes, para caracterizar los invariantes que estructuran la actividad y la acción: por ejemplo las nociones de esquema operativo, guión, o modelo propuestas por Rasmussen (1983, 1986). Las consideramos como posibles contribuciones a la caracterización de lo mismo que nosotros teorizamos a partir de Piaget.

5 N del T. Los términos franceses "*schème*" y "*schéma*" son semánticamente próximos, razón por la cual en castellano usualmente ambos se traducen como "esquema". Según el profesor Cesar Delgado, de la Universidad del Valle, Para Piaget el objeto existe en tanto que el sujeto establece, con éste, una relación. Esta relación es posible gracias al instrumento básico del conocimiento: la ACCIÓN y no la mera percepción —como piensan los empiristas y racionalistas. Esto obliga a Piaget a diferenciar dos aspectos de la acción: el *figurativo* —percepción, imagen mental, intuición y recuerdos; ligado a la función de acomodación— y el operativo —transformaciones del objeto; asociado a la asimilación. El primero de estos aspectos hace referencia a *schéma* y el segundo a *schème*. La acción siempre se refiere al aspecto operativo del acto de conocer y por tanto la *forma* organizadora, respecto a una clase de situaciones, de los medios cognitivos para alcanzar el fin es llamada por Piaget *schème*. Así que utilizaremos *esquema operativo* para traducir *schème* y *esquema figurativo* para traducir *schéma*.

no solamente en psicología cognitiva sino también en otras disciplinas como la inteligencia artificial, la psicolingüística o la psicología social. Además, las influencias recíprocas entre estos campos de investigación hacen que las nociones y conceptos viajen de uno a otro⁶.

La idea de marco, a veces utilizada por Piaget en asociación con la de esquema operativo, e incluso localmente usada como sinónimo de este último término (por ejemplo, en Piaget 1936 a) fue propuesta por Minsky (1975) en el campo de la inteligencia artificial, después de un viaje a Ginebra. Desde entonces fue reconsiderada por la psicología a partir de este nuevo uso y de las evoluciones teóricas asociadas a él. Pero el concepto de esquema operativo tiene orígenes aún más antiguos. Hoc (1986) cita por ejemplo, al lado de la noción piagetana, los *esquemas operativos anticipadores de la meta* de Seltz (1924) y los *esquemas figurativos* de Bartlett (1932), mientras que Eysenk y Keane (1990) no dudan en citar a Kant. Es un concepto que sigue evolucionando bajo la influencia de los trabajos de la Escuela de Ginebra y, en general, de los que buscan a través de sus investigaciones, capitalizar los logros científicos del paradigma piagetano (Cellerier 1979, 1992, Boder 1982, Bastien 1987, Vergnaud 1990 a y B, etc.) pero también en relación con la inteligencia artificial y las teorías psicológicas relacionadas con el paradigma del procesamiento de la información.

Varios autores ya han realizado análisis de los diferentes tipos de concepciones que se entrecruzan y a veces se oponen alrededor de la noción de esquema operativo; en especial Cellerier (1979 a y b), Hoc (1986), Bastien (1987), Hoc y Nguyen Xuan (1987), Fayol y Monteil (1988), Richard (1990), Eysenk y Keane (1990). Remitimos al lector a tales autores, y nos

⁶ Stengers, en su libro "sobre una ciencia del otro : conceptos nómadas" (1987) infortunadamente no habla del concepto de esquema operativo, cuya historia es larga e itinerante.

conformaremos con resumir aquí las principales dimensiones, focalizándonos particularmente en los aspectos que nos parecen pertinentes desde una perspectiva instrumental.

El concepto de esquema operativo es central en la teoría piagetana, pero en los años 60, aunque ya se habían definido algunas propiedades esenciales de los esquemas operativos, el concepto seguía insuficientemente formalizado para satisfacer los criterios de programabilidad de los sistemas informáticos. Como lo recuerda Cellerier (1979 a), es una de las razones por las que una parte de las investigaciones cognitivas, resultado del enfoque del procesamiento de la información, rechazaron este concepto en su forma piagetana. Moore y Newell (1974a) consideran que los conceptos de asimilación y acomodación, y nociones teóricas como la de esquema operativo tienen muy poca sustancia en términos informáticos.

Se desarrollaron entonces conceptualizaciones cercanas que buscaban satisfacer criterios informáticos. Al mismo tiempo, otros autores buscaron más bien armonizar las conceptualizaciones de la teoría piagetana y la del procesamiento de la información: Pascual Leone y otros (1978), Fischer (1980), Cellérier (1979 a y b, 1987) Cellérier y Ducret 1992 a y b). Remitimos, para los dos primeros a Bastien (1987), quien presenta un análisis detallado. En una próxima sección desarrollaremos las proposiciones de Cellerier (de las que se derivan los trabajos de Bastien), que nos parecen particularmente interesantes para nuestro propósito. Los científicos de Ginebra continuaron sus investigaciones alrededor de Inhelder y Cellerier, inspirándose en las renovaciones propuestas por este último. Finalmente, se realizaron elaboraciones teóricas en relación con la adquisición de los conocimientos científicos (por ejemplo, Bastien 1987 o Vergnaud 1990 a y b).

Los intentos de formalizar el concepto de esquema operativo en el marco del paradigma del procesamiento de la información, produjeron múltiples nociones que se recubren unas a otras como lo muestra Hoc (1986).

Al parecer, Minsky (1975) fue el primero en intentar una formalización de los aspectos declarativos del esquema figurativo en el dominio del reconocimiento de las formas. Los métodos puramente ascendentes (dirigidos por los datos) para el análisis de una configuración geométrica resultaron poco eficaces, y el autor propuso hacer intervenir conocimientos sobre los invariantes de las estructuras corrientes (prismas, etc.). Esos invariantes llamados “marcos”, una vez evocados, constituyen sistemas de anticipación o de hipótesis para reconocer el estímulo presentado. La aplicación del marco consiste en particularizar la descripción esquemática dada por el marco.

La mayor parte de los autores formalizan asimismo los esquemas como sistemas relacionales entre variables que se particularizan (asimilación)⁷. Hoc y Nguyen-Xuan (1987), consideran que los conceptos de marco (*frame*) y guión (*script*) son equivalentes. Constituyen una referencia para interpretar nuevos datos. El marco de referencia puede ser un acontecimiento, un objeto, un concepto: se trata siempre de un conocimiento genérico construido a través de un cierto número de experiencias vividas. Un marco es una estructura de variables. La interpretación de nuevos datos consiste en especificar los valores de las variables.

7 Moore y Newell (1974) por su parte propusieron una estructura-beta que permite una asimilación más vaga por analogía, para objetos muy nuevos. Para Schank y Abelson (1977) los esquemas operativos se formalizan en guiones que corresponden a una secuencia estereotipada de acontecimientos, por lo cual hacen difícil enfrentar una situación no familiar. Schank (1980) propuso organizar los esquemas operativos jerárquicamente en POM (Paquetes de Organización de la Memoria) construidos por abstracción y generalización a partir de los guiones. Las informaciones memorizadas en un guión específico se limitan a las que no pertenecen al MOP superior. Para Sacerdoti (1977) un plan es una representación esquemática que corresponde a una descomposición de la estructura de metas en la etapa anterior, según la introducción de restricciones o de heurísticas generales.

Las propiedades más importantes de los marcos son:

- inferencia por herencia: relación “caso particular de” (ejemplo: restaurante = caso particular de establecimiento comercial);
- comprensión dirigida por conceptos: inferencia a partir de datos no percibidos que puede conducir a una orientación hacia otro marco en caso de constatar incoherencias entre las hipótesis del marco y los datos;
- representación de conocimientos procedimentales: hay variables a las que están vinculados procedimientos de particularización o de resolución de problemas;
- imbricación de los marcos: una variable puede ser en sí misma un marco.

La mayoría de las formalizaciones de la noción de esquema figurativo tratan de relaciones entre conocimientos declarativos y procedimentales. El esquema asimilador sirve para la comprensión y contiene procedimientos adjuntos que permiten tratar los datos que ha particularizado el esquema figurativo. Según Hoc (1986), esos formalismos toman en cuenta sólo aspectos limitados de los mecanismos de asimilación-acomodación, pero permiten reintegrar la comprensión en la resolución de problemas⁸.

Tal como lo subraya Hoc (1986), las definiciones dadas en el campo de la inteligencia artificial son más precisas y más operacionales en un contexto de construcción de sistemas técnicos lo más eficaces posible. Pero éste no es el objeto de la

⁸ Así es como Richard (1990) define la comprensión : como resultado de la particularización de un esquema.

psicología cognitiva; como nos lo recuerda el autor, se trata de construir modelos válidos para clases amplias de situaciones.

En efecto, como lo sugiere Richard (1990), el concepto de esquema figurativo no es una simple formalización del concepto de esquema operativo. Esquema operativo y esquema de acción se parecen en varios puntos esenciales:

- El esquema operativo es reproductible, es decir, contiene las condiciones de reconocimiento de las situaciones en las que es aplicable. El esquema de acción también posee informaciones sobre las condiciones de aplicación que constituyen los requisitos de las submetas.
- El esquema operativo es asimilador, es decir, se aplica a situaciones nuevas. El esquema de acción también puede permitir la generalización a otras situaciones por analogía.
- El esquema operativo tiene un carácter teleológico, lo que lo dota de un sistema de control y le permite asignar significados funcionales. El esquema de acción contiene también informaciones sobre la meta, que son la base de significados funcionales que constituyen la red de las funcionalidades.

No obstante tales similitudes, el autor señala como gran diferencia que el esquema operativo no constituye un conocimiento declarativo; se aplica por sí mismo y no tiene necesidad de mecanismos de programación de la acción, como sí los necesita el esquema de acción. Por el contrario, los esquemas de acción son conocimientos declarativos mientras que los saberes procedimentales particularizados para ciertos contextos son, al igual que los esquemas operativos, directamente operacionales, inmediatamente ejecutables.

Richard considera entonces que la noción piagetana de esquema operativo debe disociarse en varias nociones para independizarla de las funciones de inferencia y de evaluación.

Aunque nuestro propósito aquí no es alimentar el debate teórico alrededor de la noción de esquema operativo, sino especificar los esquemas operativos de utilización para construir una definición psicológica de instrumento, nos parece que algunos desarrollos de la noción de esquema operativo propuestas por los investigadores de Ginebra van en el sentido de una diferenciación de la noción, que según Richard es necesaria. Pensamos en particular en las distinciones entre los *esquemas operativos presentativo* y *procedimental*, en el *proceso de especificación esquemática* evocados por Inhelder y Caprona (1992), entre *esquemas operativos familiares*, *no familiares* y *procedimientos* propuestos por Boder (1992), y en los diferentes significados de los esquemas operativos familiares: rutina, primitiva, procedimiento, analizados por Saada-Robert (1985, 1989, 1992).

Estos desarrollos se deben a la orientación actual de los trabajos de la Escuela de Ginebra, que privilegia ahora el estudio del funcionamiento del sujeto psicológico en situación de resolución de problemas y de acción, más que el estudio de las estructuras del sujeto epistémico. Vamos a presentar los aspectos esenciales para nuestro propósito, pero antes vamos a explorar la noción de esquema operativo desarrollada por Piaget.

La noción de esquema operativo para Piaget

Para Piaget (1936 a), quien analiza el nacimiento de la inteligencia en su dimensión sensoriomotriz⁹, los esquemas

⁹ Piaget la llama inteligencia sensoriomotriz o inteligencia práctica.

operativos son medios que utiliza el sujeto para asimilar las situaciones y los objetos a los que se enfrenta. Son estructuras que prolongan la organización biológica y tienen en común con ella una capacidad asimiladora de incorporación de una realidad exterior al ciclo de organización¹⁰ del sujeto: todo lo que responde a una necesidad es susceptible de asimilación.

El esquema operativo, medio de asimilación, es en sí mismo producto de la actividad asimiladora: la asimilación psicológica, en su forma más simple, no es más que la tendencia de toda conducta a conservarse. La asimilación reproductiva es la que constituye los esquemas operativos; éstos adquieren su existencia cuando una conducta, por poco compleja que sea, produce un esfuerzo de repetición y por lo tanto se esquematiza. El esquema operativo de una acción es entonces el conjunto estructurado de los caracteres generalizables de la acción; es decir, los que permiten repetirla o aplicarla a nuevos contenidos (Piaget y Beth 1961).

El esquema operativo es una organización activa de la experiencia vivida que integra el pasado. Es entonces una estructura que tiene una historia y se transforma a medida que se adapta a situaciones y datos variados. Un esquema operativo se aplica a la diversidad del medio exterior y se generaliza en función de los contenidos a los que se aplica. La historia de un esquema es la de su generalización continua, y también la de su diferenciación:

- Por una parte, los esquemas operativos, después de constituidos, sirven de instrumento para la actividad organizativa. Permiten en especial asignar objetivos a las acciones, ser medios de ellas, y atribuir un significado a las peripecias de la experiencia. El sujeto atribuye significados

10 Piaget habló luego de autoorganización. Cf. Por ejemplo 1974 a & b.

a los objetos nuevos asimilados por los esquemas operativos gracias a su proximidad de apariencia o de situación, y al mismo tiempo amplía estos significados construyendo nuevas redes de significación.

- Por otra parte, cuando los esquemas operativos tienen dificultades para asimilar la realidad exterior, se acomodan a ella, y también a los demás esquemas. La acomodación es una de las fuentes de diferenciaciones progresivas; la otra fuente es la aplicación de una multiplicidad de esquemas a un mismo objeto. La acomodación, reducida en los primeros meses de vida a un simple ajuste global, da lugar después a conductas experimentales cada vez más precisas.

La evolución de los esquemas operativos y del sujeto procede entonces de dos procesos complementarios: uno de incorporación de las cosas al sujeto, el proceso de asimilación; el otro de acomodación a las cosas en sí mismas.

Todo esquema constituye una totalidad, es decir, un conjunto de elementos mutuamente dependientes y que no pueden funcionar unos sin los otros: se implican mutuamente. Lo que garantiza la existencia simultánea de las relaciones constitutivas de los esquemas operativos como totalidad es el significado global del acto.

Sin embargo, aunque constituyen originalmente totalidades aisladas, los esquemas operativos se coordinan, por asimilación recíproca, en totalidades nuevas y originales más amplias que tienen igualmente propiedades conjuntas. Por ejemplo, en el niño pequeño, la coordinación de varios esquemas operativos en un acto único resulta de la necesidad de alcanzar un objetivo que no es directamente accesible por

medio de un esquema aislado. Esto implica la movilización y la coordinación de esquemas operativos hasta entonces relativos a otras situaciones, logrando la formación de un esquema operativo principal de la acción que incorpora una serie más o menos larga de esquemas subordinados.

Consideremos un ejemplo tomado de las observaciones de Piaget (1936) donde analiza el nacimiento de la inteligencia. Analiza la adquisición de la conducta del bastón en los niños jóvenes (poco más de un año). El niño está sentado frente a un sillón sobre el que hay una pequeña cantimplora que desea coger. Al lado hay un bastón con el que jugaba las semanas precedentes, golpeando el suelo y otros objetos. Primero trata de alcanzar la cantimplora directamente; luego coge el bastón y se pone a golpear el objeto, y por azar lo hace caer. Un poco más tarde, en una situación en que la cantimplora está en el piso (y no puede caer), la golpea de nuevo y observando con atención los movimientos resultantes, comenzará progresivamente a empujar la cantimplora con el bastón para terminar acercándola. Finalmente, en una situación en la que no hay ningún bastón disponible, tomará un libro para utilizarlo como bastón y tratar de acercar el objeto deseado. El niño utilizó en un primer momento un esquema ya constituido (golpear con el bastón), pero esta asimilación de la situación al esquema no permite lograr el éxito todas las veces. El esquema se acomodará progresivamente para controlar el desplazamiento del objeto hasta lograr un nuevo esquema: empujar con un bastón. Finalmente, este esquema será generalizado a otros objetos, como un libro. La nueva conducta formada se basa en últimas en un esquema principal que incorpora una serie de esquemas: tomar un bastón, empujar con el bastón, tomar el objeto deseado.

Este ejemplo pedagógico no debe llevar a pensar que los esquemas operativos sólo tienen que ver con las actividades

sensoriomotrices. Para Piaget, los esquemas operativos también intervienen en la formación de los conceptos, como lo muestra la serie de trabajos sobre la toma de conciencia y la diferenciación del “tener éxito” y del “comprender” (Piaget 1974 a y b). En sus investigaciones sobre la toma de conciencia (1974 a), subraya que al comienzo sólo son conscientes dos elementos de la acción: el objetivo y el resultado obtenido; el primero depende del esquema asimilador en el que está inserto el objeto y el segundo depende del objeto en sí mismo. La toma de conciencia de los medios se hace a partir de los observables sobre el objeto; es decir, del análisis de los resultados. Recíprocamente, será el análisis de los medios, es decir de los observables sobre la acción, lo que dará al sujeto las informaciones esenciales sobre el objeto y poco a poco las explicaciones causales de su comportamiento.

El mecanismo de la toma de conciencia es para Piaget un proceso de conceptualización que reconstruye lo adquirido en el esquema de acción y luego lo pasa al plano de la semiotización y la representación.

La acción por sí sola constituye entonces, para Piaget, un saber autónomo de un poder considerable que, aunque sólo es saber-hacer y no conocimiento consciente en el sentido de comprensión conceptualizada, constituye no obstante la fuente de este último.

Piaget distingue tres grados de evolución de la acción en la génesis:

- El primero es el de la acción material sin conceptualización, pero cuyo sistema de esquemas constituye ya un saber elaborado. Es en este nivel donde se constituyen las primeras conductas instrumentales.

- El segundo es el de la conceptualización que obtiene sus elementos de la acción por la toma de conciencia y los interioriza en representaciones mediatizadas (lenguaje, imagen mental...) pero agregando lo que el concepto comporta de nuevo.
- Finalmente, el tercer grado (contemporáneo de las operaciones formales) es el de las abstracciones reflexivas, formado por operaciones sobre las operaciones anteriores. Hay reflexión del pensamiento sobre sí mismo.

En cada uno de estos tres grados se produce progresivamente una serie de coordinaciones por asimilación recíproca de los esquemas, primero prácticos (en el primer grado) y luego conceptuales. La toma de conciencia se inscribe así en la perspectiva general de la relación circular entre el sujeto y los objetos. El sujeto sólo aprende a conocerse actuando sobre los objetos y éstos sólo pueden ser conocidos en función de los progresos de las acciones que se ejercen sobre ellos.

Ese es un credo piagetano fundamental: el origen del conocimiento está en la acción. Pero la focalización de esas investigaciones en la dimensión estructural de la génesis, aunque aclara la construcción del sujeto epistémico, sigue siendo insuficiente para dar cuenta de las conductas del sujeto psicológico. Esta es la tarea a la que se consagran los sucesores de la Escuela de Ginebra.

Las elaboraciones teóricas de Cellier

Examinaremos primero, por parecernos decisiva, la contribución de Cellier a la reflexión actual sobre la noción de esquema operativo. Luego examinaremos más ampliamente los trabajos de la Escuela de Ginebra, a la que pertenece, y de

la cual constituye, junto con Inhelder, uno de los inspiradores y pensadores.

En 1979, Cellier publica dos artículos importantes que discuten las relaciones entre estructuras cognitivas y esquemas de acción, situando esta distinción en el debate más general entre dos ramas de la psicología cognitiva: el enfoque del constructivismo genético y el de los sistemas de procesamiento de la información. El autor piensa que lejos de oponerse, estos dos enfoques son complementarios funcionalmente: la epistemología genética y posteriormente la psicología genética se preocuparon esencialmente por la adquisición de los conocimientos, mientras que el cognitivismo se centró más sobre su aplicación¹¹.

Los dos sujetos de estas teorías, el sujeto “epistémico” y su correspondiente: el sujeto “pragmático” y las dos escalas temporales, macro y micro genética, se fusionan en el sujeto psicológico individual. Pero debido a su centración diferente, los dos sistemas teóricos son objeto de críticas simétricas correspondientes a la dimensión que no tomaban principalmente en cuenta: la psicología genética es no efectiva (en el sentido de que no tiene una formalización suficiente para ser implementada en los sistemas informáticos), y los modelos informáticos son no explicativos (en el sentido de que todo programa puede ser interpretado como una red de reflejos condicionales y en que toda interpretación más fuerte debe estar fundamentada en un marco teórico necesariamente externo al programa). Así, concluye con humor, las críticas que se dirigían hace algunos años a las psicologías de las “ratas teóricas” (las ratas europeas reflexionan siempre sin

¹¹ Es evidente que el análisis de Cellier es antiguo y conviene reubicarlo en el contexto de los debates de fines de los 70. Sin embargo nos parece interesante también en la actualidad, porque permite situar una de las formas de confrontación de los paradigmas genéticos y cognitivistas, y porque constituye un intento de capitalizar sus aportes respectivos. Esta capitalización es una de las tareas necesarias y urgentes de la psicología.

actuar nunca, mientras que las ratas norteamericanas actúan siempre sin reflexionar nunca) se dirigen hoy en día a las teorías psicológicas de sus antiguos domadores, lo que según él es una mínima justicia.

Cellerier discute ampliamente los conceptos propios de los dos enfoques y concluye que la noción de esquema operativo no puede reducirse a un procedimiento formal, como lo hace la informática. Él define esquema operativo como un modelo interno que reagrupa una estructura de control, que integra, en el curso de la producción de conductas adaptadas a un medio externo, estructuras procedimentales a partir de conocimientos que forman un espacio de problemas epistémico interno. El esquema operativo se concibe como un sistema subdividido en módulos más especializados, en el que los procedimientos son los macro operadores del espacio problema, al cual factorizan en espacios independientes. La estructura se considera como heterárquica: los diversos módulos especializados, aunque subordinados a la ejecución de un plan definido en el nivel del esquema, interactúan subordinándose unos a otros cuando se encuentran, en el curso de su tarea propia, pero no son competentes para este subproblema.

El proyecto teórico de articulación de las estructuras cognitivas y de los esquemas de acción se realiza por medio de una formalización de la noción de esquema operativo, que introduce una concepción modular y una estructura de control de tipo heterárquico.

Cellerier y Ducret (1992 a y b) prolongan la reflexión teórica sobre la noción de esquema operativo en dos textos complejos. Aquí retendremos solamente los elementos relativos al problema de la conservación y la accesibilidad diferencial de los esquemas.

Esos autores consideran que la conservación diferencial de los esquemas adquiridos es una necesidad funcional. En efecto, el valor de un esquema depende de la productividad diferencial que aporta al sistema cognitivo, por lo cual depende del subconjunto de los otros esquemas con los que interactúa para la misma tarea, en colaboración pero también en competencia. Así que ciertos esquemas que serán productivos durante la fase inicial del aprendizaje de una actividad, ya no lo serán en una etapa posterior. No podrán conservarse sin una reconstrucción que los adapte a sus nuevos "colaboradores". Encontramos aquí de nuevo la equilibración piagetana basada en la integración máxima de los esquemas ya construidos en una construcción nueva, acompañada por una reestructuración retroactiva de esos esquemas.

Para los autores, la estrategia de la conservación y de la integración de los logros, permite la producción de conductas no aleatorias. Estas conductas son posibles por el proceso de autocontrol que anticipa por una parte de la acción de los esquemas de asimilación así preadaptados, y por otra parte la construcción y reconstrucción de esos últimos por medio de metaesquemas acomodadores cada vez mejor guiados por los conocimientos adquiridos. De esta manera, los esquemas adquiridos y preadaptados producen el funcionamiento, en mayor parte inconsciente, del pilotaje automático del sujeto, que garantiza la inteligencia en las múltiples tareas de la vida cotidiana.

Cellerier y Ducret plantean además la hipótesis de que los marcadores de prioridad relativa organizan la accesibilidad diferencial de los esquemas e inscriben así, en la organización mnemónica de los esquemas, la evaluación permanente de su productividad relativa. Algunos esquemas quedarán marcados como prioritarios y serán ensayados antes que

otros. La familiaridad de un esquema es entonces, en parte, la expresión de la frecuencia diferencial de activación que resulta de su prioridad.

El interés de los análisis de Cellier en una perspectiva instrumental resulta del hecho de que el enfoque modular permite plantear hipótesis relativas a los mecanismos y a las condiciones de coordinación de los esquemas de utilización elementales en esquemas de acciones instrumentadas complejas. También resulta de las hipótesis diferenciales relativas a la conservación y la accesibilidad de los esquemas, hipótesis que nos parecen heurísticas para el análisis de las génesis instrumentales (ver tercera parte).

Las evoluciones de la noción de esquema relacionadas con el análisis funcional de la actividad del sujeto psicológico

Inhelder y De Caprona (1992a), en el preámbulo del libro que resume los trabajos de la Escuela de Ginebra sobre el análisis funcional del sujeto psicológico (Inhelder y Cellier 1992), resaltan el aporte de la cibernética y de la inteligencia artificial a la evolución de las problemáticas de dicha Escuela: rehabilitando la noción de intencionalidad, esas disciplinas condujeron a que la acción y más aún la dimensión teleológica de la acción, se reconsideraran como centrales para el funcionamiento cognitivo.

En efecto, como lo subrayan Inhelder y De Caprona (1985), aunque en el estudio del sujeto en situación de resolución de problemas las grandes estructuras del pensamiento parecen ser la fuente de conocimientos generales, sólo constituyen el telón de fondo sobre el que se desarrollan las acciones intencionales. Esas acciones son producidas por individuos singulares, dotados del saber y del saber-hacer producto de

los esquemas de acción y de representación y orientados por la resolución de tareas particulares. Son producidas por **sujetos psicológicos**.

Nuestros autores consideran que la tarea fascinante de los investigadores de Ginebra fue descubrir cada vez más claramente que el esquema se revelaba como una unidad de funcionamiento responsable de guiar la acción.

Las investigadoras distinguen los *esquemas presentativos* y los *esquemas procedimentales* (Inhelder y De Caprona 1992 a y b). Los esquemas presentativos tratan de comprender la realidad; los esquemas procedimentales tratan de lograr éxito en todos los dominios, desde las acciones elementales hasta los problemas abstractos. Esos dos tipos de esquemas son complementarios.

Los esquemas presentativos se refieren a los caracteres permanentes y simultáneos de objetos comparables. Abarcan los esquemas representativos pero también los esquemas sensoriomotores que no necesitan representaciones semióticas muy elaboradas. Los esquemas presentativos pueden generalizarse fácilmente y abstraerse de su contexto y se conservan incluso cuando se integran a otros esquemas más amplios.

Los esquemas procedimentales son sucesiones de acciones que sirven de medio para alcanzar una meta. Son difíciles de abstraer de su contexto, su conservación es limitada, ya que un medio para alcanzar una meta ya no se usa cuando el sujeto recurre al siguiente medio¹².

¹² Esta afirmación nos parece dudosa. En la próxima sección desarrollaremos la idea según la cual los esquemas de utilización, que constituyen medios, no solamente se conservan (en relación con la utilización de los artefactos con los que están en relación y los objetos sobre los cuales permiten actuar) sino que también se reutilizan cuando el sujeto se enfrenta a nuevas clases de artefactos y de situaciones.

Entonces los esquemas no consisten únicamente en unidades sistémicas que organizan el conocimiento general, sino que también comprenden un aspecto práctico e intencional que les permite engendrar procedimientos adecuados. El esquema es un marco asimilador que atribuye significados y que ejerce una función que se realiza esencialmente en la planificación.

Sin embargo, no hay aplicación directa de los esquemas en resolución de problemas. Cada contexto requiere que el sujeto especifique de nuevo los esquemas de los que dispone, reconstruyéndolos parcialmente. Para garantizar que los conocimientos construidos se adecúen a una situación particular, la especificación esquemática atribuye significados retraduciendo las transformaciones permitidas por el esquema en función de las limitaciones contextuales, y reconociendo los datos susceptibles de servir de soporte para estas transformaciones. A los elementos de la situación se les asigna una función que el sujeto puede utilizar.

Frente a una situación nueva, un esquema es un “posible” a la vez indeterminado y lleno de virtualidades de actualización. El carácter familiar de un esquema no está dado; es en sí mismo producto de una construcción. Los esquemas familiares están relacionados funcionalmente con los objetos o configuraciones de objetos que ellos organizan.

Es precisamente esta noción de esquema familiar la que analiza Boder (1992). Es un esquema en el sentido piagetano (caracterizado por una génesis y organizador en el contexto de la situación), que es fácilmente accesible: se reconoce como una herramienta privilegiada en un cierto número de situaciones, en las que se selecciona para organizar el trabajo. La aplicación de esos esquemas tendrá como consecuencia que la situación resultará familiar a los ojos del sujeto.

La representación del problema y de la meta se organiza precisamente alrededor de esos esquemas. El esquema familiar tiene un doble rol:

- es una unidad epistémica que atribuye un significado a la situación;
- es una herramienta heurística responsable de la orientación y el control de la investigación.

La función planificadora del esquema releva de un control descendente; su procedimiento de realización releva del control ascendente.

Los esquemas familiares tienen un papel heurístico fundamental. Se realizan, se instancian en procedimientos (así como los “marcos” se instancian por afectación de valores a las variables). Un procedimiento, en el curso de la actividad, puede ser en sí mismo reinterpretado en términos de otro esquema familiar, es decir, puede recibir un significado diferente y evocar así uno o más esquemas no anticipados. Existe entonces una relativa independencia del esquema familiar y del o los procedimientos de aplicación, lo que permite, en el curso de la resolución de un problema, la evocación de nuevos esquemas familiares a partir de un procedimiento. Esta posibilidad es un factor de evolución de la representación del problema en función de las tentativas de solución y de sus resultados.

Tomemos un ejemplo de los trabajos de Boder (1992). Se trata de una situación de resolución de problemas en la que se dispone de dos jarras, una que puede contener 4 litros de líquido (J4) y la otra 5 litros (J5). La meta es constituir un contenido de 2 litros en cualquiera de las dos jarras, sin colocar

marcas en ellas. Es posible obtener líquido y deshacerse de él al exterior. Una de las estrategias usadas por los sujetos (13 a 15 años) consiste en obtener 1 litro de líquido (vaciando el contenido de J5 en J4, queda 1 litro en J5), luego obtener un segundo litro que sumado al primero permite obtener el resultado. Para eso transfieren a J4 el litro obtenido en J5 para poder llenar de nuevo J5 y trasvasando en J4 obtener el litro buscado. Olvidan por supuesto, que así el litro conservado en J4 se perderá. Sin embargo, obtienen un resto de 2 litros en J5, sin darse cuenta de que es la solución. Además, cuando se les hace notar que lograron resolver el problema y se les pide que vuelvan a comenzar, tienen grandes dificultades.

Aquí los sujetos emplean un esquema familiar, “esquema conservar”: después de obtener 1 litro en J5 se conserva trasvasándolo a J4. El significado atribuido a J4 es ser un recipiente para conservar un contenido mientras que se efectúa otra acción en J5. La transferencia de 1 litro a J4 difícilmente se ve como una segunda propiedad: crear en J4 un nuevo recipiente de 3 litros. Es necesario que el sujeto descentre su atención sobre el complementario (el recipiente de 3 litros en J4) y modifique así el significado atribuido a J4. Por este proceso, un esquema “de complementariedad” toma progresivamente el control de la representación del sujeto y permite una reorientación del proceso de resolución.

Para una perspectiva instrumental es importante poner en evidencia el carácter más o menos familiar de los esquemas. Hacemos la hipótesis de que la asociación de esquemas familiares (esquemas de utilización) con los artefactos, al atribuir significados a los artefactos, a los objetos y al entorno, es constitutiva de los instrumentos.

Saada-Robert (1989, 1992) propone una idea complementaria igualmente importante para nuestra perspectiva: la de una triple asociación entre esquemas familiares, instrumentos transformadores (que corresponden a lo que llamamos artefactos) y configuraciones familiares (casas, muros, etc.) que corresponden a prototipos característicos de los objetos que deben obtenerse como producto de la tarea. Esos tres tipos de elementos forman así unidades funcionales movilizables en la resolución de problemas.

La investigadora examina (1985, 1992) los mecanismos en juego en la microgénesis en situación de resolución de problemas y, en particular, los diferentes tipos de significados que los sujetos construyen. Los significados se construyen en relación con la descomposición heurística que el sujeto hace del problema en función de los esquemas familiares movilizados, al mismo tiempo que esa descomposición depende de los significados que el sujeto da a los esquemas en función de la situación.

La autora distingue tres tipos de significado —rutina, primitiva o procedimiento— que puede tener un esquema familiar cuando se especifica en un contexto particular:

- Rutina: se trata de un esquema escogido en función de su pertinencia global para la situación; tiene algo que ver con el problema propuesto y por eso se ensaya. Sin embargo, la articulación precisa con la solución no está construida. El esquema está funcionalmente relacionado con el objeto (físico o mental) del cual depende de manera estrecha, y se desarrolla de manera regulada y rígida: es un bloque. En este caso el control es ascendente; es decir, es garantizado por los aspectos particulares del objeto. La rutina corresponde a conductas de exploración para fijar mejor el problema.

- Primitiva: el esquema se escoge en función de su significado preciso de condición necesaria para la solución (significado con relación a la meta), de elemento clave para la solución, pues se establece una relación entre la meta y los objetos. La relación funcional esquema-objeto está inserta en la resolución-meta por control descendiente, lo que supone una idea guía precisa. La primitiva es móvil, modificable y puede componerse con otras.
- Procedimiento: esquema escogido en función de su significado como manera más adecuada de transformar la situación. Es una organización global compuesta de primitivas que pueden desaparecer como tales. El procedimiento-tipo de la situación permite el control del problema.

Puede darse un paso microgenético de uno de los estados al otro en el mismo sujeto, sin que el orden sea imperativo. También puede tratarse de soluciones alternativas.

La idea de que un esquema familiar pueda tener significados diferentes nos parece importante desde una perspectiva instrumental. Proponemos la hipótesis de una génesis del instrumento. La génesis de los esquemas de utilización, que son uno de los componentes del instrumento, puede pasar por la reutilización de esquemas de utilización familiares, ya constituidos, y su cambio de significado. Esto podría suceder cuando el sujeto se enfrenta a un artefacto nuevo para él¹³.

13 Nosotros propusimos utilizar esta posibilidad de cambio de significado de los esquemas familiares de utilización en una perspectiva de diseño. La identificación, a partir del análisis de las actividades de uso, de los esquemas de utilización susceptibles de ser asociados a los artefactos, podría servir de sustento a los diseñadores para anticipar la actividad de los futuros usuarios (Rabardel 1991e).

Desarrollo del concepto de esquema teniendo en cuenta la especificidad de los contenidos

Como acabamos de ver, los aportes de la Escuela de Ginebra a la teoría de los esquemas son importantes. Sin embargo, a pesar de la ampliación de los dominios explorados más allá del enfoque psicológico estructural inicial de Piaget, esas investigaciones poco han tenido en cuenta la especificidad de las conductas en función de la naturaleza de los contenidos. Se trata de un problema importante que ha producido investigaciones, especialmente en el dominio de la adquisición de conocimientos científicos. Daremos un ejemplo.

Vergnaud (1990 a y b)¹⁴ quien propone una teoría de los campos conceptuales, inscribe su reflexión en una psicología cognitiva que califica de psicología de los conceptos, para diferenciarla de la psicología piagetana clásica centrada en las estructuras lógicas. Considera que los conocimientos de carácter científico se construyen sobre esquemas organizadores de la conducta, y que es en esos esquemas donde hay que buscar los conocimientos en acto de los sujetos, es decir, los elementos cognitivos que permiten la acción del sujeto para que sea operatoria.

Este investigador da ejemplos tanto en el dominio de la motricidad (el esquema que organiza el movimiento del cuerpo de un atleta de salto alto¹⁵) como en el de las actividades matemáticas. Por ejemplo, el esquema de numeración de una pequeña colección usado por un niño de cinco años, a pesar de las variaciones de forma cuando se trata de contar dulces, platos sobre una mesa, o personas sentadas de manera

14 En nuestra opinión, Vergnaud participa en las preocupaciones de formalización de los esquemas singulares de Bastien (1987).

15 Señalamos de paso que la generalización de la noción de esquema operativo a las conductas adultas no plantea problemas si se asume una perspectiva funcionalista y no un enfoque en términos de estadios.

dispersa en un jardín, comporta una organización invariante, esencial para el funcionamiento del esquema: coordinación de los movimientos de los ojos y de los gestos del dedo y de la mano con relación a la posición de los objetos, enunciación coordinada de la sucesión numérica, clara finalización del conjunto numerado por acento tónico o por repetición de la última palabra pronunciada: uno, dos, tres, cuatro... ¡cuatro! Los esquemas constituyen la organización invariante de la conducta del sujeto para un tipo de situaciones, a la vez en el plano de la acción y de la actividad simbólica.

Los esquemas tienen que ver con todos los tipos de conductas y de competencias matemáticas complejas que se construyen sobre ellos. Por ejemplo, el esquema de resolución de ecuaciones de la forma $ax + b = c$ alcanza un grado elevado de disponibilidad y de fiabilidad en los alumnos que comienzan el álgebra. La sucesión de escrituras que efectúan muestra claramente una organización invariante que reposa a la vez en los hábitos aprendidos y en los teoremas en acto como: “se conserva la igualdad sustrayendo en ambos lados”. El funcionamiento cognitivo del alumno comprende operaciones que se automatizan progresivamente (por ejemplo, cambiar de signo cuando se pasa un término de un miembro de la ecuación al otro) y decisiones conscientes que permiten tener en cuenta valores particulares de las variables de situación.

Los esquemas son del mismo tipo lógico que los algoritmos, pero, aunque en general son “eficaces”, les falta eventualmente la eficacia, es decir la propiedad de alcanzar el resultado con seguridad en un número finito de pasos. Una representación implícita o explícita de lo real hace parte integrante del esquema, analizable en términos de objetos, de categorías en acto (propiedades y relaciones) y de teoremas en acto. Pero

hay muchas cosas implícitas en un esquema, y los sujetos experimentan dificultades para explicitarlas.

Un esquema comprende:

- anticipaciones de la meta que se ha de alcanzar, de los efectos que se esperan y de las etapas intermedias eventuales;
- reglas de acción de tipo “si-entonces” que permiten generar la sucesión de las acciones del sujeto;
- inferencias (razonamiento) que permiten calcular las reglas y anticipaciones a partir de las informaciones y del sistema de invariantes operatorios de los que dispone el sujeto; y
- toma de informaciones sobre la situación a tratar.

Pueden distinguirse tres tipos de invariantes operatorios:

- Invariantes de tipo “proposicional”: susceptibles de ser verdaderos o falsos. Los teoremas en acto son de este tipo.
- Invariantes de tipo “función proposicional”: ni verdaderos, ni falsos. Piezas indispensables para la construcción de proposiciones, ejemplo: los conceptos de estado inicial, de transformación, de relación cuantificada. Se construyen en la acción, son “conceptos en acto” o “categorías en acto”.
- Invariantes de tipo “argumento” que instancian las funciones proposicionales en proposiciones.

Para Vergnaud, un esquema no es entonces un estereotipo sino una función temporalizada con argumentos que permite generar diferentes sucesiones de acciones y de toma de informaciones en función de los valores de las variables en situación.

El interés del análisis en términos de invariantes operatorios reside, desde nuestra perspectiva instrumental, en que permite precisar las características de las situaciones realmente tomadas en cuenta por el sujeto, bien sea que se trate de situaciones familiares para las que los invariantes operatorios ya han sido constituidos, o de situaciones en las que la elaboración está en curso.

Los esquemas en el trabajo: un ejemplo

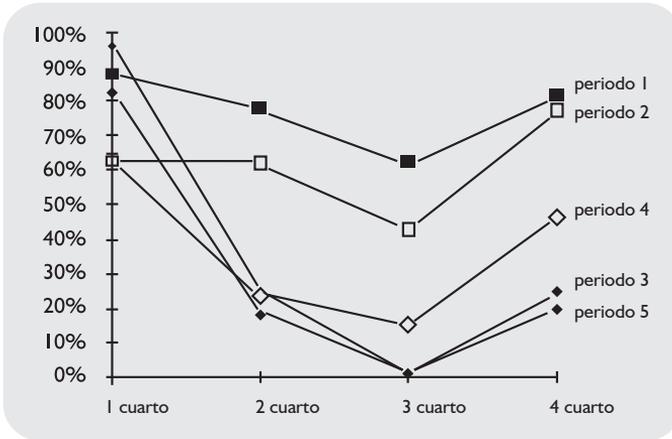
Hasta ahora, la mayor parte de nuestros ejemplos tiene que ver con los niños. Podríamos preguntarnos si la noción de esquema es pertinente para caracterizar los invariantes de la conducta en los adultos. Subrayemos primero que Piaget mismo extendió progresivamente el campo de aplicación del concepto de esquema. En 1955, por ejemplo, Piaget e Inhelder introducen el concepto de esquema operatorio de nivel formal para hacer referencia a una manera de proceder, a un método. Ya no se trata del niño y de las estructuras sensoriomotrices sino del adolescente y de las estructuras formales. Pero, ¿qué sucede en el adulto y en el trabajo? Es decir, ¿qué sucede más allá de los períodos de desarrollo en los que se interesaron nuestros autores y en contextos característicos de la vida social?

Vamos a ver mediante un ejemplo que los esquemas de acción tienen un papel importante en la estructuración de la actividad de los operarios en el trabajo. Béguin (1994)¹⁶

¹⁶ Pascal Béguin describe en su tesis una estructura invariante de la actividad de diseño de un dibujante

analiza la actividad de diseño de un dibujante-diseñador en electricidad, cuya tarea consiste en producir un esquema desarrollado a partir de un esquema lógico¹⁷.

Tabla 1: porcentaje del tiempo de diseño consagrado a la exploración del esquema lógico en función de los diferentes periodos y de los cuartos de período (según Béguin 1994)



En el curso de la producción se identificaron cinco periodos cuya duración va de 52 segundos a un poco más de 3 minutos. Dividiendo cada uno de los períodos en cuatro partes iguales se tiene la Tabla 12, relativa a la exploración perceptiva del esquema lógico (el esquema fuente para la concepción).

Los cinco períodos, aunque presentan diferencias no despreciables, tienen una estructura similar:

- en el primer cuarto de período, el diseñador determina las propiedades que debe presentar el objeto eléctrico que está diseñando; está esencialmente centrado en la exploración y el análisis del esquema lógico;

diseñador, que interpretamos aquí en términos de esquema operativo.

¹⁷ El esquema lógico de una instalación eléctrica define la estructura de la instalación y sus principios de funcionamiento en forma de reglas lógicas, "y", "o" etc. En el esquema desarrollado, las relaciones lógicas se reemplazan por relaciones eléctricas: el esquema desarrollado representa una estructura eléctrica con polaridades, contactos, receptores...

- el segundo cuarto de período está centrado más sobre la producción gráfica de un primer estado de la estructura eléctrica;
- el tercer cuarto de período corresponde a una verificación de la viabilidad eléctrica intrínseca de lo que acaba de producirse y a una evaluación de la globalidad de la estructura eléctrica (teniendo en cuenta lo que había sido producido antes);
- el último cuarto de período se dedica a la verificación de la conformidad de la estructura eléctrica con relación al esquema lógico, y a la inscripción en el esquema lógico del estado de avance del trabajo.

Puede notarse que entre más avanza el diseñador en su trabajo de diseño y más aumenta el tiempo dedicado a la verificación de la viabilidad intrínseca de su proyección, se produce una disminución importante de la exploración del esquema lógico (tercer cuarto). Esto se debe a que el esquema desarrollado es cada vez más complejo, la verificación de su viabilidad intrínseca es por lo tanto más compleja y se hace más por un análisis interno que por comparación con el esquema lógico. La actividad del diseñador, basada en el esquema, no se repite de manera totalmente idéntica de un período al otro. Por el contrario, se adapta a las especificidades de la situación, relacionadas a la vez con los datos del esquema lógico y con la evolución de la situación de diseño que resulta de la actividad del diseñador y de sus resultados.

Los esquemas de utilización

Ahora vamos a especificar la noción de esquema de utilización y los diferentes tipos de esquemas que componen la clase de esquemas de utilización.

Tomemos un ejemplo prestado de Luigi Bandini Buti, diseñador milanés (comunicación personal), a propósito de la utilización de un dispositivo destinado al ajuste de una silla de automóvil. Se trata de un botón colocado al lado de la silla; hay tres movimientos posibles:

- una rotación del botón permite controlar la inclinación del espaldar;
- la traslación horizontal permite controlar el ajuste de la distancia de la silla al timón;
- la traslación vertical ajusta la altura.

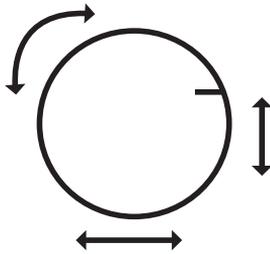


Figura 13a
botón redondo

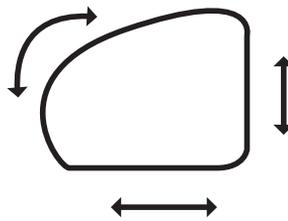


Figura 13 b
Botón con bordes rectos

Dos tipos de botones de ajuste para una silla de automóvil (Bandini Buti)

El primer botón concebido era redondo (Figura 13). Indujo sistemáticamente en los usuarios un uso de rotación y las traslaciones no fueron identificadas fácilmente. El segundo botón tenía dos formas planas orientadas horizontal y verticalmente unidas por una forma redondeada (Figura 13 b). Esta combinación de formas sugería efectivamente los diferentes movimientos posibles y desencadenaba, por percepción táctil, las acciones correspondientes (girar, halar hacia arriba o empujar hacia abajo).

En este ejemplo sólo se trata de la movilización de esquemas de utilización muy elementales (girar, halar, empujar) que constituyen la base de un esquema de utilización que los abarca: el esquema de ajuste. En efecto, durante los primeros contactos del sujeto con el dispositivo de ajuste, la relación acciones-resultados (en términos de efectos sobre la silla) todavía no está constituida en detalle (tal acción implica tal resultado), aun cuando está constituida en principio (debe actuarse sobre el botón para lograr el ajuste). Sucede lo mismo para el encadenamiento de las acciones. El objeto de aprendizaje inicial será precisamente constituir el esquema (o el conjunto coordinado de esquemas) de ajuste que se asociará al artefacto (el botón que es el lugar de las acciones) para formar un instrumento que permita actuar sobre el objeto (la silla que es el lugar de los efectos).

Los esquemas relacionados con la utilización de un artefacto, a los que denominamos **esquemas de utilización**, hacen referencia a dos dimensiones de la actividad:

- las actividades relativas a las tareas “segundas”¹⁸, es decir las relativas a la gestión de las características y propiedades particulares del artefacto. En este primer plano se sitúan, en nuestro ejemplo, los esquemas de utilización elementales de manipulación del botón;
- las actividades primeras, principales, las que están orientadas hacia el objeto de la actividad, y para las que el artefacto es un medio de realización. Es en este segundo plano donde se sitúa el esquema de ajuste de la silla como

¹⁸ El significado que le damos aquí a la tarea segunda es muy diferente del significado que tiene en psicología experimental donde se trata de una tarea perturbadora introducida para estudiar los mecanismos profundos de las conductas relativas a la tarea principal. En las situaciones de actividad con instrumento, las tareas son diferentes a las tareas principales, pero son funcionales y pueden en algunos casos comprender metas propias.

totalidad, cuya coherencia de conjunto está garantizada, según la fórmula de Piaget, por el significado global del acto: ajustar la silla.

Esto nos conduce a distinguir, en un primer momento, dos niveles de esquemas en el seno de los esquemas de utilización:

- Los **esquemas de uso** relativos a las **tareas segundas**. Como lo muestra nuestro ejemplo, pueden situarse en el nivel de esquemas elementales (en el sentido de que no pueden descomponerse en unidades más pequeñas susceptibles de responder a una submeta identificable), pero esto no es necesario: pueden ellos mismos estar constituidos por totalidades que se articulan en un conjunto de esquemas elementales. Lo que los caracteriza es su orientación hacia las tareas segundas que corresponden a las acciones y actividades específicas directamente relacionadas con el artefacto.
- Los **esquemas de acción instrumentada**, que consisten en totalidades cuyo significado está dado por el acto global que tiene como meta operar transformaciones sobre el objeto de la actividad. Esos esquemas incorporan, como constituyentes, los esquemas del primer nivel. Lo que los caracteriza es que son relativos a las “tareas primeras”. Constituyen lo que Vigotsky llamaba los “actos instrumentales”, para los cuales hay una recomposición de la actividad dirigida hacia la tarea principal del sujeto, por el hecho de insertar el instrumento. Los esquemas de primer nivel (esquemas de uso) constituyen, según la terminología de Cellier, módulos especializados, que se coordinan unos con otros y también con otros esquemas, se asimilan y se acomodan recíprocamente para constituir los esquemas de acción instrumentada.

Veamos un ejemplo. Para un conductor experimentado, sobrepasar un vehículo es un tipo de acción que comprende invariantes identificables: análisis de la situación que permite determinar el momento oportuno, indicación de la intención de sobrepasar al vehículo que está adelante, cambio de velocidad si es necesario, modificación de la trayectoria del vehículo, etc. Este es un esquema de acción instrumentada que comprende los aspectos invariantes de una acción de sobrepasar. Este esquema incorpora como componentes esquemas de uso, subordinados a su organización general, como los que permiten controlar un cambio de velocidad o un cambio de trayectoria.

Según los criterios que empleamos para distinguir los esquemas (su relación con una tarea segunda o principal) se desprende que el carácter de esquema de uso o de esquema de acción instrumentada no se refiere a una propiedad del esquema en sí mismo, sino a su estatus en la actividad intencional del sujeto. Un mismo esquema puede, según las situaciones, ser un esquema de uso (por ejemplo, el cambio de velocidad en el ejemplo de sobrepasar) o un esquema de acción instrumentada (por ejemplo, para un novato, cuando se trata de aprender a cambiar la velocidad)¹⁹.

El análisis de los esquemas implicados por y en las actividades con instrumentos no podría limitarse al sujeto individual. En efecto, los usos instrumentales se sitúan a menudo en un contexto de actividad colectiva, en particular, en el trabajo. Un mismo artefacto (una misma clase de artefacto) puede ser utilizado simultánea o conjuntamente por uno o varios trabajadores, por ejemplo para la realización de una tarea común o compartida.

¹⁹ El carácter relativo de las distinciones es muy general en las conceptualizaciones de la acción. Por ejemplo las distinciones entre acción y operación de Leontiev (1976), entre niveles estratégicos y tácticos en el tratamiento de fuegos forestales (Rogalski comunicación personal), en los análisis en metas y submetas, etc.

Aunque es evidente que los sujetos que participan en esta actividad colectiva aplican esquemas de utilización que corresponden a los diferentes tipos que acabamos de evocar, no es menos evidente que el carácter colectivo de la actividad, cuando no es excepcional, requiere probablemente la constitución y aplicación de esquemas específicos. Debemos considerar un tercer nivel de esquemas: el de los **esquemas de actividad colectiva instrumentada**. Éste debería tener en cuenta, por una parte, la especificación de los tipos de acción o de actividad, de los tipos de resultados aceptables, etc., cuando el colectivo comparte un mismo instrumento o trabaja con una misma clase de instrumentos. También debería tener en cuenta, por otra parte, la coordinación de las acciones individuales y la integración de sus resultados como contribución para alcanzar las metas comunes²⁰.

Los esquemas EACI (Esquema de Acción Colectiva Instrumentada), EAI (Esquema de Acción Instrumentada) y EU (Esquema de Uso) pertenecen a la clase de esquemas que hemos denominado esquemas de utilización. Nuestra hipótesis afirma que esos diferentes tipos de esquemas tienen relaciones de dependencia mutua: a partir de los esquemas de uso y de los esquemas de acción instrumentada pueden surgir, recomponerse y generalizarse esquemas de actividad colectiva instrumentada. Recíprocamente, los esquemas de actividad colectiva instrumentada son una fuente a partir de la cual pueden desarrollarse, evolucionar y recomponerse los esquemas de acción instrumentada y los esquemas de uso.

20 No desarrollaremos más el análisis de ese nivel esquemático que es hipotético, aunque se han encontrado algunas evidencias que lo confirman (Pascal Béguin 1994), sólo subrayamos que será necesario, al igual que para los esquemas individuales, plantear la hipótesis de esquemas orientados hacia las tareas secundas y hacia las tareas principales. Los primeros constituyen módulos integrables e integrados en las totalidades más generales formadas por los segundos.

Finalmente, conviene subrayar que los esquemas de utilización tienen a la vez una dimensión privada y una dimensión social. La dimensión privada es propia de cada individuo. La dimensión social se debe a que los esquemas se elaboran en el curso de un proceso en el que el sujeto no está aislado. Los otros usuarios y también quienes diseñan los artefactos contribuyen a este surgimiento de los esquemas.

Los esquemas son objeto de transmisiones, más o menos formalizadas: desde las informaciones transmitidas de un usuario a otro, hasta las formaciones estructuradas alrededor de los sistemas técnicos complejos, pasando por los diversos tipos de ayudas al usuario (notas, manuales, diversas ayudas, incorporadas o no en el artefacto mismo). Por eso hemos calificado los **esquemas de uso** como **esquemas sociales de utilización**. El carácter social de los esquemas no se confunde de ninguna manera con el hecho de que algunos de ellos son relativos a actividades colectivas instrumentadas.

Ahora vamos a presentar de manera más precisa las características comunes a los esquemas sociales de utilización.

Los esquemas de utilización son polifuncionales por cuanto cumplen:

- **funciones epistémicas** dirigidas a la comprensión de las situaciones;
- **funciones pragmáticas** dirigidas a la transformación de la situación y la obtención de resultados;
- **funciones heurísticas** que orientan y controlan la actividad²¹.

²¹ Subrayamos que la función heurística no es exclusiva del esquema operativo, puede también asignarse al artefacto. Entonces es el conjunto del instrumento el que puede participar en la gestión que hace el

Constituyen, como todo esquema, marcos asimiladores de las situaciones a las que el sujeto se enfrenta. Permiten atribuir significados a los objetos en función de la orientación de la actividad del sujeto y de las tareas. Permiten asignarles estatus, primero, en términos de metas y submetas, de estados, cambios de estados y transformaciones operables sobre los objetos; segundo, en términos de medios, es decir, de instrumentos pertinentes para acciones posibles.

Los esquemas de utilización están relacionados, por una parte, con los artefactos que pueden convertirse en medios; por otra parte, con los objetos sobre los cuales estos artefactos permiten actuar. Son organizadores de la acción, de la utilización, la aplicación, el uso del artefacto. Toman en cuenta las propiedades del artefacto y se basan en ellas, que son organizadoras en sí mismas²².

Sin embargo, los esquemas de utilización no se aplican directamente y deben instanciarse en función del contexto específico de cada situación. Se actualizan entonces en forma de procedimientos adecuados a las singularidades de la situación.

Los tipos de situaciones familiares en las que el sujeto reconoce e identifica los artefactos asociados a los esquemas de utilización de los objetos y sus transformaciones, limitan la singularidad. Un conjunto estructurado de variables, características del tipo de situación, llega a constituir invariantes operatorios. El proceso de asimilación llega a fijar el valor particular de las variables en función de las características singulares de la situación. Los esquemas de

sujeto de sí mismo. Al igual que Béguin (1994), consideramos que se trata de una verdadera mediación heurística.

22 El artefacto constituye un organizador de la actividad de manera diferente de los esquemas. Analizaremos las características del artefacto en un próximo capítulo proponiendo los conceptos de actividad requerida y apertura del campo de posibilidades.

utilización pueden entonces considerarse como esquemas familiares, fácilmente movilizables, que contribuyen así al funcionamiento “automatizado” característico de las situaciones habituales bien controladas.

La puesta en marcha de esquemas de utilización en las situaciones nuevas pero cercanas (proceso de asimilación) conduce a la generalización de los esquemas por extensión de los tipos de situaciones, de artefactos y de objetos para los cuales son pertinentes. Conduce igualmente a su diferenciación, ya que deben acomodarse a menudo a los aspectos específicos diferentes y nuevos de las situaciones.

En las situaciones muy nuevas para el sujeto²³, es el proceso de acomodación el que se vuelve dominante durante algún tiempo. Y llega a la transformación de esquemas disponibles, a su reorganización, fragmentación y recomposición, asimilación recíproca y coordinación, todo lo cual produce progresivamente nuevas composiciones de esquemas, logrando el control renovado y reproductivo del nuevo tipo de situaciones (a condición, por supuesto, de que no constituya un problema único para el sujeto), y más allá, de las potencialidades extendidas de asimilación y acomodación. Tales mecanismos surgen, por ejemplo cuando deben utilizarse nuevos artefactos como medios de la acción o cuando ésta debe dirigirse a objetos nuevos o a transformaciones nuevas sobre esos objetos.

La asimilación de nuevos objetos y de nuevos artefactos a los esquemas de utilización es fuente de generalización pero también de diferenciación acomodadora, conduce al enriquecimiento y al desarrollo de la red de significados

23 Se trata de situaciones que muchos autores (Norman 1988, Bodker 1989a..) llaman “breakdown situations”, situaciones en las que el funcionamiento automático no puede presentarse y el sujeto retoma concientemente el control.

del sujeto, en el seno de la cual están asociados de manera estrecha artefactos, objetos y esquemas de utilización.

Una definición de la noción de instrumento desde el punto de vista psicológico

Ahora tenemos las bases necesarias para formular una definición psicológica de instrumento. El punto fundamental de esta definición es que el instrumento no puede reducirse al artefacto, al objeto técnico, a la máquina, según las diferentes terminologías. Creemos necesario definir instrumento como una entidad mixta, que comprende, a la vez, al sujeto y al objeto (en el sentido filosófico del término): el instrumento es una entidad compuesta que incluye una componente artefactual (un artefacto, una fracción de artefacto o un conjunto de artefactos) y una componente cognitiva (el o los esquemas de utilización, a menudo relacionados con esquemas de acción más generales). Un instrumento está formado por dos componentes:

- por una parte, un artefacto, material o simbólico, producido por el sujeto o por otros;
- por otra parte, uno o varios esquemas de utilización asociados, que resultan de una construcción propia del sujeto, autónoma o producto de una apropiación de esquemas sociales de uso formados exteriormente a él.

Debemos entonces extender la definición de Mounod (1970), para quien es instrumento todo objeto que el sujeto asocia a su acción para ejecutar una tarea. Para la ejecución de la tarea, el sujeto no asocia a su acción únicamente el objeto (término empleado por un grupo para designar lo que llamamos artefacto) sino también los esquemas de utilización

que van a permitir la inserción de un instrumento como componente funcional de dicha acción. Esto significa en especial que la constitución de la entidad instrumental es producto de la actividad del sujeto. El instrumento no es sólo una parte del mundo externo al sujeto, un dato disponible para ser asociado a la acción (o incluso necesariamente asociado como a menudo ocurre en el trabajo). También es construcción, producción del sujeto. Esto es evidente en referencia a los esquemas de utilización, pero veremos, en un próximo capítulo, qué procesos del mismo orden existen también para la componente artefactual.

Tal definición de instrumento permite superar la aparente contradicción entre los análisis e investigaciones que sólo consideran instrumento a los objetos externos al sujeto (artefactos), y aquellos que denominan instrumento únicamente a los esquemas del sujeto. Esas dos opciones simétricas terminan negando una de las dos componentes de la entidad instrumental.

Los dos componentes del instrumento, artefacto y esquema, están asociados uno al otro, pero también están en una relación de independencia relativa. Un mismo esquema de utilización puede aplicarse a una multiplicidad de artefactos que pertenezcan a la misma clase (como por ejemplo los esquemas de conducción de automóviles se trasponen de un vehículo a otro), pero también puede pertenecer a clases vecinas o diferentes (lo cual puede causar problemas como lo vimos para el funcionamiento del horno de microondas). Recíprocamente, un artefacto es susceptible de inserción en una multiplicidad de esquemas de utilización que van a atribuirle significados e incluso funciones diferentes. Todos conocemos ejemplos como la asociación del esquema “golpear” a un par de tenazas, lo que las transforma en un

instrumento con la misma función que un martillo, e incluso... en instrumento contundente.

El instrumento constituido puede ser efímero; relaciona únicamente las circunstancias singulares de la situación con las condiciones en las que el sujeto está confrontado, pero también puede tener un carácter más permanente y ser el objeto de una conservación como totalidad, como medio disponible para las acciones futuras. Se trata por supuesto de una totalidad dinámica, que evolucionará especialmente en relación con las situaciones de acción en las que el sujeto utilice el instrumento. El instrumento como totalidad, pero también en cada uno de sus componentes, constituye una forma de capitalización de la experiencia: un conocimiento. Esta es una de sus características principales definidas en la literatura.

Pero si definimos así instrumento, y como por naturaleza es esquema y artefacto, ¿cómo puede ocupar realmente una posición intermediaria entre sujeto y objeto? La respuesta a esta pregunta debe buscarse en la relación del instrumento con la acción. Es en función de su intención como el sujeto instituye ciertos elementos de su universo como instrumentos, es decir como medios de su acción.

Así como esos medios pueden ser partes de su organismo, por ejemplo, sus miembros o sus órganos sensoriales, también pueden ser esquemas. Por eso Bullinger (1987 a y b en prensa) señala que no hay que confundir en manera alguna al sujeto con el funcionamiento del organismo, pues eso sería precisamente escamotear los orígenes de las actividades instrumentales. Sabemos además que la distinción entre sujeto y funcionamiento tiene un estatus en la actividad misma del sujeto, por ejemplo en los procesos de abstracción (empírica y reflexiva) en la que el sujeto toma sus

propios esquemas como objeto. En la actividad intencional, los esquemas de utilización no solamente pueden asumir una posición tercera, es decir instrumental, sino que pueden también estar en una posición de objeto, en particular cuando la orientación de la actividad intencional es epistémica.

De la misma manera, la posición instrumental del artefacto es relativa a su estatus en el seno de la acción. El artefacto no es en sí instrumento o componente de un instrumento (incluso si ha sido concebido para eso). El sujeto lo instituye como medio para alcanzar las metas de su acción. Los artefactos se inscriben por eso en el seno de la actividad, provocando reorganizaciones más o menos importantes. Un mismo artefacto puede tener estatus instrumentales muy diferentes para diferentes sujetos, y para un mismo sujeto, según las situaciones e incluso los momentos de éstas.

Para los sujetos, un artefacto se enriquece con las situaciones de acción donde ha sido insertado circunstancialmente, singularmente, como medio de su acción. Así se constituye lo que podría llamarse el abanico, el campo instrumental del artefacto para el sujeto: el conjunto de los esquemas de utilización del artefacto en donde puede insertarse para formar un instrumento; el conjunto de los objetos sobre los cuales permite actuar, el conjunto de las transformaciones, cambios de estado que permite realizar. Los esquemas de utilización del artefacto se enriquecen y se diversifican en relación con la evolución del campo instrumental del artefacto, evolucionan en función de la multiplicidad de los artefactos con los que están asociados para formar un instrumento y la diversidad de estatus que pueden tomar en esta asociación.

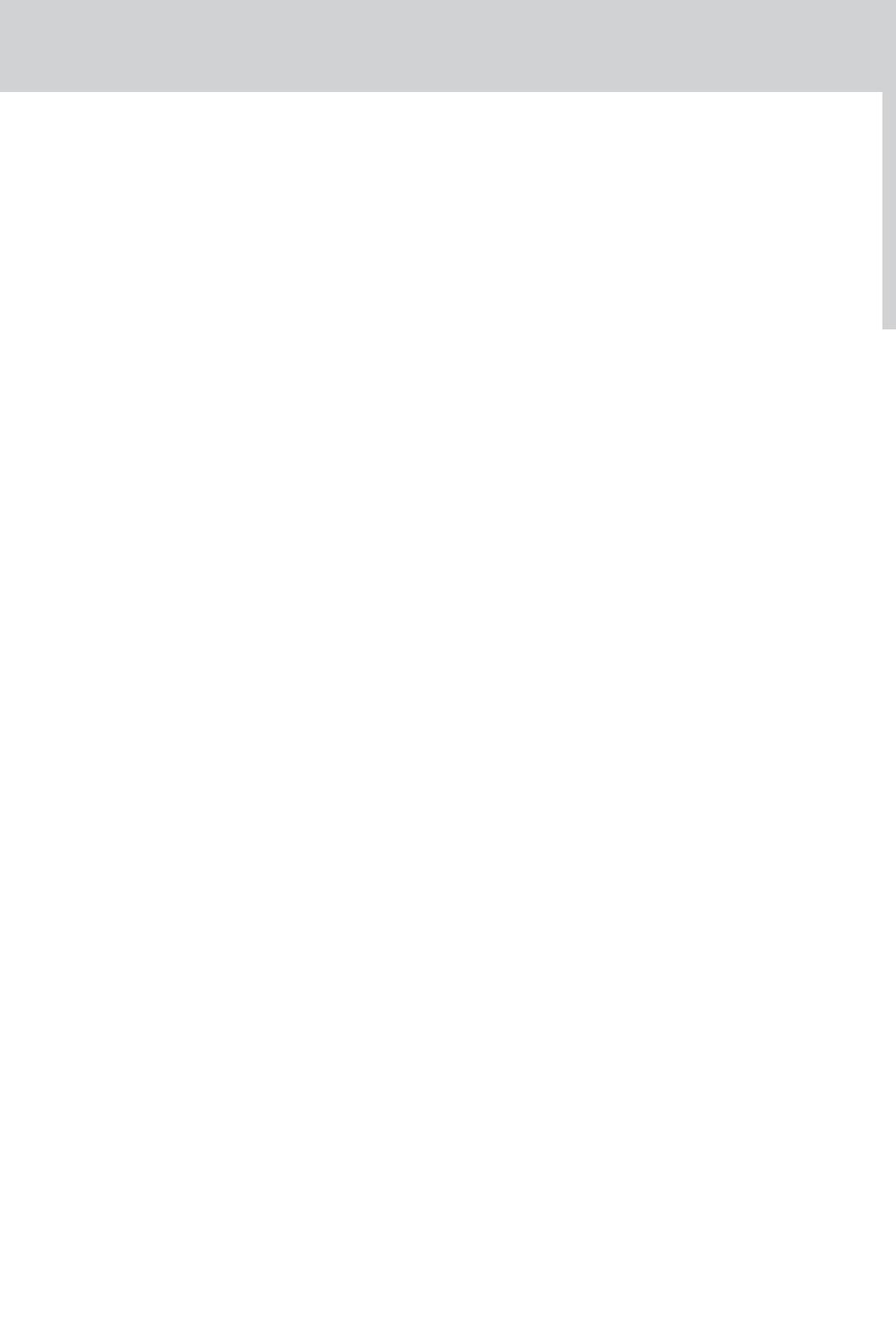
Desde este punto de vista, la permanencia de los esquemas de utilización, que especifican uno o varios artefactos cuyas propiedades están definidas, permite definir una de las

dimensiones de la conservación del instrumento por parte del sujeto. En verdad, no hay instrumento sin artefacto, pero la conservación de la componente artefactual puede corresponder a un tipo de objetos (y no a un artefacto singular) cuando el sujeto puede encontrar permanentemente, en su entorno de acción, elementos, artefactos, que tienen propiedades necesarias para ser asociados a los esquemas de utilización y así formar el instrumento requerido para la acción en curso²⁴. La función en el sentido de los cambios de estado posibles, de las metas que pueden relacionarse allí, puede entonces separarse del artefacto para ser asociada al sujeto. La función en la acción es una característica del sujeto y no del artefacto.

Un instrumento permanente, susceptible de conservación y por lo tanto de reutilización, consiste entonces en la asociación estabilizada de dos invariantes (que pueden ser clases de invariantes) que solidariamente constituyen un medio potencial de solución, de tratamiento y de acción en una situación. Sin embargo, se plantea el problema de la constitución del instrumento permanente, de su génesis: es el problema de la constitución de esos dos invariantes esquemáticos y artefactuales. Ya sea del lado del esquema o del lado del artefacto, esta construcción no se realiza generalmente *ex nihilo*. Los artefactos a menudo preexisten pero son instrumentalizados por el sujeto. Los esquemas a menudo resultan del repertorio del sujeto y son generalizados o acomodados al nuevo artefacto, pero a veces deben construirse esquemas totalmente nuevos; el conjunto de esos procesos pueden caracterizarse en términos de procesos de instrumentación y de instrumentalización.

24 Hacemos un paréntesis para volver al mundo animal. Observaciones recientes (Boesch & Boesch-Achermann 1991) muestran que un simio que extrae termitas utilizó regularmente tres tipos de bastones con funciones bien diferentes. La componente artefactual de esos instrumentos no se conserva. Los simios pueden encontrarlos en abundancia en su entorno. Por el contrario, el uso repetido y similar de artefactos con propiedades diferenciadas puede interpretarse como la marca de su inserción en esquemas de utilización permanentes que garantizan así la conservación de los instrumentos.

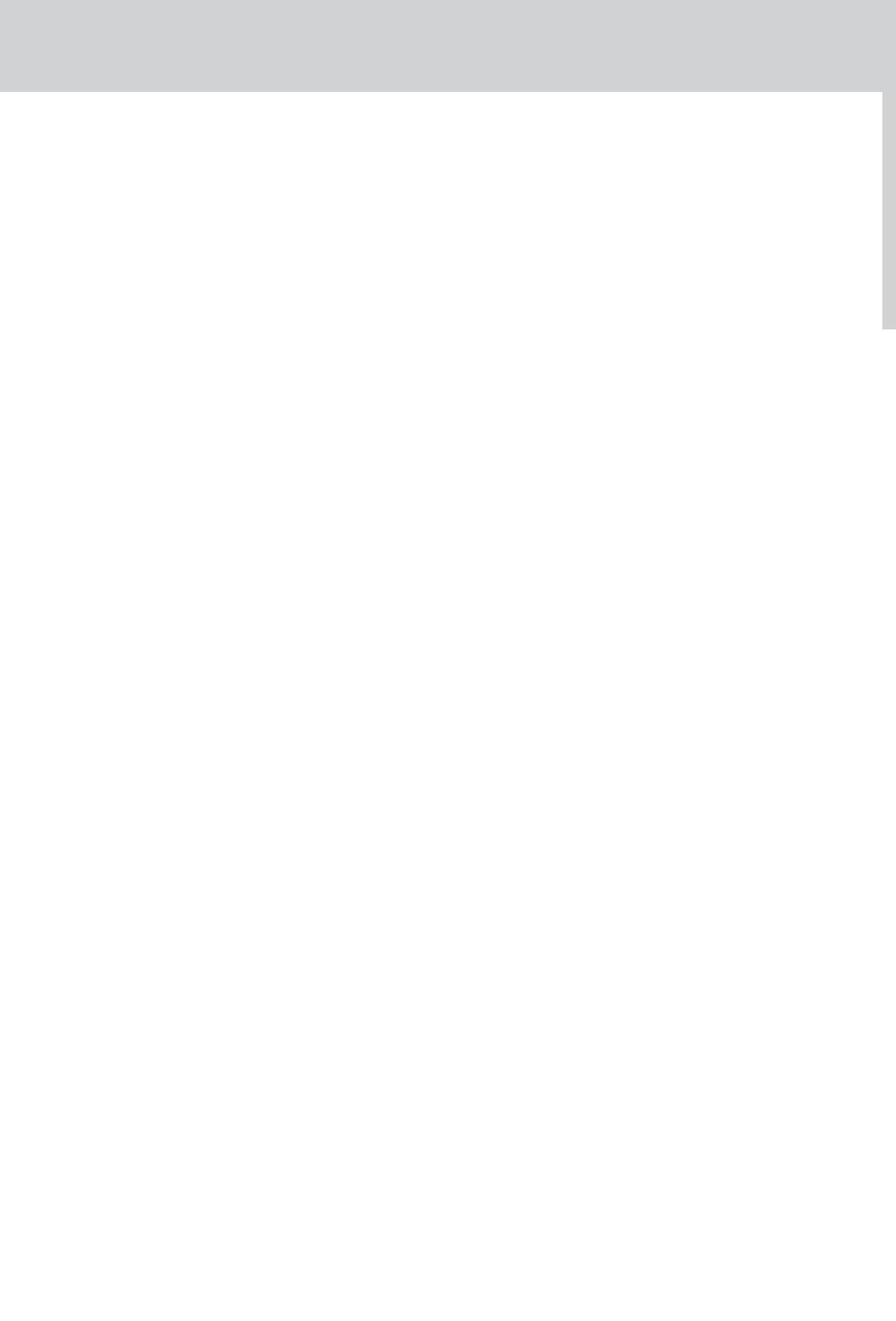
En la tercera parte examinaremos las preguntas que corresponden a la génesis instrumental y a los procesos de instrumentación y de instrumentalización.



Tercera Parte:

Elaboración y génesis de los instrumentos por parte del sujeto

En un primer capítulo discutiremos las interpretaciones “clásicas” de los “desvíos” de objetos. Mostraremos sus límites y propondremos una interpretación como la forma en que el sujeto desarrolla sus instrumentos, produciendo una génesis instrumental. Luego caracterizaremos las diferentes dimensiones de los procesos de génesis instrumental: instrumentación e instrumentalización y analizaremos sus aspectos representativos. Finalmente, examinaremos las articulaciones entre los procesos de diseño y las génesis instrumentales de los usuarios.



Capítulo siete:

Cuando los sujetos desarrollan sus instrumentos, las génesis instrumentales

¿Qué estatus se le puede, o se le debe dar, a las catacresis en un enfoque de las actividades con instrumentos? ¿Qué es una catacresis?

La noción de catacresis

El término “catacresis” está tomado de la lingüística y la retórica, campos en los que designa el uso de una palabra más allá de su acepción propia, o en lugar de otra palabra. Por extensión, la idea se traspuso al campo de las herramientas para designar el uso de una herramienta en lugar de otra o el uso de herramientas para lo cual no fueron concebidas. Faverge (1970) da como ejemplo de catacresis la utilización de una llave de tuercas para golpear en lugar de un martillo, o la de una piedra de afilar que resulta inapropiada para un cierto afilado incluso cuando la velocidad de rotación excede los límites normales.

El concepto de catacresis hace referencia a la distancia entre lo previsto y lo real en la utilización de los artefactos. En el

campo técnico, la catacresis tiene una connotación negativa. Los ergónomos saben que en prácticamente todos los casos existe una diferencia entre los aspectos prescritos del trabajo y lo que se ha convenido en llamar el trabajo real. Ellos no solamente han puesto en evidencia esa diferencia; también le han dado un estatus teórico que permite una comprensión positiva de la naturaleza de esa distancia, de sus causas y de sus funciones (Ombredane y Faverge 1955, Wisner 1974, Leplat y Cuny 1977, De Montmollin 1984, 1986, Laville 1986, Daniellou 1986 etc.). Las investigaciones actuales sobre este tema plantean que allí se pone en juego la re-singularización de aquello que, en principio o en teoría, debería escapar al sujeto (Schwartz 1988, 1992) y tiene que ver entonces con las formas de autonomía (De Terssac 1992). Pensamos que las catacresis pertenecen a esta categoría de hechos y fenómenos. En concreto, la existencia misma de un término que designa esta distancia pone en evidencia la generalidad, cuando no la frecuencia de este fenómeno al que falta darle una interpretación.

¿Qué interpretación dar a la distancia entre uso previsto y uso real de los artefactos?

Las catacresis se interpretan clásicamente en términos de desvío del objeto con referencia a las funciones previstas por los constructores, o lo que ellos imaginaban y anticipaban como uso. Hay desvío con respecto a una racionalidad instrumental teórica, instituida, como está inscrita en el artefacto, la máquina, el sistema. Esos desvíos pueden plantear problema, por ejemplo creando situaciones peligrosas si se tiene en cuenta la distorsión de los usos con respecto a la racionalidad del proceso técnico.

Winsemius (quien, según Faverge, introdujo por primera vez en ergonomía ese término en 1969), en investigaciones centradas en el asunto de la seguridad en el trabajo, puso en evidencia que las catacresis y los usos informales de herramientas podían ser la causa de un cierto número de accidentes. Faverge (1970) cita igualmente las catacresis como fuentes de inviabilidad momentánea en la situación de trabajo y clasifica esos tipos de causas en los factores propios a la situación de trabajo y no en los propios al hombre. Ahora bien, si el artefacto está directamente relacionado con la situación, la decisión de usarlo de manera catacrética corresponde normalmente al sujeto. Las catacresis deben ser analizadas también desde este segundo punto de vista.

Esto conduce a otra interpretación posible, e igualmente legítima, que se basa no en la racionalidad instrumental teórica, inscrita originalmente, del artefacto, sino en la racionalidad instrumental propia del sujeto. Desde esta perspectiva, la catacresis puede ser considerada como expresión de una actividad específica del sujeto: la producción de instrumentos y, más generalmente, de los medios de sus acciones.

Proponemos entonces en esta sección, considerar las catacresis como índices del hecho de que los usuarios contribuyen al diseño de los usos de los artefactos, especialmente (pero no únicamente) de esa parte del instrumento que son los esquemas de utilización. La existencia de las catacresis deja ver cómo el sujeto institucionaliza los medios adaptados para conseguir los fines que persigue, elaborando instrumentos destinados a ser insertados en su actividad en función de sus objetivos¹.

1 Nos centramos en la elaboración que hace el sujeto de sus instrumentos. La pertinencia de esas elaboraciones constituye otra pregunta que no examinaremos.

Los resultados de las investigaciones sobre las catacresis y las atribuciones de función

Infortunadamente las catacresis de artefactos han sido poco estudiadas. Así que añadimos a las investigaciones los trabajos sobre atribución de función.

La atribución de funciones y las propiedades de los artefactos

Trabajos realizados en América del Norte buscaron determinar las condiciones que influyen la atribución de funciones a los artefactos. Por ejemplo, Jordan y Shragger (1991) estudian el papel de las propiedades físicas en la comprensión de la funcionalidad de artefactos.

El enfoque es puramente experimental y consiste en pedirle a los sujetos que escojan dentro de una lista de diferentes tipos de artefactos (algunos de los cuales no tienen una verdadera función instrumental “prescrita”, por ejemplo un diamante) los más adaptados para realizar diferentes tipos de metas (clavar un clavo, protegerse del viento...). La conclusión de los autores es que, en la mayoría de los casos, los posibles o potenciales usos de un artefacto, o utilizabilidad, depende de un conjunto de propiedades y no de una sola. Además, este conjunto de propiedades es fuertemente dependiente de las metas y del contexto de la actividad. Todo sucede como si los sujetos definieran, en función de las metas de la actividad, un conjunto de propiedades pertinentes que deben poseer los artefactos y para cada una de ellas un valor ideal. La utilizabilidad de un artefacto está definida en función de la distancia combinada de cada una de esas propiedades a este valor ideal.

Esos trabajos se unen a los análisis realizados por Norman (1988, 1992) en el marco de sus investigaciones sobre la psicología de las cosas de la vida cotidiana. Norman desarrolla la idea de *affordance* que se refiere a las propiedades perceptibles de los artefactos que permiten determinar de qué manera deben o pueden ser utilizados.

Sin desconocer que son interesantes, esos trabajos sólo permiten interpretar las catacresis (lo que además no era su objetivo) como posibilidad general ofrecida al sujeto frente a todo objeto. Así confirman la idea que ya hemos desarrollado anteriormente: la función de un objeto no es una propiedad fija e intangible, sino que resulta de un proceso de atribución por parte del sujeto. Las catacresis pueden ser consideradas como indicadoras de la actividad de atribuir a los artefactos funciones no anticipadas o previstas por quienes los diseñan, basándose en sus propiedades más evidentes.

Atribución de funciones y características de las situaciones

La atribución de funciones no depende únicamente de las propiedades de los artefactos sino que también está relacionada con las características de las situaciones: las metas (como lo muestran Jordan y Shragger) y también las condiciones de la acción.

Winsemius (1969) formuló la hipótesis de que una catacresis se presenta más fácilmente cuando el objeto catacrético está más disponible. Como lo recuerda Winter (1970), Winsemius también propuso distinguir entre catacresis mayores y menores. Una catacresis es mayor si el empleo efectivo de la herramienta está más alejado del empleo para el cual es más adaptada. Una llave inglesa, por ejemplo, tiene una masa bastante importante, por lo que se presta para golpear.

Un destornillador de igual longitud tiene una masa débil y apenas puede ser utilizado para clavar un clavo en un pedazo de madera. En consecuencia, la catacresis debe considerarse como menor cuando uno utiliza la llave inglesa, que cuando utiliza el destornillador para clavar un clavo.

En estas formulaciones encontramos ya la idea de distancia con respecto a un valor ideal, analizada por Jordan y Shragger². Winsemius se basa en esta evaluación del “tamaño” de las catacresis para formular otras dos hipótesis: por una parte, una catacresis menor se presenta más fácilmente que una mayor; por otra parte, para obtener una catacresis mayor es necesario lograr que el artefacto en cuestión esté más disponible que un objeto para el cual el mismo empleo representa una catacresis menor. Esas hipótesis, basadas en la idea de disponibilidad, permiten introducir las condiciones y el contexto de la acción como factores determinantes de las catacresis.

Las diferentes hipótesis han dado lugar a verificaciones experimentales por parte de Danev y otros (1970) y de Winter (1970), resultados que presentaremos. Los sujetos de esos experimentos debían desplazar diferentes tipos de objetos (anillos, semillas, canicas) y disponían para esto de tres pinzas *brucelles* cuyas extremidades se adaptaban específicamente a cada uno de los tipos de objetos (las variaciones conciernen únicamente a la zona de interacción instrumento-objeto). Por la naturaleza del material utilizado, la situación es más realista que la de Jordan y Shragger, pero sobre todo no se trata de un simple cuestionario: los sujetos realizan realmente las tareas.

2 Los intentos de caracterización en términos de tamaño de las catacresis o de distancia de un valor ideal, podrían prolongarse en una perspectiva de categorización de los instrumentos. Sugieren la idea de que los artefactos podrían considerarse en términos de distancia a un artefacto prototipo.

Todas las hipótesis de Winsemius se comprobaron: las catacresis menores son proporcionalmente más numerosas que las mayores; la disponibilidad de los artefactos es un factor determinante de la existencia de las catacresis y también de su “tamaño”. Pero hay otros resultados que van más allá de esas hipótesis y son interesantes para nuestro propósito. En las condiciones de disponibilidad más desfavorables (cuando el sujeto debe operar un desplazamiento importante para recuperar la herramienta más adaptada), los sujetos tendieron progresivamente a privilegiar una de las pinzas y a conservarla para las diferentes tareas (aunque no fuera la mejor adaptada para una parte de las tareas).

En nuestra opinión, esta tendencia puede interpretarse como una traducción de un proceso de génesis instrumental. Posiblemente los sujetos desarrollan, en función de los objetos sobre los que pueden actuar, modalidades de uso diferenciadas de un mismo artefacto, esquemas de utilización específicos, que lo hacen multifuncional y constituyen así, a partir de un mismo artefacto, varios instrumentos individualizados en función de la especificidad de los objetos y de las tareas. La multifuncionalidad del artefacto se desarrollaría así por una diferenciación acomodadora de la componente esquema del instrumento.

Un segundo tipo de datos tiende a confirmar la hipótesis de una génesis instrumental: cuando se añade una limitación suplementaria de tiempo, el número de catacresis disminuye del comienzo al fin de la experiencia. El autor interpreta esta disminución como la elección progresiva que hacen los sujetos del método más eficaz. Podemos efectivamente suponer que el aumento de limitaciones de eficacia conduce a seleccionar artefactos cada vez más específicos en función de las tareas. El proceso de génesis de los instrumentos más adaptados en

función de las limitaciones de la situación pasaría aquí por una diferenciación sobre el polo artefacto del instrumento. Como las propiedades particulares de cada uno de los artefactos se identifican cada vez con mayor precisión, se privilegian progresivamente las decisiones más pertinentes teniendo en cuenta el criterio de eficacia.

Infortunadamente el autor no tiene datos detallados para la condición con límite de tiempo, que permitan analizar si el proceso concierne al conjunto de las parejas tarea-artefacto o solamente a algunas de ellas. Sin embargo, datos de la experimentación sin límite de tiempo muestran diferencias muy importantes según parejas tarea-artefacto: la frecuencia de las catacresis puede variar de menos de 10% a cerca de 45%. Podemos suponer entonces, que las “génesis” con límite de tiempo no conciernen de igual manera a todas las parejas tarea-artefacto.

Las interpretaciones en términos de génesis instrumental que proponemos son por supuesto hipótesis que tendrían que verificarse con otros datos, en especial relativos a las modalidades de uso individual de los artefactos y a sus evoluciones.

Las funciones atribuidas y las funciones previstas forman un sistema global

Lefort (1970, 1982) realizó observaciones en situación de trabajo. Se interesó en la repartición de los diferentes tipos de uso de las herramientas con ocasión de actividades de desmonte (reparación o mantenimiento), en el sector mecánico. Propone una doble distinción: por una parte, entre las herramientas formales, reconocidas, oficialmente catalogadas en la empresa y las herramientas informales; por

otra parte, entre los usos formales de las herramientas formales (es decir, los usos en conformidad con las modalidades de empleo propuestas) y los usos informales que no responden a tales prescripciones³.

El autor trató de determinar el origen de los usos y herramientas informales. Distingue dos fuentes posibles:

- Por una parte, una meta de economía del usuario. Cuando se proponen a un sujeto dos tareas diferentes con herramientas específicamente adaptadas a cada una de ellas y si en el curso de la realización de una de las tareas se interrumpe al sujeto con el propósito de que realice la otra tarea, el sujeto tendrá tendencia a utilizar la herramienta de la primera tarea para realizar la segunda. Lefort encuentra así, en una observación sistemática en situación industrial, resultados ya obtenidos experimentalmente por Winter (1970): la proximidad de una herramienta, su disponibilidad, explica ciertas catacresis en relación con una economía momentánea de esfuerzos en la adquisición de la herramienta para la acción en curso;
- Por otra parte, una búsqueda de eficacia: algunas de las prácticas informales son indicio de un esfuerzo por parte del operario para adaptar los medios a las metas (sea por

³ Podríamos especificar con mayor precisión esas categorías distinguiendo, al igual que los ergónomos especialistas en el diseño de productos, los usos realmente informales de los usos fuera de la norma. Ciertos conductores de automóvil, por ejemplo, sobrecargan el disco de freno de su vehículo: la fuerza aplicada por el conductor puede llegar hasta 200 Kg en lugar de los 50 Kg previstos. Con este aumento de presión no mejora en manera alguna el frenado, y puede explicarse por la concepción de los conductores sobre las condiciones de eficacia: entre más se apoya el freno, el frenado es más eficaz (Rebiffé, comunicación personal). Se trata de un uso fuera de norma: de parte del usuario no hay intención de desvío del objeto, de atribución de nuevas funciones, sino más bien un desconocimiento de las condiciones de uso. En nuestra opinión, debe haber atribución de funciones nuevas o diferentes para caracterizar un uso como catacrético.

Es el caso de los brazos de las sillas de los autobuses usados como apoyapiés para alcanzar el equipaje (en este caso, la catacresis es suficientemente frecuente para que el diseñador la tenga en cuenta: le da suficiente resistencia para ese uso informal). Hay que distinguir entonces, dentro de los usos informales, aquellos que son catacréticos y aquellos que están fuera de norma.

uso informal de una herramienta formal, o por elaboración de herramientas informales), supliendo así algunas deficiencias de la herramienta. Las herramientas formales ofrecen medios, en principio bien adaptados en función de las tareas previstas. Se utilizan con frecuencia y con preferencia, pero si resultan insuficientes (el acceso a un tornillo puede ser difícil, por ejemplo) el operario recurre a usos informales o a la producción de herramientas más adaptadas.

Lefort muestra que el operario desestructura la herramienta de la que dispone en función de su experiencia. Cada herramienta cumple generalmente su, o sus funciones formales, pero también otras funciones. El operario introduce así una cierta redundancia en sus herramientas. Esta redundancia permite una mayor flexibilidad en el uso y una variedad más grande de soluciones gracias a la invención de nuevas funciones atribuidas a las herramientas formales y, sobre todo, a las informales. Las herramientas, reestructuradas y organizadas, forman un conjunto homogéneo donde se realiza un mejor equilibrio con respecto a los objetivos de economía y de eficacia.

Lo anteriormente mencionado nos parece uno de los resultados más interesantes obtenidos por este autor: las funciones y herramientas informales no están aisladas, se integran al resto de las herramientas del operario, garantizando un mejor equilibrio del conjunto de sus herramientas en su globalidad. Las funciones nuevas, informales, forman un sistema global con las funciones formales. Convendría entonces analizar, más allá de los instrumentos particulares, el conjunto de las herramientas de un sujeto, los instrumentos que construye, su estatus, sus reglas y formas de organización, su génesis y su evolución, etc.

Los procesos de atribución de función en el contexto de las tecnologías contemporáneas

Sin embargo, podemos preguntarnos si esos resultados obtenidos en un contexto de herramientas manuales o con referencia a artefactos esencialmente estáticos (como los de Jordan y otros) son pertinentes en un contexto de tecnologías informáticas y de automatización. ¿Los artefactos surgidos de esas tecnologías no son muy diferentes, o demasiado complejos, para ser objeto de catacresis por parte de los usuarios? Vamos a mostrar que no es así y que, por el contrario, las catacresis no han perdido su importancia con las nuevas tecnologías.

La atribución de funciones orientadas hacia la transformación del objeto de la actividad: la mediación pragmática

Recordemos la fábula del piloto y del perro que empleamos para presentar un capítulo anterior y para ilustrar los mecanismos de limitación de las iniciativas introducidas en los sistemas automáticos de pilotaje. Los pilotos no lo ven así: ellos retoman el control de las operaciones con medios totalmente inesperados. Desvían algunos instrumentos de su función, es decir, realizan una catacresis.

Un artículo de noticias de la seguridad aérea del Canadá (anónimo, 1989) reporta por ejemplo que “los pilotos tratan de evitar el programa del calculador que no les satisface. Las tripulaciones que quieren comenzar a descender antes del punto fijado por el computador, indican simplemente que van a encender el descongelado, sin hacerlo, o programan un viento de cola ficticio. El calculador establece entonces un nuevo punto para comenzar el descenso, que satisface al piloto”⁴.

⁴ Como lo subraya Amalberti (1991), tales procedimientos son susceptibles de volverse peligrosos, espe-

Tales fenómenos parecen frecuentes con las tecnologías avanzadas, aunque no son el objeto de una investigación y un análisis sistemático (lo cual sería socialmente útil y científicamente interesante). Por ejemplo, Millot (1991), quien realiza investigaciones sobre una cooperación hombre-sistema en la que el aumento de las capacidades decisivas de las herramientas debe permitir instaurar una colaboración con los operadores, propone un sistema de repartición dinámica de las tareas entre hombre y herramienta. Pero señala que surgen dificultades en particular, porque el operario trata de quitarle tareas al sistema...

Asimismo, Galinier (1992) pone en evidencia utilizaciones catacréticas de cajas de cambio automáticas de vehículos pesados (camiones de transporte terrestre). El calculador a bordo debe proponer al conductor una relación adaptada al momento de hacer el cambio y el conductor es libre de aceptar o no esta proposición. Las proposiciones del automatismo se elaboran a partir de un cálculo de los valores instantáneos del régimen motor y con base en criterios de economía (modo económico) o de óptima calidad del rendimiento (modo eficaz). Pero estos criterios no siempre son los más pertinentes desde el punto de vista del conductor, cuyas decisiones no se basan a menudo en una apreciación instantánea de la situación, sino en anticipaciones de la evolución de las condiciones y del contexto. Por ejemplo, disminuye un poco antes de comenzar un descenso difícil, tiene en cuenta el comportamiento probable de los otros usuarios, etc. Debido a esta distancia entre los criterios del conductor y los del calculador, sucede a menudo que la proposición de relación hecha por el calculador no le conviene al conductor (más del 30% de las relaciones propuestas son rechazadas).

cialmente cuando se dan varias indicaciones falsas al calculador y sucede un incidente exterior. El piloto tiene entonces muchas dificultades para establecer el estado real de su máquina y controlarla.

Los conductores desarrollan estrategias para forzar al calculador a proponerles la relación que desean. Con este fin desvían la orden que permite pasar del modo económico al modo eficaz para obtener una ganancia de potencia (en pendiente, para sobrepasar, etc.). Por ejemplo, si la relación es la octava pequeña y el calculador propone la octava grande cuando el conductor desea disminuir para comenzar un descenso, activa el modo eficaz: eso conduce al calculador a proponer la octava pequeña, que corresponde a lo que deseaba el conductor.

El mecanismo de esta atribución de función es exactamente de la misma naturaleza que el que evocamos para los pilotos de avión. El operador retoma el control del sistema utilizando variables de entrada que “normalmente” se destinan a otro uso: informar al sistema sobre el contexto con las intenciones del conductor. Entregándole datos independientes de la realidad (un viento de cola ficticio, una solicitud de mayor potencia) pero cuidadosamente escogidas, teniendo en cuenta las reglas de funcionamiento del sistema que el operario conoce, éste impone al sistema sus propios criterios. Lo hace su instrumento.

Es el mismo mecanismo de las catacresis reportadas por Duvenci-Langa (1993) en una fábrica con una máquina digital. Se trata de una situación en la que una máquina tradicional fue transformada añadiéndole un panel de comandos. La hipótesis de los consultores, después de analizar los procesos de fabricación con la máquina tradicional, era que esos procesos podían reducirse a un pequeño número de casos para los cuales habían preparado programas preestablecidos y cuyas variables los operarios debían manejar como parámetros en función de los objetos que debían construir: piedras de afilar. Éstas se distinguen no solamente por sus

formas y sus dimensiones, sino también por la naturaleza del material y, en particular, por su dureza.

En la realidad esos programas fueron insuficientes: el saber-hacer de los operarios no había sido tenido en cuenta y se suprimieron comandos indispensables para la operación, en particular los que permitían controlar la rapidez de corte. Para evitar los numerosos problemas de fabricación, los operarios desarrollaron un uso catacrético de los programas: les dan informaciones falsas sobre la naturaleza del material de fabricación para obtener velocidades de corte apropiadas, diferentes de las previstas normalmente. Nuevamente controlan variables de entrada a las que les atribuyen nuevas funciones para poder retomar el control del sistema instrumentalizándolo según sus necesidades.

La atribución de funciones orientadas hacia el conocimiento del objeto de la actividad: la mediación epistémica

Todos los ejemplos que hemos dado conciernen a la mediación instrumental pragmática. Los sujetos tratan de producir funciones instrumentales que permiten una acción transformadora dirigida hacia el objeto de la actividad. Los ejemplos que vamos a presentar ahora conciernen a la mediación epistémica: los sujetos producen funciones instrumentales orientadas al conocimiento del objeto.

Nuestro primer ejemplo es relativo a un programa de DAC (Diseño Asistido por Computador) en electricidad. El operario utiliza el comando “borrar”, no para borrar un elemento de su dibujo, sino para examinar la estructura en memoria del mismo. En efecto, un mismo trazo (en la pantalla) puede obtenerse a partir de una o de varias entidades informáticas (en memoria). Aplicando el comando “borrar” a un trazo, el

operario obtiene un cambio de color en la pantalla que le indicará si está compuesto de una o de varias entidades en memoria⁵.

El operario desvía entonces (momentáneamente) el comando “borrar” de su función situada en el orden de la mediación pragmática, para atribuirle una nueva función situada en el orden de la mediación epistémica: obtener informaciones inaccesibles, sobre la naturaleza de las entidades informáticas (en memoria) que constituyen las entidades gráficas visibles en la pantalla.

Con la idea de entidad gráfica, nos acercamos al dominio semiótico en el que es posible mostrar la atribución de funciones. Nuestro último ejemplo tiene que ver con un instrumento semiótico: el dibujo técnico. Reinterpretaremos para ello los resultados de un experimento sobre la utilización de los rayados (Flahaut y Rabardel 1985).

Los sujetos atribuyen a los rayados una función no prevista en las convenciones y ponen en obra esta función nueva en las actividades de lectura y decodificación de dibujos técnicos. La función prescrita por las convenciones (como fue presentada en las normas y los manuales) es doble: por una parte, los rayados sirven para señalar que una pieza está representada en una vista de corte (lo que puede ser necesario, por ejemplo, para mostrar detalles internos), por otra parte, el tipo de rayado informa sobre la naturaleza del material (acero, latón, etc.).

La función atribuida facilita la identificación de los conjuntos de trazos que forman una unidad gráfica tecnológicamente

⁵ Esta identificación es necesaria porque el programa atribuye automáticamente un número a cada hilo. Un hilo corresponde a una entidad en memoria, y una sola. Si un trazo que representa un solo hilo se dibuja con ayuda de varias entidades informáticas, se producirá un error en la numeración automática.

significativa. La segmentación perceptiva del flujo gráfico en unidades tecnológicamente significativas es en efecto uno de los problemas importantes de la lectura del dibujo técnico. Los sujetos utilizan la función atribuida como ayuda en la actividad exploratoria, pues les permite tratar en el plano perceptivo —por identificación de los trazos de borde relacionados con los rayados— problemas que necesitan un tratamiento en el plano de los significados —reconocimiento o reconstrucción de un conjunto de trazos que corresponden a una entidad tecnológicamente significante— (Rabardel 1980, 1982b).

En este ejemplo, la atribución de funciones podría ser calificada de tácita en el sentido de que los sujetos no tienen conciencia de ella. Conciérne al instrumento semiótico privado, es decir, la versión personal, propia del sistema semiótico interiorizado y como lo acabamos de ver remodelado por cada sujeto.

Una interpretación de los desvíos en términos de elaboración y de génesis instrumental

Las catacresis en el dominio semiótico, tales como los rayados, conducen a cuestionar, con mayor fuerza aún, la interpretación de los hechos de atribución o de elaboración de funciones en términos de desvío. ¿En efecto, en qué medida es legítimo hablar de desvío cuando las investigaciones en el dominio de la semiología y de la psicosemiología ponen en evidencia, como acabamos de ver, que la elaboración y la reestructuración de esos instrumentos semióticos por parte del sujeto es una constante?

En el dominio del pilotaje portuario, por ejemplo, Cuny (1981a, 1993) muestra que los pilotos elaboran permanentemente herramientas sémicas relacionadas con su trabajo. Algunos resultados tienden a confirmar, en el mismo dominio, los

análisis de Hutchins (1990) y, para la pesca en alta mar, las observaciones de Minguy. Este autor pone en evidencia que el patrón del barco elabora sus propios mapas del fondo a partir de sus propias categorías de análisis (distingue, por ejemplo, diferentes tipos de fondo en función de la dureza, el relieve, la naturaleza del suelo, etc.). No podríamos interpretar esta actividad en términos de desvío. Se trata de una producción instrumental realizada por el operario (Minguy 1993, Minguy y Rabardel 1993).

Scribner (1986) reporta igualmente hechos de atribución de función en situaciones de trabajo: los mensajeros encargados de transportar cajas les atribuyen una función de símbolos cuantitativos para sus actividades de conteo. Scribner considera que el papel funcional de esas propiedades del entorno es producto de la actividad constructiva del sujeto, es decir, aunque no emplea este término, es un proceso de génesis instrumental.

A la luz de estos hechos, las catacresis aparecen únicamente como un caso particular de un fenómeno de carácter mucho más general: la producción, elaboración, institución, transformación de los instrumentos por parte del sujeto, incluso cuando se basan en artefactos reglamentados como los códigos de grafismos técnicos.

Consideramos que la interpretación clásica de las catacresis es sólo una función particular para calificar algunos tipos de hechos: un punto de vista normativo sobre estos hechos, fundado en la idea de desviación. Pero, ¿qué norma utilizar? ¿Cuál es el origen y su naturaleza? ¿En qué se legitima? ¿Es suficiente con que aparezca un uso no anticipado, previsto, imaginado o prescrito para que constituya un desvío? ¿Es necesario que la distancia con respecto a lo previsto sea deliberadamente buscada por el sujeto? ¿Vamos a considerar

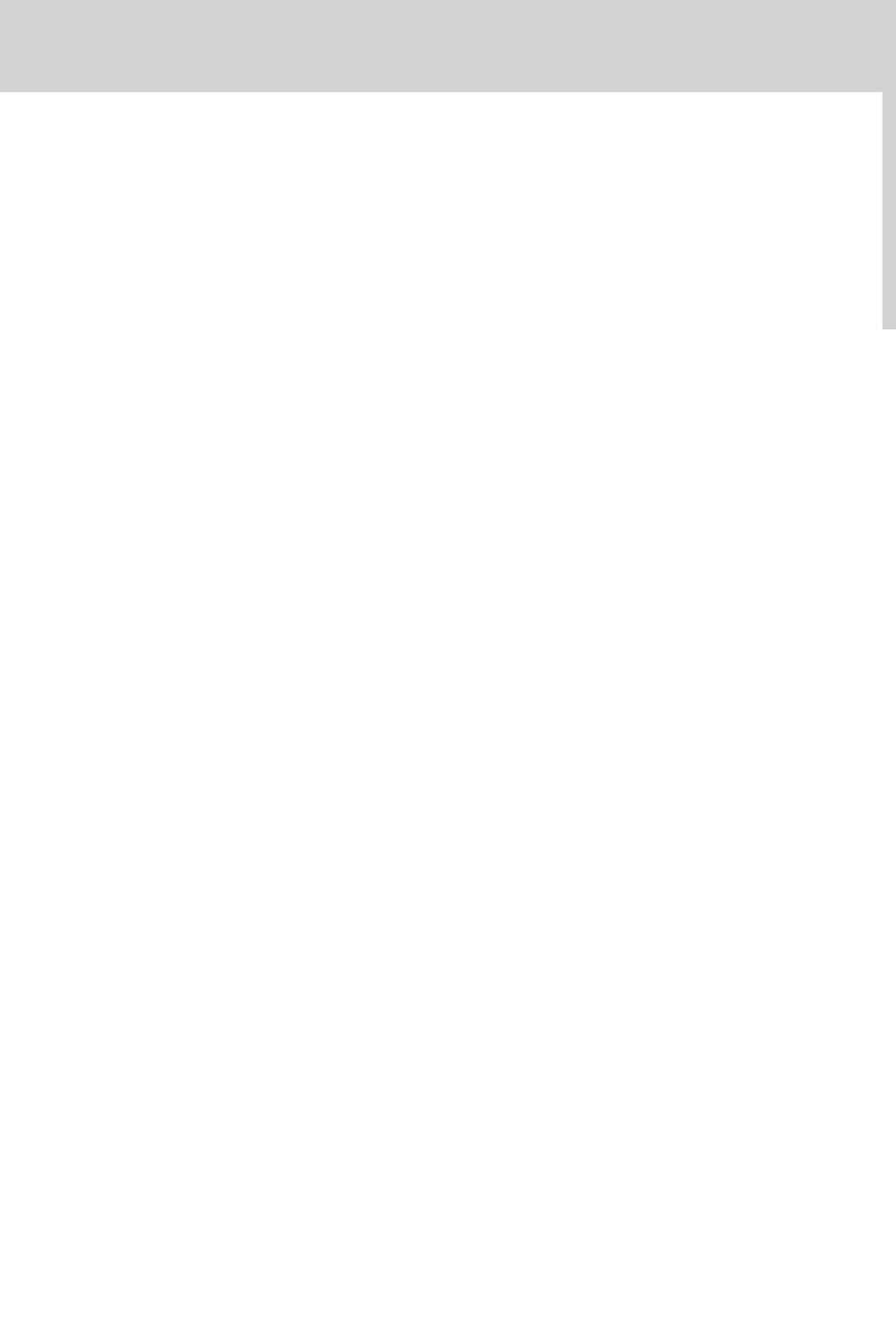
como desvió un uso no previsto pero que el sujeto cree que es canónico? ¿No es necesario, por el contrario, adoptar otro punto de vista para entender y analizar con amplitud los hechos de catacrexis y de atribución de funciones?

Nos parece, en efecto, que los problemas de interpretación puestos en evidencia por los instrumentos semióticos no son específicos de esta clase de instrumentos. Para los otros tipos de instrumentos, las atribuciones, elaboraciones de funciones nos parecen también susceptibles de ser interpretadas como producto de un proceso de una gran generalidad: la génesis instrumental y la gestión que hace el sujeto de sus instrumentos.

Vamos a tratar de entender en un mismo movimiento, la evolución de los artefactos relacionada con la actividad del usuario y el surgimiento de los usos (que se estructuran en diversos tipos de esquemas de utilización), como partícipes de un mismo proceso de génesis y de elaboración instrumental. Desde una perspectiva ergonómica es posible tratar de anticipar algunas características probables de ese proceso, analizando contextos y situaciones de uso posibles, acontecimientos potenciales y esquemas disponibles o constructibles. Pero también debe analizarse y comprenderse el proceso en el plano psicológico, en referencia a y en la perspectiva del sujeto que persigue metas por medio de acciones.

Un proceso de génesis y de elaboración instrumental realizado por el sujeto concierne a los dos polos de la entidad instrumental, el artefacto y los esquemas de utilización y por lo tanto tiene dos dimensiones, dos orientaciones diferentes y conjuntas: la instrumentalización dirigida hacia el artefacto y la instrumentación relativa al sujeto mismo. En el

próximo capítulo vamos a analizar este proceso, con sus dos componentes de instrumentalización e instrumentación.



Capítulo ocho:

La génesis instrumental como proceso que concierne tanto al artefacto como al sujeto

En el capítulo anterior propusimos una serie de hechos que por lo regular se caracterizan como desvío de funciones y objetos, pero mostramos que pueden interpretarse como parte de procesos de génesis instrumental. Subrayamos inmediatamente que las génesis instrumentales no se limitan a lo que aparentemente son desvíos.

Cook y otros (1991) presentan evidencias de que los usuarios de un nuevo sistema de vigilancia en cirugía cardíaca desarrollan actividades de tipo génesis instrumental. La elaboración instrumental se dirige, por una parte, a las tareas que se dan a los usuarios y la reorganización de su actividad; por otra parte, a las transformaciones del sistema técnico¹. Las elaboraciones instrumentales de los usuarios están dirigidas tanto a ellos mismos (es la dimensión del proceso de génesis instrumental que llamamos **instrumentación**), como hacia el artefacto (es la dimensión **instrumentalización**).

¹ Los autores emplean los términos “system tailoring” y “task tailoring”, y esta última categoría incluye también las evoluciones de la actividad.

Algunos diseñadores tratan de tomar en cuenta las génesis instrumentales en la concepción inicial de los sistemas, en particular, los informáticos. De Keyser (1988) señala que el sistema LENS de selección del correo electrónico (Malone, Grant y Turbak 1986) permite a cada operario constituir su propio filtro teniendo en cuenta sus necesidades de información.

Trigg, Moran y Halatsz (1987) reflexionan igualmente sobre sistemas susceptibles de adaptación por parte de los usuarios mismos en función de las actividades que deben realizar. Por su parte Henderson y Kyng (1991) tratan de definir niveles de modificabilidad de los sistemas: no modificables, modificables y adaptables dentro de límites y perspectivas dadas por el diseñador, transformables dentro de perspectivas nuevas desde el punto de vista de las funciones. Los dos últimos niveles se refieren a procesos de instrumentalización identificados en situación real por los autores. Uno, en el plano de la adaptación al usuario de un uso anticipado por el diseñador; el otro, en el plano del surgimiento de funciones nuevas creadas por el usuario para su uso personal. Diferentes especies de prácticas de los usuarios corresponden a estos niveles:

- La elección entre opciones previamente determinadas en el curso de la concepción inicial.
- La construcción de nuevos comportamientos del artefacto a partir de elementos existentes. Se trata de modificar la organización de elementos ya existentes agrupando operaciones, de reconfigurar, etc.
- La transformación del artefacto mismo.

Los procesos de génesis instrumental se presentan como un tipo de actividad suficientemente constante y generalizada para anticiparlos desde el diseño mismo de los artefactos.

Las génesis instrumentales existen incluso en situaciones fuertemente limitadas

No obstante, podemos preguntarnos si las génesis instrumentales pueden desarrollarse en situaciones de trabajo con fuertes limitaciones. Es un campo en el que hay poca información.

Berthet (1986) reporta en un texto relativo a las sugerencias formuladas por el personal de una gran empresa de automóviles, por una parte, que su número es considerable (más de 20.000 por año para una empresa que tiene 24.000 asalariados), por otra parte, que 23% de las sugerencias tienen que ver con las herramientas de trabajo y los modos de producción (alrededor de 5.000). Estas últimas consisten, en su mayoría, en proposiciones de modificaciones de las herramientas para una mejor adaptación a las tareas y van incluso hasta la creación de herramientas específicas (Berthet comunicación personal).

Por falta de elementos, es imposible analizar aquí esas proposiciones. Pero su carácter masivo es evidente. En nuestra opinión, muestra la importancia y la generalidad de los fenómenos de génesis y de evolución instrumental de los usuarios, incluso en contextos de trabajo que tienen prescripciones muy desarrolladas, como es el caso del trabajo en cadena con una gran limitación de tiempo. Podría parecer que en este tipo de contextos no hay espacio para una resingularización de las condiciones de la actividad en función de la especificidad de los individuos, de las tareas y de sus varias habilidades. La masa enorme de las proposiciones por

parte de los operarios con relación a los medios de su trabajo contradice esta representación ingenua.

Instrumentación e instrumentalización: primer enfoque

Los hechos comienzan a tomar un estatus, como acabamos de ver, pero el vocabulario e incluso las nociones todavía no están fijos incluso en la psicología.

La idea de génesis del instrumento está presente en los trabajos de Mounoud (1970), mientras que la de instrumentación es empleada por diferentes autores que se basan en Vygotsky, Wallon o Mounoud.

Bullinger (1987 a y b, 1990 y en prensa) utiliza esta noción para describir la manera como el bebé logra hacer de su sistema sensoriomotriz herramientas que le permiten comprender y actuar sobre el medio. La instrumentación es entonces un proceso dirigido hacia el sujeto mismo. No obstante, en ciertos casos el autor extiende la noción a artefactos, en particular, cuando se interesa por los déficits sensoriomotrices y por las personas discapacitadas.

Netchine-Grynberg y Netchine (1989), Netchine (1990) utilizan el término instrumentación pero también a veces emplean “instrumentalización” para designar la construcción que hace el niño de una organización sensoriomotriz apropiada a las actividades de lectura, así como a la gestión cognitiva que hace el niño de su propia actividad, que le permite controlar los mecanismos que utiliza y ajustarlos a diversas finalidades.

Emplearemos el término “instrumentación”, de acuerdo con el uso que parece dominante, para designar los aspectos del proceso de génesis instrumental orientados hacia el sujeto

mismo. Reservaremos el término “instrumentalización” para los procesos dirigidos hacia el artefacto:

Los **procesos de instrumentalización** se refieren al surgimiento y la evolución de los componentes artefacto del instrumento: selección, reagrupación, producción e institución de funciones, desvíos y catacresis, atribución de propiedades, transformación del artefacto (estructura, funcionamiento, etc.) que prolongan las creaciones y realizaciones de artefactos cuyos límites son difíciles de determinar debido a este proceso de transformación;

Los **procesos de instrumentación** son relativos al surgimiento y a la evolución de los esquemas de utilización y de acción instrumentada: constitución, funcionamiento, evolución por acomodación, coordinación, combinación, inclusión y asimilación recíproca, asimilación de artefactos nuevos a esquemas ya constituidos, etc.

La instrumentalización resultante de la atribución de una función al artefacto por parte del sujeto y la instrumentación resultante de la acomodación de los esquemas del sujeto resultan, ambas, de la actividad del sujeto y es la orientación de dicha actividad lo que distingue a los dos procesos. En el proceso de instrumentación, la actividad está dirigida hacia el sujeto mismo, mientras que en el proceso correlativo de instrumentalización la actividad está orientada hacia la componente artefacto del instrumento. Los dos procesos contribuyen solidariamente al surgimiento y la evolución de los instrumentos, aun cuando, según las situaciones, uno de ellos pueda desarrollarse más, ser dominante, e incluso ser el único que se presenta.

Las funciones, producto de esos procesos, son una propiedad característica de la entidad instrumental y como ésta, desde

nuestra perspectiva, depende a la vez del sujeto y del artefacto, las funciones tienen también ese carácter mixto. Están arraigadas a la vez en las componentes artefactual y esquema del instrumento.

Avanzaremos en el análisis a partir de dos ejemplos. El primero tiene que ver, de manera principal, con los procesos de instrumentalización, orientados hacia la componente artefacto de la entidad instrumental. El segundo (la ecografía), es relativo a los procesos de instrumentación, por lo tanto, orientado a la componente esquema de la entidad instrumental.

Un ejemplo de génesis instrumental dirigida hacia el artefacto

La descripción que hace Linhart (1978) del banco de trabajo de Demarcy, un obrero latonero en una fábrica de automóviles, aunque se inscribe en una perspectiva psicológica, pone en evidencia la instrumentalización que sufre este banco de trabajo por cuenta del obrero, las transformaciones y las relaciones que permiten una adaptación de este artefacto a la diversidad de las tareas que debe realizar; también pone en evidencia la especificidad correlativa de los gestos, los procedimientos, los esquemas de actividad instrumentada, constituidos en el curso de un proceso de instrumentación, inscrito en la duración.

Demarcy está encargado de retocar, desabollar, etc., las puertas dañadas durante el paso del automóvil en la cadena de montaje. Su banco de trabajo es “un objeto indefinible, hecho de pedazos de hierro y de varillas, de soportes heteróclitos, de prensas improvisadas para calar las piezas, con huecos por todas partes y un aspecto de inestabilidad

inquietante. No es más que una apariencia... cuando se le ve trabajar durante un tiempo bastante largo, se comprende que todas las imperfecciones aparentes del banco tienen su utilidad: por esta ranura puede introducir un instrumento que servirá para calar una parte escondida; por este hueco pasará la varilla de una soldadura difícil; por este espacio vacío en la parte inferior —causante de la apariencia frágil del banco— puede complementar martilleo sin tener que voltear la puerta ya calada. Este banco hechizo, lo confeccionó él mismo, lo modificó, lo transformó, lo completó.

Ahora el obrero y el banco conforman un solo cuerpo; el obrero conoce de memoria todos los recursos del banco: dos vueltas de tuerca aquí, tres vueltas de tornillo allá, una cuña que sube dos líneas, una inclinación rectificada de algunos grados y la puerta se presenta exactamente como es necesario para que el obrero pueda soldar, pulir, limar, martillar en el lugar preciso del retoque, tan excéntrico y de difícil acceso como pueda serlo (por encima, por debajo, de lado, en los ángulos, en diagonal, en el interior de una curva, en el extremo de un borde).

Pero es en el momento de reemplazar este banco cuando se manifiesta la solidaridad de los dos componentes artefactual y esquemático de la entidad instrumental. El nuevo banco no posee los huecos que permitían en el antiguo combinar los gestos simultáneos sobre las dos caras de la puerta. “El ritmo de trabajo de Demarcy se ve interrumpido, su método se ha perdido. Cada vez que debe trabajar una puerta por debajo, necesita aflojar las tuercas de las prensas, voltear la puerta, volver a apretar”.

Ya no hay medio de proceder, como era su costumbre, en gestos relativos encima-debajo combinados rápidamente y más cómodos para restablecer con un martilleo rápido una

superficie lisa. Antes, calaba con su mano izquierda una pieza bajo la puerta, la desplazaba lo que fuera necesario y con la mano derecha, golpeaba con pequeños y precisos golpes de martillo, enderezando progresivamente la lata, zona por zona. Ahora es imposible, hay que trabajar separadamente el recto y el verso de la lámina”.

Los esquemas de acción estructurados para permitir el trabajo simultáneo y complementario de las dos manos ya no pueden ponerse en juego porque el artefacto instrumentalizado falta. La causa de la reestructuración de su instrumento es la modificación brusca del artefacto a la que se enfrenta el operario.

Por otro lado, es fácil imaginar que si por una razón particular, por ejemplo una mano herida, estuviera en la imposibilidad de poner en juego sus esquemas familiares, el instrumento que constituyen, asociados al artefacto, también se vería desestructurado.

Un ejemplo de génesis instrumental dirigida hacia el sujeto

Nuestro segundo ejemplo se refiere a la utilización de una herramienta de diagnóstico médico: la ecografía. La investigación llevada a cabo por Isabelle Ragazzini (1992)² con base en una problemática inicial de lectura de imagen fija, evolucionó progresivamente hacia una problemática centrada en la construcción de imágenes dinámicas y que implica por esto mismo un enfoque instrumental: la interpretación ecográfica se realiza a partir de imágenes dinámicas, construidas por el médico gracias a los ajustes del aparato y

2 Para este ejemplo nos basamos también en la presentación hecha por Weill Fassina (1993).

a la manipulación y a los movimientos que le imprime a la sonda.

La sonda y los ajustes son dos artefactos que van a permitir la exploración y la producción de imágenes dinámicas de los órganos del paciente. Esos artefactos se inscriben en una mediación pragmática: el resultado de su uso es la construcción de la imagen que tiene estatus de objeto producido.

Esta imagen construida se inscribe por su parte, por ser artefacto, en una relación instrumental de mediación epistémica con los órganos representados que tienen, con respecto a la imagen, el estatus de objetos por conocer. La imagen tiene un estatus doble en la actividad del médico: objeto por construir y componente artefactual de un instrumento semiótico que sirve para producir el diagnóstico.

Uno de los intereses de este estudio es mostrar evidencias de la evolución de los esquemas de actividad instrumentada³ comparando novatos y expertos en la utilización de la sonda. La exploración de los novatos se caracteriza por un esquema de acción rígido que busca una identificación de los órganos a partir de una lógica de proximidad. En los expertos, la exploración está orientada por la determinación de la patología; es más selectiva y específica, se basa en una comparación con los órganos de referencia que pueden estar alejados del órgano explorado. Los principiantes, por el contrario, se orientan con respecto al nivel de los órganos adyacentes y efectúan controles redundantes.

El instrumento del experto se diferencia del instrumento del principiante por una evolución de los esquemas de exploración;

³ Los autores no utilizan esa terminología, aunque sí una similar : Ragazzini evoca por ejemplo esquemas de exploración. Entonces es una lectura de sus resultados desde nuestro marco teórico.

por lo tanto se trata de instrumentación. El componente artefactual no entra en juego⁴. Por el contrario, las imágenes construidas tienen propiedades sensiblemente diferentes según el nivel de competencia del operario y contribuyen así a la evolución del instrumento semiótico del cual participan, por una diferenciación de su componente artefacto; en este caso se trata de instrumentalización.

Caracterización de los procesos de instrumentalización

La instrumentalización puede definirse como un proceso de enriquecimiento de las propiedades del artefacto por parte del sujeto. Un proceso que se basa en las características y propiedades intrínsecas del artefacto y les da un estatus en función de la acción en curso y de la situación (en el ejemplo de Faverge: la masa en el caso de la llave inglesa que reemplaza el martillo).

Más allá de la acción en curso, esas propiedades intrínsecas pueden conservar el estatus de función que adquirieron. Entonces constituyen para el sujeto una característica, una propiedad permanente del artefacto, o más exactamente de la componente artefacto del instrumento. La función adquirida es una propiedad extrínseca, atribuida por el sujeto para que el artefacto pueda ser constitutivo de un instrumento.

Por ejemplo, la masa, que es una propiedad intrínseca de la llave inglesa, no hace parte de una función original de este artefacto (mientras que para el martillo es evidentemente fundamental). Por el contrario, el sujeto utiliza la masa de la llave para conferirle funciones nuevas (por ejemplo, clavar una puntilla) y cuando esas funciones nuevas se conservan,

⁴ El componente artefactual sí entra en juego localmente en el caso en que la sonda se usa para palpar el abdomen del paciente y localizar la zona dolorosa.

tienen el estatus de propiedades extrínsecas del artefacto así instrumentalizado.

A partir de este ejemplo, que no implica transformación material del artefacto, podemos distinguir dos niveles de instrumentalización por atribución de función a un artefacto:

- En un primer nivel, la instrumentalización es local, relacionada con una acción singular y con circunstancias de su desarrollo. El artefacto es instrumentalizado momentáneamente.
- En un segundo nivel, la función adquirida se conserva de manera durable como propiedad del artefacto en relación con una clase de acciones, de objetos de la actividad y de situaciones. La instrumentalización es durable o permanente.

En uno y otro caso, no hay transformación material del artefacto en sí mismo. Sólo se enriqueció de propiedades extrínsecas nuevas, adquiridas de manera momentánea o durable.

La instrumentalización del artefacto puede también implicar una transformación del mismo. Ya sea posterior al uso, como consecuencia del mismo, como una huella que se inscribe en el artefacto, o ya sea anterior al uso: el artefacto se transforma para ser adaptado a su función. Puede tratarse de una adaptación al polo objeto o al polo sujeto de la tríada. Por ejemplo, los operarios encargados del análisis del mineral de níquel en Nueva Calcedonia, transforman botellas de plástico en instrumentos que permiten verter el polvo de mineral en el analizador. Para hacerlo, cortan un pico (adaptación al polo objeto) y una manija (adaptación al polo sujeto).

Este ejemplo con propósito didáctico puede parecer trivial, pero basta con pensar en el banco de Demarcy, el latonero de puertas, para comprender que las transformaciones materiales del artefacto a veces son susceptibles de tener una amplitud considerable y de ser de una gran complejidad. Además no se limitan a la estructura del artefacto; también pueden tener que ver con el plano del funcionamiento, incluso para artefactos procedentes de tecnologías informáticas.

La constitución de funciones complejas (macros), por combinación de funciones elementales, es un ejemplo en el dominio de los programas informáticos. Por ejemplo, los diseñadores que utilizan CAO crean guiones informáticos que toman a su cargo tareas que antes correspondían a sus propios procedimientos y esquemas (Béguin 1993 a y b Rabardel y Béguin 1993). Pero al contrario de nuestros ejemplos del vertedero de polvo de mineral y del banco de trabajo, las transformaciones realizadas al artefacto no son irreversibles.

Los procesos de instrumentalización tampoco se limitan a los artefactos de carácter tecnológico. Por ejemplo, Falzon (1989 b) pone en evidencia que los lenguajes operativos son producto de una transformación, hecha por los operarios mismos, del sistema general de representación que es el lenguaje, con el fin de adaptarlo a la especificidad de sus necesidades de comunicación⁵. La elaboración de lenguajes operativos trata de hacer más rápidos y más económicos los tratamientos operativos, por una adaptación de los medios.

⁵ Falzon también propone un buen ejemplo en el campo de la numeración. El sistema de numeración oral de los mayas era en base veinte. Pero los astrónomos de esta civilización utilizaban un sistema que tenía una excepción: el tercer rango, en lugar de indicar múltiplos de 400 indicaba los múltiplos de 360. Esta irregularidad fue desarrollada por los astrónomos para sus necesidades específicas de medida del tiempo: los días se agrupaban en meses de 30 días, luego en años de 18 meses o sea de 360 días (para mayores detalles ver Iffrah 1985).

Mounoud (1970), en un contexto completamente diferente ya que se trata de investigaciones sobre la estructuración del instrumento del niño, produjo resultados que pueden contribuir a aclarar nuestros análisis. Los niños, colocados en situaciones de resolución de problemas, debían construir o seleccionar artefactos que permitieran la solución. Mounoud revela la doble adecuación de los artefactos elaborados por los niños a los polos sujeto y objeto de la tríada. Pero esta adecuación no se obtiene de entrada, ni simultáneamente. El artefacto primero se elabora en adecuación con las acciones y esquemas del sujeto y luego se adapta progresivamente a las características del objeto y a los límites de la situación. A medida que avanza la resolución, el sujeto enriquece el artefacto con propiedades nuevas relativas a esta doble adecuación.

La evolución del instrumento por enriquecimiento de propiedades que el sujeto atribuye al artefacto es un fenómeno de carácter muy general, que no se limita a las situaciones de trabajo que explicitaban nuestros ejemplos. La naturaleza de las modalidades de la atribución, son evidentemente específicas en función del nivel de desarrollo genético (para los niños) pero también de los límites y especificidades de los contextos (escala temporal, carácter social de los límites, etc.). Los artefactos elaborados por los niños en situación experimental contienen funciones, que Mounoud llama constituyentes, especialmente en relación con las características y propiedades de la acción propia. Al término de la evolución, los artefactos realizarán finalmente funciones constituidas, progresivamente atribuidas por los sujetos a los artefactos en el curso del proceso de génesis. Las funciones constituidas permiten principalmente el establecimiento de relaciones de adecuación entre el instrumento y la situación.

Evidentemente, no tenemos ninguna razón para suponer que en las situaciones de trabajo la jerarquía temporal, entre adecuación a la acción y adecuación a la situación, pueda ser del mismo orden⁶.

Sin embargo, la formulación de Mounoud nos parece particularmente heurística. En efecto, los artefactos a los que se enfrentan los sujetos en situaciones “naturales” (trabajo, formación, vida cotidiana) se caracterizan precisamente por ser elaborados para realizar funciones previamente definidas, intrínsecas, constitutivas del artefacto. Funciones que es posible considerar como **funciones constituyentes**. Pero como lo hemos visto, los procesos de instrumentalización del artefacto hacen emerger funciones nuevas momentáneamente o de manera durable. Esas funciones nuevas, extrínsecas, se elaboran en el curso de la génesis instrumental. Pueden ser consideradas como **funciones constituidas**.

Consideramos, sin embargo, que la transposición de los conceptos de función constituyente y función constituida debe conservar un carácter puramente heurístico y no puede extenderse, sin precaución, a los mecanismos de sus elaboraciones.

Caracterización de los procesos de instrumentación

El descubrimiento progresivo que realizan los sujetos de las propiedades (intrínsecas) del artefacto se acompaña de la

⁶ Los niños mismos tienen conciencia de la especificidad de las restricciones en situación de trabajo, como lo mostró Vérillon en una investigación (1988 c y 1991). Le pidió a sus sujetos inventar artefactos que permitieran producir diferentes tipos de formas geométricas (cilindro, cono, prisma...). Las soluciones propuestas eran muy diferentes, para un mismo niño, en función del contexto de realización: cercanas a la acción cuando se trataba de una producción unitaria realizada por ellos mismos, tomaba en cuenta restricciones de calidad y de repetibilidad cuando la situación de referencia era una producción industrial.

acomodación de sus esquemas, pero también, de cambios de significado del instrumento que resultan de la asociación del artefacto con nuevos esquemas.

Esta constatación de Mounoud se acerca a los hechos identificados por otros autores de la Escuela de Ginebra como Boder (1992), quien pone en evidencia, en una situación de resolución de problemas, la aplicación de esquemas familiares que constituyen elementos organizadores y heurísticos para la resolución. Pero un resultado particularmente interesante de su investigación es mostrar cómo en el curso de la ejecución las acciones y procedimientos que resultan de la aplicación de un esquema familiar pueden adquirir un nuevo significado y de esta manera evocar y ser interpretados en términos de otro esquema familiar. Siguiendo la costumbre en la tradición piagetana, el autor considera esos esquemas familiares como instrumentos.

Planteamos la hipótesis complementaria según la cual en las situaciones en las que la resolución del problema pasa por el empleo de artefactos, los esquemas familiares constituyen la componente esquema de los instrumentos, cuyos artefactos forman la otra componente. Ahora bien, esos esquemas no solamente tienen una génesis sino que, al igual que los artefactos, pueden adquirir nuevos significados.

La génesis de los esquemas, la asimilación de nuevos artefactos a los esquemas (que da así un nuevo significado a los artefactos), la acomodación de los esquemas (que contribuye a sus cambios de significado), son constitutivos de esta segunda dimensión de la génesis instrumental: los procesos de instrumentación.

El ejemplo de la ecografía muestra evidencias de esquemas de exploración y de construcción de las imágenes diferentes

para los principiantes y los expertos. Daremos un segundo ejemplo que extiende la interpretación de los datos de una investigación sobre las estrategias visuales de lectura en dibujo técnico (Rabardel, Neboit y Laya 1985).

Grupos de sujetos, de nivel de competencia diferente en el dominio del dibujo técnico, recibieron un dibujo compuesto de dos vistas (vista de frente y vista de techo) y se les pidió que produjeran una tercera vista. A lo largo de la prueba, se registraron los puntos donde se centraba la mirada de cada sujeto con ayuda de un Eye Mark Recorder que permitía registrar simultáneamente la dirección de la mirada y el campo explorado. Se encontró el fenómeno habitual de centración, bien conocido en el campo de la lectura del dibujo técnico, que privilegia la vista de frente; sin embargo, hubo diferenciación en los resultados en función de la competencia. Entre más competentes son los sujetos tienden menos a privilegiar la vista de frente, hecho que interpretamos como la indicación de una evolución de los esquemas de exploración de los sujetos. Esta es una evolución importante, ya que el porcentaje de centraciones sobre la vista de frente y la vista de techo, muy diferente para los menos competentes (80% contra 20%), es prácticamente equivalente para los más competentes.

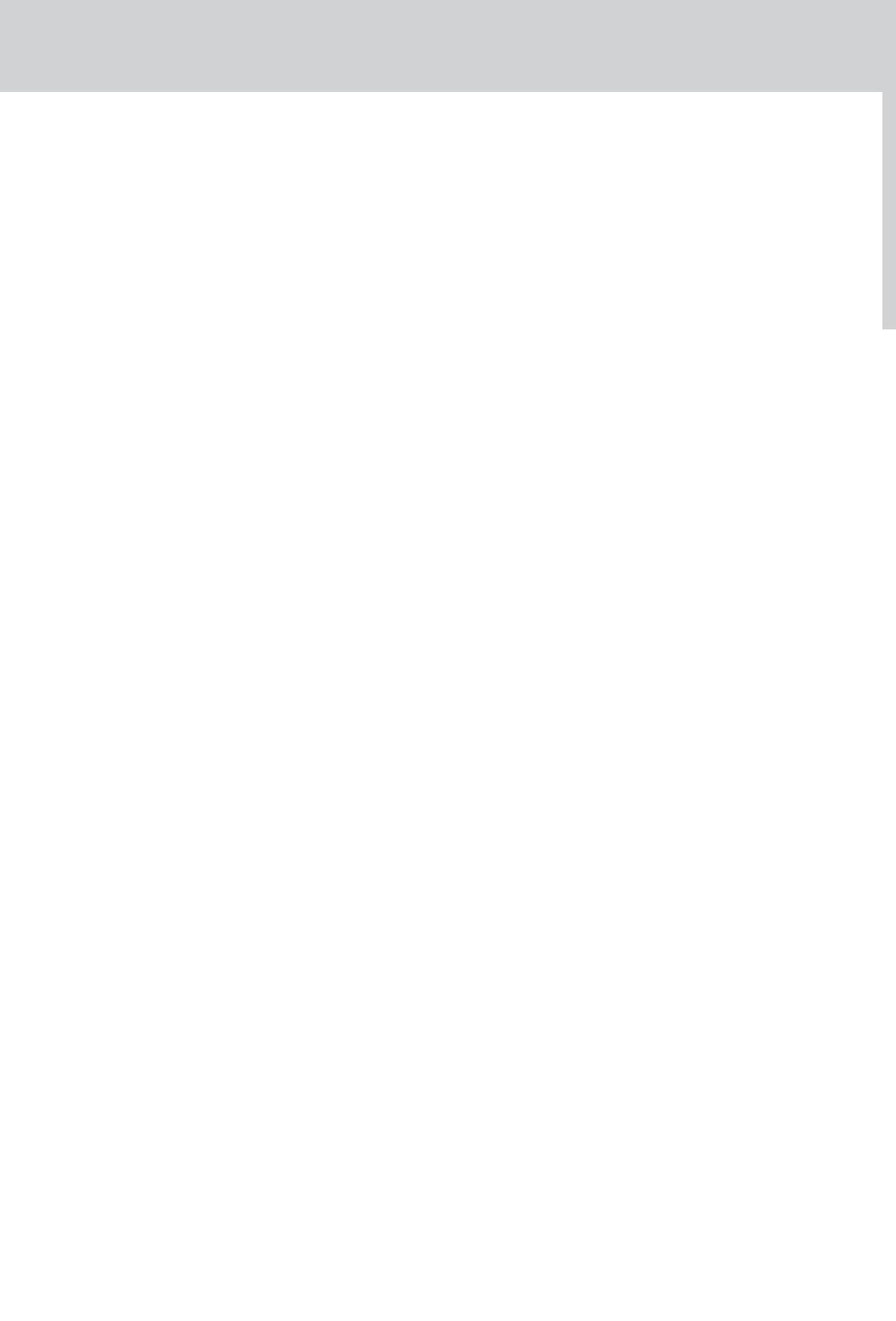
Esta evolución puede relacionarse con los procesos de instrumentación de los sistemas sensoriomotrices en el bebé, identificados por Bullinger (1990) y sobre todo con las elaboraciones de organizaciones sensoriomotrices específicas de las actividades de lectura de texto, consideradas por Netchine (1990), como procesos de instrumentación que permiten al niño la gestión cognitiva de su propia actividad.

De igual manera, en el dominio de los instrumentos semióticos, la catacrexis de los rayados ya evocada en la sección precedente consiste, no solamente en la atribución de

una función nueva al artefacto rayado (instrumentalización), sino que es también aplicación de esquemas de exploración nuevos que permiten tratar en el plano perceptivo problemas que necesitan un tratamiento en el plano de los significados. Los diferentes ejemplos de catacresis que permiten a los sujetos retomar el control de dispositivos que deberían escapar a su control, suponen igualmente que esos artefactos (piloto automático, programa MOCN, caja de cambios automática) sean instrumentalizados por atribución de funciones nuevas, pero también que los procedimientos compatibles con este nuevo tipo de control sean constituidos por acomodación de los esquemas que se basan en procedimientos antiguos, por asimilación de la situación a otros esquemas, o incluso por elaboración de esquemas específicos nuevos, organizados alrededor de la función nueva, organizándola a su vez como medio de la actividad. La instrumentalización del artefacto se completa por una instrumentación.

Infortunadamente esos procesos que calificamos de instrumentación, así como los relativos a la instrumentalización, no han sido estudiados en profundidad.

Las génesis instrumentales, los procesos de instrumentación y de instrumentalización constituyen un campo de investigación considerable que es necesario desarrollar.



Capítulo nueve:

Representaciones y modelos mentales de los instrumentos

Ahora vamos a examinar los aspectos de la génesis instrumentales relativos a la representación. En efecto, los procesos de instrumentación y de instrumentalización, por medio de los cuales se constituyen los componentes esquema y artefacto del instrumento, implican de parte del sujeto una actividad representacional esencial en la estructuración, el control y la regulación de las acciones¹.

Las representaciones para la acción

Las *representaciones mentales* en las actividades instrumentadas pertenecen a la categoría más general de las *representaciones para la acción* que tienen un carácter funcional para la acción del sujeto. Este carácter funcional ha sido identificado por numerosos autores en múltiples contextos y ha recibido denominaciones como “imagen operativa” (Ochanine 1978, 1981) o “representación funcional” (Leplat 1985, Vergnaud 1985) pero también “modelos mentales”

¹ Muchas investigaciones, con diferentes enfoques teóricos, estudian las representaciones mentales de los artefactos y sistemas técnicos. El campo de actividades instrumentadas está bien desarrollado en el libro “Representación para la acción” de Weill Fassina, Rabardel, Dubois (1993), al que remitimos.

(Veldhuyzen y Stassen 1977, Gentner y Stevens 1983). Por ejemplo, Ochanine (1978) definía la *imagen operativa* como una estructura informacional especializada, no universal, que se forma en el curso de una acción dirigida sobre objetos.

La característica esencial de las representaciones operativas, funcionales, es su intencionalidad con respecto a la acción y, más generalmente, a la actividad del sujeto. Tienen funciones de orientación y de guía de la acción y de esta orientación se desprenden sus otras características analizadas por Ochanine y sus sucesores.

Sólo se representan algunos aspectos de la situación: la representación es lacónica. Por razones de economía en el plano del funcionamiento cognitivo, la representación sólo incluye los elementos pertinentes para la acción. La representación no busca la completitud sino todo lo contrario. La selección de los elementos en función de las necesidades de la acción lleva a una deformación funcional de la representación (con respecto a una representación que trataría de dar una “imagen fiel” de lo representado). La selección exclusiva de los elementos pertinentes para la acción, la acentuación de los puntos más informativos en función de la tarea y del objeto de la actividad del sujeto, son la causa de esta deformación funcional.

La noción de modelo mental se ha desarrollado más bien en el contexto de la psicología anglosajona; con la noción de representación permanente, comparte la idea de la constitución de una representación cognitiva que el sujeto conserva en el tiempo. Young (1983) define los modelos mentales como representaciones o metáforas elaboradas por el usuario para guiar sus acciones y ayudarse a comprender sus interacciones con el dispositivo. Norman (1983) los caracteriza como modelos elaborados por los usuarios

en la interacción con los sistemas y los artefactos. Siguen evolucionando en relación con la interacción. Se caracterizan por su funcionalidad, son incompletos, no científicos por cuanto comprenden creencias cercanas a la superstición. Presentan una cierta inestabilidad (aparecen olvidos cuando algunos aspectos del sistema se utilizan menos) y tratan de reducir la complejidad de las situaciones y simplificar las reglas de tratamiento.

En la caracterización de Norman encontramos la mayor parte de las propiedades identificadas para las representaciones operativas o funcionales, razón por la cual proponemos el término “representaciones para la acción” para designar lo que se encuentra disperso con múltiples apelaciones (Weill-Fassin, Rabardel y Dubois 1993).

Las representaciones se adaptan a las tareas

Las representaciones de los artefactos, constituidos en instrumentos por el sujeto, pertenecen a la categoría de las representaciones para la acción. Se distinguen de otras representaciones mentales de sistemas técnicos, que siendo igualmente representaciones para la acción, se inscriben en otras relaciones con los sistemas técnicos. Ilustraremos las más significativas con unos ejemplos.

Controlar un proceso

En las situaciones de control de procesos dinámicos, como el control de un horno, los operadores construyen a la vez representaciones de los fenómenos físicoquímicos que se desarrollan sin la intervención directa del operario y representaciones de los efectos de sus propias acciones sobre el proceso dinámico.

Tales representaciones esquemáticas de los fenómenos de funcionamiento han sido formalizadas en un modelo causal estructurado sobre la base de descriptores de los fenómenos internos no directamente observables o medibles y que por lo tanto los operadores deben inferir (Hoc 1989, Hoc y Samurcay 1992). Son las representaciones de evolución del proceso que fundamentan las estrategias más eficaces. El sistema técnico que constituye el horno no tiene, para los operadores, un estatus instrumental. Es el lugar de procesos que ellos deben controlar y gestionar, y para eso tienen que representárselos.

El sistema técnico y los fenómenos asociados a su funcionamiento tienen en este caso, para los operadores, un estatus de objeto de la actividad y no de instrumento (incluso si disponen de instrumentos para efectuar su tarea, en particular ayudas de conducción, Rogalski y Samurcay 1993). Más allá del control del proceso y de la gestión de entornos dinámicos, este mismo estatus de objeto es una de las características de la relación con los sistemas técnicos en las tareas de vigilancia.

Comprender el funcionamiento

El sistema técnico asume también un estatus de objeto cuando la tarea del sujeto es comprender el funcionamiento.

En la lectura de un dibujo técnico de mecánica que representa un descompresor de motor de dos tiempos, los sujetos tenían que representarse los movimientos relativos de las diferentes piezas en el momento de la acción sobre el dispositivo de comando (de tipo cable funda) del sistema (Rabardel 1982c).

Haciendo variar la estructura del sistema técnico (el dispositivo de comandos comprendía bien fuera un cable móvil o uno fijo) pusimos en evidencia una gran diferencia del nivel de

dificultad de la tarea: más de 80% de los sujetos identifica correctamente el movimiento del cable en la condición cable móvil y menos de 20%, en la otra condición. Esas diferencias se deben a que los sujetos reutilizan representaciones para la acción construidas con ocasión de tareas muy diferentes, en general el ajuste de frenos de bicicleta, donde el cable normalmente es móvil.

Anteriormente habíamos denominado “**de representación preexistente**” a este modelo mental del sistema. Se reutilizaba en el nuevo contexto y según la representación preexistente era coherente o no con éste, facilitaba u obstaculizaba la construcción de una representación objetiva del dispositivo actual. Esta es una característica general de las representaciones para la acción que corresponden a una clase de situaciones: funcionar como marco asimilador en situaciones similares, o que parecen serlo.

Identificar el origen de un daño

En las situaciones de mantenimiento y reparación, el sistema técnico también tiene un estatus de objeto para el sujeto. Bertrand y Weill Fassina (1993) analizan la evolución de las representaciones para la acción en tareas de diagnóstico de daño.

Ponen en evidencia una evolución de su funcionalidad para la actividad de diagnóstico en relación con el desarrollo de la experiencia profesional. Los operadores menos experimentados se centran principalmente en los elementos materiales del dispositivo y en las relaciones no técnicas. Luego aparecen actividades motivadas explícitamente por el conocimiento de las relaciones entre los diferentes sistemas y los síntomas observados. Finalmente, para los más experimentados la actividad reposa principalmente en un

conjunto de reglas de acciones comparables a esquemas de acción y procedimientos.

Independientemente del nivel de experiencia, vemos que el sistema técnico se aprehende como objeto. La actividad cognitiva se orienta a la identificación de la naturaleza del funcionamiento y de sus causas.

Montar o desmontar un objeto técnico

En los tres tipos de relaciones con los sistemas técnicos que acabamos de evocar (comprensión del proceso de transformación de la materia interna al sistema, comprensión de su funcionamiento, diagnóstico de las causas de disfuncionamiento), el sistema técnico tiene estatus de objeto en el seno de la actividad del sujeto. Objeto por conocer, pero también objeto sobre el que se actúa para tener efectos de manera más o menos mediata.

Esta es también una característica de las situaciones de montar y desmontar un objeto técnico, pero esta vez es la estructura del objeto la que trata de representarse para identificar las relaciones entre las diferentes piezas que deberán obtenerse en el montaje: relaciones de posición pero también relaciones técnicamente funcionales (Rabardel 1982 a, 1983, d, 1984 a).

Esas relaciones permiten definir las metas y submetas en términos de resultados por obtener. El sujeto también debe representarse un segundo tipo de relaciones: las relaciones de prohibición de montaje que imponen restricciones diferentes sobre las submetas y son fuente esencial de la planificación de las acciones de montaje, condicionando su orden².

2 La relación de prohibición de montaje es una relación de orden estricto, transitiva, antireflexiva y antisimétrica. Algunas relaciones estructurales que deben obtenerse entre piezas prohíben, al realizarlas, la producción de otras relaciones entre piezas. Estas últimas deben ser realizadas en primer lugar. Sea un artefacto compuesto por las piezas A, B, C, D, si la relación entre A y B prohíbe producir la relación entre B y C entonces la submeta de relación B-C debe realizarse antes que la submeta A-B.

Utilizar un artefacto como medio de acción

Los diferentes tipos de representaciones de los artefactos que acabamos de evocar, aunque funcionales, en las situaciones presentadas no son constitutivos de entidades instrumentales: el artefacto no tiene para el sujeto un estatus diferente al de objeto estructurado, en buen funcionamiento, o por el contrario en disfuncionamiento; en todo caso, el artefacto representa el lugar de un proceso.

El estatus del artefacto representado en situación de actividad con instrumento es fundamentalmente diferente: participa de los instrumentos del sujeto, es decir, de los medios de su acción y no de sus objetos. Esta distinción heurística no es tan tajante en las situaciones reales: en función de los momentos y de las necesidades, un artefacto puede cambiar de estatus para el sujeto; estos cambios de estatus se parecen a los calificadores, en otro campo, por Douady (1986), como 'dialéctica herramienta-objeto'.

El estatus instrumental del artefacto implica de parte del sujeto conocimientos específicos, relacionados con su función en la acción. Como lo mostró Richard (1983), la lógica de utilización es diferente de la lógica de funcionamiento. Los procedimientos, en el caso de utilización de sistemas informáticos, en general no se deducen del conocimiento de las reglas de funcionamiento, sino de modificaciones aportadas a los procedimientos conocidos para hacerlos compatibles con las reglas de funcionamiento y, más generalmente, con las limitaciones del dispositivo.

Richard formula la hipótesis de que cuando un sujeto aprende a utilizar un aparato, su objetivo es en primer lugar encontrar un procedimiento para alcanzar el resultado que le interesa. Sólo si es imposible lograrlo sin comprender, se interesará en

el funcionamiento. Lo que es difícil para un novato es saber cuáles son las acciones realizables con los comandos del dispositivo y que al mismo tiempo sean metas o submetas posibles en una tarea compleja.

Construcción y contenidos de las representaciones

Es necesario distinguir, como lo hacen Leplat y Pailhous (1981), la construcción inicial de la representación (en el sentido de modelo mental que tiene una permanencia) de su utilización. Evidentemente, los dos procesos no se excluyen uno al otro; la distinción entre construcción y utilización indica simplemente el polo dominante, el objeto principal de la actividad del sujeto. La construcción de la representación hace parte de la génesis instrumental, mientras que su utilización hace parte de la aplicación del instrumento. La construcción corresponde a la elaboración de los invariantes, de los rasgos estables y pertinentes para la actividad. Estos invariantes también son relativos al artefacto, al objeto e incluso al sujeto mismo, es decir a los polos característicos de la situación de actividad con instrumento. La aplicación implica tomar en cuenta características particulares, singulares, de la situación de acción, al menos por instanciación, pero a menudo realizando una reorganización más o menos importante de la representación. Esta aplicación corresponde a la elaboración de representaciones circunstanciales, locales, particularizadas (Richard 1990).

Construcción de las representaciones

Ya evocamos la separación entre lógica de utilización y de funcionamiento y la dificultad que existe de pasar de una a la otra. Pero, ¿esta diferencia es la misma para todos los usuarios de un objeto técnico? ¿El conocimiento profundo

de quienes conciben la estructura y el funcionamiento del sistema elaborado, su experticia en ese campo, no les facilita a los diseñadores la anticipación de las características de la utilización?

Una investigación sobre el uso de un teléfono complejo aporta algunos elementos de respuesta a estas preguntas, poniendo de manifiesto las dificultades de quienes lo diseñaron para representarse la utilización real del sistema creado. Hanisch, Kramer y Hulin (1991) compararon las representaciones que se hacen los novatos y dos tipos de expertos (creadores del sistema e instructores para la utilización). Se les pedía indicar la similitud de uso de diferentes funciones. Las clasificaciones de los dos grupos de expertos son muy diferentes, lo cual no sorprende teniendo en cuenta la naturaleza de sus actividades respectivas en relación con el artefacto. Pero mucho más interesante es percatarse de que las representaciones de los constructores son en ese punto muy cercanas a las de los usuarios novatos enfrentados a la misma tarea. El dominio que tienen los constructores de la lógica de funcionamiento no es entonces un factor de diferenciación de los desempeños: su representación inicial de la lógica real de utilización no es muy diferente de la de los usuarios principiantes. Los autores hablan incluso de representación ingenua. Es verdad que la tarea a la que se enfrentaban supone haber establecido previamente una relación verdaderamente instrumental con el artefacto ya que se trata de juzgar la similitud de uso.

No podemos concluir de este estudio que el aporte de un conocimiento de la lógica de funcionamiento a la comprensión de la lógica de utilización sea inexistente en cualquier circunstancia. Sería muy interesante, por ejemplo, seguir la génesis progresiva de la representación de la lógica de utilización para los dos tipos de población. Es probable que en este caso aparezcan diferencias. En efecto, incluso si la

lógica de funcionamiento difiere profundamente de la lógica de utilización, esta última supone igualmente la elaboración de representaciones y modelos mentales de los artefactos.

Churchill (1992), a partir de diferentes estudios reportados en la literatura especializada, muestra que los resultados de comparaciones entre representaciones centradas en la utilización y en el funcionamiento del sistema deben relativizarse. Las comparaciones se hacen generalmente sobre “instrucciones” que no son equivalentes desde el punto de vista de la información que aportan. El autor muestra, con base en sus propios trabajos experimentales, que los usuarios desarrollan siempre modelos mentales del funcionamiento de los artefactos que utilizan, incluso cuando la presentación que se les hace está centrada en la lógica de utilización. Este es el caso cuando los problemas a los que se enfrentan los usuarios los obligan a considerar los estados internos del sistema. Los sujetos para quienes la representación es de tipo lógica de funcionamiento, se toman más tiempo al comienzo para resolver los problemas, pero la diferencia desaparece con la práctica. Estos resultados son totalmente coherentes con las hipótesis de Richard. La conclusión de Churchill, con la que estamos de acuerdo, señala la necesidad de interesarse no sólo en las representaciones y competencias iniciales y finales sino también en su génesis.

Es lo que comenzó a estudiar Vermersch analizando el aprendizaje de la utilización de un osciloscopio catódico. A pesar de una formación inicial muy completa relativa al funcionamiento del osciloscopio catódico, la mayoría de los sujetos no podían ajustar un aparato de este tipo. La actividad de los sujetos, en una primera fase, se centraba en las propiedades espaciales del aparato: manipulaban todos los botones sin distinción de sus roles, pero siguiendo la estructura de disposición espacial. Sólo en un segundo tiempo,

los botones relacionados con una misma función fueron manipulados sucesivamente y los sujetos ya no manipulaban botones sino una función técnica representada mentalmente (Leplat, Pailhous y Vermersch 1974-75, Vermersch 1976 a y b). Hay evolución por cuanto se tienen en cuenta progresivamente propiedades menos externas, evidentes, de la máquina, en relación con la actividad propia.

Igualmente mostramos en robótica pedagógica que la génesis de la representación del artefacto como instrumento pasa por un descubrimiento progresivo de las propiedades y las características de la máquina. Entonces una de las metas del sujeto es comprender la especificidad de las “acciones” y tratamientos operados por la máquina y distinguirlos de su propia actividad (Rabardel 1991a, 1993b).

Rogalski (1988), quien analiza las dificultades de los alumnos en una tarea de programación, presenta evidencias de que algunas de ellas no son de orden lógico sino que se deben a representaciones insuficientes o erróneas del dispositivo informático sobre el que el programa debe ejecutarse. El artefacto tiene restricciones y modalidades de gestión de la información que los alumnos no siempre identifican de manera adecuada. Éstos tienen tendencia a atribuir a la máquina los mismos conocimientos y competencias propios.

Esta tendencia ya había sido identificada en otras situaciones por Laborde et al. (1985) o Mendelsohn (1986), quien subraya que la construcción de representaciones antropomórficas de la máquina es, en algunos casos, animada por el parecido entre las características de la máquina y el funcionamiento de los esquemas familiares de los sujetos (ejemplo tortuga logo). Los sujetos experimentan entonces dificultades adicionales para descentrarse y distinguir las características de su propio funcionamiento de las del funcionamiento de

la máquina, mientras que paradójicamente, este parecido de funcionamientos les facilita una primera entrada en el sistema.

Mounoud (1970) también había observado que los niños pequeños, cuando seleccionan o conciben un instrumento para resolver un problema, tienden a atribuir al artefacto las propiedades de su acción y sólo más tarde diferencian las propiedades del artefacto de sus propias acciones.

Finalmente, estos fenómenos también fueron identificados en los adultos, en particular, en situaciones de la vida cotidiana. Por ejemplo, el servicio postventa de una sociedad que fabrica cafeteras eléctricas con encendido automático recibe quejas relativas al mal funcionamiento del automatismo. En un cierto número de casos, el usuario no oprime el botón de encendido (lo que impide evidentemente todo funcionamiento): el usuario piensa que es la máquina quien lo hará como él lo hacía con un modelo no automático.

Contenidos representativos

Analicemos más precisamente los contenidos de representación en función del tipo de lógica de referencia.

La investigación de Chailloux (1992) sobre la utilización de los programadores de calefacción se inscribe en la perspectiva de una aplicación del enfoque instrumental para la concepción de los artefactos de la vida cotidiana. Los análisis realizados sobre los usuarios ponen en evidencia que sus representaciones de ese tipo de objeto son muy diferentes de las de los creadores³.

³ Chailloux caracterizó las "representaciones de los diseñadores" a partir de entrevistas y analizando las documentaciones técnicas. Así que hay que identificarlas mas bien como representaciones derivadas del punto de vista del diseño.

Para los usuarios son de naturaleza instrumental: el artefacto se considera como un medio, una herramienta para actuar sobre la temperatura en función de sus ritmos de vida. El programador constituye para ellos una especie de control remoto de la temperatura; la distancia que permite franquear no es espacial sino temporal: “ajusto la temperatura de mi baño a 22° para las mañanas que vienen”.

Lo principal para los usuarios es la gestión de la temperatura que debe adaptarse a cada uno de los momentos de vida y también a la diversidad de los lugares domésticos y de las actividades que se desarrollan allí. El tiempo no se mide; transcurre de un modo cualitativo. Sólo es el soporte de las situaciones significativas de la vida doméstica a las que la temperatura debe ajustarse. Tiene para el sujeto un estatus marginal cuando él ajusta la temperatura a medida de sus necesidades. Con la utilización del programador, su estatus se convierte en secundario: es necesario tenerlo en cuenta para actuar más allá de su paso, pero no primero: el usuario no trata de actuar sobre el tiempo. Es condición y no objeto de la actividad.

Desde el punto de vista del diseño, el artefacto tiene un estatus muy diferente: es un objeto técnico que actúa sobre el sistema de calefacción para pilotarlo de manera variable en función del tiempo. El artefacto es primero un programador temporal: lo que es principal es el tiempo y ese tiempo se mide, transcurre uniformemente al ritmo cuantificado de los relojes y no cualitativo de la vida. El artefacto se piensa en referencia a aquello sobre lo que actúa “objetivamente”: el sistema de calefacción. El usuario se considera como proveedor de datos de entrada, que el artefacto necesita para funcionar (días, duraciones, temperaturas de consigna).

Entonces se oponen dos visiones diferentes del artefacto:

- la representación de los usuarios potenciales que ven en ese tipo de dispositivo un control remoto de temperatura, un instrumento que les permite adaptarla al ritmo de su vida;
- la representación del punto de vista de la creación, centrada en la lógica de funcionamiento en la que el sistema es ante todo una máquina temporal.

La representación de las dos variables controladas por el artefacto es muy diferente:

- Para el usuario, el tiempo es cualitativo: corresponde a los momentos y situaciones significativos de su vida y transcurre de manera no uniforme⁴; para el constructor es una variable cuantitativa, medida.
- Para el usuario, la temperatura es una variable discreta, ya que considera sus variaciones como cambios de estado; en tanto que para el constructor es una variable continua.

Representación del punto de vista de la concepción (centrada en el funcionamiento)

⁴ La presencia del reloj que muestra la hora sobre el artefacto se interpreta a veces como una función suplementaria, un extra: "si no cambio la hora en verano e invierno no pasa nada; es como para mi horno, tampoco sé cambiar la hora, así que nunca la cambio, pero no es importante porque tengo otros relojes..."

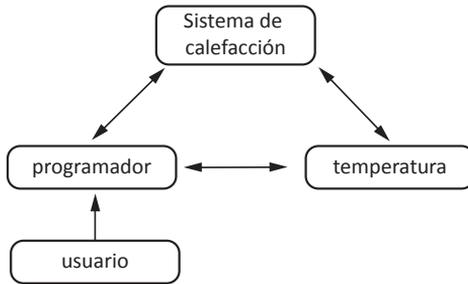


Figura 14

Representación del punto de vista de la concepción (centrada en el funcionamiento)

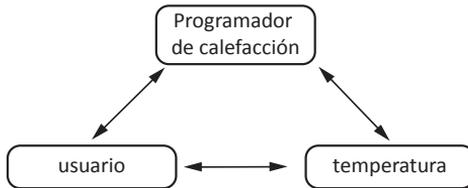


Figura 15

Representación del punto de vista de la utilización

Las figuras 14:15 expresan esas diferencias de representación.

Pero esta no es la única fuente de diferenciación entre los dos puntos de vista con respecto a la representación del artefacto. El artefacto combina dos funciones: la gestión de la temperatura y la del tiempo. En la representación centrada en la lógica de funcionamiento, lo principal es la gestión del tiempo (el artefacto es un programador de calefacción); mientras que para el usuario lo principal es la función de gestión de la temperatura (el artefacto es un control remoto de temperatura). La jerarquía de las funciones es inversa.

Finalmente, la visión del rol del usuario también es muy diferente. Para los creadores, el programador de calefacción es el actor que actúa sobre el sistema de calefacción y el rol del usuario es entregarle los datos de entrada que fijan los parámetros de extracción. Para

los usuarios, el artefacto es un medio, un instrumento de su gestión de la temperatura de acuerdo con sus ritmos de vida; ellos son los actores.

¿Los resultados de Chailloux que ponen en evidencia diferencias profundas entre las representaciones de creadores y de usuarios son compatibles con los de Hanisch, Kramer y Hulin (1991) que ponen, por el contrario, en evidencia la proximidad de sus representaciones?

Nos parece que no hay contradicción pues en el estudio de Chailloux, aunque el punto de vista del diseño define una posición para el usuario, tal posición tiene como referencia el funcionamiento del objeto técnico: el usuario es proveedor de datos al artefacto. El usuario no es sujeto de la acción; es el artefacto el considerado como actor.

En el estudio de Hanisch, Kramer y Hulin, por el contrario, es el punto de vista del usuario como actor el que deben asumir los creadores: deben producir juicios sobre la similitud de utilización de diferentes funciones. En esta situación su conocimiento de la lógica de funcionamiento no les sirve de mucho inicialmente y comprendemos que sus respuestas sean parecidas a las del grupo de los usuarios novatos.

Para resumir, podemos afirmar que en cuanto diseñadores, a menudo, tienen un punto de vista sobre la utilización muy alejado de la realidad; por esto los resultados de Chailloux convergen con otros, por ejemplo (Norman y Draper 1986, Christians 1991). Pero cuando esos mismos creadores tienen que colocarse en posición de usuarios reales, pueden encontrarse inicialmente, para algunas tareas, en una situación próxima a la de otros usuarios novatos.

Algunas características de las representaciones para la acción en situación de actividad instrumentada

Ahora podemos identificar un conjunto de rasgos comunes a las representaciones en situación de actividad instrumentada.

Uno de los puntos esenciales es que esas representaciones o modelos mentales no conciernen únicamente al artefacto, sino también al conjunto de los elementos característicos de las situaciones de actividad instrumentada, en particular, a los tres polos de la tríada (sujeto, instrumento, objeto), las interacciones entre ellos, los elementos del contexto pertinentes para la acción y la acción misma.

Un segundo punto importante es que en la mayoría de situaciones exploradas por las investigaciones, al menos en la fase inicial, los sujetos tienden a atribuir a los objetos sobre los que actúan y a los artefactos que son los medios de la acción, características, propiedades, etc. propias del sujeto mismo. Por ejemplo, los movimientos de los artefactos son interpretados en términos de la motricidad propia; el objeto sobre el que se actúa con el instrumento se concibe en los mismos términos que el objeto de la actividad sin instrumento, atribuyen sus acciones al instrumento, etc. Este fenómeno de atribución es muy general. Las consecuencias son muy diferentes según las situaciones.

Cuando esa proyección es pertinente, se inscribe en un proceso de asimilación a los esquemas de acción y de cognición del sujeto⁵. Por ejemplo, un dispositivo de control de tele

⁵ Los procesos de asimilación a los esquemas de acción y de cognición del sujeto no son específicos de las clases de situación que describimos aquí. Rogalski (1987) muestra evidencias del rol de los conocimientos ya constituidos que funcionan como precursores de los conocimientos por adquirir, en el campo del aprendizaje de saberes matemáticos e informáticos. Estos conocimientos pueden tener un rol productor facilitando la adquisición de conocimientos nuevos, o por el contrario reductor cuando el alumno transpone

manipulador presentado por Gaillard (1993) facilita tal asimilación: puede ser utilizado por un sujeto conservando sus referencias espaciales propias que corresponden a las referencias espaciales del dispositivo. De la misma manera, en robótica pedagógica, algunos sujetos logran representarse un robot con base en una proyección antropomórfica de su cuerpo y de su propia motricidad.

Una asimilación que está ejemplificada también en robótica industrial: Poyet (1993) pone en evidencia por ejemplo que los sujetos tratan de situarse, en pensamiento, por encima o por debajo del robot, para hacer coincidir sus referencias espaciales propias (egocentradas) con las referencias espaciales de la máquina. Es la compatibilidad entre las propiedades del dispositivo y los esquemas y representaciones iniciales del sujeto lo que permite una asimilación exitosa y ésta, por supuesto, no está “dada” por la actividad del sujeto.

Pero en muchas situaciones tal compatibilidad no es ni posible de entrada ni fácilmente alcanzable. El paso de una representación egocentrada que consiste, para el sujeto, en atribuir al artefacto las propiedades de sus propias acciones o representaciones, a una representación exocentrada que construye las propiedades del artefacto real, es en este caso un fenómeno muy general. Esta evolución puede tomar formas diversas e involucrar distintas dimensiones diferentes de la situación.

En la investigación citada de Gaillard se aborda la conceptualización de las transformaciones que el artefacto efectúa a la acción motriz del sujeto: éste debe construir una representación de la transposición espacial entre sus movimientos propios y los del brazo esclavo. Comprende

igualmente las modalidades propias de engendrar acciones por el artefacto mismo. Así, en la investigación de Poyet, cuando la programación del robot se hacía por aprendizaje, los operarios debían pasar de una representación en términos de gestos (correspondiente a su actividad propia en la fase de aprendizaje de la trayectoria por la máquina) a una representación de la trayectoria en términos de conjunto de puntos correspondientes al funcionamiento real de la máquina.

Más que las representaciones del artefacto, son las representaciones de la acción misma y del objeto de la actividad las que van a evolucionar.

Por ejemplo, en la utilización de un robot pedagógico, los sujetos transforman las representaciones que tienen de las propiedades y características del artefacto y las representaciones que tienen de la realidad sobre y en la cual el artefacto permite operar transformaciones (el espacio, polo objeto de la situación de acción). Inicialmente tratado como un espacio de desplazamiento donde se prolongan las acciones, se convierte progresivamente para los sujetos en un espacio de posiciones, dotado de un sistema de referencia que define el conjunto de los lugares posibles para los objetos y las diferentes partes del artefacto (Rabardel 1993b).

De igual manera, el uso de herramientas cognitivas nuevas implica la construcción de representaciones nuevas del proceso cuya evolución permiten anticipar, representaciones coherentes con las constitutivas de la herramienta. Así, una herramienta de ayuda a la gestión de los fuegos forestales implica un doble cambio de nivel para pasar de un tratamiento y de una visión en términos de “llamas al comienzo de la lanza”, a la noción de “fuego posible”, mientras que un programa de ayuda para ajuste térmico de hornos implica la construcción de representaciones internas relacionadas con el modelo

matemático del proceso sobre el que está basado el programa (Rogalski y Samurçay 1993).

Las representaciones relativas a una clase de situaciones de actividad con instrumento comprenden entonces a la vez invariantes relativos a la estructura, al desarrollo y al control de la acción misma y elementos relativos a los invariantes de la clase de situaciones pertinentes para la acción. Esos invariantes tienen que ver, por una parte, con los objetos hacia los que se dirige la acción, sus propiedades, los cambios de estado posibles y sus condiciones o requisitos y por otra parte, evidentemente, con los medios y recursos que se ponen en obra, los artefactos pero también los recursos del sujeto mismo⁶. Los objetos, los procedimientos y los medios de las acciones resultan así fuertemente asociados en las representaciones; esta asociación es constitutiva de la significación de las acciones para el sujeto y de su organización en redes semánticas (Richard et al. 1992, Poitrenaud y otros 1991).

Las representaciones que tienen un carácter funcional para la acción del sujeto, como toda representación para la acción, son lacónicas, esquemáticas, parciales.

La interpretación clásica de esas características de laconismo, esquematismo, incompletitud y crudeza de las representaciones para la acción es que, por razones de economía, sólo retienen las informaciones pertinentes para el sujeto en función de la clase de situaciones a la cual corresponden. Formulamos

⁶ Norman (1983) resalta que los usuarios tienen con frecuencia una representación de los límites de sus capacidades y desarrollan comportamientos que tienden a hacer que sus acciones sean más "seguras", menos erróneas. También Valot, Grau y Amalberti (1993) analizan los metaconocimientos que constituyen las representaciones de los sujetos (pilotos de cazas) sobre sus propias competencias. Los pilotos se basan en esas representaciones de sí mismos para controlarse, como fuente de su propia actividad, lo mismo que otros recursos a su disposición, especialmente tecnológicos, de los cuales también tienen una representación.

la hipótesis de que esas características también se deben a que las representaciones, por cuanto son modelos mentales, no pueden e incluso no deben reflejar todas las propiedades susceptibles de ser pertinentes para la acción (Rabardel 1993 d).

La incompletitud de la representación podría no ser solamente una consecuencia de una elaboración “económica” de la funcionalidad y de la operatividad de las representaciones. También podría ser una condición de la adaptación fina de la acción a la singularidad de las situaciones. La representación de alguna manera debería ser incompleta, borrosa, incierta para dejar lugar, dejar “juego” indispensable para aplicar los mecanismos de gestión de la singularidad.

La incertidumbre es en efecto una característica irreductible de las situaciones complejas para el sujeto, para las que subsiste necesariamente una parte de incertidumbre sobre lo real y su evolución, sobre el estado y el devenir de las situaciones, de la acción del sujeto mismo. Esta parte de incertidumbre puede estar relacionada con múltiples causas: la dinámica propia de evolución de la situación, los efectos no anticipables de las acciones del sujeto, el funcionamiento de los artefactos que el sujeto asocia a su acción como instrumentos, etc.

La incompletitud de la representación que corresponde a la incertidumbre no hace referencia entonces a algo “todavía no construido” o “mal construido”, destinado progresivamente a desaparecer, como puede suceder si el sujeto no es experto. Se trata de una incompletitud construida, buscada, controlada y mantenida como tal, por un sujeto competente e incluso experto, como medio de gestión de la complejidad de las situaciones:

- en el plano sincrónico, la incompletitud provee el “juego” necesario para que las diferentes modalidades de regulación de la acción puedan ser articuladas, coordinadas en tiempo real para gestionar la singularidad imprevisible de las situaciones;
- en el plano diacrónico, la incompletitud permite el tratamiento de problemas de niveles diferentes, en momentos diferentes. La imprecisión mantenida a un nivel de tratamiento limita las restricciones que se repercuten a otros niveles⁷.

Por eso planteamos la hipótesis de que para el sujeto las representaciones para la acción forman medios de tratamiento de la complejidad. Según esta hipótesis, la incertidumbre, la incompletitud, la imprecisión deben considerarse como características funcionales constitutivas de las representaciones para la acción en situación de actividad instrumentada o no. Son estas características las que engendran el “juego” necesario para las regulaciones sincrónicas y diacrónicas⁸.

7 Un ejemplo de esto es la gestión de la incertidumbre en diseño arquitectónico. Lebahar (1983) mostró que los diseñadores experimentados mantienen intencionalmente la incertidumbre en un cierto nivel durante el diseño. Por ejemplo, cuando el diseñador está definiendo las relaciones topológicas en el interior de un edificio (por ejemplo el cuarto de la bañera está en comunicación con el baño), evita cuidadosamente tomar decisiones métricas simultáneas que podrían limitar el margen de maniobra para las decisiones topológicas. Al mantener la incertidumbre en el plano métrico, conserva el juego necesario para su actividad en el plano topológico.

8 Hay tres conceptos fundamentales en la perspectiva interpretativa que proponemos: incertidumbre, incompletitud, juego. Son nociones también centrales para las teorías de la complejidad. La gestión de la incertidumbre no permite responder a la completitud e implica la necesidad del juego (cf. Morin 1984).

Capítulo diez:

Articulaciones entre los procesos de diseño y las génesis instrumentales

Acabamos de reflexionar extensamente sobre la necesidad de un análisis de las génesis instrumentales y de los procesos de instrumentación e instrumentalización. Ahora vamos a examinar las relaciones entre las génesis instrumentales y los procesos de diseño, comenzando por las nuevas posibilidades que ofrecen las tecnologías contemporáneas.

Hacia un desarrollo de las génesis instrumentales con las tecnologías contemporáneas

La multiplicidad de ejemplos evocados en las secciones anteriores, muchos de ellos de carácter muy contemporáneo, indican que las tecnologías actuales no han reducido de ninguna manera la amplitud y el alcance de los procesos de génesis instrumental. Un desarrollo nuevo de esos procesos se está llevando a cabo con las tecnologías contemporáneas.

Por ejemplo, Levy (1990), quien analiza las evoluciones sociotécnicas relacionadas con lo que él llama las tecnologías

de la inteligencia, señala que el uso del usuario final, se inscribe en una cadena de usos anteriores, cadena que restringe su uso sin determinarlo totalmente.

Para este autor, en un análisis sociotécnico del proceso no tiene sentido distinguir entre fines y medios, pues en realidad las mediaciones (los medios, las interfaces para el autor) de todas las clases se interpretan recíprocamente con respecto a finalidades locales, contradictorias, perpetuamente rechazadas, tanto que en ese juego de desvíos ningún medio cualquiera permanece subordinado a un fin estable. Cada actor desvía y reinterpreta las posibilidades de uso de una tecnología intelectual y le confiere así un sentido nuevo.

Diseño y uso son para Levy como las dimensiones complementarias de una misma operación elemental de conexión, con sus efectos de reinterpretación, de construcción de nuevos significados. Aunque tengamos algunas dudas sobre el carácter elemental de la operación, estamos completamente de acuerdo con la idea de que el uso constituye la otra cara del diseño, en especial al proponer reinterpretaciones no previstas por anticipado.

Sobre las nuevas posibilidades inscritas en los artefactos por los diseñadores

Las tecnologías informáticas tienden a facilitar esta actividad del usuario mencionada anteriormente. Por ejemplo, los artefactos contemporáneos incluyen funcionalidades que facilitan su adaptación instrumental en función de las necesidades o de los deseos del usuario: la posibilidad cada vez más presente de una configuración personalizada de la interfaz de los programas¹, los editores de macros

¹ Es necesario distinguir entre las interfaces adaptables que permiten la instrumentalización por parte del usuario y las interfaces adaptativas en las que la iniciativa de adaptación corresponde al artefacto.

que permiten la elaboración de funciones complejas por combinación de funciones elementales, son algunos ejemplos (Jorgensen & Sauer 1990). Pero además, nos parece que los sistemas contemporáneos son, aún más que los producidos por tecnologías tradicionales, inacabados y abiertos a múltiples posibilidades en el plano de sus funcionalidades.

Tomemos un ejemplo de Diseño Asistido por Computador (DAC): la caja de herramientas desarrollada por un dibujante diseñador, experto en el uso del programa (Beguin 1994). El diseñador ha desarrollado varias decenas de funciones nuevas, inexistentes en la versión comercial del programa. Por ejemplo, uno de los problemas nuevos que enfrentan los diseñadores que trabajan con un programa de Diseño Asistido por Computador (con respecto a los que trabajan en papel) es la gestión del archivo informático que contiene el documento gráfico. Este archivo tiene una estructura compleja: está constituido por un conjunto de capas (que equivalen a hojas transparentes colocadas unas sobre otras) en las que están almacenadas entidades informáticas diversas (que representan los elementos gráficos del dibujo que se está realizando).

El diseñador ha desarrollado una función que permite “congelar” todas las capas del archivo salvo aquella en la que se está trabajando. Como el sistema informático sólo actúa sobre esa capa, las operaciones son mucho más rápidas y el diseñador dispone así de un instrumento que no hace más lenta su actividad, como sucedía con el programa comercial. También ha desarrollado un comando que permite la identificación de las entidades: muestra el tipo de entidad, su color, el nombre de la capa en la que se encuentra, etc. Con el programa comercial, el diseñador debía buscar esas informaciones en tres tablas diferentes. Además, el

documento gráfico desaparecía de la pantalla durante esta búsqueda. El comando desarrollado por el diseñador mejora las condiciones de su actividad. Muchas de las funciones desarrolladas por este diseñador fueron incorporadas luego en las versiones comerciales posteriores del programa.

Para el diseño de los artefactos es fundamental una cierta anticipación de los usos pero, como lo muestra el ejemplo del diseñador, su complejidad es tan grande, la diversidad de las posibilidades tan amplia, que sólo una pequeña parte de ellas puede ser anticipada. Cuando los sistemas se aplican, las instrumentalidades potenciales surgen, se revelan o se inventan, los usuarios mismos las diseñan, solos o en colaboración con los diseñadores iniciales; el artefacto queda cuestionado y evoluciona. Esto puede convertirse en un principio de diseño como lo fue, por ejemplo, en el Utopia Project (Ehn y otros. 1983, 1984, Bodker 1989, Bannon y Bodker 1991, Henderson 1991).

Volver a pensar la naturaleza de los procesos de diseño

Los procesos de génesis instrumental que hemos resaltado llevan a plantear el problema de sus relaciones con los procesos de diseño institucionales, es decir con lo que se considera normalmente como relevante del diseño en el sistema de producción.

El esquema clásico, que distingue temporalmente diseño y uso, pretende que después de las fases de acabado y eventualmente de instalación, comience la fase de uso propiamente dicha, que consiste simplemente en la aplicación del artefacto. Desde este punto de vista, se califica de desvío todo uso no previsto de los artefactos. Las interpretaciones

que proponemos conducen a reconsiderar esa posición, pues consideramos que todos los usos, previstos o no hacen parte del proceso de instrumentalización. El proceso de diseño no se detiene en el umbral del uso, sino que prosigue como génesis instrumental, como procesos de instrumentación orientados hacia el sujeto (lo cual no estaría en contradicción con la concepción clásica) y como procesos de instrumentalización dirigidos al artefacto (lo que contradice la visión clásica).

Pensamos que los usuarios, en su rol de actores de esos procesos, participan en el proceso de diseño, aunque de manera diferente a los diseñadores “institucionales”. Se trata de un diseño para sí, de una resingularización del artefacto que le confiere propiedades nuevas, extrínsecas, que en ciertos casos podrán incluso quedar estructuralmente inscritas en el artefacto. Un diseño para sí que puede ser también realizado por colectivos de trabajo.

El diseño del artefacto prosigue durante el uso: las funciones y propiedades extrínsecas y constituidas prolongan las funciones y propiedades intrínsecas y constituyentes. Las funciones constituidas, en algunos casos, anticipan funciones constituyentes futuras, como se muestra en la figura 16. Es el caso de las situaciones en las que los usuarios llegan a producir artefactos nuevos, o cuando los diseñadores institucionales se inspiran en las funciones constituidas creadas por los usuarios, para implementarlas y convertirlas en funciones constituyentes de una nueva generación del artefacto (como fue el caso para algunas de las funciones desarrolladas por el dibujante diseñador). Bannon y Bodker (1991) resaltan que los artefactos evolucionan sin cesar, reflejan un estado histórico de la práctica de los usuarios y al mismo tiempo, modelan esta práctica. Las operaciones desarrolladas por los usuarios se incorporan al artefacto en la generación siguiente.

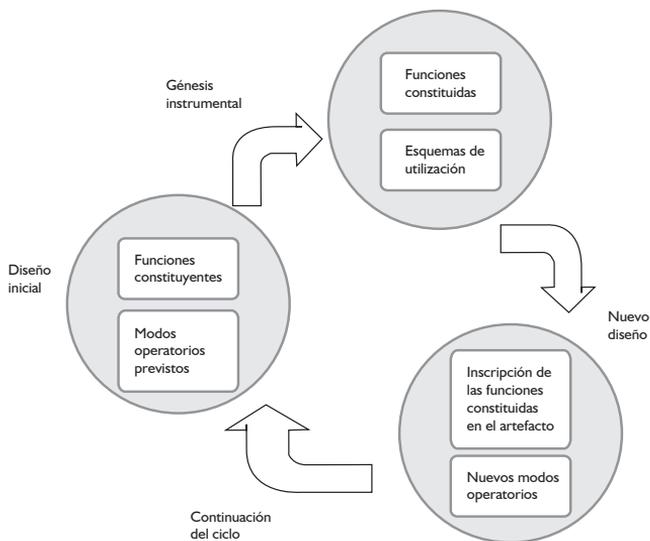


Figura 16 Inscripción de los procesos de génesis instrumental en el ciclo de conjunto de diseño de un artefacto

Las génesis instrumentales se inscriben entonces en un proceso de conjunto en el que las funciones constituyentes y constituidas se articulan en filiaciones recíprocas de unas con respecto a las otras. Un proceso en el que los actores son a la vez diseñadores institucionales y usuarios (Figura 16).

Acabamos de evocar la contribución de los usuarios al diseño de los artefactos. No es su único aporte: los procesos de instrumentación que constituyen la otra cara de la génesis instrumental se inscriben también en el ciclo del diseño.

Por supuesto, los diseñadores institucionales anticipan en parte las modalidades de uso asignando al usuario un lugar y una práctica y, en el seno del trabajo, los usos pueden anticiparse con mayor precisión y prescribirse estrechamente por medio de los modos operativos. Pero

los procesos de instrumentación conducen a resingularizar esos modos operativos, esas anticipaciones, en función de las especificidades individuales y de las clases de situaciones y sus variaciones.

Los esquemas sociales de utilización (esquemas de uso, de actividad instrumentada y de actividad colectiva instrumentada) por una parte, se inscriben en la prolongación (en continuidad pero también en ruptura) de los modos operatorios anticipados en el diseño; por otra parte, prefiguran los procedimientos y modos operatorios futuros; finalmente, pueden conducir a la difusión, por ejemplo, en los colectivos de trabajo.

Los procesos de instrumentación participan así en el proceso de diseño suscribiéndose en un ciclo:

Modos operatorios previstos → esquemas de utilización → nuevos modos operatorios

Este ciclo es paralelo y vecino de un segundo ciclo en el que participan los procesos de instrumentalización:

Funciones constituyentes → funciones constituidas → inscripción de las funciones constituidas en el artefacto (figura 16).

Esos dos ciclos están asociados, aunque tienen una relación de independencia relativa. En efecto, ya resaltamos que, en función de las situaciones, uno de los dos procesos de instrumentación o de instrumentalización puede ser más acentuado que el otro, e incluso el único presente. En una escala macroscópica que considera los movimientos de conjunto en los que se inscriben las génesis instrumentales, la relativa independencia de cada uno de los procesos

de instrumentación y de instrumentalización podría ser todavía más importante. Por eso consideramos que los esquemas podrían inspirar a los diseñadores los modos operatorios para artefactos muy diferentes de aquellos con los cuales, originalmente asociados, constituyen una entidad instrumental (Rabardel 1991b). Asimismo, las evoluciones artefactuales producidas por los usuarios pueden, en una fase ulterior de diseño institucional, inscribirse en artefactos de naturaleza completamente diferente.

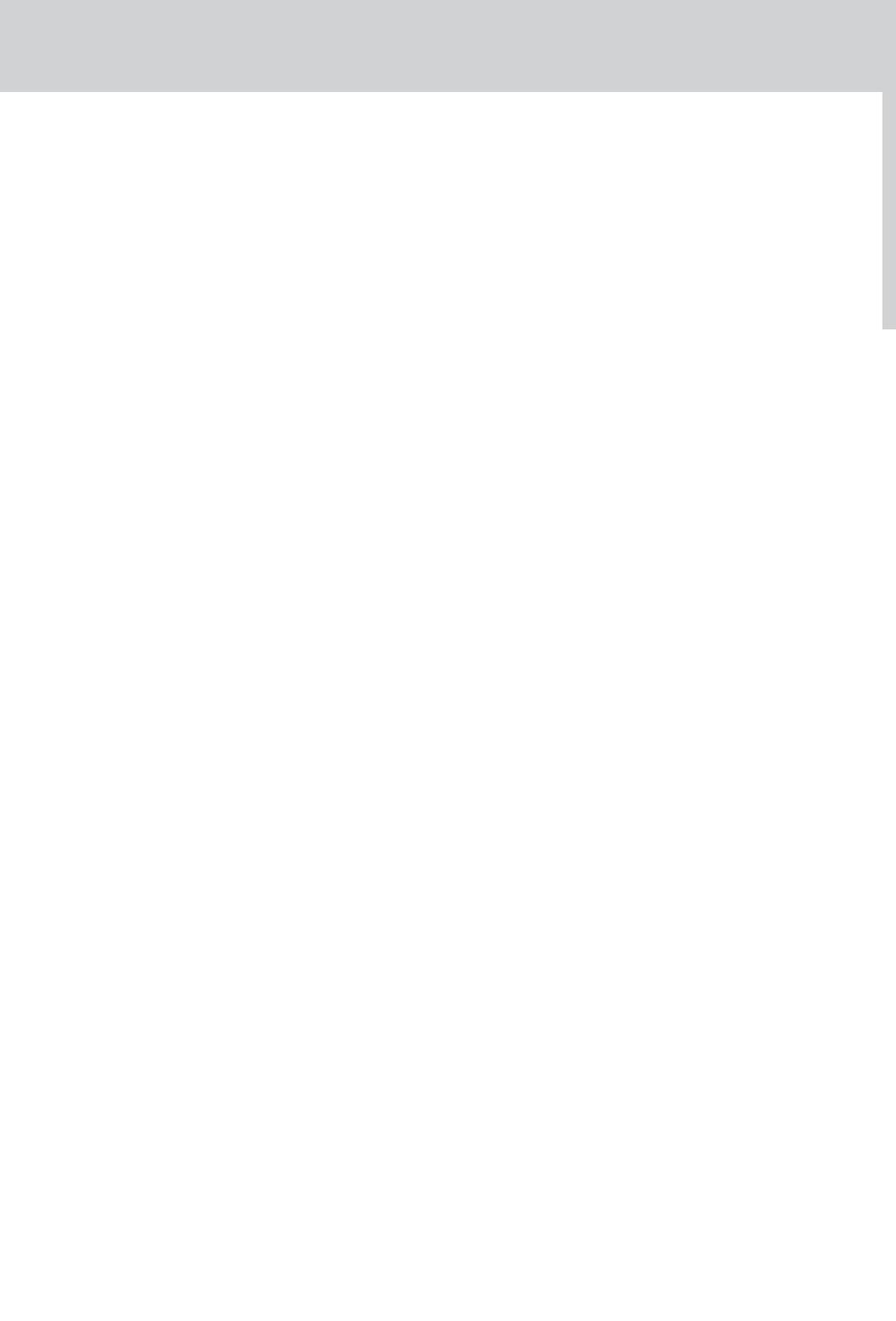
Los procesos de instrumentalización y de instrumentación participan entonces en el ciclo global de diseño, a la vez solidariamente como génesis instrumental privada y potencialmente de manera autónoma por transferencia o transposición a otros ciclos de diseño.

Sin embargo, cualesquiera que sean las posibilidades de particularización de los artefactos ofrecidos a los usuarios, los artefactos a su disposición y los modos operatorios preestablecidos o prescritos constituyen un universo de restricciones y de acciones posibles con el que deben contar. Constituyen formas preorganizadas a las que se enfrentan los sujetos en sus actividades instrumentadas. La elaboración de las acciones y la actividad en su conjunto se inscriben en una tensión entre dos polos:

- por una parte, lo anticipado, lo normatizado, lo preorganizado representado en el artefacto y los modos de empleo. Más generalmente aún como lo subraya Schwartz (1992), por la prescripción del trabajo — prescripción que puede además permanecer implícita (Chabaud 1990)—

- y, por otra parte, los esfuerzos del usuario para reelaborar, reestructurar, resingularizar los artefactos y las modalidades de uso en términos de medios, de instrumento de la actividad propia.

En la cuarta parte vamos a analizar esas diferentes dimensiones de la acción instrumentada.



Cuarta parte:

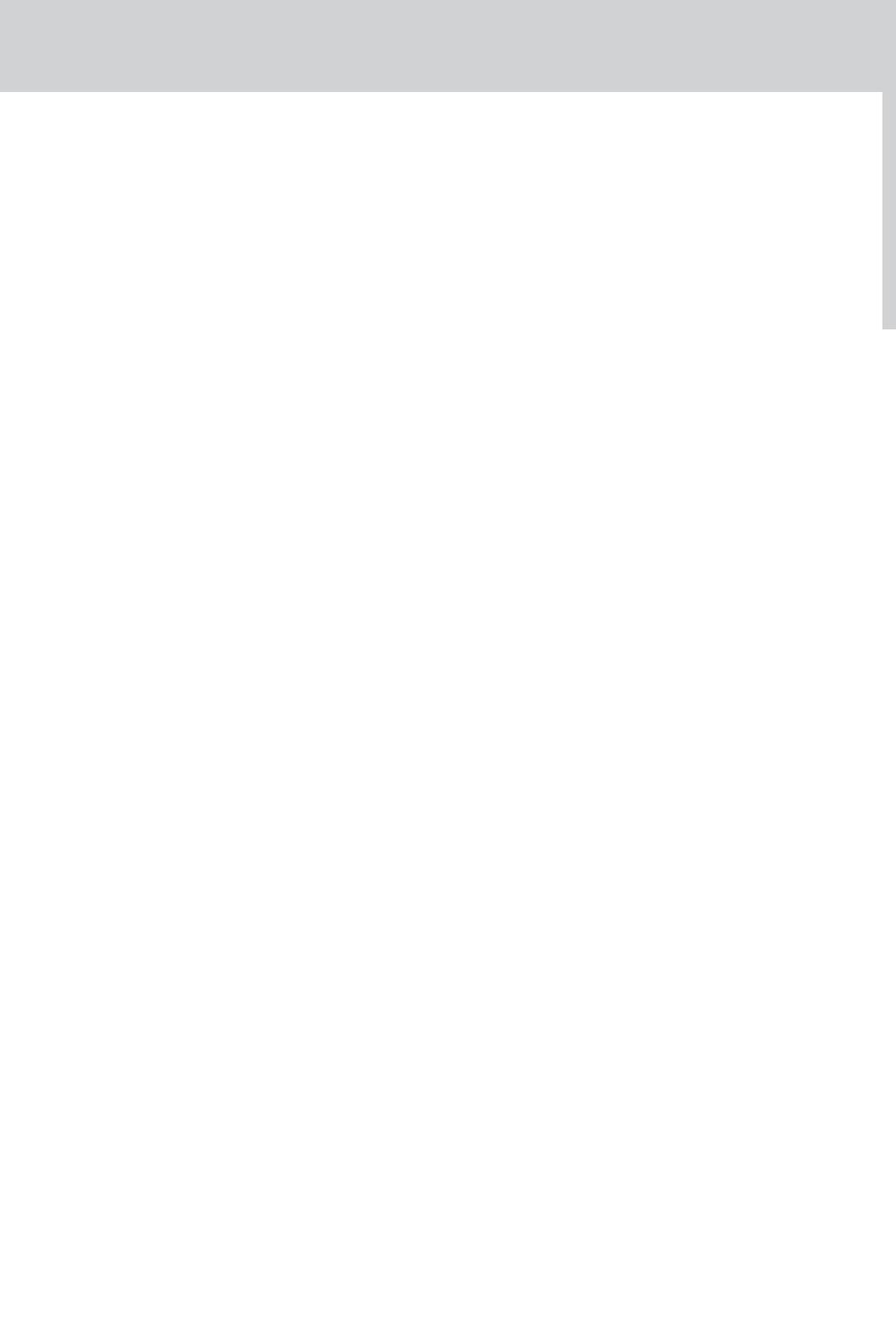
Actuar con instrumentos

Acabamos de analizar las cuestiones relativas a los procesos de génesis instrumental en el sujeto: el instrumento no está dado sino que el sujeto lo elabora. Esta elaboración incluye al artefacto y los esquemas.

Ahora examinaremos las cuestiones relativas al uso de los instrumentos, a su inserción en la actividad como medios para alcanzar una meta, y a las recomposiciones, reorganizaciones de la actividad que conlleva ese uso.

Tal análisis puede hacerse en diferentes niveles. En particular, puede centrarse en el sujeto individual o en el trabajo colectivo. Nuestro enfoque se centrará en el sujeto. El problema esencial de las reorganizaciones en el sistema de actividad colectiva en el trabajo es el objeto de una tesis (Béguin 1994).

En un primer capítulo analizaremos los efectos de la utilización de los instrumentos en la actividad, y en un segundo capítulo analizaremos la cuestión de la transparencia de los artefactos como condición de la actividad.



Capítulo once:

Efectos de la utilización de instrumentos en la actividad del sujeto, requisitos y posibilidades

Trataremos en esta parte los efectos estructurantes de los artefactos sobre la actividad y los límites de estos efectos. Presentaremos los factores que producen reorganizaciones de la actividad. Estos factores corresponden, por una parte, a las restricciones propias de los artefactos, y los llamaremos actividad relativamente requerida; por otra parte, a los recursos que ofrecen para la acción, y los llamaremos apertura del campo de posibilidades.

Los efectos estructurantes de los artefactos sobre la actividad

Los efectos estructurantes de la actividad relacionados con la utilización de artefactos han sido postulados por numerosos autores. Vygotsky (1930) propuso el concepto de acto instrumental para caracterizar la recomposición de la actividad como consecuencia de este efecto. Sus análisis y sus intuiciones teóricas son fuente de inspiración para muchas investigaciones actuales que tratan de comprender, y a veces encontrar medios de gestionar tales efectos. Payne y Hutchins, dos autores de quienes tomaremos ejemplos que nos

permitirán explorar la cuestión de los efectos estructurantes de los artefactos sobre la actividad, se refieren explícitamente a Vygotsky.

El primer ejemplo es tomado del campo de las interacciones hombre-computador, sobre las cuestiones de interface. Payne (1991) plantea que lo fundamental es que los artefactos, las herramientas, dan forma al pensamiento, lo moldean. Preconiza el análisis de la manera como los artefactos estructuran la tarea de los usuarios, plantean problemas nuevos centrados en el artefacto y aportan nuevos recursos para la tarea y también para superar esos nuevos problemas. Son las dos dimensiones de lo requerido y de lo posible que habíamos identificado en una perspectiva del desarrollo (Rabardel y Vérillon 1985).

Payne identifica tres dimensiones características de la mediación propia del artefacto:

- El dispositivo representa el campo donde el usuario realiza las tareas y éste opera sobre las representaciones y no directamente sobre los objetos de la tarea;
- las operaciones no se efectúan directamente sino que se traducen en acciones por intermedio de un lenguaje artificial;
- Las acciones del usuario deben coordinarse con las del sistema.

El autor piensa que una de las maneras como el artefacto modifica fundamentalmente la tarea es transformando los objetos conceptuales que pueden manipularse. Propone analizar en términos de “espacio problema” orientado a la máquina: el usuario debe construir dos espacios problema

distintos pero coordinados: el espacio de las metas y el del aparato. El espacio de las metas representa el “mundo externo” que puede ser manipulado con el sistema (el espacio máquina mínimo debe poder representar todos los estados en el espacio de las metas), el espacio del aparato está constituido por objetos y archivos. Los archivos están constituidos por un conjunto de objetos en una posición y un estado particular.

A partir de un análisis sistemático del programa de diseño “Mac draw”, Payne muestra que la producción de un determinado dibujo puede realizarse de diferentes maneras que no tienen las mismas propiedades: la historia de un dibujo influencia sus desarrollos futuros¹. Considera el artefacto como uno de los determinantes de la acción. Sin embargo, esta determinación por medio de tareas y recursos restringe sólo parcialmente la actividad de los usuarios.

Pavard (1985) buscó comprender los efectos estructurantes de los artefactos sobre la actividad analizando la actividad de utilización en sí misma. Se basa en la noción de restricción pragmática introducida por Buxton para tener en cuenta los efectos del dispositivo técnico sobre los procedimientos de trabajo (Buxton 1982, Buxton y otros 1982). La tarea propuesta por Pavard consiste en reformular un texto de tres frases en una. Compara cuatro modalidades instrumentales: máquina de escribir, dictáfono, papel y lápiz, rompecabezas que simula un programa de tratamiento de texto.

Al igual que Gould (1980) y Card y otros (1985)², Pavard muestra que las estrategias de los sujetos son función del tipo de artefacto del que disponen para realizar la tarea. Pero va

1 Nosotros encontramos hechos similares en el campo del diseño asistido por computador donde los operarios anticipan la historia futura del dibujo y estructuran en consecuencia el archivo informático (Rabardel & Béguin 1993p).

2 Ver Falzon 1989 a para una presentación sintética.

más lejos al mostrar que los desempeños son muy diferentes. Por ejemplo, la coherencia de los textos es buena cuando el artefacto obliga a planificar la frase antes de escribirla. Es el caso para los sujetos que utilizan la máquina de escribir.

Por el contrario, cuando el artefacto permite al sujeto disponer del texto que ha redactado y de funciones de edición que facilitan la transferencia de los elementos del texto (rompecabezas que simula un programa de tratamiento de texto), la coherencia de los textos se degrada mucho. Esto se debe a que esta última modalidad autoriza una estrategia de tratamiento secuencial de las restricciones lingüísticas: el redactor planifica la organización temática en un primer tiempo, luego trata de restablecer la coherencia en un segundo tiempo. Por el contrario, en la máquina de escribir no hay posibilidades de edición, y el redactor debe gestionar simultáneamente el conjunto de las restricciones lingüísticas.

El autor ve aquí un efecto de las restricciones pragmáticas, lo que sin lugar a dudas es el caso para la máquina de escribir. Pero podemos preguntarnos si el tratamiento secuencial observado con el tratamiento de texto no es más bien la consecuencia de las nuevas posibilidades ofrecidas por el artefacto. El tratamiento secuencial no es consecuencia de las restricciones pragmáticas del dispositivo; por el contrario, nos parece que se vuelve posible por los recursos específicos que ofrece este artefacto. Es más bien en términos de apertura del campo de posibilidades como convendría interpretar estos resultados.

Los trabajos de Pavard y de Payne³ tienen que ver con situaciones en las que el usuario está solo frente a su máquina,

³ Payne propone análisis en términos de gramáticas de tareas y de acción, bien adaptadas a ese tipo de situaciones. El formalismo Procope (Poitrenaud & al. 1990, 1991, Richard et al. 1992, Poitrenaud en prensa), es diferente pues considera los procedimientos como propiedades de los objetos del dispositivo. Eso permite tener en cuenta la diversidad de objetos en la evaluación de la complejidad del dispositivo.

pero las situaciones de uso profesional también se caracterizan a menudo por la articulación, incluso la imbricación de las dimensiones privadas y colectivas de la actividad.

Hutchins (1990 a) analiza una situación de este último tipo. Muestra que el artefacto estructura la acción en el plano individual, pero condiciona también las modalidades de acción colectiva.

El autor parte de la hipótesis de Simón (1969), según la cual resolver un problema significa simplemente representarlo de manera que su solución se vuelva transparente. Compara la utilización de cuatro artefactos (o conjuntos de artefactos) que permiten resolver un mismo problema de maneras diferentes. Se trata de calcular la rapidez de un barco conociendo la distancia recorrida en un tiempo dado. Las condiciones comparadas son las siguientes: resolución en papel y lápiz, utilización de una calculadora de cuatro operaciones, utilización de un ábaco especializado, utilización de una regla de trabajo (la regla de los tres minutos).

La tarea es más fácil de realizar con el ábaco o la regla de los tres minutos. El autor concluye que esto se debe a que esos dos artefactos incorporan en su estructura relaciones entre los diferentes términos del problema, eliminando así la posibilidad de que los sujetos cometan algunos errores sintácticos al poner en relación los diferentes términos. Los artefactos restringen así la organización de la acción de los usuarios lo que elimina las fuentes de error y facilita la solución del problema.

Para Hutchins ese tipo de artefacto no constituye ni un agente inteligente que interactúa con los sujetos ni un amplificador de sus competencias cognitivas, sino que debe considerarse como un transformador de las tareas, que modifica la

naturaleza cognitiva del problema y, por consiguiente, las competencias cognitivas necesarias para su resolución.

De igual manera, muestra que las características de los artefactos también tienen un impacto importante en las modalidades de la actividad colectiva. En particular, son esenciales su grado de apertura y su implantación: los artefactos utilizados públicamente, de manera que los otros miembros del colectivo puedan observar en detalle esa utilización, crearon buenas condiciones para la adquisición de competencias, y también para la toma de decisiones fiables, pues podían ser controlados por una multiplicidad de actores. El autor aboga entonces para que los análisis de uso de los artefactos no examinen únicamente las situaciones de uso privado, caracterizadas por un vis a vis usuario-artefacto, sino que también examinen las situaciones de actividad colectiva.

En los análisis de Hutchins encontramos los dos planos que consideramos esencial distinguir: el de requisitos, restricciones y sus efectos estructurantes sobre la actividad, y el de lo posible, es decir, el de recursos, tipos de acción y formas de organización que permiten los artefactos.

Los ejemplos que ponen en evidencia los efectos estructurantes de los artefactos sobre la actividad de los usuarios son muy numerosos, pero esos efectos no recaen necesariamente sobre la actividad en su conjunto. Se hace necesario examinar el problema de los límites de los efectos.

Límites de los efectos estructurantes de los artefactos sobre la actividad: niveles y focos de análisis

Para examinar esta cuestión tomaremos como ejemplo una investigación realizada por Sébilotte (1993). El autor se basa en la hipótesis de Richard (1986, 1990) según la cual los conocimientos relativos a las acciones se almacenan en la memoria en forma de esquemas de acción. El objetivo del estudio es identificar tales esquemas en tareas administrativas y estudiar su reutilización cuando la situación de trabajo cambia, al introducir herramientas nuevas. Para deducir los esquemas, se realizó una entrevista sobre la manera como los sujetos realizaban las tareas administrativas familiares.

Sólo retendremos aquí que la comparación se refiere a los instrumentos: los esquemas de un mismo grupo de sujetos se comparan con tres años de intervalo, antes y después de la informatización. El resultado esencial es que la estructura de las metas de los esquemas permanece estable mientras que los procedimientos que permiten alcanzar esas metas se modifican en gran medida.

La estabilidad de las metas constatada por el autor podría parecer contradictoria con la hipótesis de una recomposición de la actividad cuando hay un cambio de instrumento (incluso si la variación de los procedimientos va en el sentido de una confirmación). En realidad, esos hechos no son contradictorios sino que permiten precisar mejor los límites de los efectos estructurantes de los artefactos sobre la actividad y las condiciones del análisis de esos efectos.

En un nivel suficientemente elevado de descripción de las metas, el objeto de la actividad (en este caso, el trabajo) y los tipos de transformaciones que deben operarse pueden ser los mismos, mientras que en el nivel de las submetas, objetos y transformaciones correspondientes, los efectos estructurantes se hacen sentir. Es precisamente en este segundo nivel donde se sitúan los procedimientos que son los elementos variables en los esquemas analizados por Sébilotte.

En efecto, la identidad del objeto (la materia en obra, el objeto de trabajo) y de la transformación (cambio de estado, permanencia de un mismo estado) es lo que define una función, es decir un plan de análisis en el que precisamente podemos desentendernos de la singularidad de los artefactos: los artefactos que permiten realizar una misma transformación sobre un mismo objeto de trabajo constituyen una clase de equivalencia en el plano de la función⁴.

No es sorprendente en absoluto que un cambio de artefacto pueda tener únicamente efectos limitados en el plano de las metas del sujeto cuando éstas son esencialmente dependientes de otras determinaciones (a menudo relacionadas con la definición misma del empleo en un contexto de trabajo). Si la selección de un nuevo material se hace, por ejemplo, considerando metas que se consideran estables en la situación de trabajo, el material nuevo debe, por lo menos, permitir alcanzar esas metas. La estabilidad de las metas observada por Sébilotte sería, en este caso, la consecuencia de un análisis

4 La definición de la función está especificada aquí desde el punto de vista del análisis funcional de los artefactos desarrollado por el enfoque tecnológico. Por esto mismo esta definición es diferente de la utilizada por Poitrenaud et al. (1990) quienes proponen cuatro niveles de análisis:

-Un nivel independiente del dispositivo: las tareas (el análisis de las metas de ser piloto se sitúa en este nivel),

-Tres niveles dependientes del dispositivo: las acciones primitivas que no modifican los objetos del sistema (por ejemplo, oprimir una tecla), los comandos que modifican el estado de los objetos del sistema (por ejemplo, seleccionar una parte del texto) y las funciones que organizan un conjunto de comandos (por ejemplo, transferir al portapapeles).

realizado por el autor en el mismo nivel en el que se operaron las selecciones de materiales nuevos.

Los procedimientos se sitúan en el nivel de las modalidades específicas que los usuarios aplican para alcanzar las metas, y son naturalmente susceptibles de variar cuando los medios de acción cambian. Uno de los ejemplos dados por el autor ilustra perfectamente este punto. Para una misma tarea de secretariado —digitar un artículo científico— el esquema de metas sigue siendo el mismo después de introducir un computador: garantizar la digitación, entregar para relectura, corregir, guardar una copia... ninguna de estas metas es directamente dependiente del tipo de sistema técnico que permitirá alcanzarla, mientras que las modalidades específicas de utilización de un editor de texto, limitantes, conducen a una transformación profunda de los procedimientos.

Sin embargo, la estructura de las metas podría también ser susceptible de transformación en un nivel diferente: el de la actividad colectiva. La producción de un texto científico puede, por ejemplo, pasar por una redacción en computador realizada directamente por el autor mientras que el texto será confiado a la secretaria para corrección. Esta transformación de la estructura de las metas está relacionada en este caso con las posibilidades, los nuevos recursos, que aporta el artefacto. Al parecer, el análisis de las recomposiciones de la actividad asociadas a la utilización de los artefactos debe incluir niveles diferentes (varios niveles de metas y de objetos), pero también debe superar la acentuación exclusiva en la actividad individual para captar las evoluciones en el nivel colectivo.

Apertura del campo de las acciones posibles

La reorganización, recomposición de la actividad relacionada con el instrumento se inscribe en dos direcciones opuestas

pero complementarias: por una parte, depende de los diferentes tipos de restricciones que condicionan la acción de los sujetos, por otra parte, depende, por lo menos en igual medida, de las posibilidades de acción que se ofrecen a los sujetos. Son esas dos dimensiones de los efectos estructurantes de los artefactos sobre la actividad las que denominamos “actividad requerida” y “apertura del campo de los posibles”.

Las variaciones de *la apertura del campo de los posibles* ofrecida por el artefacto pueden ir tanto en el sentido de una ampliación, como de una reducción de las acciones realizables con el artefacto.

Por ejemplo, los tipos de transformaciones, de cambios de estado de la materia, relacionados con la utilización de un torno de metal, son limitados; esta limitación es una restricción que pesa sobre la acción del sujeto. Pero ante todo, esas transformaciones hacen posibles también el surgimiento de nuevos tipos y de nuevas formas de acción. Por ejemplo, se accede a nuevos cambios de estado de los objetos (con relación al trabajo a mano) en condiciones renovadas de amplitud, velocidad, costo; también pueden transformarse nuevos tipos de objetos. En este sentido, la utilización de un artefacto puede acrecentar la capacidad asimiladora del sujeto y contribuir a una ampliación de la apertura del campo de sus acciones posibles.

De la misma manera, las dimensiones de estructuración de la acción incluidas en el artefacto pueden posibilitar, para el sujeto, nuevas modalidades de organización de su acción; pueden renovar, por ejemplo, las condiciones de implicación recíproca de metas y medios, de encadenamiento de las metas y las submetas, de control de la acción etc.

Pero la utilización de un artefacto también puede contribuir a una reducción de las posibilidades que se ofrecen al sujeto. Por ejemplo, en una investigación ya mencionada (Duvenci-Langa 1993), el paso de una máquina de comandos manuales a una máquina de comandos digitales produjo en los operarios una fuerte restricción de las posibilidades de ajuste de la velocidad de trabajo. El artefacto se instrumentalizó progresivamente para volver a encontrar esas posibilidades de ajuste.

Cuando el sujeto asocia artefactos a su acción produce una reorganización de la actividad que se relaciona con una variación de la apertura del campo de las acciones posibles, pero también, como analizaremos enseguida, con la actividad requerida por la gestión de las diversas formas de restricciones. Es en este sentido en el que Vigotsky (1930) postulaba una transformación global de los procesos psíquicos en el curso de lo que denominaba el acto instrumental.

Actividad requerida y tipos de restricciones

Proponemos la noción de actividad requerida para caracterizar la forma como el sujeto enfrenta las restricciones de la situación de actividad con instrumento: el artefacto constituye para el sujeto un conjunto de restricciones que se le imponen y que debe administrar en la singularidad de cada una de sus acciones. Las restricciones son por supuesto diferentes según los tipos de actividad en relación con el artefacto.

Por ejemplo, en una tarea de montaje de un artefacto, el sujeto debe respetar restricciones (de estructura, de condiciones de funcionamiento) diferentes de las que resultan de la utilización funcional de ese mismo artefacto. En el montaje, las restricciones de estructura se traducen, para el sujeto, en acciones de puesta en posición relativa de las piezas entre sí, de mantener en posición. Las restricciones de funcionamiento

se traducen en acciones de puesta en condición funcional del artefacto⁵.

Como toda realidad, el artefacto opone al sujeto un conjunto de restricciones que debe a la vez identificar, comprender y administrar. Así participa del mundo de los objetos en el sentido filosófico del término. Las llamaremos “restricciones de modalidades de existencia”. Por ejemplo, un conductor de camiones pesados controla permanentemente su máquina para verificar el cumplimiento de las condiciones de su funcionamiento no destructivo o simplemente no dañino.

Pero el artefacto también tiene restricciones con referencia a la naturaleza de los objetos de la actividad sobre los cuales permite actuar, y con respecto a las modalidades de transformación que organiza y que se imponen igualmente al sujeto, es decir restricciones relacionadas con la intencionalidad propia del artefacto. Mientras las restricciones de modalidades de existencia están relacionadas con las características generales comunes al conjunto de los objetos materiales, las restricciones de este nivel están relacionadas con la especificidad del artefacto en cuanto se destina a producir transformaciones. Las llamaremos “restricciones de intencionalidad”.

Un torno de metal sólo permite, por ejemplo, ciertos tipos de transformaciones de la materia retirando pedazos. La máquina define clases de transformaciones, de cambios de estado posibles y condiciones de esos cambios de estado. Esas transformaciones sólo pueden aplicarse a ciertas clases de objetos cuyas propiedades son específicas. Para nuestro torno, se trata naturalmente de objetos metálicos (pero no todos se prestan para este trabajo: por ejemplo, deben respetarse condiciones de dureza). Pueden preverse

⁵ Puede encontrarse un análisis detallado de estos conceptos en Rabardel (1984 a).

extensiones de uso hacia otros tipos de objetos que presenten propiedades cercanas (por ejemplo, materias plásticas duras), pero la clase de los objetos sobre los cuales es posible operar transformaciones con ayuda del artefacto sigue siendo limitada.

Finalmente, el artefacto tiene restricciones en la medida en que comprende, más o menos explícitamente, una preestructuración de la acción de quien lo utiliza. La preestructuración resulta de la posición y de las modalidades de la acción que prevén quienes diseñan los artefactos, ya que las inscriben en la estructura y el funcionamiento del artefacto, los modos de operación, etc. Las llamaremos “restricciones de estructuración de la acción”.

Esta dimensión está siempre presente pero, al parecer, en la actualidad tiende a reforzarse en ciertos campos. De Terssac (1992) subraya, por ejemplo, que los sistemas expertos contienen un posicionamiento del operador y una forma de prescripción más o menos explícita de sus acciones y de su actividad que van en el sentido de una reducción de sus posibilidades de regulación.

Hacemos la hipótesis de que una parte de las restricciones relacionadas con la preestructuración de la acción por el artefacto tiene que ver con las dimensiones axiológicas de la acción⁶, ya sea porque existen normas o valores constitutivos del artefacto y se imponen implícitamente al sujeto en una relación instrumental (es el caso del ejemplo, ya citado, de la investigación sobre las cajas de cambio semiautomáticas: Ghalini en 1992), ya sea porque en una relación de ayuda, la función de la máquina es a menudo evaluar las acciones y la actividad del sujeto.

⁶ Las dimensiones axiológicas de la acción son relativas a los valores y normas que motivan la acción.

El artefacto comprende una reestructuración de la acción aunque el sujeto no inscriba su acción en ese sistema de restricciones o, más exactamente, escoja la manera de insertar, por una parte, el artefacto como instrumento en su acción y, por otra, su acción en la reestructuración organizada por el instrumento.

Resumamos los tres tipos de restricciones que impone el artefacto y que tienen un carácter estructurante de la actividad del sujeto. Las restricciones están relacionadas con:

- Las propiedades del artefacto como objeto material o cognitivo, son las “restricciones de modalidades de existencia”;
- los objetos sobre los cuales permite actuar y las transformaciones que autoriza, son las “restricciones de intencionalidad”;
- la preestructuración de la acción del usuario, son las “restricciones de estructuración de la acción”.

Modalidades múltiples de estructuración de la actividad

Más allá de esos tipos de restricción, la naturaleza de las interacciones del sujeto con el artefacto también es una dimensión que diferencia modalidades de estructuración de la actividad en el uso de artefactos y por el uso de los mismos.

Distinguiremos varias modalidades de determinación de la actividad debidas al artefacto:

- Estructuración pasiva simple: el artefacto hace necesario que la actividad se reestructure alrededor de su forma.

Es el caso de las herramientas manuales que no tienen funcionamiento propio. Es el caso probablemente de las máquinas que tienen un funcionamiento autónomo pero que el sujeto no tiene necesidad de tenerlo en cuenta para utilizarlas (por ejemplo, un reloj simple).

- Estructuración pasiva organizada: la intervención del operario se inserta en una organización de procedimientos del proceso (dependiente del funcionamiento propio de la máquina) que le asigna un lugar temporal (por ejemplo, el trabajo bajo restricciones de tiempo), espacial (definiendo el lugar de sus acciones), operatoria (definiendo la naturaleza de las acciones y la organización de sus encadenamientos). En el dominio de la vida cotidiana, un programador (de calefacción, de horno, de magnetoscopio, etc.) constituye un buen ejemplo de este tipo de estructuración de la acción: el usuario debe seguir un modo operatorio preciso que condiciona el éxito.
- Estructuración activa: el artefacto tiene en este caso un conocimiento del operario (conocimiento de una vez por todas o conocimiento actualizado cada vez) y tiene por objetivo modificar el funcionamiento del operario, influir en su actividad (caso de un sistema experto que produce un diagnóstico), incluso transformar al hombre mismo (por ejemplo, algunas máquinas de enseñanza). La estructuración activa puede ser recíproca en el sentido de que el artefacto se autoadapta al operario tal como lo conoce, y tiende a influir, adaptarlo o por lo menos a imponerle algunas de las características de sus propias modalidades y criterios de funcionamiento. Esta estructuración recíproca podría constituir una de las dimensiones de la forma específica de interacción hombre-máquina que constituye la cooperación.

La actividad sólo se requiere relativamente

El análisis sería insuficiente si lo limitamos a los efectos estructurantes de la actividad relacionados con los artefactos. Otra fuente de estructuración de la actividad está constituida por los esquemas de acción que tienen, recordemos, dimensiones privadas y dimensiones sociales, y se sitúan en varios niveles: el de la actividad de utilización, el de las acciones en las que el instrumento se inserta como medio, el de las coordinaciones de acciones entre actores diferentes, hombres y máquinas. La introducción de la dimensión esquema junto con la dimensión artefacto permite pasar de la hipótesis de una preestructuración de la actividad por el artefacto a la de una preestructuración de carácter más amplio y mucho menos mecanicista, ya que es producto del instrumento en el sentido en que lo definimos, es decir una entidad mixta que tiene a la vez parte del sujeto y del artefacto.

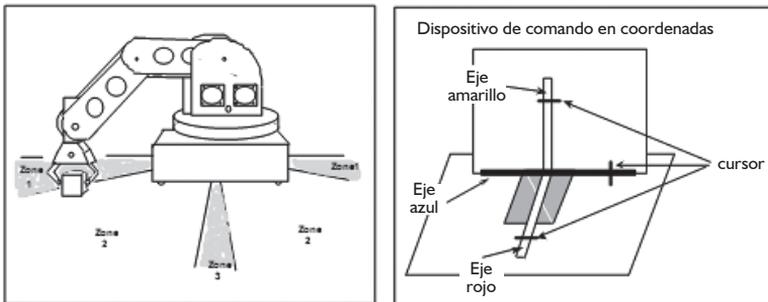
La idea de actividad requerida debe matizarse: el artefacto no puede determinar estrictamente la actividad, en primer lugar, pues sólo es uno de los elementos de preestructuración; el otro lo constituyen los esquemas de utilización; en segundo lugar, porque existen muchas otras fuentes de estructuración de la actividad más allá de los instrumentos, comenzando por las tareas y los modos operatorios prescritos; finalmente, porque la estructuración de la actividad es un proceso continuo mediante el cual el sujeto se inscribe en la singularidad de las situaciones (en las que él participa) y la administra.

Hemos mostrado cómo el uso de un robot pedagógico determina por una parte, pero solamente por una parte, la actividad de los sujetos: los conduce a construir representaciones que pertenecen a una misma familia, pero están lejos de ser idénticas ya que fueron construidas por los sujetos según caminos diversos (Rabardel 1993 b).

Se trataba de una situación de aprendizaje por descubrimiento de la conducción de un brazo manipulador (figura 17); podemos definir este artefacto como una máquina para desplazar objetos en el espacio. Grupos de sujetos (alumnos de 14 a 16 años) se enfrentaron a tareas idénticas de transporte de objetos (fichas) pero utilizando diferentes dispositivos de pilotaje del robot.

Uno de los dispositivos consiste en una caja de comandos de tres cursores móviles (figura 18). Cada cursor, de color diferente, corresponde a un eje de coordenadas en el espacio de tres dimensiones del trabajo del robot, de manera que cada posición relativa de los tres cursores determina una posición de la extremidad de su pinza en ese espacio.

El segundo dispositivo permite al usuario ordenar directamente las rotaciones articulares a partir del teclado del computador: dos teclas permiten dirigir cada articulación.



Figuras 17 y 18 el robot y su dispositivo de comando

Planteamos la hipótesis de que la utilización del dispositivo “teclado” conduciría a los alumnos a construir representaciones en términos de rotaciones articulares. Esta hipótesis se verificó: se presentó realmente una actividad representativa requerida en este sentido por el dispositivo.

También formulamos la hipótesis de que el dispositivo “cursores” conduciría a representaciones del espacio en términos de sistema de referencia tridimensional. En efecto, los ejes de desplazamiento de los cursores son ortogonales entre ellos y están puestos sobre la caja con referencia a una zona rayada que representa el lugar ocupado por la base del robot (esta última indicación se le dio a los alumnos). El espacio de comando (los cursores ortogonales y la representación de la base) constituye así una representación del espacio de trabajo del robot. La experimentación mostró que las representaciones construidas no estaban estructuradas desde el comienzo en términos de referencia tridimensional y que los alumnos realizaron esta construcción por etapas y con dificultades.

El análisis pone en evidencia conceptualizaciones de diferentes tipos implicadas en la microgénesis de las propiedades del dispositivo y de los esquemas de acción correspondientes. Aquí sólo mencionaremos los tres principales.

En un primer nivel, los alumnos manipulan los diferentes cursores para alcanzar la ficha y transportarla, efectuando controles visuales y motores de los movimientos de la máquina, aproximándose cada vez más al objetivo.

Consideran los cursores como controles de los movimientos de las diferentes partes del brazo (articulaciones o segmentos). Por ejemplo:

- el cursor azul está relacionado con la rotación de la base;
- el cursor rojo con el movimiento del codo; y
- el cursor amarillo con el de del hombro.

En esta representación, los cursores no tienen relación entre ellos y cada uno está en relación con partes específicas de la máquina. Las acciones consisten en mover los cursores independientemente unos de otros y esos movimientos conducen a movimientos de las partes correspondientes de la máquina. Se trata de una representación de igual naturaleza que la representación “articular” inducida por el segundo dispositivo de comandos.

Sin embargo, la pertinencia de esta representación es muy limitada y va a evolucionar. Los cursores ya no se concebirán en relación con partes del robot sino en relación con los desplazamientos de la pinza en el espacio de trabajo. Las modificaciones de la configuración de la máquina que resultan de movimientos de las articulaciones y de los segmentos ya no serán leídas como efectos pertinentes de las acciones del sujeto sobre los cursores. Son los desplazamientos de la pinza de trabajo los que serán interpretados como efecto de esas acciones. Se trata de una transformación radical, ya que las dependencias anteriormente construidas desaparecen (dependencias entre los cursores y las partes del robot) y se reemplazan por nuevas dependencias entre los cursores y la situación espacial de la pinza.

Correlativamente, la representación de la causalidad de la acción evoluciona: los movimientos de la pinza se vuelven consecuencias de los movimientos que el sujeto imprime a los cursores. Son, en un primer momento, concebidos como de igual sentido e igual dirección, luego, en un segundo tiempo como de amplitud proporcional a la de las acciones del sujeto sobre los cursores. Asistimos entonces a la conceptualización progresiva de un homomorfismo entre la geometría de las acciones del sujeto y la geometría de los desplazamientos de la pinza, concebidas como los efectos. Sin embargo,

esas acciones se realizan sobre cursores considerados independientemente unos de otros.

Finalmente, en el último nivel, la representación también se transforma profundamente. Las relaciones entre el espacio de comandos y el espacio de trabajo ya no se consiguen en términos de movimiento sino en términos de posiciones. Los cursores no están relacionados con movimientos en sentido y dirección sino como posiciones y por este hecho se vuelven solidarios entre ellos. Son las posiciones coordinadas y simultáneas de los cursores que se ponen en relación con las posiciones de la pinza del espacio de trabajo. Las posiciones relativas de los cursores determinan las posiciones de la pinza.

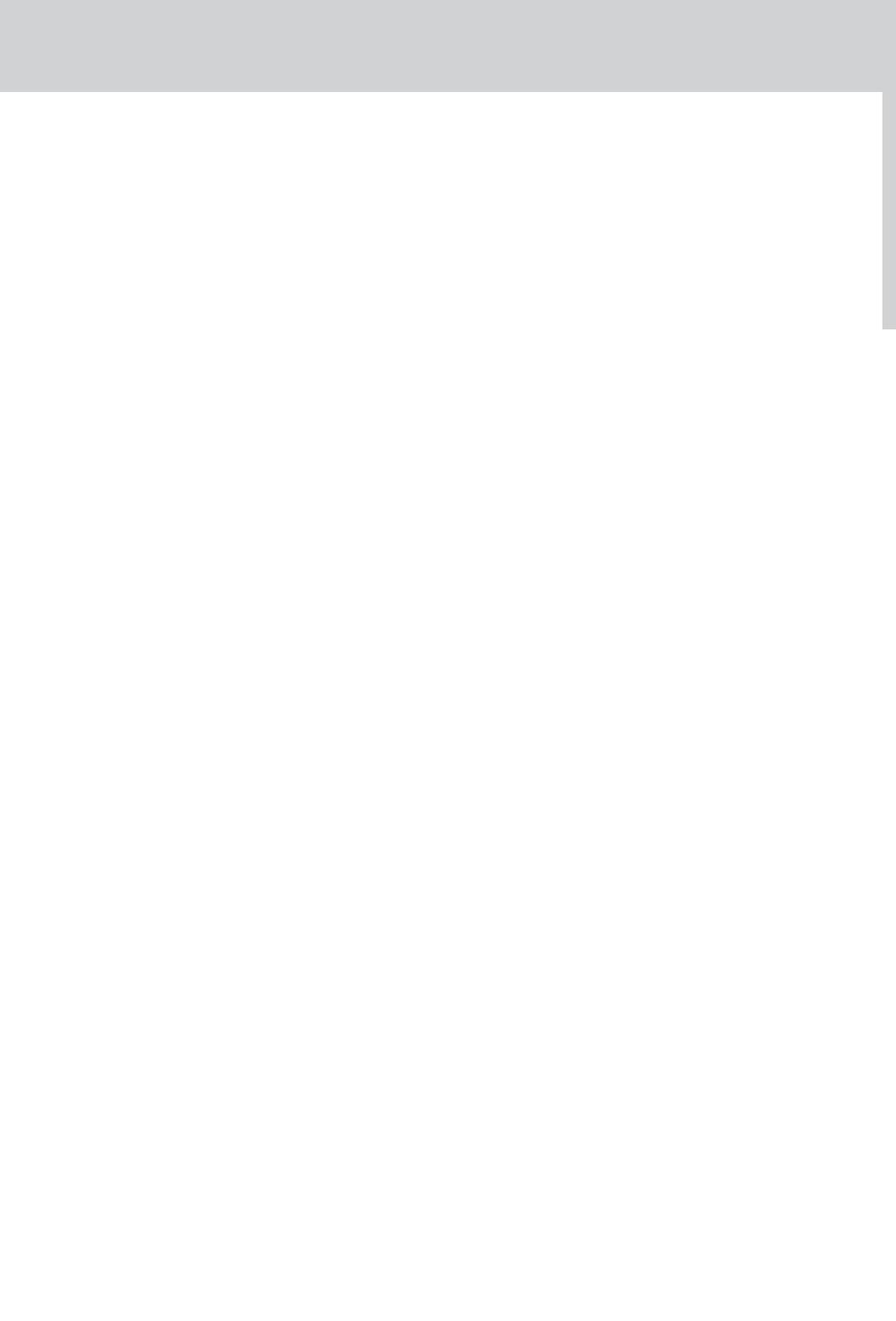
En un primer momento, esas posiciones de la pinza se refieren a la base del robot en el espacio de trabajo, mientras que las posiciones de los cursores lo son en relación con el dibujo (la representación gráfica) de la base sobre el dispositivo de comandos (zona rayada figura 18), mientras que en un segundo momento se definen en referencia a un sistema de ejes que define los conjuntos de posiciones posibles en el espacio de trabajo común (en el sentido en que contiene) a la vez al robot, las posiciones de la pinza, los objetos que se desplazarán y sus diferentes posiciones.

El uso del robot conduce a los sujetos a construir representaciones que podemos considerar como pertenecientes a una misma familia: la del control directo de la pinza en el espacio de trabajo (por oposición al control indirecto por las articulaciones características del dispositivo teclado). Pero esta familia es muy grande: los puntos de llegada posibles son múltiples como los caminos que tomarán los sujetos para elaborarlos. Muchas representaciones son funcionales para una misma clase de situación y su funcionalidad es igualmente dependiente de las estrategias

adoptadas por los sujetos como lo mostramos en una investigación anterior utilizando el mismo robot (Rabardel 1989).

Una multiplicidad de factores conducen entonces a que las situaciones de uso de un artefacto sean finalmente específicas para cada sujeto. El determinismo de la actividad debida al uso del artefacto es allí a la vez efectivo y relativo. Por eso, utilizaremos de ahora en adelante la noción de actividad relativamente requerida, marcando la existencia de modalidades de control con carácter ascendente (expresado por la idea de “requisito”) y de carácter descendente, propio de cada sujeto (que designa la idea de relatividad).

La actividad relativamente requerida es la traducción de los compromisos establecidos por el sujeto entre las limitaciones que se le imponen desde múltiples fuentes: el artefacto, la tarea, el entorno, sus propias competencias y capacidades, etc., teniendo en cuenta su objetivo final y su compromiso con la situación. Esto conduce a pensar la actividad requerida como un concepto relativo, una tensión entre dos polos: uno, las restricciones y recursos relacionados con la asociación del artefacto y el instrumento con la acción; otro, el sujeto psicológico en sí mismo, actor singular e intencional.



Capítulo doce:

El problema de la transparencia de los artefactos

Analizaremos en este capítulo las cuestiones relativas a la transparencia de los artefactos, distinguiendo primero los objetivos de comprensión y de acción. Examinaremos luego dos familias de conceptualización de la transparencia: la caja negra y la caja de vidrio, opuestas por principio. Propondremos el concepto de *transparencia operativa* que nos parece más adaptado a las situaciones de actividad con instrumentos. Este concepto será analizado con respecto a las situaciones, la acción y sus dimensiones temporales, y finalmente concluiremos sobre la cuestión de los criterios de transparencia.

Transparencia para comprender y transparencia para actuar

El asunto de la transparencia de los artefactos se plantea de manera diferente en función del tipo de actividad en el que se encuentra el sujeto. Si el objetivo que persigue es comprender el funcionamiento o la estructura del artefacto (por ejemplo en formación), la parte del artefacto que se hará

visible es una distinta a la necesaria cuando la relación con el artefacto es instrumental. Los trabajos ya evocados ponen en evidencia la ayuda limitada que aporta un conocimiento de la lógica de funcionamiento para la utilización de un artefacto, y muestran esta diferencia (Vermersch 1976, Richard 1983, Hanisch y otros 1991...).

El constructor del robot pedagógico, que utilizamos como base experimental para las investigaciones ya evocadas, trató de hacer su máquina materialmente transparente: los brazos tienen ranuras para dejar ver correas y engranajes, las conexiones eléctricas se muestran explícitamente, etc.

El esfuerzo de hacer transparente la máquina es pertinente desde una perspectiva pedagógica en la que aquélla es “objeto de estudio” e interesa comprender su estructura y funcionamiento; sin embargo, sólo tuvo un impacto limitado en una situación de utilización en la que es instrumento. Los sujetos construyeron representaciones sin tener en cuenta muchos elementos materiales que eran visibles, y sin embargo, reconstruyeron propiedades ocultas gracias a una actividad cognitiva importante. La característica de esas propiedades no está en su evidencia perceptiva, en su visibilidad, sino en su pertinencia para la acción.

En esta sección nos interesa únicamente la transparencia en situaciones en las que la relación principal con el artefacto es de naturaleza instrumental.

Dos metáforas: “caja negra” y “caja de vidrio”

Encontramos en la literatura especializada muchas concepciones sobre la transparencia. Pueden agruparse en

dos familias principales definidas por dos metáforas: la de la caja negra y la de la caja de vidrio.

- **La metáfora de la caja negra**

Esta concepción de la transparencia se basa en el principio de una invisibilidad del sistema técnico, del artefacto. El informe COST, ya citado, en un capítulo dedicado a los transductores gestuales y táctiles define, por ejemplo, dos formas de transparencia que se basan en este principio:

- Transparencia funcional: el operario tiene la impresión de actuar directamente sobre el entorno.
- Transparencia relacional (caso particular de las aplicaciones médicas): el dispositivo de teleoperación no es obstáculo para la relación directa entre el operario y su entorno humano.

Esas dos formas de transparencia son relativas a la relación sujeto-objeto mediatizada por el instrumento. El artefacto es un mediador cuya presencia no debe constituir un obstáculo a la relación del sujeto con el objeto de su actividad. El artefacto es transparente como un vidrio que no opone ningún obstáculo a una relación visual, aunque es perceptible (y es un obstáculo, por ejemplo, para la propagación del sonido).

La relación puede ser de naturaleza muy distinta a la visual (e incluso, a la relación perceptiva, como lo muestran las distinciones del informe COST). Por ejemplo, en una interface de tipo Macintosh, la metáfora utilizada (por ejemplo, guardar un archivo en una carpeta), como es familiar para el sujeto, le permite producir transformaciones sobre sus objetos de trabajo, sin necesidad de preocuparse por las maneras en que se realizarán esas transformaciones. La tecnología de la

máquina es invisible, y lo único que se ve es la metáfora. En este sentido, se trata de una concepción en términos de caja negra.

Las perspectivas desarrolladas por Polanski (1958), Winograd y Flores (1986), Bannon y Bodker (1991), etc. pertenecen a la concepción de transparencia en términos de caja negra, aunque proponen distinciones en función de las situaciones. Estos autores consideran que la orientación de la actividad del sujeto está dirigida principalmente hacia el objeto cuando la situación es “normal” teniendo en cuenta las competencias del sujeto. El sujeto tiene poca o ninguna conciencia de los artefactos que utiliza. Los artefactos constituyen una especie de caja negra para el sujeto. Pero cuando sucede un incidente, el artefacto puede convertirse en objeto de la actividad.

Para Polanski (1958), los usuarios de una herramienta necesitan informaciones a propósito de dos puntos. El principal es la interacción entre la herramienta y el material, el punto subsidiario es la interface entre el usuario y la herramienta. Una buena interface es la que desaparece completamente cuando se utiliza la herramienta y con la que sólo tenemos que ver cuando se presentan situaciones inesperadas. Para este autor las necesidades del usuario varían en función de las situaciones con las que se enfrenta. La necesidad de visibilidad depende de la aparición de situaciones inesperadas.

Bannon y Bodker (1991) dan como ejemplo el carpintero que clava una puntilla con un martillo. Consideran que su atención está normalmente focalizada en la puntilla; pero si el martillo no responde a las acciones del carpintero como lo desea, su atención se centrará entonces sobre el martillo el cual recibe un estatus de objeto.

Winograd y Flores (1986) ejemplifican igualmente esta idea a partir de la digitación en un sistema informático. La digitación pone en juego un conjunto de elementos que comprende tanto las manos como el teclado, la pantalla, etc. Sólo cuando surge un problema, por ejemplo cuando una letra no aparece en la pantalla, las propiedades de esos elementos se hacen presentes, pues son pertinentes en tal situación.

Winograd y Flores se basan en la distinción de Heidegger (1962) entre los estatus de las cosas según si están “disponibles para la utilización” y, por lo tanto, son medios relativamente transparentes en la acción; o, por el contrario, luego de un acontecimiento de ruptura de la acción, se vuelven “precedentes a la mano” como objeto de la actividad.

La idea esencial común a todos estos autores es que la transparencia no se consigue solamente en función de las propiedades del artefacto, sino también en función del estatus de éste en la actividad, teniendo en cuenta la primacía del objeto sobre el medio. Al ser usado como medio, por lo regular, el artefacto es transparente pues el usuario no tiene necesidad de mantenerlo en la conciencia; ésta se vuelve necesaria en situaciones de ruptura en las que el artefacto tiene entonces estatus de objeto de la actividad.

- **La metáfora de la caja de vidrio**

Esta segunda concepción de la transparencia corresponde, en nuestra opinión, a una preocupación muy diferente: el artefacto, o una parte de él, debe ser visible para que el sujeto pueda tenerlo en cuenta en su actividad. La meta es entonces inversa a la anterior: el artefacto no debe desaparecer sino que debe ser comprensible para el operario en función de sus necesidades, teniendo en cuenta la actividad que realiza.

Valot (1988) encontró evidencia de que los pilotos militares desarrollan estrategias de confianza activa frente a sus sistemas (permanentemente susceptibles de desvíos intempestivos y de fallas). Éstas estrategias se basan en la búsqueda de redundancias, la confrontación entre fuentes de información total o parcialmente independientes... Los pilotos desarrollan esas estrategias debido precisamente a que los sistemas no son todo lo transparentes (en el sentido de la caja de vidrio) que deberían en lo que concierne a la fiabilidad.

Asimismo, Payne (1992) subraya la necesidad de este tipo de transparencia en las interacciones hombre-computador. En efecto, cuando el sistema es demasiado oscuro, invisible, los usuarios, que deben comprenderlo para actuar, construyen representaciones por analogía con dominios familiares, lo cual produce a menudo problemas.

La necesidad de una transparencia de tipo caja de vidrio surge más particularmente con los sistemas tecnológicos llamados inteligentes. Por ejemplo, Adalberti (1991) propone que los autómatas de pilotaje en los aviones sean programados de manera que sean fácilmente comprensibles para el operario. Juzga necesario que exista una gran proximidad entre el tipo de razonamiento programado para el sistema inteligente y el tipo de razonamiento que puede realizar y comprender el operario. Adalberti caracteriza su proposición como relevante del concepto de “caja de vidrio” o caja transparente desarrollado por Woods (1986), Rouse et al. (1987-88).

Igualmente, Lehner et al. (1987) ponen en evidencia que durante la utilización de un sistema experto, los usuarios deben poder disponer de una buena representación de las modalidades de funcionamiento del sistema. Esta representación les facilita

la comprensión de las recomendaciones y explicaciones que hace el sistema experto, en particular, cuando el enfoque de resolución de problemas que aplican el sistema y el usuario son sustancialmente diferentes.

Roth, Bennet y Woods (1987) hacen de esto una condición de la posibilidad de existencia de los sistemas expertos como instrumentos cognitivos. El operario debe disponer de medios que le permitan comprender el estado del sistema que se está investigando y el estado del proceso de resolución de problemas, en particular, los conocimientos de la máquina sobre el estado del mundo, las hipótesis consideradas o rechazadas, las que están explorándose, etc.

Todos estos enfoques convergen a la idea de que los usuarios necesitan comprender características importantes de los sistemas (estado, funcionamiento, razonamiento en curso, etc.). Desde este punto de vista, tales características deben ser visibles para el operario: el sistema debe constituir una caja de vidrio, en el sentido en que deja ver de sí mismo lo que es pertinente para el sujeto. Esta visibilidad no es estática en manera alguna como podría sugerirlo la idea de caja de vidrio. Es susceptible de modalidades múltiples que pueden ir hasta la autoexplicación que hace el sistema de su propia actividad (Cahour 1992).

A partir de tres ejemplos, vamos a ver como estas concepciones de la transparencia en términos de caja negra y de caja de vidrio son susceptibles de actualizarse de manera diferente según las situaciones. Nuestros ejemplos son tomados de un libro dedicado a las representaciones para la acción de las actividades con instrumentos (Weill Fassina, Rabardel y Dubois 1993).

La noción de transparencia funcional fue desarrollada por Gaillard (1993) a propósito de los sistemas de teleoperación¹. El autor considera estos sistemas como prolongaciones de funciones elementales: desplazar la mano, manipular, desplazarse... El usuario pasa así del hacer al hacer-hacer, y su acción está mediatizada por el dispositivo técnico. Cuatro criterios principales caracterizan la transparencia funcional. Se definen a partir de un análisis técnico del sistema de teleoperación:

- Criterio de isomorfismo: correspondencia articular entre el brazo del operario y el brazo del sistema esclavo².
- Criterios de orientación relativa a las referencias espaciales del operario y del brazo esclavo.
- Criterio geométrico: variación angular entre el movimiento de comando motriz del operario y el movimiento de ejecución del brazo esclavo.
- Criterio dinámico: correspondencia entre las variables de comandos y las variables controladas.

Estos cuatro criterios deberían permitir una jerarquía *a priori* de los sistemas de teleoperación según un eje de transparencia funcional. El sistema transparente ideal sería aquel donde no hubiera transformación de la señal de comando emitida por el operario. El sistema se comportaría efectivamente como una simple prolongación de las funciones motrices del operario. Sería entonces un simple intermediario que no introduce ninguna transformación, no buscada por el sujeto,

1 La teleoperación permite ejecutar las funciones de manipulación o de locomoción, en un universo real o ficticio, por medio de un dispositivo material complejo que puede ser un robot controlado por un operario humano.

2 En un sistema de teleoperación, el brazo esclavo es un subconjunto operante sometido a otro subconjunto que puede ser un brazo maestro. Este último recibe las órdenes motrices del operario.

en su relación con el objeto de su actividad. Se trata de una concepción en términos de caja negra.

La noción de transparencia cognitiva de las herramientas cognitivas operativas fue propuesta por Rogalski y Samurçay (1993). La mayor o menor transparencia cognitiva de las herramientas determina las exigencias cognitivas para los operarios. Define, para cada operario singular, el grado de accesibilidad a los conocimientos, procedimientos y modelos subyacentes al funcionamiento de la herramienta, teniendo en cuenta las exigencias de las tareas que se deben cumplir.

El criterio que permite hablar de transparencia es la proximidad con las representaciones iniciales de los sujetos: por ejemplo, a mayor proximidad entre una herramienta de representación externa y las representaciones iniciales de los operarios (con relación a los procesos representados y a los tratamientos efectuados) debería haber mayor transparencia para los operarios y eso debería facilitar el aprendizaje. La perspectiva subyacente a esta concepción es de tipo caja de vidrio.

Poyet (1993) en una situación experimental de robótica industrial discute la concepción de las interfaces de comando para las cuales los constructores buscan hacer transparentes funcionalidades no pertinentes, no operativas para la acción; éstas conducen a los operarios a deducir reglas de funcionamiento que son falsas.

La insuficiencia de transparencia del sistema y su carácter inapropiado pueden ser factores perturbadores. Impiden que los operarios hagan pruebas experimentales para controlar hipótesis, producto de la observación de regularidades de funcionamiento. Las representaciones de los operarios toman

entonces la forma de expectativas vagas controladas por precauciones múltiples y, en algunas ocasiones, por ritos.

Por el contrario, una transparencia adaptada a las necesidades de la actividad del operario le posibilita basar sus representaciones sobre invariantes fiables que permiten una utilización “experimental” de los datos presentados en la pantalla. El operario puede entonces utilizar las informaciones para confrontarlas con una variedad de situaciones y elaborar reglas.

Los análisis de Poyet, al igual que los de Rogalski y Samurçay corresponden a una concepción de tipo caja de vidrio.

Hacia una conceptualización en términos de transparencia operativa

La conceptualización que proponemos en términos de transparencia operativa también pertenece al paradigma “caja de vidrio”.

Comencemos por un ejemplo. Se trata de un artefacto de la vida cotidiana: el exprimidor de alimentos (Legrand, Boullier, Séchet, Benguigui 1991). Este artefacto presenta para los usuarios todos los signos característicos de una categoría de electrodoméstico: un cable (para conectar), un motor (para hacer girar), un recipiente (para recoger o contener el alimento que se está trabajando), un elemento rotativo (para picar, cortar, centrifugar...) y una tapa para proteger al usuario de los riesgos de accidente debidos a la rotación rápida.

Sin embargo, los procedimientos de utilización habituales deben adaptarse en función de las características del artefacto, y deben construirse representaciones apropiadas:

- Hay que colocar la mano que contiene el alimento directamente sobre el trompo filtro, mientras que en los demás electrodomésticos, no hay que tocar la parte rotativa (incluso contienen un dispositivo para impedirlo).
- El aparato no tiene un botón de encendido y la tapa (que sirve normalmente para encender) debe quitarse para permitir el funcionamiento.

El modelo mental típico para esta familia de artefactos no puede actualizarse como tal en el exprimidor, y el usuario debe descubrir las propiedades específicas: debe quitar la tapa para que funcione, el trompo permanece en la parte superior del eje y sirve de interruptor... la apariencia exterior del artefacto invita al usuario ingenuo a realizar acciones inapropiadas³.

El artefacto no tiene transparencia suficiente para las necesidades iniciales del usuario relativas a la información para poder actuar. Naturalmente, cuando el usuario descubra el principio de funcionamiento, el problema será muy diferente y el aparato será suficientemente transparente para permitir una fácil utilización.

La transparencia de un artefacto debe entonces ponerse en relación con las necesidades de información del usuario, que son variables en función de sus metas, sus competencias, de las estrategias que aplica para alcanzarlas, etc. La transparencia debe referirse al usuario y a su actividad. Por eso proponemos el concepto de transparencia operativa para designar las propiedades características del instrumento, pertinentes para la acción del usuario, así como la manera como el instrumento

³ Por supuesto, como lo resalta Maryse Laurent, el usuario perplejo puede también tratar de utilizarlo como un aparato manual: colocando la fruta partida sobre el trompo hace que el aparato comience a funcionar... y el problema queda solucionado.

las vuelve accesibles, comprensibles, incluso perceptibles por parte del usuario.

La transparencia operativa es un concepto relacional que expresa la variabilidad de las necesidades de “información” del sujeto en función de la variabilidad de las situaciones de acción, de sus estados y metas. Puede tomar formas diversas: inteligibilidad de las transformaciones entre acciones de comando y efectos, explicitación de las modalidades de funcionamiento propias del instrumento, autoexplicación...

La transparencia operativa opera en función de la distancia que el instrumento inscribe entre el sujeto y lo real (objeto de su acción), de la complejidad de los esquemas operativos y representativos necesarios para su utilización, de las condiciones de asimilación a los esquemas del sujeto y de acomodación de éstos que ofrece el artefacto teniendo en cuenta sus características externas e internas.

Transparencia operativa en referencia con la situación

La transparencia operativa puede analizarse en referencia a diferentes aspectos de la situación (designados aquí lo mismo que en el modelo SAI):

- La estructura, el funcionamiento y el comportamiento de la máquina misma: sería una transparencia interna en el sentido de que el artefacto dejaría ver, o incluso explicaría, los aspectos de sí mismo pertinentes para la acción del sujeto.

- El objeto sobre el que el operario actúa con ayuda del artefacto, sus características y propiedades pertinentes en función de la acción, tal como las toma en cuenta el artefacto.
- Las interacciones entre el artefacto y el objeto: naturaleza, formas, contenidos.

Las modalidades de la transparencia operativa pueden ser diversas y más o menos pertinentes en función de las clases de tareas: inteligibilidad de las transformaciones entre acción de comando y efectos, puesta en evidencia de los esquemas propios del artefacto (de funcionamiento, de modalidades de producción de efectos), reglas de paso de los comandos a los efectos...

En Roth et al. (1987), los investigadores subrayan la opacidad, la no transparencia del sistema experto que utilizaron en su investigación experimental, y esto les permite deducir las características de transparencia operativa que debería presentar. El sistema es no transparente en los siguientes puntos:

- Estado del razonamiento, razón por la que el operario no puede saber si debe intervenir (necesidad de una transparencia sobre el estado de la evolución del proceso de tratamiento).
- Datos tratados, lo que imposibilita apreciar la validez, la verdad (necesidad de una transparencia sobre los objetos tratados).
- Recorrido de hipótesis en curso: ¿es correcto? (necesidad de una transparencia sobre el tipo de tratamiento).

- Límites de competencia de la máquina, lo que se refiere a si la máquina alcanzó o no los límites de competencia (necesidad de una transparencia sobre la competencia del sistema teniendo cuenta las metas del sujeto y el tipo de problema a tratar: ¿el artefacto puede ser un instrumento pertinente para la actividad del sujeto?).

Transparencia operativa en referencia a la acción

La transparencia operativa es relativa a la acción del usuario con el instrumento y sobre éste. Varía en función de las clases de metas (en el caso de un robot, por ejemplo, desplazar objetos en el espacio *versus* operar el mantenimiento), pero también lo hace para un mismo operario y una misma clase de metas según las exigencias y las restricciones que el operario debe tener en cuenta. Por ejemplo, desplazar un objeto con ayuda de un robot implica exigencias representativas muy diferentes según las restricciones impuestas a la acción: ninguna restricción de trayectoria, la trayectoria más corta, la más económica posible...

La transparencia operativa puede analizarse en referencia a las diferentes dimensiones de la acción. Nos basaremos en las distinciones propuestas por Inhelder y Cellérier (1992).

La transparencia operativa puede ser relativa a:

- **La causalidad material**, fenoménica propia del artefacto. Se refiere a su estructura, su funcionamiento, su conducta (por ejemplo, para los sistemas que producen razonamientos), o por lo menos los aspectos pertinentes para la acción del sujeto. Diagnosticar que el cuchillo con el que se trata de cortar un tomate no está suficientemente

afilado constituye un ejemplo de juicio en términos de causalidad material.

- **La causalidad de la acción instrumentada** del sujeto orientada hacia el objeto. Puede en particular referirse a la interacción del artefacto y del objeto en términos de cambios de estado de este último y de las condiciones de esos cambios. Diagnosticar que no hay problema alguno en el cuchillo y que es la manera de utilizarlo la que impide cortar el tomate constituye un ejemplo de juicio en términos de causalidad de la acción instrumentada.
- **Las dimensiones teleonómicas⁴** de la acción: se refieren tanto a la acción del sujeto afectada por el artefacto-como a la del artefacto cuando tiene un comportamiento propio que no es la simple prolongación de la acción del sujeto. El artefacto puede, por ejemplo, tener sus propias metas que se fija o que recibe del exterior, del diseñador, de otro operario y a veces del mismo sujeto.
- **Las dimensiones axiológicas:** se refieren a los valores que expresa el artefacto y que condicionan la actividad instrumentada del sujeto (valores y evaluaciones relativas a las metas del sistema, a la organización de su acción y la del sujeto...). El ejemplo de la caja de cambios automática (Galinier 1992) puede ilustrar este aspecto: la máquina tiene, por construcción, un sistema de evaluación para decidir la oportunidad del cambio de velocidad (estado instantáneo del sistema carretera-camión) que es diferente del sistema de evaluación del sujeto, quien se basa en la anticipación de las condiciones de circulación.

4 N del T: Referente a los propósitos o metas.

Transparencia operativa inscrita en el tiempo

Las dimensiones temporales de la transparencia operativa dependen de su relación con la acción: la transparencia operativa está orientada a la vez hacia el presente, el futuro y el pasado⁵:

- Por su orientación hacia el presente, debe permitir la representación de la situación en tiempo real y la regulación de las acciones. Por ejemplo, una de las grandes dificultades de la telemanipulación en el espacio es la imposibilidad de tener un retorno en tiempo real sobre los efectos de las acciones: las distancias entre los satélites y la tierra implican retrasos de transmisión que pueden alcanzar varias decenas de minutos.
- Su orientación hacia el pasado debe permitir la interpretación de las situaciones actuales en función de su génesis, de su historia (por eso la importancia de los “históricos” en el trabajo, por ejemplo en las situaciones de control de procesos: el estado actual de un horno industrial sólo puede interpretarse teniendo en cuenta la evolución anterior). También debe permitir la interpretación de las situaciones pasadas, incidentales o no, en una perspectiva de desarrollo de la experiencia, de los invariantes, de los esquemas y de las estructuras operatorias.
- Finalmente está orientada hacia el futuro en el sentido de que debe permitir la anticipación de los efectos de las

⁵ A las orientaciones de la transparencia hacia el pasado y hacia el futuro le corresponden tipos de ayuda específicos. En control de procesos se encuentra, por ejemplo:

-Los historiales que hacen transparente la dinámica pasada del proceso y permiten la interpretación de la situación actual.

-Las anticipaciones que dan indicaciones sobre la evolución posible del proceso e incluso en algunos casos sobre los efectos previsibles de las acciones previstas.

acciones (sobre el artefacto, del artefacto sobre el objeto, etc.) y por eso permitir la anticipación de las acciones, de sus reestructuraciones, de sus efectos.

La transparencia hacia el pasado podría ser una de las condiciones de elaboración de los invariantes que corresponde a las clases de situaciones: es necesario, en efecto, que las características y los efectos de las acciones puedan ponerse en relación en tiempo real y *a posteriori* para que sean interpretables, no solamente como propiedades locales, en situaciones singulares, sino también en términos de invariantes característicos de clases de situaciones y de acciones.

La transparencia hacia el futuro podría, por su parte, ser una condición de la conservación de los esquemas y de los invariantes relativos a las clases de situaciones. En efecto, esta conservación estaría relacionada con su funcionalidad en la actividad y para ella, teniendo en cuenta las finalidades de la actividad. Como la transparencia hacia el futuro permite la predicción, la anticipación permitiría, por el mismo hecho del rol funcional de las anticipaciones en la conducta del sujeto, la conservación de los invariantes y de los esquemas que hacen posibles esas anticipaciones.

La transparencia operativa responde a criterios diferenciados en función de los objetivos

La transparencia operativa, por su definición misma, es relativa a la acción y a las finalidades de esta. Sus criterios son variables en función de las finalidades de las acciones.

Por ejemplo, para un artefacto utilizado instrumentalmente con fines profesionales, los criterios de transparencia tratarán de que la acción sea más fácil, más segura, más fiable, etc. Desde una perspectiva formativa los criterios pueden ser diferentes. Por ejemplo, puede ser deseable no facilitar la acción sino, por el contrario, añadirle restricciones que lleven al sujeto a operar las construcciones cognitivas que se desea que elabore.

Con esta pregunta sobre la diversidad de los criterios de transparencia en función de los dominios de aplicación, abordamos el problema de la aplicación de un enfoque instrumental en los diferentes campos (trabajo, formación, vida cotidiana) en los que puede contribuir a la comprensión de los problemas que se plantean a los usuarios y a la elaboración de soluciones. Ese es el objeto de la última parte de este libro.

Quinta parte

Aplicaciones

El interés y la pertinencia de un enfoque en términos de actividades con instrumentos se revelan en numerosos campos. Por ejemplo en la investigación que intenta comprender los mecanismos fundamentales subyacentes a los procesos psicológicos y sociales, que actúan cuando los hombres utilizan artefactos como medios de sus acciones, es decir, en realidad, en la mayor parte de las situaciones, puesto que para realizar acciones se requieren medios. También lo es en los diferentes campos de intervención, e incluso de aplicación, que son el trabajo, la formación y la vida cotidiana, cuando se trata de concebir artefactos adaptados a la actividad de los hombres, de organizar el trabajo de tal manera que sea, a la vez, no dañino para su salud, ocasión de desarrollo de sus competencias, y eficaz desde el punto de vista técnico y económico, o cuando se trata de formar a los trabajadores.

La última parte de este libro se organizará alrededor de la aplicación del enfoque instrumental a tres funciones esenciales: analizar, concebir, formar. Presentaremos estas aplicaciones a través de una serie de ejemplos, tratando de evitar una dispersión demasiado grande de los campos de aplicación para que la lectura no sea demasiado compleja. Utilizaremos

como hilo conductor el tema de las actividades de diseño con DAC, para comprender los aportes y las modalidades de aplicación del enfoque instrumental, a propósito de un mismo tema tratado desde diferentes ángulos.

Analizar

En los capítulos anteriores se han presentado una serie de ejemplos de análisis de actividades con instrumentos. Los dos ejemplos adicionales que incluimos en esta sección pretenden poner de relieve la articulación entre los niveles de análisis.

Analizar las propiedades de los objetos que realmente se toman en cuenta en la actividad

Nuestro primer ejemplo se refiere al análisis instrumental de los archivos DAC (Diseño Asistido por Computador). La información relativa al dibujo del objeto, en curso de diseño, está almacenada en el archivo y, en la mayoría de casos, los productores de programas DAC sólo consideran el archivo bajo este ángulo.

El análisis instrumental que realizamos (Rabardel y Béguin 1994, Béguin1994) en colaboración con diseñadores profesionales que trabajaban en ingeniería, mostró que en su actividad el estatus de los archivos no puede comprenderse sólo desde ese único punto de vista. El archivo es, a la vez, un producto de la actividad, una materia para trabajar y una herramienta. Con los estatus de materia de trabajo y de producto, el archivo ocupa el polo del objeto del modelo tripolar, con el estatus de herramienta, ocupa el polo del instrumento. El archivo cambia de estatus para el operario en función de los momentos y de la orientación de su actividad.

Además, esos diferentes estatus imponen exigencias a menudo contradictorias. Por ejemplo, como producto de la actividad, el archivo debe tener características estructurales particulares (por ejemplo, cuando el cliente impone una estructura propia). Por otra parte, los diseñadores controlan la afectación de las entidades que representan el objeto que se está diseñando en las diferentes capas del archivo en función de lógicas múltiples. Por ejemplo, un tipo de estructuración puede permitir producir, con el mismo archivo, diferentes planos que corresponden a diferentes etapas de la realización de una construcción. Mientras que una estructura por tipos de elementos técnicos permitirá producir documentos centrados en los tipos de sistemas técnicos (por ejemplo, los circuitos de tubos correspondientes a un fluido).

Las decisiones de estructuración del archivo realizadas por el diseñador se basan en una anticipación del trabajo por venir. También son producto del saber-hacer, especialmente de los esquemas de utilización del sistema que el diseñador ha constituido. Estas decisiones y la especificidad de los saber-hacer son la fuente de una gran diversificación de la estructura de los archivos con respecto a la estructura canónica prevista por los programas, diversificación que plantea problemas para el intercambio, el compartir y la reutilización de los datos del diseño. En el ejemplo presentado, el análisis instrumental permite comprender las causas de la crisis que atraviesa la empresa: los archivos, debido a la especificidad de su estructura individual, no podían reutilizarse fácilmente, lo que generaba a la vez retrasos, sobrecosto y un aumento de la dificultad del trabajo.

Analizar situaciones de acción instrumentada

El modelo tripolar constituye una herramienta de análisis que permite comprender el detalle de la actividad de un sujeto, operario, usuario. Nuestro segundo ejemplo se refiere al análisis de una fase de arranque con una máquina-herramienta utilizada para fabricar piedras de pulir. La observación de la actividad permitió producir una descripción de la que transcribimos un fragmento.

“El operario empuja la piedra sobre el freno inferior (que incluye una zapata forrada en cuero), pulsa el freno apretando con la mano derecha una palanca mecánica mientras empuja la piedra con la mano izquierda. Verifica el contacto entre la piedra y las cuñas (la piedra debe apoyarse en las cuñas del mandril). Gira el mandril con la mano izquierda, verifica de nuevo el contacto con la piedra, pulsa los frenos con la palanca, cierra la tapa. Pone a funcionar el mandril oprimiendo un botón de la máquina. Coloca el cuchillo sobre la piedra empujando el carrito inferior hacia la derecha con la palanca hidráulica. Al mismo tiempo, con la otra mano, gira el volante del cuchillo y conserva la mirada fija en la pieza. Detiene el mandril, espera que se detenga, toma el calibrador y mide el espesor de la piedra. Enciende de nuevo...”

El análisis del gráfico 19 se basa en el modelo tripolar presentado en el capítulo 4. Los diferentes elementos de la descripción se analizan en función de su estatus en el seno de la actividad: Sujeto = S; Acción = A; Objeto = O; Instrumento = I (zona derecha del gráfico 19). Cada acción significativa se analiza en términos de interacciones (por ejemplo O/I = interacción objeto/instrumento), y al mismo tiempo se califica en el plano tecnológico (ejemplo Di = disposición, Mep = mantener en posición). Finalmente, las diferentes acciones

se agrupan en fases que se identifican tecnológicamente (montaje, encendido, moldeado...)

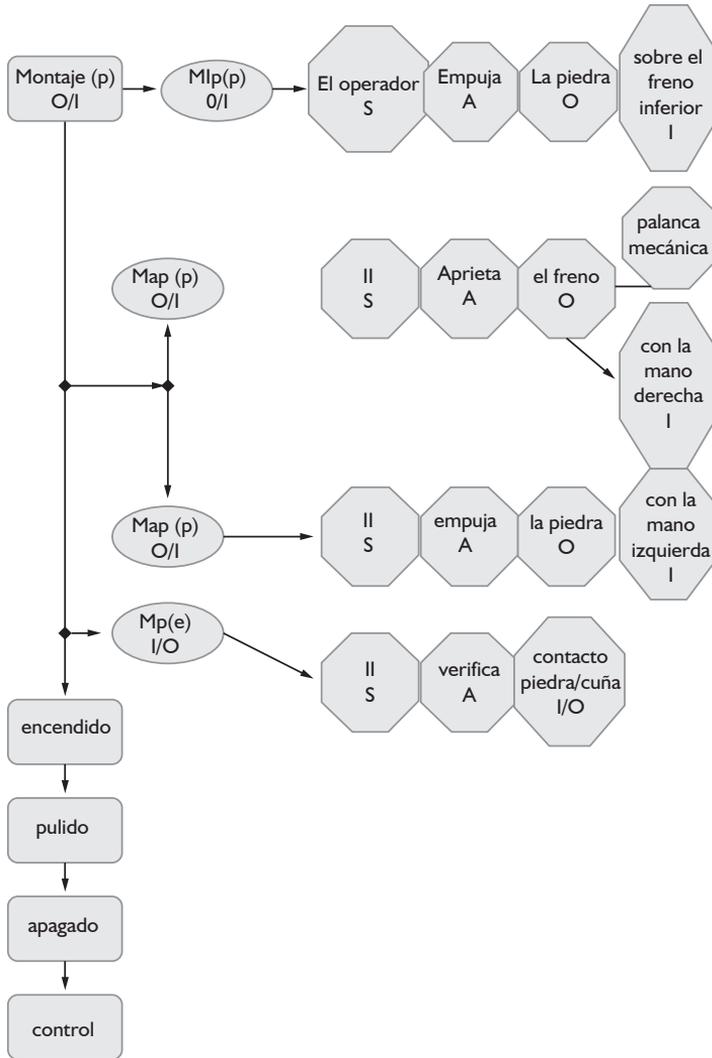


Grafico 19

Nótese que el análisis presentado permite pasar, sin saltos, de un enfoque en términos de actividad (que aquí es

limitado con el propósito de simplificar), a una descripción comportamental, a un enfoque comportamental, en términos tecnológicos. El análisis operativo de la actividad humana se articula de esta manera con el análisis funcional del proceso tecnológico¹. La vocación de conceptualización intermediaria de la modelización tripolar se afirma aquí plenamente. Esta modelización permite producir análisis que contribuyen a un encuentro entre los autores que tienen puntos de vista antropocentrados y tecnocentrados.

Diseñar

El desarrollo de los métodos que pretenden tomar en cuenta la ergonomía en la conducta de proyectos industriales es actualmente vigoroso y sus logros importantes (cf. Daniellou 1992, Garrigou 1994). Esta orientación choca con los límites indiscutibles del diseño de los artefactos con vocación instrumental.

En efecto, los métodos de dirección de proyecto industrial tratan a menudo cada proyecto como un caso único y se plantean como objetivo responder a la singularidad de ese caso teniendo en cuenta de manera fina sus particularidades locales, a la vez en términos humanos (análisis de la población de los operarios, análisis de la actividad actual en el sitio de referencia, anticipación de la actividad futura posible...), y en términos industriales (conocimiento fino del proceso, análisis de las fuentes de variabilidad y débil funcionamiento, determinación de las fuentes de interferencia...).

Pero tal enfoque no siempre es posible para el diseño de artefactos con vocación instrumental por diferentes razones:

¹ La coordinación de los análisis funcionales tecnológicos con análisis operativos psicológicos y ergonómicos es un reto importante para el diseño de los sistemas antropotécnicos. Citamos entre los trabajos más avanzados en este campo los de Christol et al. (1994).

- Razones económicas: el costo de las intervenciones de tipo “dirección de proyecto industrial”, aunque es compatible con las masas financieras implicadas en los grandes proyectos, supera a menudo las posibilidades de inversión más modestas.
- Razones ergonómicas: existe un vasto campo de diseño, socialmente importante en la medida que concierne particularmente las PME (Pequeñas y Medianas Empresas) y PMI (olvidé si ya se sabe lo que estas siglas representan, si no, es necesario aclarar), en las que los artefactos no son piezas únicas, sino máquinas reproducidas en gran número de ejemplares, y que deben ser adaptables a un gran número de situaciones de utilización y a usuarios diversos y numerosos. En este campo, la intervención en ergonomía debe más bien dirigirse a clases de situaciones y no a situaciones específicas.

Además, a pesar de los aportes importantes de los numerosos métodos que tratan de darle a los diseñadores información sobre los usuarios y la utilización en el campo de las interacciones hombre-computador, estos tienen dificultades para tomar en cuenta de manera precoz, en el seno del proceso de diseño, la diversidad y variabilidad de los usuarios y de la situación (Caroll 1991b).

El enfoque instrumental es una de las maneras de superar estas dificultades.

Diseño que se enfrenta a los problemas encontrados en el uso

Ya hemos visto que muchos factores contribuyen a la diversidad y, sobre todo, a la variabilidad de las estructuras

del archivo DAC, produciendo dificultades para el intercambio de datos.

Algunos de ellos son factores negativos, en el sentido de que la estructura del archivo no corresponde a la deseada por el diseñador que la produjo. Es el caso especialmente en el trabajo con restricciones de tiempo, en donde los diseñadores están obligados a abandonar las tareas de estructuración para dedicarse exclusivamente a la producción del documento en papel.

El desarrollo de entornos informáticos que comprenden herramientas de ayuda a la estructuración podría, en este tipo de situaciones, contribuir a mejorar su calidad. En efecto, es importante que las tareas de estructuración no tomen demasiada importancia en la actividad de los diseñadores y no lleguen, como es el caso a veces, a parasitar la realización de las tareas principales de diseño. Las herramientas de ayuda a la estructuración, bien concebidas, se podrían utilizar en esta perspectiva.

Una parte de los factores que contribuyen a la diversificación de los archivos puede, además, ser considerada como factores positivos porque la especificidad de la estructuración constituye, para los diseñadores, un medio de adaptación de la forma del archivo, por una parte a las particularidades del proyecto y de las tareas, por otra parte a sus esquemas de utilización y a sus saber hacer propios. La estructuración del archivo constituye entonces un factor importante de adecuación de la herramienta de trabajo a las tareas en las competencias.

El enfoque instrumental conduce a concluir que las filosofías de diseño de entornos informáticos se basan en el principio de una rígida fijación *a priori* de la estructuración del archivo,

y parecen condenadas a encontrar grandes dificultades, si no a fracasar, pues prohibirían los ajustes funcionales a las particularidades del proyecto y a los esquemas de utilización. Ahora bien, es precisamente el reto en el que se basan algunos de los entornos informáticos, de tipo depósito de planos, que tratan de permitir el intercambio de datos, la integración de los aportes de múltiples diseñadores y versiones sucesivas en el curso del proyecto.

En nuestras observaciones en la empresa de ingeniería hemos podido constatar que una aplicación extremadamente restrictiva en términos de estructuración del archivo hacía la tarea del diseño muy problemática². Los diseñadores, en un primer momento, realizaron su trabajo en dos etapas: diseño en papel y luego en pantalla. En un segundo momento utilizaron la aplicación en modo degradado: se abandonaron las funcionalidades que imponían una estructuración coercitiva del archivo. Finalmente, se abandonó el uso mismo de la aplicación.

Un entorno informático destinado a permitir el intercambio y el compartir de datos debe ofrecer la posibilidad de una especificación de la estructura de archivos en función de las necesidades individuales o colectivas. Además, la estructuración debe poder ser evolutiva para adaptarse a la dinámica de la evolución del proyecto y de las tareas.

Diseño centrado en esquemas y representaciones de los usuarios

Los diseñadores perciben cada vez mejor el interés de un enfoque instrumental como lo atestigua el libro de Quarante

² Las restricciones sobre la estructura del archivo hacían que la aplicación destinada al diseño de armarios eléctricos, comprendiera funcionalidades que permitían realizar automáticamente un cierto número de operaciones fastidiosas como la numeración de los siglos y la agrupación de los conectores. Esas disfuncionalidades imponían especialmente una estructura de archivo totalmente predefinida e invariable.

(1994) que presenta, al lado de la noción de imagen operativa, la noción de esquema social de utilización como una de las formas de tomar en cuenta al usuario en el diseño.

Tomemos un ejemplo de lo que podría ser un diseño centrado en representaciones y esquemas del usuario. Se trata del programador de calefacción mencionado en el capítulo 9. Recordemos rápidamente los resultados de la investigación realizada por Chailloux (1992 y 1994). Las representaciones de los usuarios son muy diferentes de las de los diseñadores. Los diseñadores tienen una visión técnica de los programadores de calefacción. Para ellos, son objetos técnicos destinados a controlar un sistema de calefacción de manera variable en función del tiempo. El programador es una “máquina temporal” a la que el usuario le proporciona datos de entrada para que pueda funcionar. Mientras que para los usuarios el programador es un instrumento muy diferente, que les permite actuar sobre la temperatura en función de sus ritmos de vida; es una especie de control remoto temporal que permite atravesar el tiempo y no el espacio.

De esta manera se plantean dos ideas en el nivel de la concepción ergonómica:

- Quedarse en una perspectiva tecnocéntrica. El esfuerzo tratará de hacer comprender al usuario las propiedades del sistema y de las modalidades de uso (en el seno del comportamiento esperado). En la interfaz, las instrucciones se trabajarán de manera que faciliten la producción de ese comportamiento por parte del usuario. Se trata de ayudarlo a hacer sus representaciones y sus esquemas más acordes con lo que es técnicamente el

programador. El usuario debe acomodarse al artefacto como objeto técnico.

- Pasar a un enfoque instrumental. El esfuerzo tratará de permitir la inserción del artefacto como instrumento en la actividad del usuario y de colocar el artefacto en situación de asimilación: el artefacto debe poder ser asimilado directamente a los esquemas y representaciones del usuario. La interface será más bien de tipo metafórico, y el artefacto se diseñará en coherencia con las representaciones y esquemas de los usuarios. De cierta manera aquí el artefacto se acomoda al usuario desde su origen, es decir, desde el diseño.

El segundo camino nos parece preferible en alto grado. En efecto, el programador de calefacción es un aparato sobre el que el usuario interviene con poca frecuencia (los ritmos de vida son relativamente estables) y realizar el aprendizaje difícil implicado por la primera solución es poco verosímil. Además, dada la poca frecuencia de utilización, los conocimientos adquiridos se olvidan rápidamente, no se aprenden de nuevo y el objeto técnico se hace inútil³. Por el contrario, un programador que corresponda a las representaciones y los esquemas del usuario será utilizado.

Sin embargo, este segundo camino no siempre es el más interesante. Cuando no se trata de artefactos de la vida cotidiana, un aprendizaje costoso puede justificarse si aumenta de manera importante y durable las competencias y capacidades de acción del usuario. Es el caso, por ejemplo, de muchas máquinas profesionales.

3 ¿Quién no tiene abandonados en su casa un programador de televisión o de horno?

Diseñar a partir de los instrumentos reales de los usuarios

Sobre todo en el campo profesional, el proceso de diseño puede basarse fuertemente en instrumentos que son resultado de génesis instrumentales y elaboraciones de los usuarios. Ya hemos citado, en un capítulo anterior, el ejemplo de los mapas marinos producidos por los capitanes de barco de pesca (Minguy y Rabardel 1993); aquí presentamos un segundo ejemplo en el campo de la regulación del tráfico de buses (Folcher 1994).

Los reguladores disponen de una multiplicidad de instrumentos para hacer su trabajo. Sin embargo, elaboran, a partir de los documentos a su disposición, otro soporte de trabajo: la tabla de marcha (TM), llamada “con llave”. El análisis de la actividad de regulación permite comprender por qué los operarios pasan varias horas elaborando la “TM con llave” que consideran indispensable. Ésta presenta una organización de conjunto de la información espacio-temporal que necesitan los reguladores, mientras que la mayoría de las otras herramientas a su disposición están centradas más bien en la información espacial (imagen líneal) o en la información temporal (tablas horarias). La TM con llave tiene el rol de integrar informaciones de naturaleza diferente. Permite una visualización simultánea de la integralidad de los servicios de los agentes y del orden de las salidas y también la inscripción, en tiempo real, de los decalages que se producen con respecto al funcionamiento inicialmente previsto... De esta manera le da a los operarios la posibilidad de manipular una representación esquemática del conjunto del proceso y de las variables de control pertinentes, aumentando así su campo de control.

Este conjunto de propiedades estructurales y funcionales de la herramienta elaborada por los operarios, por una parte permite producir orientaciones para la elaboración del cuaderno de funciones en el marco de un rediseño de las herramientas; por otra parte, proporciona elementos para poner a prueba las soluciones propuestas por los diseñadores.

Elaborar y evaluar un proyecto de diseño basado en el modelo de las situaciones de actividad instrumentada

Ilustraremos la utilización del modelo tripolar SAI en el diseño de sistemas antropotécnicos, un ejemplo que debemos a M. Laurent⁴.

Un método tecnológico clásico de definición de las funciones y restricciones de un producto consiste en:

- En primer lugar, describir su entorno, es decir, establecer la lista de los elementos (objetos, individuos...) que son susceptibles de estar en relación o en contacto con el producto.
- En segundo lugar, definir las funciones y las restricciones como expresión de las relaciones que existen entre el producto y los elementos del entorno o que el producto establece entre dos entornos.
- En la siguiente etapa, precisar las funciones con criterios (cualitativos) y niveles de desempeño (cuantitativos) que deben alcanzarse. Estos criterios se desprenden, por una parte, de las características de los medios que los rodean. Por ejemplo, si se trata de la concepción de un esfero:

⁴ Maryse Laurent consultante en ingeniería y economía en la sociedad IODE de Brest.

tipo de papel (grano, espesor, colores...) sobre el que debe dejar una línea; por otra parte, las expectativas y las exigencias del usuario, por ejemplo, grosor del trazo, intensidad del trazo...

El modelo SAI permite enriquecer la reflexión del diseñador cuando establece el plan funcional de acciones. Ahora presentamos un ejemplo tomado de una situación de diseño real en la que la modelización SAI permitió ampliar el campo de reflexión de los diseñadores. Se trata del diseño de un recuperador de desechos sólidos (botellas, bolsas plásticas...) en los puertos⁵. El objetivo del estudio era definir un sistema de recolección de desechos, para adaptarlo a una barca existente. Se abandonaron algunas propuestas de solución que respondían a un primer plan de acción funcional (elaborado sin referencia al modelo SAI), después de enriquecerlo utilizando el modelo SAI. Se vió la necesidad de incluir un elemento nuevo, la interacción piloto del barco-desechos. La figura 20 ilustra esta inclusión.

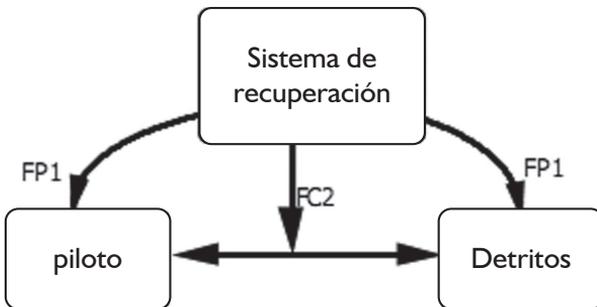


Figura 20: Modelación de la situación para el diseño del sistema de recuperación de detritos. FP (función principal), FO (función obligada)

⁵ El diseño del recuperador de desechos sólidos en los puertos fue producto de una colaboración entre la empresa EGMO y estudiantes del IUP de ingeniería mecánica de Brest.

En la Figura 21 se representa el principio del sistema.

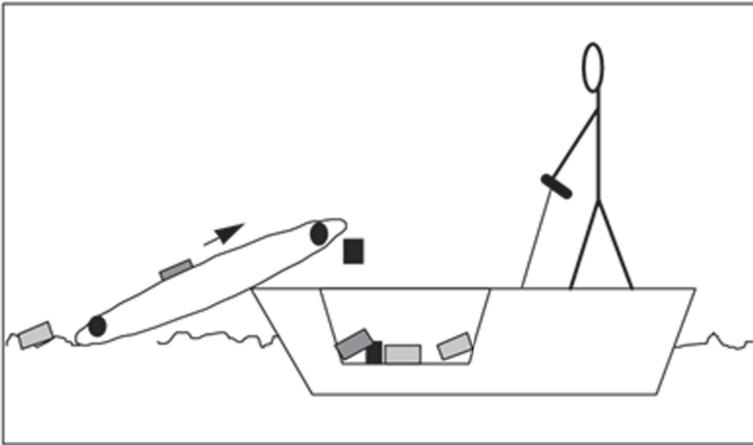


Figura 21: Principio de recuperación de desechos sólidos flotantes

- FP1 corresponde a la función principal del sistema que debe permitir al piloto recuperar los desechos.
- FC2 corresponde a restricciones de uso del sistema como instrumento del piloto: el sistema debe permitir al piloto controlar la recolección, garantizando la visión de los desechos tanto en el agua (pilotar el barco) como durante la operación de recolección (para garantizar el buen desarrollo, anticipar y prevenir disfuncionamientos, embotellamientos...).

El respeto de la restricción FC2, destinada a garantizar al piloto la visibilidad de los desechos y de la interacción entre el tapete recolector y los desechos, tiene consecuencias, por una parte, en la implantación relativa del tapete recolector y del puesto de pilotaje, por otra parte en la altura e inclinación del tapete.

Diseño de acciones, programas y capacitaciones desde una perspectiva instrumental

Hemos examinado algunos aportes posibles de un enfoque instrumental al diseño de sistemas DAC. Naturalmente, no todos los problemas pueden resolverse en el diseño, y la introducción de los sistemas DAC también tiene repercusiones en el campo de la formación. Los actores implicados son las personas que deben diseñar con el DAC y aquellos cuyas acciones o decisiones están en relación directa con esas tareas (ingenieros, jefes de proyecto...)

Para las personas que trabajan directamente con los sistemas DAC podrían seguirse diferentes vías de formación complementarias a las existentes:

- En primer lugar, desde la formación inicial, parece deseable estructurar contenidos de enseñanza sobre el objeto nuevo que constituye el archivo informático. En efecto, su gestión constituye uno de los principales retos, y una de las mayores dificultades que encuentran los diseñadores en el terreno. Esta formación debería incluir dos aspectos principales. Por una parte, debería permitir una mejor comprensión de lo que es el documento gráfico en forma de archivo, a la vez como objeto informático y como material para que el diseñador lo trabaje y retrabaje. Por otra parte, debería promover la gestión del archivo como medio de organización de su propio trabajo, en relación con el trabajo de los demás y la evolución del proceso de diseño sobre largos tiempos que caracterizan los proyectos de ingeniería.

- En segundo lugar, en nuestra opinión las capacitaciones deberían preparar a los futuros diseñadores en procesos de génesis instrumentales. En todas partes hemos podido observar que los usuarios se ven obligados a modificar sus herramientas de trabajo para adaptarlas a sus necesidades, sus competencias y a la diversidad de situaciones encontradas. Hoy en día, es frecuente que los usuarios intervengan sobre sus herramientas sin contar con verdaderas competencias para eso, lo que tiene consecuencias negativas en algunos casos. Sería mejor prepararlos para eso.

Las capacitaciones deberían también involucrar a las personas cuya actividad propia tiene una influencia directa en los usuarios de DAC: ingenieros, jefes de oficina, jefes de proyecto e incluso técnicos comerciales. En efecto, hemos podido constatar una pérdida de competencia por parte de algunas personas que pertenecen a esas categorías. Mientras que para el diseño que se realiza sobre una mesa tienen una buena representación de la naturaleza del trabajo de los diseñadores y de las dificultades que pueden encontrar, a menudo desconocen aspectos esenciales del trabajo con los sistemas DAC. Las consecuencias de esto son a menudo problemáticas: aceptación de modificaciones costosas solicitadas por un cliente porque se piensa que son fáciles de realizar (con DAC basta con oprimir un botón), plazos de realización mal estimados que conducen a sobrecostos humanos y económicos, proyectos insuficientemente estructurados en vista de las necesidades de organización inherentes al empleo de las herramientas DAC, etc. La lista es larga. El camino no consiste en brindar a esas categorías de personal capacitación tan profunda como las de los especialistas de la DAC. Se trata más bien de permitirles construir una cultura relativa tanto a esas herramientas como a las características del trabajo cuando se les usa.

La modificación que hacen los operarios de sus instrumentos no es un fenómeno marginal en DAC, ni un fenómeno localizado de ese campo. Cuando tratamos de estudiarlo nos damos cuenta de su carácter casi universal en las situaciones de utilización de instrumentos y de su desarrollo rápido con las herramientas informáticas. Más allá de las acciones locales de formación, tomar en cuenta, en el seno del sistema educativo, un enfoque instrumental del DAC y, en general, de los sistemas antropotécnicos resulta necesario hoy en día. El enfoque dominante es en efecto todavía casi exclusivamente de tipo tecnocéntrico. Las consecuencias son importantes, al menos, en dos planos:

- Por una parte, la formación de los futuros profesionales tiende a desconocer dimensiones esenciales de su actividad futura. Por ejemplo, en las formaciones que conducen a bachilleratos profesionales y técnicos, las actividades de uso real de los sistemas técnicos tienden a ser minusvaloradas con respecto a las de modelización y simulación: los profesores implicados se refieren irónicamente al “taller de producción papel”. Se asiste paralelamente a una fuerte disminución y, en ocasiones, casi a la desaparición, en las revistas profesionales o asociativas de profesores, de artículos relativos al problema de la relación de los alumnos con las máquinas y los sistemas técnicos.
- Más allá de la formación profesional, las formaciones que buscan una aculturación técnica en la escuela son casi siempre incapaces de promover la actividad del operario y asimismo la dimensión humana del trabajo. Por ejemplo, en algunos casos, los alumnos de especialización E (que cursan un bachillerato científico y también técnico) pueden no utilizar jamás una máquina⁶. El desarrollo de

⁶ Agradecemos a René Trabattoni, profesor del Liceo Técnico, a quien debemos éstas informaciones.

un punto de vista instrumental que complemente el punto de vista tecnológico no bastará para resolver el grave problema, pero puede aportar una contribución útil para superarlo.

- Por otra parte, los futuros profesionales del diseño formados bajo una óptica tecnocéntrica están muy mal preparados para tomar en cuenta al usuario y la utilización en sus futuros proyectos de diseño. El enfoque tecnocéntrico tiende a reproducirse a través de las generaciones sucesivas de diseñadores... y de artefactos.

La elaboración de contenidos de enseñanza que incluyan un enfoque instrumental de los objetos y los sistemas antropocéntricos y el desarrollo de trabajos de ingeniería didáctica orientados en esta perspectiva resultan ser una necesidad urgente en la actualidad.

Construir situaciones que favorezcan la formación de conocimientos y el desarrollo de competencias en formación en el trabajo

Hasta ahora se le ha dado muy poca atención a las potencialidades educativas de los procesos de aprendizaje por utilización.

El uso de instrumentos, sin embargo, está bastante difundido en las enseñanzas técnicas y profesionales, pero también en muchas disciplinas de enseñanza general. En geometría, por ejemplo, se utilizan regla, compás y escuadra para realizar

Además, cabe anotar que actualmente la situación está evolucionando. Por ejemplo, un texto de recomendaciones de la inspección general para los profesores de productos mecánicos (septiembre 1994) precisa con énfasis que "las masas horarias dedicadas a la aplicación deben corresponder actividades efectivas del alumno o del estudiante con las máquinas o los periféricos de producción. El respeto de los horarios asignados a esos períodos de formación limitará un exceso observado hacia actividades más abstractas, alejadas de las máquinas y de los medios técnicos, que desmovilizan a veces a los alumnos sin garantizar el acceso a las competencias descritas en los documentos de referencia

múltiples trazados y construcciones⁷.—Tras un breve lapso del proceso de enseñanza estos instrumentos se consideran simples auxiliares, neutros, que no intervienen como tal en las conceptualizaciones de los alumnos. ¿Es esto cierto? ¿Cuál es su estatus cognitivo real? ¿De qué manera contribuyen a la estructuración del pensamiento geométrico y espacial de los alumnos? O, por el contrario, ¿la obstaculizan? Por ejemplo, Ourahay (1991) mostró que la noción de simetría ortogonal no se construye en los alumnos de la misma manera ni con los mismos contenidos según los instrumentos utilizados para hacer las construcciones gráficas (escuadra, compás, dobleces). Asimismo, Bautier (1993) mostró el impacto de los instrumentos en la conceptualización de las transformaciones geométricas.

Actualmente se abre un camino prometedor: el del diseño de instrumentos que permitan la construcción y empleo de conceptos y competencias necesarias para el trabajo. Vamos a dar un ejemplo a partir de la investigación en robótica, ya presentada en el capítulo 11.

Recordemos la situación: la teleoperación de un brazo del robot se realiza con ayuda de una caja de comandos formada por tres cursores ortogonales entre ellos y distinguidos por su color: amarillo, rojo, azul. Corresponden a los tres ejes de referencia del espacio de trabajo en el que el brazo puede desplazarse.

Las posiciones simultáneas de los cursores en cada uno de los ejes del dispositivo de comandos, definen un punto que corresponde a la posición de la extremidad de la pinza en el espacio de trabajo del robot. Para alcanzar un punto cualquiera del espacio de trabajo con la extremidad de la pinza, basta

⁷ Instrumentos nuevos, informáticos, comienzan a aparecer; el programa de geometría dinámica, Cabri, es un ejemplo.

con colocar simultáneamente los cursores de manera que indiquen el punto correspondiente.

Habíamos diseñado este tipo de dispositivo haciendo la hipótesis de que la estructuración particular de cada dispositivo conduciría a los alumnos a construir representaciones del espacio en términos del sistema de referencia tridimensional. La perspectiva didáctica era el desarrollo, con base en esta construcción cognitiva relacionada con la acción, de una enseñanza sistematizada por una parte en el campo de la conceptualización del espacio tridimensional en matemáticas y física, por otra parte en el campo del control digital de las máquinas que se mueven en ese tipo de espacios (robots, máquinas de comandos digitales).

Los resultados van efectivamente en el sentido de nuestras hipótesis, pero los efectos no se hacen sensibles en los sujetos sino progresivamente a través de una larga génesis instrumental que puede durar varias horas. Los sujetos, inicialmente centrados en buscar efectos de sus acciones en el brazo del robot, hacen evolucionar sus representaciones a la vez relativas a las propiedades y características de la máquina y a las del espacio sobre el cual y en el cual permite actuar. El espacio, inicialmente tratado como un espacio de desplazamiento (en el sentido corporal) se convierte progresivamente en un espacio con un referente tridimensional. Esos resultados muestran que las representaciones relativas a los sistemas técnicos, en su función instrumental, se construyen solidariamente y en estrecha articulación con las representaciones de la realidad sobre la que el instrumento permite actuar (el espacio en este caso).

Instrumentos diferentes implican concepciones diferentes, no solamente del artefacto (lo cual es trivial) sino, también

y sobre todo, de lo real como lugar y objeto de la acción. Por ejemplo, contradiciendo la intuición común, el instrumento no es absolutamente neutro con respecto a lo real. Operar un mismo desplazamiento de un objeto, de un punto A a un punto B, con dos robots basados en principios diferentes, implica la construcción por parte de los usuarios de representaciones de propiedades espaciales diferentes, basadas ellas mismas sobre conceptualizaciones del espacio profundamente diferentes (Rabardel, 1993b).

Los efectos de las herramientas sobre el desarrollo de las competencias, además, no se limitan en manera alguna al campo de la educación como lo muestra Samurcay (1994). Partiendo de un análisis de los procesos en juego en el funcionamiento y el control de los hornos industriales, se elaboró una herramienta de ayuda al control. Quedó estructurada en términos de un conjunto de descriptores, conceptos pragmáticos para la acción (en el sentido de Pastré 1992), tomados a su vez de modelos de ingenieros y de los operarios más experimentados. La hipótesis era, por una parte, que esta herramienta permitiría un mejor control del horno industrial, por otra parte, que facilitaría el desarrollo de las competencias de los operarios poniendo a su disposición un conjunto de informaciones específicamente organizadas y adaptadas a sus tareas y a las condiciones de su actividad. Los resultados obtenidos en simulación van en el sentido de una confirmación de esas hipótesis sobre puntos esenciales. La herramienta experimental tiende en especial a mejorar la actividad de recolección de información y de diagnóstico de los operarios. La guía del desarrollo de las competencias a través de la organización de las situaciones de trabajo, y en especial de los instrumentos de los que disponen, es una posibilidad abierta en el seno mismo de las situaciones de trabajo.

Los ejemplos que acabamos de presentar muestran que los instrumentos no son conceptualmente neutros, sino que contienen una “concepción del mundo” que se impone más o menos a sus usuarios, e influencia el desarrollo de sus competencias. Es necesario hoy en día, analizar desde este punto de vista los instrumentos habituales de las prácticas educativas y profesionales para controlar mejor su empleo formativo. Así será posible identificar los aportes potenciales de esos aprendizajes complementarios a los aprendizajes que se estructuran alrededor de exposiciones sistemáticas del saber. Se trata no solamente de los aportes relativos al uso instrumental de artefactos sino también, y quizá sobre todo, de las generalizaciones posibles de esos saberes en acto tanto en el campo profesional como en dirección de disciplinas más “generales”.

Los saberes instrumentales son susceptibles de tener un rol de precursores para construcciones que se formalizan luego, sobre una base disciplinar y/o estructurada en el seno de las herramientas más generales de la cognición. Construimos instrumentos nuevos explícitamente basados en esta propiedad que permitirán recorrer los caminos que llevan de la acción a la conceptualización y a la formalización y se inscribirán así en el movimiento general de desarrollo cognitivo de los seres humanos.

Bibliografía

AMALBERTI, R. (1991). - Sécurité des vols et automatisation des cockpits, Séminaire OACI, Douala, 6-10 mai.

ANONYME (1989). - Nouvelle technologie et sécurité, Sécurité aérienne, Nouvelles, Canada, n° 6.

AUCHERIE, P., Sacotte, E. (1994 a). - Utilisation d'un artefact comme instrument, analyse pour le DESS psychologie du travail et ergonomie cognitive, Université Paris VIII.

BAINBRIDGE, L. (1982). - Ironies of automation, proceedings of the IFAC/IFORS/IEA/IFS conferece on analysis, design and evaluation of man-machine systems, Baden Baden.

BAINBRIDGE, L. (1991). - Will expert systems solve operators problems, draft.

BANNON, L.J., Bodker, S. (1991). - Beyond the interface: encoutering artifacts in use, in Designing i nteraction. Psychology of Human Computer Interface, Caroll J. M. ed. Cambridge University Press.

BARTLETT, F. (1932). - Remembering: a study in experimental and social psychology, Cambridge University Press, London.

BASTIEN, C. (1987). - Schèmes et stratégies dans l'activité cognitive de l'enfant, PUF, Paris.

BAUTIER, T. (1993 a). - Théorie des médiations et enseignement des transformations géométriques, Thèse de doctorat, université de Bordeaux 1.

BÉGUIN, P. (1993 a). - Dimensions collectives des activités avec instruments en dessin et conception assistée par ordinateur, Communication au Séminaire "Activités avec instruments", Laboratoire d'Ergonomie du CNAM.

BÉGUIN, P. (1993 b). - Field evaluation and collective work design in practice with CADE, valuation studies in CSCW, ECSCW'93.

BÉGUIN, P. (1994). - Travailler avec la CAO en ingénierie : de l'individuel au collectif dans les activités avec instruments, Thèse d'ergonomie, Laboratoire d'ergonomie, CNAM.

BÉGUIN, P. Rabardel, P. (1993 à paraître o). - concevoir avec et sans CAO,.

BERNOUX, P. (1991). - L'appropriation des techniques, In Perrin, J. ed., Construire une science des techniques, l'interdisciplinaire, Limonest.

BERTHET, M. (1986). - Apports et limites de l'expression ouvrière: un exemple de "boîtes à idées", Travail et emploi, septembre, n° 30.

BERTRAND, L., Weill Fassina, A. (1993). - Formes des représentations fonctionnelles et contrôles des actions dans le diagnostic de pannes, in Weill-Fassina A., Rabardel P., Dubois D. eds., Représentations pour l'action, Octares.

BIBARD, L. (1991). - un nouvel objet technique: l'immunotoxine, In Perrin, J. ed., Construire une science des techniques, l'interdisciplinaire, Limonest.

BODER, A. (1982). - Le rôle organisateur du schème familial en situation de résolution de problème, Thèse de doctorat présentée à la faculté de psychologie et des sciences de l'éducation, université de Genève.

BODER, A. (1992). - Le schème familial, unité cognitive procédurale privilégiée, in, Inhelder, B & Cellérier, G. eds. 1992, le cheminement des découvertes chez l'enfant, recherches sur les microgenèses cognitives, Delachaux et Niestlé, Lausanne.
Bodker, S. (1989). - A human activity approach to user interface, Human Computer Interaction, vol 4, pp 171-195.

BODKER, S. (1991). - Through the interface: a human activity approach to user interface design, Lawrence Erlbaum associates Publishers.

BOESCH, C. & Boesch-Achermann, H. (1991). - Les chimpanzés et l'outil, La recherche, 233, pp 724-731.

BOURDIEU, P. (1965). - Un art moyen, Editions de minuit.

BRODNER, P. (1987). - Strategic options for new productions systems: Computer and Human integrated manufacturing, CEC-FAST Publications, Bruxelles.

BRONCKART, J.P. (1985). - Vygotsky, une oeuvre en devenir, in Vygotsky aujourd'hui, B.Schneuwly et J.P. Bronckart eds., Delachaux et Niestlé.

BRUNER, J. (1991). - ... car la culture donne forme à l'esprit: de la révolution cognitive à la psychologie culturelle, éditions Eshel, Paris.

BRUNER, J.S., Hickmann, M. (1983). - La conscience, la parole et la "zone proximale", in Bruner, J.S., Savoir faire et savoir dire, PUF, Paris.

BRUNER, J.S., Olson, P.R. (1977-78). - Symbols and texts as tools of intellect, Interchange, 8, 1-15.

BULLINGER, A (1987 a). - La formation d'actions motrices chez l'enfant, aspects sensorimoteurs, colloque SFP, 13-14 mars Paris.

BULLINGER, A. (1987 b). - The movement or its control, *European Journal of Cognitive Psychology*, vol. 7, n° 2.

BULLINGER, A. (sous presse). - Le concept d'instrumentation: son intérêt pour l'approche des différents déficits, in Deleau, M., (ed.), PUF, Paris.

BULLINGER, A. (1990). - L'enfance comme processus, *Évolution et Cognition*, Bergamo.

BUXTON, W. (1982). - An informal study of selection positioning tasks, *Graphics Interface*, 82, 323-328.

BUXTON, W., Fiume, E., Hille, R., Lee, A., Woo, C. (1982). - Continuous hand driven input, *Graphics Interface*, 183, 131-135.

CADOZ, C. (1992). - Le geste canal de communication homme-machine, la communication instrumentale, draft.

CAHOUR, B. (1992). - Explanation techniques: a state of the art, Draft Esprit project 6013, laboratoire d'ergonomie, CNAM, Paris.

CARD, S.K., Robert, J.M. & Keenan, L.N. (1985). - One line composition of text, in Shackel, B. ed., *Interact'84*, Amsterdam, North Holland.

CAROLL J. M. ed. (1991 a). - Designing interaction, *Psychology at the Human-Computer Interface*, Cambridge University Press, New York.

CAROLL J. M. (1991 b). - The Kittle House Manifesto, in Caroll J. M. ed., 1991, *Designing interaction, Psychology at the Human-Computer Interface*, Cambridge University Press, New York.

CELLÉRIER, G. (1979 a & b). - Structures cognitives et schèmes d'action, *Archives de psychologie*, n° 180, pp 87-104, n° 181, pp 107-122.

CELLÉRIER, G. (1987). - Structures and functions, in Inhelder, B., De Caprona & Cornu-Wells eds, *Piaget today*, London, Erlbaum.

CELLÉRIER, G., Ducret, J.J. (1992 a). - Le constructivisme génétique aujourd'hui, in, Inhelder, B & Cellérier, G. eds. 1992, *le cheminement des découvertes chez l'enfant, recherches sur les microgenèses cognitives*, Delachaux et Niestlé, Lausanne.

CELLÉRIER, G., Ducret, J.J. (1992 b). - Organisation et fonctionnement des schèmes, in, Inhelder, B & Cellérier, G. eds. 1992, *le cheminement des découvertes chez l'enfant, recherches sur les microgenèses cognitives*, Delachaux et Niestlé, Lausanne.

CHABAUD, C. (1990). - Tâche attendue et obligations implicites, In Dadoy & al. (eds.), *Les analyses du travail, enjeux et formes*, Collection des études, n° 54, CERREQ.

CHAILLOUX, K. (1992). - Apport de la modélisation tripolaire des activités avec instrument à la conception des produits destinés au grand public, *Mémoire pour le DEA d'ergonomie*, Laboratoire d'ergonomie du CNAM.

CHAILLOUX, K. (1994). - Apport de l'ergonomie à la conception de produits destinés au grand public, un exemple: les

programmeurs de chauffage, in Ergonomie et Ingénierie, Actes du 29 ème congrès de la SELF, Eyrolles, Paris.

CHAPANIS, A. (1975). - Ethnic variables in human factors engineering, J. Hopkins, University Press, Baltimore.

CHRISTIAANS, H.H.C.M. (1991). - Cognition in dealing with interactive devices, in Queinnec Y., Daniellou F. eds., Designing for Everyone, Taylor and Francis London.

CHRISTOL, J., Mazeau, M. (1993). - Amélioration de la qualité: le rôle du facteur humain, Performances humaines et techniques, N° 65.

CHRISTOL, J., Mazeau, M. et al. (1994). - Analyse fonctionnelle et analyse opérationnelle : les moyens d'une coordination, in Ergonomie et Ingénierie, Actes du 29 ème congrès de la SELF, Eyrolles, Paris.

CHURCHILL, E. F. (1992). - The formation of mental models: are "device instructions" the source?, In the proceedings of the Sixth European conference on Cognitive Ergonomics: "Human-Computer interaction: tasks and organization.

CLEGG (1988). - Appropriate technology for manufacturing: some management issues, Applied Ergonomics, march.

CLOT, Y. (1992). - La vigilance peut-elle être automatisée, Performances Humaines et Techniques, septembre, 56-59.

COLE, M. (1990). - Cultural psychology: A once and future discipline?, Paper presented at the Nebraska Symposium 1989.

COOK, R., Woods, D.D., Mc Colligan, E., Howie, M.B. (1991). - Cognitive consequences of "clumsy" automation on high workload, high consequence human performance, in Savely R.T. ed., Fourth Annual Workshop on Space Operations Applications and Research (SOAR '90), NASA.

COOLEY, M. (1989). - European competitiveness in the 21st century. Integration of work, culture and technology, Contribution to the Fast proposal for and R&D Programme on "Human Work in Advances Technological Environments».

CORBETT J.M. (1988). - Ergonomics in the development of human-centred AMT, Applied Ergonomics, 19.1, pp 35-39.

COUTOUZIS, M., Latour, B. (1986). - Le cas du village solaire de Frango-Castello, L'Année sociologique n° 36, pp 113-169.

CRAVEN, F.W., Slatter, R.R. (1988). - An overview of advanced manufacturing technology, Applied Ergonomics, 19.1, pp 9-16.

CUNY, X. (1981 a). - La fonction sémiologique dans le travail: l'élaboration et l'utilisation des systèmes non verbaux chez l'adulte, thèse pour le doctorat d'état es lettres et sciences humaines

CUNY, X. (1981 b). - Analyse sémiologique et apprentissage des outils-signes: l'apprentissage du schéma d'électricité, Communications, n° 33, pp 103-141.

CUNY, X. (1993). - Outils sémiologiques et organisation des conduites de travail, Communication au Séminaire "Activités avec instruments", Laboratoire d'Ergonomie du CNAM.

CUNY, X., Deransart, P. (1971-72). - Formalisation pour l'analyse du travail mental: la machine et ses représentations, *Bulletin de psychologie*, 296, pp 273-281.

DANEV, S.G., Winter, C.R. de & Wartina, G.F. (1970). - Time, stress and Katachretical behaviour, Publication de l'institut N.I.P.G./TNO, Leiden.

DANIELLOU, F. (1986). - L'opérateur, la vanne, l'écran : l'ergonomie des salles de contrôle, Collection Outils et méthodes, ANACT, Montrouge.

DANIELLOU, F. (1992). - Le statut de la pratique et des connaissances dans l'intervention ergonomique de conception, Thèse d'habilitation à diriger les recherches, Université Toulouse le Mirail.

DEFORGE, Y. (1981). - Éléments pour une génétique de l'objet technique, TN 18, Université Technologique de Compiègne.

DEFORGE, Y. (1991). - Enseignements techniques, enseignements professionnels, enseignements technologiques: essai d'élucidation de ces trois titres, In Perrin, J. ed., *Construire une science des techniques, l'interdisciplinaire*, Limonest.

DELTOR, S. (1993 a). - Qualité produit du travail et de l'organisation: introduction, in Actes du colloque "Qualité produit du travail et de l'organisation", Aubagne novembre 1993.

DEMAILLY, A., Lemoigne, J.L. (1986). - Sciences de l'intelligence, sciences de l'artificiel, PUL, Lyon.

DOUADY, R. (1986). - Jeux de cadres et dialectique outil-objet, Recherches en didactique des mathématiques, vol. 7, n° 2, pp. 5-31.

DREYFUS, H. (1984). - L'intelligence artificielle: mythes et limites, Flammarion, Paris.

DUBOIS, D. (1991). - Categorisation et cognition 10 ans après une évaluation des concepts de Rosch , Sémantique et cognition, Paris, Editions du CNRS.

DUBOIS, P. (1992). - Conception et évolution des systèmes techniques. Rationalisation de la production, in Colloque interdisciplinaire Travail: recherche et prospective.

DUVENC-LANGA, S. (1993). - De la machine outil traditionnelle à la commande numérique, quelles évolutions de compétences?, Communication au séminaire "Didactique Professionnelle", 21-22 janvier, Groupement de recherche Didactique du CNRS.

EHN, P., Kyng, M. (1984). - A tool perspective on design of interactive computer for skilled workers, in Sääksjärvi M. ed. Proceedings of the 7th Scandinavian seminar on systemeering, Helsinki school of Economics.

EHN, P., Kyng, M., & Sundblad, Y. (1983). - The Utopia Project, in V. Briefs, C. Giborra, & L. Schneider eds., Systems design for, with and by the users, Amsterdam, Noth-Holland.

ENGESTRÖM, Y. (1991). - Developpemental work research: reconstructing expertise through expansive learning, in Nurminen M.I., Weir G.R.S. eds., Human jobs and computer interfaces, Elsevier Science Publishers.

EYSENCK, M.W., Keane, M.T. (1990). - *Cognitive Psychology A Student's Handbook*, Lawrence Erlbaum associates Publishers, London.

FALZON, P. (1989 a). - *Analyser l'activité pour l'assister*, Actes congrès de la SELF, Lyon.

FALZON, P. (1989 b). - *Ergonomie cognitive du dialogue*, Presses Universitaires de Grenoble.

FAVERGE, J.M. (1970). - *L'homme agent d'infiabilité et de fiabilité du processus industriel*, *Ergonomics*, vol. 13, n° 3, pp 301-327.

FAYOL, M., Monteil, J.M. (1988). - *The notion of script: from general to developpemental and social psychology*, *CPC: Cahiers de psychologie cognitive*, *European Bulletin of Cognitive Psychology*, vol. 8, n°4.

FEIGENBAUM, E. (1991). - *Entretien avec Guitta Pessis-Pasternak*, In *Faut il bruler Descartes*, éditions la découverte, Paris.

FISCHER, K.W. (1980). - *A theory of cognitive development : the control and construction of hierarchies of skills*, *Psychological Review*, 87, pp 477-531.

FLAHAUT, J. C., Rabardel, P. (1985 b). - *Et si on coupait les pièces pleines?*, *Techniques Industrielles*, mai-juin.

FLOYD, C. (1987). - *Outline of a paradigm change in software engineering*, in Bjercknes, G., Ehn, P. & Kyng, M. eds., *Computers and democracy - A Scandinavian Challenge* - Aldershot, UK, Avebury.

FOLCHER, V. (1994). - Analyse de l'activité dans une tâche de régulation du trafic bus RATP : rôle du tableau de Marche "à clé", Mémoire de DESS d'ergonomie cognitive.

FREYSSENET, M. (1992). - Les énigmes du travail: quelques pistes nouvelles de conceptualisation, in Colloque interdisciplinaire Travail: recherche et prospective, thème 1: concept de travail.

GAILLARD, J.P. (1993). - Analyse fonctionnelle de la boucle de commande en télémanipulation, in Weill-Fassina A., Rabardel P., Dubois D. eds., Représentations pour l'action, Octares.

GALINIER, V. (1992). - Ergonomie et automatisation dans les véhicules lourds, Mémoire de DEA d'Ergonomie du CNAM.

GARDNER, B.T. & Gardner, R.A. (1972). - Communication with a young Chimpanzee: washoe's vocabulary, in Modèles animaux du comportement, colloque international du CNRS, n° 198.

GARNERAY, L. (1985). - Le nègrier de Zanzibar, Phoebus, Paris.

GARRIGOU, A. (1994). - La compréhension de l'activité des concepteurs, un enjeu essentiel, in Actes des journées de Bordeaux sur la pratique de l'ergonomie.

GENTNER, D. & Stevens A.L. (1983). - Mental models, Lawrence Erlbaum Associates Publishers, London.

GONOD, P.F. (1991). - interdisciplinarité et technologie, In Perrin, J. ed., Construire une science des techniques, l'interdisciplinaire, Limonest.

GOULD, J.D. (1980). - Experiments on composing letters: some facts, some myths and some observations, in Gregg, L.W. & Steinberg, E.R. eds., *Cognitive processes in writing*, Hillsdale, New Jersey: LEA.

GRAS, A., Scardigli, V. (1991). - Le pilote le controleur et l'automate, CETCOPRA & IRISTS, rapport intermédiaire de recherche.

GREEN, T.R.G., Hoc, J.M. (1991). - What is cognitive ergonomics, *Le Travail Humain*, t. 54, 4, 291-304.

GREIF, S. (1991). - The role of German work psychology in the design of artifacts, in *Designing interaction. Psychology of Human Computer Interface*, Carroll J. M. ed. Cambridge University Press.

GRIZE, J.B. (1970). - Préface du livre de P. Mounoud, *Structuration de l'instrument chez l'enfant*, delachaux Niestlé, Paris.

GUILLAUME P., Meyerson, I. (1930). - Recherches sur l'usage de l'instrument chez les singes: le problème du détour, *Journal de psychologie*.

GUILLAUME P., Meyerson, I. (1931). - Recherches sur l'usage de l'instrument chez les singes: l'intermédiaire lié à l'objet, *Journal de psychologie*.

GUILLAUME P., Meyerson, I. (1934). - Recherches sur l'usage de l'instrument chez les singes: l'intermédiaire indépendant de l'objet, *Journal de psychologie*.

GUILLAUME P., Meyerson, I. (1937). - Recherches sur l'usage de l'instrument chez les singes: choix, correction, inventions, *Journal de psychologie*.

GUILLEVIC, C. (1990). - L'appropriation cognitive de l'outil: condition de la fiabilité dans les situations de transfert de technologies, in Leplat J., Terssac de G. & al. Les facteurs humains de la fiabilité dans les systèmes complexes, Octares.

HABERMAS J. (1968-1991). - connaissance et intérêt, Tel, Gallimard, Paris.

HANISCH, K.A., Kramer, A.F. Hulin, C.L. (1991). - Cognitive representations, control, and understanding of complex systems: a field focusing on components of users' mental models and expert/novice differences, Ergonomics, vol. 34, n° 8, pp 1129-1145.

HATCHUEL, A. (1992). - Savoirs, organisations et systèmes productif, in Colloque interdisciplinaire Travail: recherche et prospective, note de discutant.

HAUDRICOURT, A.G. (1964). - La technologie science humaine, la pensée, n° 115.

HAUDRICOURT, A.G. (1987). - la technologie science humaine, recherche d'histoire et d'ethnologie des techniques, Maison des sciences de l'homme, Paris.

HEIDEGGER, M. (1962). - Being and Time, Harper & Row, New York.

HENDERSON, A. (1991). - A developpment perspective on interface, design and theorie, in Designing interaction. Psychology of Human Computer Interface, Caroll J. M. ed. Cambridge University Press.

HENDERSON, H. , Kyng, M. (1991). - There's no place like home: continuing design in use, in Greenbaum J. , King M. eds. Cooperative design of computers, IEA, Laurence Erlbaum associates, publishers.

HENDRICK, H.W. (1987). - Macroergonomics: a concept whose time has come, Human Factors Society Bulletin, 30, 2.

HOC, J.M. (1986). - L'organisation des connaissances pour la résolution de problème: vers une formalisation du concept de schéma, in Bonnet, C., Hoc, J.M. & Tiberghien, G. eds., Psychologie, intelligence artificielle et automatique, Mardaga, Bruxelles.

HOC, J.M. (1989). - La conduite d'un processus continu à longs délais de réponse: une activité de diagnostic, Le Travail Humain, 52, pp 289-316.

HOC, J.M., Nguyen-Xuan, A. (1987). - Les modèles informatiques de la résolution de problème, in Piaget, J., Mounoud, P., Bronkard, J.P., Psychologie, Encyclopédie de la pléiade.

HOC, J.M., Samurcay, R (1992). - An ergonomic approach to knowledge représentation, Reliability, Engineering and System Safety, 36.

HOLLNAGEL, E. (1990). - The design of integrated man-machine systems and the amplification of intelligence, Invited presentation for the International Conference on Supercomputing in Nuclear Applications, Mito city, Ibaraki, Japan.

HOLLNAGEL, E. (1991). - Cognitive ergonomics and the reliability of cognition, *Le Travail Humain*, t. 54, 4, 291-304.

HUBAULT, F., Lebas, M. (1993 a). - Qualité: un terrain d'entente obligée entre ergonomie et gestion?, in Actes du colloque "Qualité produit du travail et de l'organisation", Aubagne novembre 1993.

HUTCHINS, E. (1990). - The technology of team navigation, In Galegher, J., Kraut, R.E. & Egidio, C., *Intellectual Teamwork*, Lawrence Erlbaum Associates Publishers.

HUTCHINS, E., Hollan, J., & Norman, D. (1986). - Direct manipulation interface, in Norman D.A., Draper S. W. eds., *User centered system design: New perspectives in Human Computer Interaction*, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum .

IFRAH, G. (1985). - Les chiffres, ou l'histoire d'une grande invention, Paris, Laffont.

IHDE, D. (1979). - *Technics and Praxis*, Dordrecht, Holland: D. Reidel. Inhelder, B. (1955). - Patterns of inductive thinking, *Proceeding of the 15 th international congress of psychology, Acta psychologica*, 11.

INHELDER, B & Cellérier, G. eds. (1992). - Le cheminement des découvertes chez l'enfant, recherches sur les microgenèses cognitives, Delachaux et Niestlé, Lausanne.

INHELDER, B., De Caprona, D. (1985). - Constructivisme et création des nouveautés, *Archives de psychologie*, n° 53.

INHELDER, B., De Caprona, D. (1992 a). - Vers le constructivisme psychologique: structures? procédures? les

deux indissociables, in, Inhelder, B & Cellérier, G. eds., *Le cheminement des découvertes chez l'enfant, recherches sur les microgenèses cognitives*, Delachaux et Niestlé, Lausanne.

INHELDER, B., De Caprona, D. (1992 b). - Un parcours de recherche, in, Inhelder, B & Cellérier, G. eds., *Le cheminement des découvertes chez l'enfant, recherches sur les microgenèses cognitives*, Delachaux et Niestlé, Lausanne.

INHELDER, B., Piaget, J. (1955). - De la logique de l'enfant à la logique de l'adolescent: essais sur la construction des structures formelles, PUF, Paris.

INHELDER, B., Piaget, J. (1979). - Procédures et structures, *Archives de psychologie*, n° 181, pp 165-176.

JOHNSON, G.I., Wilson, J.R. (1988). - Future directions and research issues for ergonomics and advanced manufacturing technology (AMT), *Applied Ergonomics*, 19.1, pp 3-8.

JORDAN, D.S., Shrager, J. (1991). - The role of physical properties in understanding the functionality of objects, *Proceedings thirteenth annual conference of the cognitive science society*.

JORGENSEN, A.H., Sauer, A. (1990). - The personal touch: a study of users' customization practice, in Diaper & al., *Human-Computer Interaction - INTERACT 90*, Elsevier Science Publishers.

KEYSER, V. de (1988). - De la contingence à la complexité: l'évolution des idées dans l'étude des processus continus, *Le Travail Humain*, 51, n°1, pp 1-18.

KEYSER, V. de (1991). - Can we build a cognitive ergonomics, *Le Travail Humain*, t. 54, 4, 291-304.

KOEHLER, W. (1927). - *L'intelligence des singes supérieurs*, Alcan, Paris.

KUUTTI, K. (1992). - HCI research debate and activity theory position, in Gornostaev, j., ed., *Proceedings of the 2 nd EWHCI conference*, ICSTI, Moscow, 7-13. Laboratoire National d'Essai (1985). - *Rapport sur un essai d'usage de trains électriques pour enfants.*, LNE, Paris.

LABORDE, C., Mejias, B. (1985). - The construction process of an iteration by middle-school pupils: an experimental approach, *Proceedings of the ninth international conference PME*, Streefland ed., Utrecht.

LAFITTE, J. (1932). - *Réflexions sur la science des machines*, Vrin, Paris.

LAVE, J. (1988). - *Cognition in practice*, Cambridge University Press.

LAVILLE, A. (1986). - *L'ergonomie*, Que sais je, PUF, Paris.

LEBAHAR, J.C. (1983). - *Le dessin d'architecte : simulation graphique et réduction d'incertitude*, Parenthèse, Marseille.

LEFORT, B. (1970). - Les utilisations d'outils et la fiabilité de l'organisation, in *Recherches menées dans la sidérurgie Française*, Rapport à la CEE.

LEFORT, B. (1982). - L'emploi des outils au cours de tâches d'entretien et la loi de Zipf-Mandelbrot, *Le Travail Humain*, T. 45, n° 2, pp 307-316.

LEGRAND, M., Boullier, D., Séchet, J.L., Benguigui, C. (1991). - Entre humain et machine: le mode d'emploi, Rapport de recherche PIRTTEM-CNRS.

LEHNER, P., Zirk, D.A. (1987). - Cognitive factors in user/expert-system interaction, *Human factors*, 29 (1), 97-109.

LÉONARD, F., Rabardel, P. (1984). - Objets matériels fabriqués et développement cognitif, Programme scientifique présenté à l'appui d'une demande de création de RCP (INRP), Paris.

LÉONTIEV, A. (1965). - L'homme et la culture, *Recherches internationales*, n° 46.

LÉONTIEV, A. (1972 - 1976). - Le développement du psychisme, éditions sociales, Paris.

LÉONTIEV, A. (1975). - *Activité, conscience, personnalité*, Editions du progrès, Moscou.

LÉONTIEV, A. (1981). - *Problems of the development of mind*, Progress Publishers, Moscow.

LEPLAT, J. (1985). - Les représentations fonctionnelles dans le travail, *Psychologie Française*, t. 30, pp 269-275.

LEPLAT, J. (1991). - Voies de recherche et champs d'intervention dans les nouvelles technologies., *Bulletin de psychologie*, T.XLV, n° 404.

LEPLAT, J., Bisseret, A. (1965). - Analyse des processus de traitement de l'information chez le contrôleur de la navigation aérienne, *Bulletin du C.E.R.P.*, vol. XIV, n° 1-2.

LEPLAT, J., Cuny, X. (1977). - Introduction a la psychologie du travail, PUF, Paris.

LEPLAT, J. Pailhous, J. (1973). - L'activité intellectuelle dans le travail sur instrument, Bulletin de psychologie, XXVI, pp. 673-680.

LEPLAT, J., Pailhous, J., Vermersch, P. (1974-75). - L'acquisition d'un système de représentation est-elle rationalisable, Bulletin de psychologie, 315, XXVIII, 7 -8, pp 398-402.

LEPLAT, J. Pailhous, J. (1981). - L'acquisition des habiletés mentales: la place des techniques, Le Travail Humain, t. 44, n°2, pp 275-281.

LEROI-GOURHAN, A. (1964). - Le geste et la parole : Techniques et langages t.1, La mémoire et les rythmes t.2, Albin Michel, Paris.

LEVY, P. (1990). - Les technologies de l'intelligence: l'avenir de la pensée à l'ère informatique, Editions la Decouverte, Paris.

LHOTE, F., Dulmet, M. (1992). - A propos du concept de travail, in Colloque interdisciplinaire Travail: recherche et prospective, thème 1: concept de travail P.26-35.

LINHART, R. (1978). - L'établi, éditions de minuit.

LURIA, A.R. (1979). - The making of mind: a personal account of soviet psychology, in Cole M. & Cole S. eds., Harvard University Press, Cambridge.

MALONE, T.W., Grant K.R. & Turbak, F. (1986). - The information LENS: an intelligent system for information sharing and

organisations, Proceedings of the CHI 86 Conference on Human Factors in computing systems, Boston.

MARTIN, T. (1989). - On the Way to a future-oriented european production culture, In Cooley M. ed. European Competitiveness in the 21 st Century. CCE, Fast.

MAUSS, M. (1935). - Les techniques du corps, Journal de psychologie normale et pathologique, n° 32.

MENDELSON, P. (1986). - La transposition de schèmes familiers dans un langage de programmation chez l'enfant, in Bonnet, C., Hoc, J.M. & Tiberghien, G. eds., Psychologie, intelligence artificielle et automatique, Mardaga, Bruxelles.

MEYERSON, I. (1948). - Le travail: une conduite, Journal de psychologie, XLI.

MEYERSON, I. (1955). - le travail fonction psychologique, Journal de psychologie, LII.

MEYERSON, I. & Leroy, Y. (1980). - Les singes parlent-ils, Journal de psychologie, LXXVII.

MILLOT, P. (1991). - Les conditions de coopération entre les sciences de l'ingénieur et les sciences sociales: exemple de la communication homme machine, In Perrin, J. ed., Construire une science des techniques, l'interdisciplinaire, Limonest.

MINGUY, J.L. (1993). - Un instrument d'expert, la carte marine, Communication au Séminaire "Activités avec instruments", Laboratoire d'Ergonomie du CNAM.

MINGUY, J.L., Rabardel, P. (1993). - Control of a Fishing trawl: a multi-instrument process control situation, Stassen,

H.G., ed., Analysis, Design and Evaluation of Man-Machine Systems, Pergamon Press, Oxford.

MINSKY, M. (1975). - A framework for representing knowledge, in, Winwton, P. ed., The psychology of computer vision, New York, Mc Graw Hill.

MONTANGERO, J., Maurice-Naville, D. (1994). - Piaget ou l'intelligence en marche, Mardaga, Liege.

MONTMOLLIN, M. de (1984). - L'intelligence de la tâche. Éléments d'ergonomie cognitive, Peter Lang, Berne.

MONTMOLLIN, M. de (1986). - L'ergonomie, Éditions la Découverte.

MONTMOLLIN, M. de (1992). - The future of ergonomics : hodge podge or new fondation, le Travail Humain, T. 55, n°2, pp 171-181.

MOORE, B.C.J., Newell, A. (1974). - How can Merlin understand?, in L.W. Gregg, ed. Knowledge and Cognition, Erlbaum, Potomac.

MORIN, E. (1984). - Sur la définition de la complexité, Sciences et pratiques de la complexité, proceedings of the colloque de Montpellier, Paris, la documentation française.

MORISHIGE, R.I. (1987). - Cockpit automation, a Pilot's perspective, Actes du congrès AGARD GCP-FMP, Stuttgart.

MOUNOUD, P. (1970). - Structuration de l'instrument chez l'enfant, Delachaux e t Niestlé, Paris.

NETCHINE, S. (1990). - instrumentation sensorimotrice et acquisitions de connaissances chez l'enfant: l'exemple de l'acquisition de la lecture, in Netchine-Grynberg, G. ed. développement et fonctionnement cognitifs chez l'enfant, PUF, Paris.

NETCHINE-GRYNBERG, G. & Netchine, S. (1989). - A propos de la formation de l'espace graphique chez l'enfant : la notion d'instrument psychologique chez Vygotsky et Wallon, *Enfance*, 42, pp 101-109.

NORMAN, D.A. (1983). - Some observations on mental models, in Gentner, D. & Stevens A.L., *Mental models*, Lawrence Erlbaum Associates Publishers, London.

NORMAN, D.A. (1988). - *The psychology of everyday things*, New York Basics Books.

NORMAN, D.A. (1991). - Cognitive Artifacts, in *Designing interaction. Psychology of Human Computer Interface*, Caroll J. M. ed. Cambridge University Press.

NORMAN, D.A. (1992). - Turns signals are the facial expressions of automobiles, Addison-Wesley Publishing Company, Inc.

NORMAN, D.A & Draper, S. eds. (1986). - *User centered system design: New perspectives in Human Computer Interaction*, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

NORROS, L. (1991). - Development of operator's expertise in implementing new technologies: constructing a model in a case study on flexible manufacturing, in Ennander A. et al., eds., *Work and Welfare, papers from the second Karlstadt symposium on work*.

OCHANINE, D.A. (1966). - The operative image of a controlled object in Man-automatic machine system, Congrès International de psychologie Moscou, Symposium 27, pp 48-57.

OCHANINE, D.A. (1978). - Le rôle des images opératives dans la régulation des activités de travail, Psychologie et Education, 2, pp 63-72.

OCHANINE, D.A. (1981). - L'image opérative, Compte rendu du séminaire relatif aux travaux d'ochanine, Université Paris 1, Département d'ergonomie et d'écologie humaine.

OMBREDANE, A., Faverge, J.M. (1955). - L'analyse du travail facteur d'économie humaine et de productivité, PUF, Paris.

ONFRAY, M. (1991). - L'art de jouir, Figures, Grasset.

OURAHAY, M. (1991). - La construction géométrique et les instruments classiques de construction, Bulletin AMQ, mars.

PASCUAL-LEONE, J., Goodman, D., Ammon, P., & Subelman, I. (1978). - Piagetian theory and neo-piagetian analysis as psychological guides in education, in M C Carthy Gallagher, J. & Easley, J.A., eds, Knowledge and development.

PAVARD, B. (1985). - Le traitement de texte professionnel: activités cognitives et contraintes pragmatiques, Document du laboratoire d'ergonomie du CNAM.

PAYNE, S. J. (1991). - Interface Problems and Interface Resources, in Designing interaction. Psychology of Human Computer Interface, Carroll J. M. ed. Cambridge University Press.

PAYNE, S.J. (1992). - On mental models and artefacts, in Rogers, Y., Rutherford, A., & Bibby, P.A., *Models in the minds: theory, perspective and application*, Academic Press, London.

PERRIAULT, J. (1990). - La logique de l'usage: analyse à rebours de l'innovation, *La recherche*, n° 218.

PERRIN, J., ed. (1991a). - Construire une science des techniques, *L'interdisciplinaire*, Limonest.

PERRIN, J. (1991b). - Sciences de la nature et sciences de l'artificiel: deux processus différents de production de connaissance, In Perrin, J. ed., *Construire une science des techniques, l'interdisciplinaire*, Limonest.

PERRIN, J. (1992). - L'historicité de la technique, in Prades, J. ed., *La technoscience, les fractures du discours*, L'Harmattan, Paris.

PIAGET, J. (1936). - La naissance de l'intelligence chez l'enfant, Delachaux et Niestlé.

PIAGET, J. (1974a). - La prise de conscience, PUF, Paris.

PIAGET, J. (1974b). - Réussir et comprendre, PUF, Paris.

PIAGET, J., Beth, E.W. (1961). - Epistémologie mathématique et psychologie. Essai sur les relations entre la logique formelle et la pensée réelles, *Etudes d'épistémologie génétique* n° 14, PUF, Paris.

POITRENAUD, S. (1993 à paraître). - The PROCOPE semantic network : an alternative to action grammars, in *International Journal of Human Computer Studies*.

POITRENAUD, S., Richard, J.F., Tijus, C.A., Leproux, C. (1990). - Analyse de systèmes et aides à l'utilisation, in Boullier, D., Legrand, M. eds. Les mots pour le faire, conception des modes d'emploi, Descartes.

POITRENAUD, S., Richard, J.F., Tijus, C.A. (1991). - Procedural knowledge representation and learning by doing, Actes de la troisième conférence européenne sur les techniques et les applications de l'intelligence artificielle en milieu industriel et de service, Hermes, Paris.

POLANYI, M. (1958). - Personal knowledge, London, Routledge & Keagan Paul.

POYET, C. (1993). - Les modes de dialogue homme-robot: aides ou obstacles aux représentations du mouvement, in Weill-Fassina A., Rabardel P., Dubois D. eds., Représentations pour l'action, Octares.

PREMACK, A.J. (1976). - Why Chimps can read?, Harper & Row, New York.

PRÉVOST, M.C. (1994). - La psychologie fondamentale, PUF, coll. "Que sais-je", Paris.

PRIETO, L. J. (1966). - Messages et signaux, Presses universitaires de France.

PRIETO, L. J. (1975). - Pertinence et pratique, Les éditions de minuit, Paris.

QUARANTE, D. (1994) - Éléments de design industriel, polytechnica, Paris.

RABARDEL, P. (1980). - Contribution à l'étude de la lecture du dessin technique, Thèse de 3ème cycle , EHESS, Paris.

RABARDEL, P. (1982 a). - Intérêts du dessin technique pour l'acquisition et l'évaluation des compétences en montage - démontage , in *Psychologie du Travail : Perspective 1990*, Actes du deuxième congrès de psychologie du travail de langue française, Paris, pages 236-246.

RABARDEL, P. (1982 b). - La lecture du dessin technique, approches expérimentales et hypothèses, *Cahiers de psychologie cognitive* n° 4.

RABARDEL, P. (1982 c). - Influence des représentations préexistantes sur la lecture du dessin technique, *Le travail humain* n° 2.

RABARDEL, P. (1983 a). - Lecture de dessin d'ensemble et définition d'un ordre de montage, *Techniques Industrielles*, n°138 pages 48 à 51.

RABARDEL, P. (1983 b). - Analyser les tâches d'assemblage et de montage, *Techniques Industrielles*, n° 138, pages 51 à 55.

RABARDEL, P. (1984 a). - Eléments pour une analyse des tâches d'assemblage et de montage, *Le Travail Humain*, tome 47, n° 1, pages 50 à 59.

RABARDEL, P. (1984 b). - Gestes et objets matériels fabriqués, *Colloque UNICEF - Maîtrise du geste et pouvoirs de la main - Aspects socio-culturels*.

RABARDEL, P. (1990). - Analyse de l'activité cognitive et modélisation des situations pour l'évaluation et la conception

de robots pédagogiques, in actes du 1er congrès francophone de robotique pédagogique, P.45 - 60.

RABARDEL, P. (1991 a). - Activity with a training robot and formation of knowledge, in Journal of artificial intelligence in Education (USA).

RABARDEL, P. (1991 b). - Conception d'objets et schèmes sociaux d'utilisation, Proceedings of the colloque Recherches sur le design: incitations, implications, interactions, UTC Compiègne. Paris, éditions A Jour.

RABARDEL, P. (1992). - The use of instruments as a source of spatial knowledge, Structural Topology, n°19.

RABARDEL, P. (1993a). - représentations pour l'action dans les situations d'activité instrumentée, in Weill-Fassina A., Rabardel P., Dubois D. eds., Représentations pour l'action, Octares.

RABARDEL, P. (1993 b). - Micro-genèse et fonctionnalité des représentations dans une activité avec instrument, in Weill-Fassina A., Rabardel P., Dubois D. eds., Représentations pour l'action, Octares.

RABARDEL, P., Béguin, P. (1993). - L'utilisation des fichiers CAO par les concepteurs comme outil de gestion du projet et d'organisation de leur activité, Actes du colloque 01 Design, Tunis, 18 - 20 novembre.

RABARDEL, P., Neboit, M., Laya, O. (1985). - Les stratégies visuelles dans la lecture du dessin technique : Effets des objets représentés et de la compétence des sujets, Le Travail Humain, tome 48-4.

RABARDEL, P., Verillon, P. (1985). - Relations aux objets et développement cognitif, in Actes des septièmes journées internationales sur l'éducation scientifique, Chamonix.

RAGAZZINI, I. (1992). - Modalités du diagnostic en échographie médicale, Mémoire de DEA d'ergonomie, Laboratoire d'Ergonomie Physiologique et cognitive, EPHE.

RAPPORT C.O.S.T. (1991). - Communication Homme-Machine, Rapport sur la définition, l'état de l'art et les perspectives scientifiques, CNRS.

RASMUSSEN, J. (1983). - Skills, Rules and knowledges: signals, signs and symbols, and other distinctions in human performance models, IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, SMC 13 (3), 257-266.

RASMUSSEN, J. (1986). - Information Processing and Human-Machine interaction: an approach to cognitive engineering, Amsterdam, North Holland.

REASON, J. (1987). - Cognitive aids in process environments: Prothese or tools?, International Journal of Man-Machine Studies, 27, pp 463-470.

REASON, J. (1988). - Cognitive aids in process environments: Prothese or tools?, in Mancini, G., Woods, D.D. & Hollnagel, E. eds., Cognitive engineering in dynamic worlds, London: Academic Press.

REASON, J. (1990). - Human error, Cambridge University Press.

REY, A. (1935). - L'intelligence pratique chez l'enfant (observations et expériences), Alcan, Paris.

RICHARD, J.F. (1983). - Logique de fonctionnement et logique d'utilisation, Rapport de recherche n° 202, INRIA.

RICHARD, J.F. (1986). - The semantics of actions, its processing as a function of the task, Rapport de recherche n° 542, INRIA.

RICHARD, J.F. (1990). - Les activités mentales: comprendre, raisonner, trouver des solutions, Armand Colin, Paris.

RICHARD, J.F., Poitrenaud, S., Tijus, C.A., Barcenilla, J. (1992). - How to do it? Description and simulation of skill within semantics of action networks, Draft, Laboratoire de psychologie cognitive du traitement de l'information symbolique, Université de Paris 8.

RIVIERE, A. (1990). - La psychologie de Vygotsky, Mardaga, Liege.

ROGALSKI, J. (1987). - Acquisition de savoirs et de savoir faire en informatique, Cahier de didactique des mathématiques, n° 43, IREM, Université Paris 7.

ROGALSKI, J. (1988). - Les représentations mentales du dispositif informatique dans l'alphabétisation, in C. Laborde, Actes du premier colloque Franco-Allemand de didactique des mathématiques et de l'informatique, La Pensée Sauvage.

ROGALSKI, J. (1993). - Un exemple d'outil cognitif pour la maîtrise d'environnements dynamique, Communication au Séminaire "Activités avec instruments", Laboratoire d'Ergonomie du CNAM.

ROGALSKI, J., Samurcay, R. (1993). - Représentations de référence: outils pour le contrôle d'environnements

dynamiques, in Weill-Fassina A., Rabardel P., Dubois D. eds., Représentations pour l'action, Octares.

ROSCH, E. (1975). - Cognitive representation of semantic category, *Journal of experimental psychology*, 104, 192-233.

ROSCH, E. (1978). - Principles of categorisation, in E. Rosch & B.B. Lloyds eds, *Cognition and categorisation*, Hillsdale, New Jersey, Lawrence Erlbaum.

ROTH, E.M., Bennet, K.B. & Woods, D.D. (1987). - Human interaction with an "intelligent" machine, *International Journal of Man-Machine studies*, 27, 479-525.

ROUSE, W., Geddes, N. & Curry, R. (1987). - An architecture for intelligent interfaces: outlines of an approach to supporting operators of complex systems, *Human Computer Interactions*, (3), 87-122.

SAADA-ROBERT, M. (1985). - Procédures et représentations: les différentes représentations d'un même schème, *Archives de psychologie*, vol. 53, pp. 161-166.

SAADA-ROBERT, M. (1989). - La microgenèse de la représentation d'un problème, *Psychologie Française*, t. 34, n° 2/3, pp.193-206.

SAADA-ROBERT, M. (1992). - La construction micro-génétique d'un schème élémentaire, in, Inhelder, B & Cellérier, G. eds. 1992, *le cheminement des découvertes chez l'enfant, recherches sur les microgenèses cognitives*, Delachaux et Niestlé, Lausanne.

SACERDOTI, (1977). - A structure for plans and behavior, Elsevier, New York.

SAMURCAY, R. (1994). - Conception des outils cognitifs pour le développement des compétences : résolution collective de problèmes pour la recherche en ergonomie et pour l'ingénierie, in *Ergonomie et Ingénierie*, Actes du 29^{ème} congrès de la SELF, Eyrolles, Paris.

SAVOYANT, A. (1971). - Diagnostic dans une étude de poste de l'industrie chimique, *Le travail humain*, vol. 34.

SCHANK, R.C. (1980). - Language and memory, *Cognitive Science*, n° 4.

SCHANK, R.C., Abelson, R.P. (1977). - Scripts, plans, goals and understanding, Hillsdale N.J., Erlbaum.

SCHNEUWLY, B., et Bronckart, J.P. eds. (1985). - Vygotsky aujourd'hui, Delachaux et Niestlé.

SCHWARTZ, Y. (1988). - Expérience et connaissance du travail, Messidor, terrains, Editions sociales.

SCHWARTZ, Y. (1992). - De la qualification à la compétence, *Flash Formation Continue*, n° 9.

SCRIBNER, S. (1986). - Thinking in action: some characteristics of practical thought, in Sternberg R.J., Wagner R.K., *Practical intelligence (nature and origins of competences in the every day world*, Cambridge University Press.

SÉBILLOTTE, S. (1993). - Schémas d'action acquis par l'expérience dans les représentations mentales des opérateurs: leurs utilisation et la construction de nouveaux schémas, in Weill-Fassina A., Rabardel P., Dubois D. eds., *Représentations pour l'action*, Octares.

SELTZ, O. (1924). - Die Gesetze der produktiven und reproduktiven Geistestätigkeit kurzgefasste Darstellung, Cohen, Bonn.

SEURAT, S. (1977). - Réalités du transfert de technologie, Masson, Paris.

SIGAUT, F. (1991 a). - Les points de vue constitutifs d'une science des techniques, essai de tableau comparatif, In Perrin, J. ed., Construire une science des techniques, l'interdisciplinaire, Limonest.

SIGAUT, F. (1991 b). - Postface, In Perrin, J. ed., Construire une science des techniques, l'interdisciplinaire, Limonest.

SIMON, H.A. (1969-1991). - Sciences des systèmes, Sciences de l'artificiel, Dunod, Paris.

SIMONDON, G. (1968). - Plan général pour l'étude du problème des techniques, document ronéoté, 121p.

SIMONDON, G. (1969). - Du mode d'existence des objets techniques, Aubier, Paris.

STENGERS I., ed. (1987). - D'une science à l'autre: des concepts nomades, Seuil, Paris.

STERNBERG, R.J., Wagner, R.K. (1986). - Practical intelligence (nature and origins of competences in the every day world), Cambridge University Press, .

TANGUY, L. (1991 a). - L'enseignement professionnel en France: des ouvriers aux techniciens, PUF, Paris.

TERSSAC, G. de (1992). - Autonomie dans le travail, PUF, Paris.

THON, B., Maury, P., Queinnec, Y. & Marquié, J.C. (1991). - Factors modulating cognitive performances and theoretical models of cognitive representations, *Le Travail Humain*, t. 54, 4, 291-304.

TRIGG, R.H., Moran, T. P., & Halatsz, F.G. (1987). - Adaptability and tailorability in NoteCards, In proceedings of INTERACT'87. Stuttgart, Germany.

VALOT, C. (1988). - Paradoxes de la confiance dans les systèmes d'aide, in AFCET ed.: Actes du colloque ERGO-IA'88, Biarritz.

VALOT, C., Grau, J.Y., Amalberti, R. (1993). - Les métaconnaissances: représentation de ses propres compétences, in Weill-Fassina A., Rabardel P., Dubois D. eds., *Représentations pour l'action*, Octares.

VELDHUYZEN, W. & Stassen, H.G. (1977). - The internal model concept: an application to modelling human control of large ships, *Human Factors*, 19, pp 367-380.

VERGNAUD, G. (1985). - Concepts et schèmes dans la théorie opératoire de la représentation, in S. Ehrlich, ed., *Les représentations*, *Psychologie Française*, 30, 3-4, pp 245-252.

VERGNAUD, G. (1990 a). - La théorie des champs conceptuels, *Recherches en didactique des mathématiques*, Vol. 10, n° 2-3.

VERGNAUD, G. (1990 b). - Catégories logiques et invariants opératoires, *Archives de psychologie*, n° 58.

VÉRILLON, P. (1988 a). - Le statut de l'objet matériel fabriqué chez Piaget, Rapport de recherche, INRP.

VÉRILLON, P. (1988 b). - Le statut de l'objet matériel fabriqué chez Vygotsky, Rapport de recherche, INRP.

VÉRILLON, P. (1988 c). - Conceptualisation géométrique et activités d'usinage, rapport de recherche, INRP, Paris.

VÉRILLON, P. (1991). - Objets matériels fabriqués : approches psychogénétiques de l'instrumentation de l'action, in Meheut, M. ed., Séminaire de didactique des disciplines technologiques: Cachan 1990-91, pp 159-174, Paris VII.

VÉRILLON, P. (1993). - Approche instrumentale pour les enseignements technologiques, Document de travail, INRP.

VERMERSCH, P. (1976 a). - L'apprentissage du réglage de l'oscilloscope. Régulation conceptuelle et régulation agie, Le Travail Humain, 39, 2.

VERMERSCH, P. (1976 b). - Une approche de la régulation de l'activité chez l'adulte, registres de fonctionnement, déséquilibre transitoire et microgenèse, Thèse de 3° cycle, Paris 5.

VERNANT, J.P. (1987). - Introduction aux écrits d'Ignace Meyerson pour une psychologie historique 1920-1983, PUF, Paris.

VYGOTSKY, L.S. (1930). - La méthode instrumentale en psychologie, in Vygotsky aujourd'hui, B.Schneuwly et J.P. Bronckart eds., Delachaux et Niestlé.

VYGOTSKY, L.S. (1931). - Les bases épistémologiques de la psychologie, in *Vygotsky aujourd'hui*, B.Schneuwly et J.P. Bronckart eds., Delachaux et Niestlé.

VYGOTSKY, L.S.(1934). - Pensée et langage, éditions sociales Paris, 1985.

VYGOTSKY, L.S. (1930 - 1974). - Il metodo strumentale in psicologia, in *Storia dello sviluppo delle funzioni psichiche superiori*. E altri scritti, Firenze, Giunti Barbera.

VYGOTSKY, L.S. (1931-1978). - *Mind in society*, Harvard University Press, Cambridge, Massachussetts.

WALLON, H. (1935). - Psychologie et technique, *Journal de psychologie*.

WALLON, H. (1941). - L'évolution psychologique de l'enfant, Armand Colin, Paris.

WALLON, H. (1942). - De l'acte à la pensée, Flammarion (ed. 78).

WALLON, H. (1951). - Psychologie et matérialisme dialectique, Scienta.

WEILL FASSINA, A. (1993). - Modalités du diagnostic en échographie médicale, Communication au Séminaire "Activités avec instruments", Laboratoire d'Ergonomie du CNAM.

WEILL FASSINA, A., Rabardel, P., Dubois, D. (1993). - Représentations pour l'action, Octarès.

WERTSCH, J.V. (1979). - The regulation of human action in the givennew structure of private speetch, in G. Sivin ed., *The*

development of self-regulation through speech, Wiley, new York.

WERTSCH, J.V. (1985 a). - The semiotic of mediation of mental life: Vygotsky and Bakhtine, in Mertz, E. & Parmentier, R.J. ed. *Semiotic Mediation: sociocultural and Psychological Perspectives*, New York Academic Press.

WERTSCH, J.V. (1985 b). - *Vygotsky and the social formation of mind*, Harvard University Press, Cambridge.

WINOGRAD, T., Flores, C.F. (1986). - *Understanding computers and cognition: A new foundation for design*, Norwood, NJ, Ablex.

WINSEMIUS, W. (1969). - *Task structure storingen en ongevallen*, Nederland Instituut voor Preventieve Geneeskunde, TNO, Woltres-Noodhoff, Groningen.

WINTER, C.R. de (1970). - *Improvisation dans les tâches manuelles*, *Le Travail Humain*, 33, 3-4, pp 267-280.

WISNER, A. (1974). - *Contenu des tâches et charge de travail*, *Sociologie du travail*, n°4, pp 339-355.

WISNER, A. (1976). - *Ergonomics in the engineering of a factory for exportation*, VIth IEA Congress Maryland.

WISNER, A. (1985). - *Quand voyagent les usines*, Syros, Paris.

WOODS (1986). - *Paradigms for intelligent decision support*, in Hollnagell, Mancini & Woods ed., *Intelligent decision supports in process environment*, NATO ASI series n° 21, 153-173.

WOODS, D.D, Roth, E.M., & Bennet, K.B. (1990). - Explorations in joint Human-Machine Cognitive Systems, in Robertson, S. P., Zachary, W. & J. B. Black eds., Cognition, Computing, and Cooperation.

YOUNG, R.M. (1983). - Surrogates and mappings: two kinds of conceptual models for interactive devices, in Gentner, D. & Stevens A.L., Mental models, Lawrence Erlbaum Associates Publishers, London.

ZAZZO, R. (1989). - Vygotsky (1896-1934), *Enfance*, n° 1-2.

