

Creatividad e Informática¹.

Ernesto García Camarero

1.- Introducción.

Han pasado mas de treinta años desde que iniciamos las experiencias en el Centro de Calculo de la Universidad de Madrid (CCUM) sobre creatividad e informática. Hay que recordar que los años sesenta fueron años de libertad, de esperanza por una sociedad mejor, años en los que el crecimiento del bienestar material daba paso a propuestas inmateriales, espirituales, ... Eran años también en los que la tecnología parecía estar al servicio del desarrollo de todos los pueblos, de todas las personas. Eso era lo que algunos creíamos y por los que algunos trabajábamos para poner la ciencia y la técnica al servicio del hombre, y evitar que se implantara la otra tendencia de poner la técnica al servicio de nuevas sumisiones. No es que nuestra ingenuidad nos llevase a no percibir los peligros de la tecnología usada en este último sentido, sino que era precisamente la percepción de esa posibilidad la que nos conducía a pretender con nuestro trabajo contribuir a mostrar que la tecnología podía (e incluso necesariamente debía) ponerse al servicio del bienestar de todos, tanto material como espiritualmente.

Han pasado mas de treinta años; hoy vivimos la era llamada de la globalización, del neoliberalismo, en el que la tecnología está llevando a grandes contradicciones que posiblemente conduzcan a grandes catástrofes. Por ejemplo, lejos de conseguir con las nuevas tecnologías el bienestar de todos, se está consiguiendo que la gran mayoría de la humanidad viva en la miseria, que los países llamados ricos tengan los pies de barro de un desempleo en aumento (desempleo que no es bendición como debiera, sino maldición), que los pueblos en su desesperación se vean obligados a realizar grandes emigraciones, que la ciencia se supedite a la búsqueda del aumento de beneficios de las grandes empresas más que resolver directamente los problemas de salud, de hambre, de urbanización que tiene la humanidad.

¿ Qué tiene que ver todo esto con la actividad de creatividad desarrollada en el CCUM hace mas de treinta años?. Tiene mucho que ver, porque se enraíza en el origen de las dos tendencias potenciales de utilización de las nuevas tecnologías: una al servicio de la libertad, del arte, de la autonomía personal y social, de la paz, y otra al servicio del beneficio solo de algunos, de la dependencia, de la guerra. Nuestro trabajo se inscribía en la primera tendencia, en la intención de poner la tecnología al alcance de todos, en hacer accesible la creatividad a una gran mayoría, en sacar la tecnología de los sagrados templos de los iniciados para colocarla en la calle para beneficio de todos.

Para nosotros era claro que las nuevas tecnologías de la información terminarían por reemplazar al hombre en sus tareas de controlar a las maquinas, de la misma forma que la maquina de vapor y los motores había terminado con la necesidad de aportar su esfuerzo físico, liberándolo de aportar su energía en las tareas productivas. De forma que si el hombre quedaba

¹ Texto para el catálogo de la exposición titulada "EL NÚMERO Y LA MIRADA: Barbadillo y el Centro de Calculo de la Universidad de Madrid" celebrada en Córdoba en la Sala de Exposiciones Vimcorsa durante los días 25 de noviembre de 2002 al 12 de enero de 2003.

liberado de aportar directamente su fuerza y su conocimiento en las labores productivas, su actividad debería orientarse necesariamente hacia tareas creativas. Tareas estas que, en principio, son las genuinas del hombre pero en las que también puede colaborar eficazmente la máquina con sus posibilidades de comunicación y de realización de tareas repetitivas y mecánicas. La búsqueda de las aplicaciones informáticas en apoyo de la creatividad era el objetivo principal de los seminarios que se desarrollaron en el CCUM.

* * *

Han pasado más de treinta años. Ahora todo el mundo es consciente de lo que entonces solo algunos intuíamos: el enorme impacto de la informática en la producción, en las relaciones laborales, en la propia estructura de la economía mundial. Ahora ya todo el mundo puede observar cómo la informática ha desplazado y está desplazando de sus empleos “automatizables” a cientos de miles de trabajadores, cómo las nuevas generaciones no tienen ya un puesto de trabajo asegurado. También ahora todo el mundo puede ver que lo que actualmente se necesita es encontrar, inventar, diseñar las soluciones para que todos podamos vivir en un nuevo mundo en el que la superabundancia existente no sea despilfarrada por unos y pueda llegar a todos, quienes, liberados de la miseria, puedan colaborar en la inmensa tarea común de la creatividad científica, artística y cultural puesta al servicio del establecimiento de vínculos de amistad y cooperación entre todos los miembros de la Humanidad, para hacerla salir definitivamente de la Era Neolítica de escasez, donde el fin era la lucha por la supervivencia material, para entrar en una nueva Era de abundancia en la que la Bondad, la Belleza y la Verdad sean los fines y estímulos de su desarrollo espiritual.

En este marco general es en el que debe situarse el origen e intencionalidad de los Seminarios del CCUM, este era el espíritu que animaba a la promoción y a la búsqueda de herramientas que facilitasen las tareas creativas a todo el mundo, y que permitiesen participar y disfrutar de los bienes inmateriales (culturales y artísticos) que las nuevas tecnologías de información permitían crear y difundir universalmente.

* * *

Cuando la Caja SanFernando me propuso que colaborara con la exposición que estaba preparando sobre el pintor Manuel Barbadillo, al que siempre tuve gran afecto y admiración, con un trabajo en el que se trataran las relaciones entre arte e informática, tanto desde el punto de vista general, como desde las intenciones y objetivos del entonces recién creado Centro de Calculo de la Universidad de Madrid (CCUM), acepté gustoso la invitación que cumpliremos con el presente texto, en el que se recogen ideas de otros míos anteriores, que dividido en los puntos siguientes: Naturaleza, cultura, lenguaje, creatividad; El ordenador herramienta de creación; Los seminarios del Centro de Calculo de la Universidad de Madrid; Barbadillo.

2 Naturaleza, cultura, lenguaje, creatividad.

Sensaciones e ideas.

Para entender el fenómeno de la creatividad² e intentar abordar algunos de los problemas que esta sutil actividad plantea, es necesario situarla dentro del marco de lo que se entiende por Cultura en contraposición de lo que se entiende por Naturaleza, es decir, tener presente la habitual dicotomía entre mundo exterior y mundo interior, entre mundo natural y mundo espiritual, entre historia natural e historia social.

Para ver la génesis de la Cultura a partir de la Naturaleza, debemos observar que los objetos naturales son siempre únicos, singulares, irrepetibles; la noticia que de ellos tienen los seres vivos la obtienen por medio de los sentidos. Luces, ruidos y sonidos, texturas y densidades, calidez, humedad, acidez, un sin fin de múltiples maneras de información que se presentan al ser vivo de manera caótica y desordenada; son los estímulos a los que se debe reaccionar para adaptarse al medio y sobrevivir. Los animales evolucionados y especialmente el hombre, poseen unos sentidos que en cierto modo clasifican y filtran esas percepciones, alcanzando así mayor agilidad para adaptarse al mundo que les rodea, a su entorno, a su hábitat. En su cerebro se forman representaciones, como meras imágenes de algunos aspectos de los objetos únicos y singulares de la Naturaleza. El cerebro humano tiene la capacidad de asociar por semejanza, o discriminar por diferencia, las imágenes de los objetos representados en él; así como encontrar analogías que permitan vincularlos. Es decir tiene la capacidad de clasificar y de relacionar imágenes; y a partir de esta facultad la de crear objetos abstractos no existentes en la Naturaleza de la percepción sensorial. Hacemos esta distinción porque el mundo de las ideas, al radicar en el cerebro de las personas, está por tanto también en la Naturaleza, pero las ideas no pueden ser percibidas por los sentidos.

Además, el hombre tiene una cualidad que le diferencia del resto de los animales: su capacidad lingüística. Merced al lenguaje se pueden proyectar las ideas, es decir, se puede tener percepción sensorial de la representación lingüística de las ideas de otro. Esta facultad complica mucho las cosas ya, que con ella, el hombre puede percibir por los sentidos la información que vienen de los objetos del mundo natural y también a través de la proyección facilitada por el lenguaje, puede percibir las ideas del mundo interior, espiritual o de las ideas y percepciones de otro individuo. Esta complejidad le da al hombre la gran capacidad de poder representar en su cerebro, no solo la información obtenida de los objetos por percepción sensorial propia, sino también de la ajena comunicada a través del habla. La capacidad de formar frases nuevas mediante el habla es la primera capacidad creativa del hombre.

Así el hombre no solo es capaz de percibir, representar, abstraer y relacionar las imágenes de los objetos observados personalmente, sino también compartir esto con otros hombres a través de la información, elaborada y transmitida por el lenguaje, construyendo así la relación social y la cultura social, como el corpus de representaciones e ideas organizadas, compartidas por un grupo humano y formado a través de tiempos mas o menos largos según las circunstancias. Aparece así una *información cultural* alojada en el cerebro humano bien diferenciada de la *información genética* grabada en el ADN.

² Véase Ernesto Gracia Camarero (en lo sucesivo EGC) *La Informática y la Creatividad*, publicado en *Informática y enseñanza de Humanidades*, Instituto Juan de Valdés, Cuenca, 1985, pp.101-114.

Obviamente no es este el lugar para desarrollarlo, pero indicaremos al menos que las teorías científicas son organizaciones de las ideas que permiten predecir percepciones. Su capacidad de predicción, también llamado grado de veracidad de la teoría, es mayor si utilizando la capacidad de proyección humana, no solo lingüística sino también objetual, es capaz de experimentar sus ideas. También diremos que las teorías científicas se construyen por reflexión, esto es, por observación no sensorial de las ideas construidas, y que la formalización (es decir, la creación de símbolos, de estructuras y mecanismos que sistematizan la elaboración de las ideas puras no provenientes de la percepción sensorial) juega también un papel importante en el desarrollo de las construcciones mentales científicas. Pero no son solo las ideas científicas las que tienen representación en el cerebro humano, en él también quedan grabadas sensaciones que podemos llamar estéticas y morales. Propiamente no deberíamos decir en este caso sensaciones, puesto que no provienen solo de los sentidos, sino también de la observación interior de los llamados estados de ánimo que posiblemente sean información interna que nuestro organismo trasmite a la mente. Estas construcciones reflexivas, de índole distinta a las científicas, también se proyectan mediante el lenguaje o mediante la creación objetual a través de la obra artística.

Creatividad.

A la actividad mediante la que se construyen nuevas ideas de forma reflexiva y se comunican mediante símbolos es lo que habitualmente se llama *creatividad*; actividad considerada hasta ahora no solo como propiamente humana, sino como la característica esencial definitoria del hombre, de forma que solo el hombre es capaz de crear nuevas ideas que, según sean, se aplican a facilitar las actividades y relaciones sociales, o a construir instrumentos u objetos materiales.

Suelen presentarse como dos grandes vertientes distintas las que conducen a la creatividad científica y la creatividad artística, respectivamente, aunque en ambos casos los procesos de creación son muy semejantes. Sin embargo, las diferencias provienen más de las modalidades del método empleado y del campo de aplicación que de su naturaleza.

Lo que sí puede clasificarse en dos categorías, distintas y complementarias, son las dos formas más comunes de creatividad: la *heurística* y la *algorítmica*. Las primeras tentativas de abordar el problema de la creatividad de una forma sistemática han sido identificadas por la palabra *heurística*. Su metodología se perfila poco a poco entorno a los conceptos de analogía, generalización, contradicción, etc., así como el azar, las libres asociaciones, el planteo global de situaciones complejas. Este es el tipo de creación considerado más propiamente humano, se coloca en los entresijos del cerebro todavía no conocidos e incluso inabordables.

La *algorítmica*³ consiste en la posibilidad de controlar los procesos y de resolver los problemas mediante un conjunto finito de reglas, bien determinadas y simples, de forma que aplicadas con precisión en un orden determinado sobre unos datos o unos materiales nos darán los resultados. Un algoritmo es, pues, un método para construir objetos o para resolver determinadas familias de problemas, que consiste en un conjunto reducido de reglas sencillas y bien definidas, que

³ Ver EGC *Informática y Matemáticas*, conferencia pronunciada en el Ateneo de Madrid el 11 de diciembre de 2000, de próxima aparición en *El Ateneo, revista científica, literaria y artística*.

aplicadas sobre los materiales o sobre los parámetros que determinan el problema, nos dan de forma segura su solución. Esta transformación de un problema en una sucesión ordenada de microproblemas semitriviales, facilita la obtención de los resultados, ya que las reglas pueden ser aplicadas incluso por personas que no estén especialmente dotadas y también, lo que es muy importante para nuestro tema, por máquinas.

La contradicción que se opone entre algoritmia y heurística se manifiesta especialmente por la imposibilidad de construir un algoritmo general capaz de encontrar el algoritmo específico que resuelva cualquier situación dada. Esto nos indica que el campo propio a la creatividad heurística no está vacío, que está separado por una frontera imprecisa del campo en el que es posible resolver una situación mediante la aplicación de un algoritmo. El método heurístico fomenta en el hombre hábitos creativos, que sirven en ciertas circunstancias para la producción de nuevos descubrimientos.

Tanto en la creación científica como en la artística siempre se emplearon ambas formas de creatividad. Lo que hizo a la ciencia avanzar con rapidez fue el gran descubrimiento del álgebra, es decir de la ciencia que busca algoritmos para solución de familias de problemas. El encontrar reglas, es decir algoritmos, que ayuden a la creatividad científica es un problema que ha preocupado al hombre a lo largo de la historia (recuérdese, por ejemplo, la búsqueda de recetas mágicas). Particularmente durante el siglo XIX condujo a la construcción de la lógica formal, es decir, a la búsqueda de una teoría que permitiera construir algoritmos cuyos resultados sean los algoritmos que resuelvan conjuntos de problemas. El éxito de Boole con su descubrimiento que denominó, con evidente ambición, *leyes del pensamiento*, quedó oscurecido al verificarse que las leyes encontradas eran mucho más particulares y menos potentes de lo pretendido, pero hizo que se insistiese en la búsqueda de leyes generales por el camino formal de la nueva lógica. Frege, Russell, Whitehead, Hilbert ... mucho construyeron, pero no sólo los limitadores teoremas de Gödel y Church pusieron fronteras a estos intentos, sino también la falta de criterios formales para diferenciar entre la maraña de posibles teoremas *formalmente verdaderos*, aquellos de relativa importancia en relación con los problemas que en cada época tiene planteada la humanidad, hicieron que la unidad ciencia-historia sea un motor esencial para la creación científica que escapa a la formalización.

La situación en la creación artística es diferente, pero no porque su naturaleza responda a reglas de índole distinta que la científica, sino porque hasta el presente la intervención de procedimientos sistemáticos para la construcción de obras plásticas ha sido muy escasa. Con ello no negamos que el artista plástico utilice ciertas reglas de composición y cromáticas cuando realiza su obra, y que ya desde la antigüedad se hayan establecido formas canónicas para la creación artística, sino sólo decimos que el empleo de estos cánones siempre van rodeados de los vagos conceptos de *imaginación, intuición y emoción*.

El nuevo planteo significa un intento de aproximación de la creatividad artística al método científico, con la hipótesis de que si las explicaciones del fenómeno artístico eran hasta ahora vagas e inexactas, se debía a que fueran desconocidas las leyes que lo regulaban, no a que no existiesen; como había acontecido con los fenómenos físicos antes de aplicarse el método encontrado por Galileo. Se abría, con ello, la ambiciosa posibilidad de echar las bases para una ciencia del diseño⁴, en la que se aprovechara toda la experiencia de los procedimientos

⁴ Ver EGC, *Computer Art*, publicado en las pp. 127-178 del libro colectivo *La Scienza e l'Arte. Nuove metodologie di ricerca scientifica sui fenomeni artistici*, a cura di Ugo Volli con i contributi di Brigid Rauén, Kurd

artesanales y empíricos, siguiendo el camino que han seguido todas las ciencias al pasar de su fase precientífica a sus fases teórica y aplicada.

El lenguaje.

Tanto en la heurística como en la algorítmica, o en cualquier otro procedimiento creativo, interviene siempre como factor esencial el lenguaje. Como ya hemos dicho, el propio lenguaje, cualquier lenguaje, es en sí mismo un procedimiento creativo. Por eso, los estudios lingüísticos y los modelos lingüísticos pueden tomarse como base para la construcción de otros tipos de modelos creativos, ya que son muchas las analogías que pueden encontrarse entre todos ellos.

La dicotomía semántica-sintaxis tiene su interpretación en cualquier tipo de creatividad. En efecto en la creación de cualquier obra se parte de un universo de significados a partir de los cuales se quiere construir y transmitir nuevos significados. Las estructuras orgánicas de estos significados y las reglas de elaboración de los mismos constituyen la semántica de la actividad creativa de una ciencia o de un arte particular. Por otra parte las ideas sintácticas relativas al alfabeto, vocabulario, así como a las reglas mediante las que se construyen frases y textos correctos, también pueden extenderse a cualquier proceso creativo. Sin olvidar, naturalmente, la vinculación entre un significado creado y la generación de la frase o texto que debe expresarlo.

En los lenguajes adecuados a la creación plástica se presentan algunas novedades con respecto a los lenguajes derivados del habla. La novedad principal es que mientras el habla, o la música, son unidimensionales en el sentido de que se expresan en el tiempo, las obras plásticas se expresan en el espacio (en la pintura dos dimensiones, en la escultura, arquitectura o cine, tres dimensiones). De forma que, si bien la semántica puede ser la misma, las gramáticas unidimensionales que regulan las frases o los textos correctos en la lengua, serán gramáticas bidimensionales en la pintura y tridimensionales en escultura, arquitectura y cinematografía. Cuestión esta de la multidimensionalidad que entraña no pocas dificultades formales.

3. El ordenador herramienta de creación

En los años 60 estábamos comenzando a vivir entre máquinas: junto a la Naturaleza, aparecía la Artificialidad como otro ámbito de cotidianidad. Después del éxito de la máquina en la realización eficaz y rápida de las tareas productivas que ya habían sido anteriormente sistematizadas y codificadas con precisión, se presentaba entonces con pujanza la cuestión de qué papel desempeñaría la máquina en la tarea mucho más delicada que comúnmente se denomina *creatividad*⁵.

Era patente que el conocimiento, digamos mejor la información, ya no necesitaba como depositario imprescindible al hombre. La información podía generarse, almacenarse en dispositivos físicos, exteriores a él, difundirse, elaborarse, etc., sin su participación directa.

Esto planteaba la cuestión del papel que podía jugar la computadora en la mucho más delicada tarea que consiste en la producción de algoritmos y en la búsqueda de las reglas que definen tales procesos. En breve, plantear la pregunta ¿puede una computadora ser creativa?

En los métodos tradicionales de creación artística existen un gran número de procedimientos mecánicos, y de hábitos, que dificultan la libertad de creación para quienes no hayan adquirido previamente tales destrezas. Sobre este punto preciso, el ordenador se convierte en un instrumento precioso, en un auxiliar de los procesos creativos. Con la difusión de las nuevas posibilidades técnicas para la realización de la obra de arte y los nuevos métodos sistemáticos y lógicos para ayudar a su diseño, pensábamos que se podía conseguir que cada vez más personas participasen en la creación de obras artísticas lográndose un tránsito de la pasividad de la simple contemplación artística a la actividad que induce a la creación.

En esta encrucijada, ¿qué papel juega el ordenador respecto a la creatividad?. Primero, una gran capacidad de memoria, le permite almacenar gran cantidad de información como repertorios o catálogos de formas, de materiales o de frases, con sus características, y de las relaciones de unos con otros. También su gran velocidad de cálculo le permite ensayar miles de posibles soluciones mediante programas de ordenador construidas con tal finalidad. Por otra parte, la capacidad conversacional entre el hombre y la máquina, permite controlar estrechamente la marcha de los procedimientos, intervenir con modificaciones en el momento en que sea necesario y resolver las ambigüedades no deseadas en cuanto se detecten. Por último, la existencia de gran variedad de dispositivos gráficos y sonoros, permiten manejar la materia, ampliando así la aplicabilidad de los ordenadores a la ejecución material de obras pictóricas y musicales.

Estas características no describen totalmente toda la potencialidad de un ordenador, y sólo son algunos aspectos importantes. El ordenador no sólo es una potente herramienta al servicio de la creatividad, sino también es un método. Lo esencial como método es su imperiosa necesidad de objetividad, claridad y precisión en los enunciados y en las reglas, características que son propias del método científico. El ordenador también es capaz, de utilizar la metodología heurística (sustituyendo lo aleatorio por lo pseudoaleatorio, la idea feliz por la conversacionalidad, la coincidencia con la combinatoria) y posibilita tratar el azar y construir

⁵ Ver EGC *L'ordinateur peut-il créer une œuvre d'art?*, publicado en *IBM Informatique*, nº. 1, pp. 3-9, París (1972)

modelos usando las teorías de juegos, de autómatas, de aprendizaje, ...

Resumiendo, la utilidad del ordenador en este proceso podía concretarse en ser un eficaz simulador visual, un medio para desarrollar la habilidad cognoscitiva, una herramienta imprescindible para la exploración de la estructura de problemas complejos, y un medio que permita a los no profesionales realizar sus propios diseños.

El incremento de la potencialidad de la nueva tecnología significaba que el ordenador, no sólo se aplicase a la elaboración de la información, sino también a su distribución. El desarrollo de las comunicaciones y las redes de ordenadores, la facilidad y sencillez del uso de terminales de coste reducido, incidiría en la estructura de la distribución de la información, para romper la asimetría de los actuales sistemas y evitar, con esta ruptura, que continúe la manipulación cultural a que está sometido el individuo sumergido en los sistemas contemporáneos. Las nuevas estructuras de difusión incidirán también en la creatividad.

A pesar de tener en cuenta la potencialidad de instrumento y método que nos ofrece el ordenador, estábamos y estamos convencidos de que la presencia del hombre en el mas alto grado de la tarea creativa es actualmente irremplazable. Pero precisamente, gracias a la ayuda eficaz de la nueva tecnología, la participación del hombre en la reacción no disminuirá, sino que por el contrario, esta llegando a un punto inicial en el que su capacidad creadora estará liberada de las tareas engorrosas de los procedimientos y de la servidumbre que ello implica.

El ordenador ha permitido que se forme la llamada metáfora informática, es decir, tomar al ordenador como modelo de ciertos comportamientos humanos. Pues, aunque hay que huir, por mitificadoras, de las ideas antropomórficas del ordenador, no cabe duda de que algunas de sus funciones pueden considerarse como análogas de otras realizadas por el hombre. Por ejemplo, la capacidad de captar información del exterior mediante sensores, y su transformación en signos abstractos; la capacidad de almacenar, de “memorizar”, estos signos; la capacidad de elaborar la información captada y almacenada; la capacidad de emitir signos abstractos y formas concretas. Todas estas funciones tienen sus equivalentes en la persona, aunque en este caso no conozcamos siempre su estructura y naturaleza.

Estas analogías hacen que se tome a la informática y al ordenador como una prótesis del hombre, como un amplificador de su mente, pero nunca como un sustituto, pues la capacidad creativa del hombre no puede alojarse en el ordenador. Por eso las analogías que antes presentábamos solo nos conducen a considerar la informática como una metáfora.

En cualquier caso, el empleo del ordenador en la creación artística tuvo gran auge al final de los años sesenta y comienzo de los setenta, pero no alcanzó los niveles que se esperaban, y esto ocurrió así porque el empleo del ordenador en el arte era prematuro en aquella época, y mucha gente creía que la “magia” del ordenador iba, sin más, a trascender a sus obras.

Lo que importaba era objetivar el proceso de diseño. Descubrir qué es lo que hace el diseñador en su actividad. Que las reglas que se aprenden intuitivamente ante un maestro, puedan ser claramente descritas, para que el ordenador pueda ser un fiel colaborador, un gran instrumento.

4.- Los seminarios del Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid.

El Centro de Cálculo.

La Universidad Complutense, a finales de los años sesenta y comienzos de los setenta, era uno de los focos mundiales de innovación y de actividad en la búsqueda de procedimientos automáticos al servicio de la creación artística, y tuvo en su momento una amplia repercusión internacional. Esta actividad se desarrolló en el CCUM (siglas que corresponden a Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid, cuando todavía esta Universidad no había tomado el nombre de Complutense).

El Centro de Cálculo se crea formalmente en 1966, como resultado de un acuerdo entre la Universidad e IBM. Se establece como un centro de innovación informática, cuya actividad se orientaría a atender las necesidades de cálculo que precisaran las tareas docentes y de investigación, y se excluía de forma expresa toda aplicación rutinaria. En estos años la informática todavía no había alcanzado gran difusión en nuestro país; era la banca el principal usuario de ordenadores, y comenzaban a introducirse estos en el gran comercio y la industria. En la Universidad existían algunos laboratorios de cálculo, dotados con pequeños ordenadores, asociados a cátedras vinculadas principalmente con la matemática aplicada a la ingeniería.

Por eso, cuando se iniciaron las actividades del CCUM, una de las tareas esenciales fue encontrar y dar a conocer campos de actividad del ordenador, (baluarte de las nuevas tecnologías) que no fueran solo los que se desprendían de considerar a este nuevo instrumento como una máquina aritmética o matemática, heredera del ábaco chino, del aritmómetro de Pascal, o de las calculadoras de Leibniz y Odnher. Era preciso mostrar a los ordenadores como máquinas lógicas, como máquinas inteligentes que podían colaborar en un sinfín de dominios que hasta entonces no se había imaginado. Era importante dejar patente que lo esencial del ordenador era la información como soporte de conocimiento, hacer ver que la máquina podía sustituir al hombre en los procesos de control y ahorrarle la fatiga del trabajo mental repetitivo y mecánico, colaborando también en las tareas de creatividad. Todas estas características de la máquina anunciaban un cambio esencial en la actividad humana, prefigurándose como su rasgo esencial la creatividad, la inventiva, ya que para la ejecución de los procedimientos inventados se tenía al eficaz auxiliar que se encerraba en los nuevos templos que representaban los Centros de Cálculo.

El impacto que el ordenador representa en la actividad humana no significa sólo la aparición de una potente herramienta, sino que también actúa sobre el método de abordar los problemas, originando una mutación intelectual sin precedentes, que va tomando nuevas formas y denominándose como inteligencia artificial, ingeniería del conocimiento, etc. y haciendo surgir todo un nuevo sector de la actividad económica que empezó denominándose *cuaternario* y ahora recibe varios nombres relacionados con el conocimiento (gestión o ingeniería del conocimiento, capital intelectual, ...)

Los que impulsábamos las actividades del CCUM habíamos percibido, pues, que estábamos ante un amplificador de la mente, y sentíamos la necesidad de entrar en el «meollo» de la informática, de llegar al límite de la «terra incognita» en el que se situaba una ciencia de tan reciente aparición, y nos animaba también a hacer ver que la actividad del informático no

consistía en comportarse como un periférico del ordenador, con su cerebro programado para usar los programas y las máquinas que venían de fuera, sino en colaborar en la creación de nuevo pensamiento, de nuevos métodos, en suma, de mostrar que su actividad debía ser esencialmente creativa.

Estas ideas estaban detrás de las múltiples actividades que se desarrollaron durante los años en que existió el Centro de Cálculo (desaparecido a principios de los años 80): cursos internacionales, congresos, conferencias, publicaciones y seminarios. Actividades que siempre se consideraron heterodoxas en un Centro de Cálculo, que en general se pensaba debía ser más una fábrica de números que lugar de creación.

Los Seminarios del CCUM.

Para abordar este nuevo tipo de problemas se desarrollaron en el CCUM numerosas actividades de apoyo a la investigación, de docencia y de investigación propia. En particular se desarrollaron una serie de seminarios sobre diversos temas entre los que citaremos, con referencia al que aquí principalmente nos interesa, el dedicado a la generación automática de formas plásticas, junto a otros dos que estaban íntimamente vinculados (aunque tenían objetivos distintos y bien diferenciados) dedicados a diseño arquitectónico y a lingüística matemática.

En estos seminarios se abordaba, por una parte, el estudio de la forma de interrelación entre arte y ciencia, y, por otra, los mecanismos productivos que ayudaran a crear obras de arte. Estos seminarios, que se reunieron quincenalmente durante tres o cuatro años en los estimulantes locales del CCUM (en el edificio construido expresamente por Fisac para albergar a la computadora y a la actividad anexa y decorado cuidadosamente por Mario Fernández Barberá), tenían un carácter interdisciplinar y participaban en ellos, de forma libre, sin jerarquías ni reglamentos (único ámbito donde las ideas pueden nacer y la creatividad desarrollarse) todas las personas que pudieran aportar sus conocimientos y esfuerzo para adentrarse en el territorio de cada tema estudiado. Los resultados de los diversos seminarios se recogieron en el *Boletín del Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid* y en otras publicaciones del mismo Centro de Cálculo, aparte de las aparecidas en actas de congresos y diversas revistas nacionales e internacionales.

Entre los tres seminarios que mencionamos expresamente más arriba, existía un aspecto común notable: la búsqueda de un lenguaje para transmitir determinados tipos de conocimiento. En el primero (generación automática de formas plásticas) para transmitir mensajes plásticos a través de obras principalmente pictóricas; en el segundo, para transmitir mensajes con información arquitectónica, o más precisamente, para descubrir objetivamente determinados espacios arquitectónicos y ayudar al diseño usando un lenguaje específico preciso; y en el seminario propiamente lingüístico estudiar de manera objetiva y sistemática los procesos del lenguaje, y encontrar expresiones formales adecuadas para cada tipo de universo, tanto sintácticas como semánticas. El trabajo desarrollado en cada uno de estos seminarios iluminó el camino de los otros.

El Seminario de Generación Automática de Formas Plásticas.

El Seminario de Generación Automática de Formas Plásticas se creó en una reunión celebrada en los locales del Centro de Cálculo el día 18 de diciembre de 1968 a las 13 horas con la asistencia de las siguientes personas: de Málaga, M. Barbadillo; de Madrid, F. Alvarez Cienfuegos, M. de las Casas Gómez, M. Fernández Barberá, I. Fernández Flórez, E. García Camarero, A. García Quijada, A. Martín, J. Montero, I. Ramos, G. Searle, J. Seguí, R. Sempere, S. Sevilla Portillo; de Valencia, V. Aguilera Cerni, J. M. López Yturralde. Para situar el espíritu de la reunión y ver la importancia que tuvo Barbadillo en la creación de este seminario, transcribimos la reseña que se incluye en el primer número del Boletín del Centro de Cálculo:

«En la reunión, García Camarero, tras exponer la marcha que se estaba llevando a cabo en otros Seminarios y cuáles eran los objetivos generales que se pretendían alcanzar con los mismos, indicó que la idea para la creación de este Seminario, surgió como consecuencia de la memoria presentada por el pintor Manuel Barbadillo, solicitando una de las becas para trabajos monográficos convocados por el CCUM en abril de 1968. En dicha memoria manifestaba su creencia de que el ordenador podría colaborar en la solución de alguno de los problemas con que se enfrentaba la investigación plástica actual, conceptos que desarrolló en el coloquio de clausura de uno de los cursos de programación desarrollados en el CCUM. Esta creencia la comparte Mario Barberá, y los arquitectos Seguí de la Riba, de las Casas Gómez, de la Prada Poole, Searle, que en la actualidad participan en el Seminario de Organización de Espacios Arquitectónicos. Así mismo, el crítico de arte Aguilera Cerní, expuso en líneas generales el interés del grupo de Valencia en la investigación de la génesis plástica y su vinculación con la percepción y la psicología, indicando la obra de Yturralde como un intento en este sentido. García Camarero estima posible la generalización de los modelos de la gramática generativa para la descripción de la estructura plástica de un cuadro, y especialmente aplicables al ejemplo de la estética de Barbadillo. Se propuso invitar a Tomás Marco por considerar interesantes sus estudios sobre semántica musical. También se consideró que sería útil tomarla obra de Mondrian, Kandinsky, Albers, Malevich, como punto inicial de los estudios y ponerse en contacto con los profesores Cecato y Borsari, quienes en Milán ya han realizado diversas experiencias de la aplicación de ordenadores en la composición plástica y en la percepción.»



Reunión en la se crea el Seminario de Generación Automática de Formas Plásticas. En el centro aparece Manuel Barbadillo, a su derecha Eusebio Sempere, a su izquierda José María Yturralde y Aguilera Cerní.

A este seminario se fueron sumando otros artistas como Alexanco, Gerardo Delgado, Gómez de Liaño Tomás García, Gómez Perales, Quejido, Sambricio, Enrique de Salamanca, Eduardo Sanz, Waldo Balart, Lugan entre otros. Las reuniones del seminario se realizaban quincenalmente en los locales de la estimulante arquitectura de Fisac, en donde se abordaron las ideas de interrelación entre arte y ciencia.

Las tareas del seminario se orientaron siguiendo varias líneas, pero todas conducentes a la utilización del ordenador en la creación plástica. Por eso, por un lado comenzaron a debatirse las ideas de estética cuantitativa de Birkhoff, Max Bense, o Frederik Nake, que condujeron al estetómetro de Prada Poole. Por otro lado se estudiaron las interconexiones entre la plástica y la lingüística, dejando clara la naturaleza bidimensional de la sintaxis plástica; el auge, en aquel momento, de la gramática generativa de Chomsky, llevó al intento de su utilización en la generación de las formas plásticas.

También se indagaron otros caminos en psicología de la percepción, en las propiedades matemáticas de las ecuaciones de las curvas, en la cuantificación cromática, en el uso de números áureos, etc.

La búsqueda realizada durante el primer curso condujo a un intento de caracterización de lo que podría denominarse «forma computable» y con este nombre se realizó durante los días 25 de junio a 12 de julio de 1969, la primera exposición en los amplios sótanos del Centro de Cálculo. En ella se expusieron obras de Alexanco, Amador, Elena Asins, Barbadillo, Equipo 57, Tomás García, Lily Greenham, Lugan, Quejido, Abel Martín, Mondrian, Eduardo Sanz, J. Seguí, Soledad Sevilla, Sempere, Vasarely, Yturralde. Pero no sólo fue una exposición con lo que se clausuraba del primer año de trabajo, sino que junto a ella y en días sucesivos se dieron conferencias, coloquios, recitales y proyecciones cinematográficas todas ellas sobre el tema de la informática y el arte. La exposición tuvo una buena acogida crítica en la prensa del momento, y fue recogida en diversas publicaciones internacionales de arte. Entre estas citaremos a la revista de Milán D'ARS, que dedicó treinta páginas de su número 46-47, a la exposición del CCUM⁶.

Las actividades de este Seminario, pronto tuvieron resonancia internacional, presentándose trabajos en Congresos celebrados en la Universidad de Brunel (UK), en París, en México, en Burdeos, etc. y se difundieron mediante numerosas conferencias dadas en varias ciudades españolas, francesas, inglesas y americanas, así como mediante las citas que aparecieron en la mayor parte de los libros que aparecieron sobre el tema.

El segundo curso del Seminario también se clausurará con otra exposición (22 de junio a 4 de julio de 1970) titulada «Generación Automática de Formas Plásticas». Esta exposición tenía carácter internacional y en ella se expusieron obras de Alexanco, Barbadillo, Gerardo Delgado, Tomás García, Gómez Perales, Lugan, Quejido, Soledad Sevilla, Sempere como artistas españoles, y de Ashworth, Lecci, Mezei, Milojevic, Nake, Nees, Noll, Radovic y Saunders como artistas de otros países. Simultáneamente se celebró un coloquio internacional en el que además de algunos de los artistas expositores, pronunciaron conferencias F. Briones, Allan Sulcliffe (U. K.), H. W. Franke (Alemania Federal), E. García Camarero, I. Gómez de Liaño, J.

⁶ En este número se incluyeron los siguientes artículos: EGC, *Relazione sulle Seminario sulla generazione delle forme plastiche* (pp. 40-45); Aguilera Cerni, *Arte tecnologica e semiologia grafica* (pp. 46-55); Manuel Barbadillo, *Materia e vita*, (pp. 56-65); Silvio Cecato, *Relazione* (pp. 66-69).

M. de la Prada Poole.

Las actividades del Seminario se prolongaron un par de cursos más. Se realizaron otras exposiciones fuera del Centro de Cálculo, una en el Ateneo de Madrid con el nombre de «*Formas computadas*» que fue ilustrada con una conferencia sobre *Ordenadores en el Arte* (19 de mayo de 1971) y otra en el Palacio de Congresos y Exposiciones de Madrid con motivo de una convención de IBM. También se participó en la magna exposición de arte de vanguardia denominada «Encuentros Arte-Cultura» que montaron en Pamplona, en 1972, Luis de Pablos y José Luis Alexanco, y que puede considerarse como una de las mayores concentraciones artísticas que nunca se haya dado.

Finalmente cesaron las actividades del SG AFC, y poco a poco de los otros seminarios. Las causas fueron imperceptibles, aunque uno de sus principales componentes pueda ser la mal soportada heterodoxia y libertad con las que nacieron. Llegó un momento en que se habló de reglamentos, o cuando menos de programas bien definidos de actividad (como si la creatividad se sujetara a reglamentos).

5.- Barbadillo

No cabe ninguna duda de que fue Manuel Barbadillo el inspirador del Seminario de Generación Automática de Formas Plásticas. Mario Fernández Barberá (con quien me unía una vieja amistad de la época de estudiantes en la Universidad), buen conocedor de las tendencias contemporáneas de la pintura y poseedor de un gusto estético exquisito, fue quien vinculó a Barbadillo con el Centro de Calculo, en el que ya funcionaban otros Seminarios y brindaba un ambiente estimulante para este tipo de actividades de vanguardia. El propio Barbadillo, decía al respecto⁷:

«Esta carta (*alude a una enviada por Barberá*) llegó en el momento justo, porque durante los últimos años, probablemente a causa de la forma en que había evolucionado mi pintura, había venido interesándome cada vez más por la cibernética, y aunque mi interés por ésta había sido más bajo un punto de vista de tipo filosófico, que técnico, la misma creencia había ido tomando cuerpo dentro de mí; sólo que no veía la forma en que podría comprobarlo.

Las características de mi obra, en el momento a que me refiero, las describo más adelante. Sólo quiero aclarar, aquí, para explicar mejor los párrafos que siguen, que se trataba de composiciones geométricas muy automatizadas en las que la forma total se generaba por la integración de unas formas menores, idénticas entre sí e idealmente inscritas en una cuadrícula, que pueden tener cuatro posturas, produciéndose cada una por un giro de 90 grados de la anterior. Y que la posición de cada una determinaba en cierta medida (no totalmente, ya que su diseño permite la conexión de unas con otras de varias maneras) las de las que la rodean.»

La figura seria y profunda de Barbadillo hace reconocer en él a quien ha reflexionado sobre su trabajo. Busca analogías entre su obra y la música, en el sentido que la música con solo siete notas, y algunas modificaciones, enmarcadas en la trama temporal de un compás se pueden hacer las composiciones mas diversas. En su obra inicialmente solo con un módulo (una forma básica) sometido a ciertas transformaciones y ubicado en una trama espacial se pueden conseguir composiciones pictóricas muy diversas. También hace alusión a la física, a la química, a la biología para sugerir que todas las manifestaciones de la Naturaleza tanto viva como inerte esta formada por los mismos elementos primarios y que organizaciones diferentes son las que originan las diferentes formas de los seres de la Naturaleza.

Veamos lo que el mismo dice sobre sus reflexiones en un trabajo suyo escrito en 1970⁸:

«si mi propio organismo está formado de la misma materia que cuanto me rodea; si cualquier materia viva, aunque se trate de una organización muy compleja, en un cierto nivel de su estructura consiste en combinaciones entre unos pocos elementos -oxígeno, carbono, nitrógeno, etc.- que están también en las otras formas de vida y en el medio en que habitan, lo que me constituye en una entidad independiente no es, pues, básicamente, una diferencia sustancial, o de ingredientes, sino las fuerzas que mantienen a esos ingredientes en determinadas relaciones. En estas relaciones, según parece, no

⁷ En su artículo *El ordenador: experiencias de un pintor con una nueva herramienta* incluido en una publicación del CCUM (*Ordenadores en el Arte: generación automática de formas plásticas*) de 1969

⁸ El trabajo a que nos referimos se publicó con el título *Modules/Structures/Relationships: ideograms of universal rapport*, en noviembre de 1970. En PAGE 12, Bulletin of Computer Art Society (Londres) y fue reproducido, traducido al castellano e incluido con el título *Módulos, estructuras y relaciones. Ideogramas de rapport universal* en una publicación de la Fundación CITEMA (Arte e Informática, 1980, pp. 55-68).

sólo es importante la proporción numérica de los elementos, sino también su organización en el espacio. Creo que esta pequeña referencia a algo que ocurre con la materia (y también en música, en literatura, etc.) es una buena introducción a cualquier explicación de mi obra, puesto que, a mi juicio, sus principales puntos versan precisamente sobre cómo las mismas formas pueden originar, por integración, formas nuevas, más complejas y distintas entre sí, las cuales, a su vez, se transforman cuando cambian las proporciones de sus componentes, pero también cuando -aun manteniendo esas proporciones - se trastocan sus posiciones o se alteran sus posturas.»

Su primer trabajo fue encontrar los elementos básicos de que estaban compuestas sus obras: los módulos. Antes de su incorporación a los trabajos del SGAFP, Barbadillo trabajaba solo con un módulo, eso sí el más rico de posibilidades. Luego incorpora otros tres. Todos ellos están inscritos en un cuadrado y formados por una forma y un fondo, o por dos formas encastradas. A partir de estos módulos básicos se obtienen otros por giro de 90°, por simetría o por complementación (cambiar el blanco por el negro, o los colores que se hayan elegido para la forma y el fondo). Por combinación de cuatro de estos módulos se obtiene una cuadrícula elemental, por combinación de cuatro cuadrículas elementales se obtiene una cuadrícula de segundo grado y así sucesivamente. De forma que a sus cuadros se los puede considerar como palabras o frases plásticas, o también moléculas construidas con distintos tipos de átomos.

Barbadillo explica todo esto con detalle en el trabajo citado más arriba, en el que también se dan los requerimientos para la construcción de un programa que genere automáticamente los bocetos de posibles obras. Pero solo la combinatoria no conduce a las obras que reúnen las condiciones para pertenecer a la estética particular de Barbadillo. Hay que seleccionar entre ellas, ya que:

«naturalmente unas composiciones parecen «decir» más que otras, y aunque el criterio de selección tenía que ser subjetivo, observamos, sin embargo, que existe cierta cualificación en las relaciones entre elementos opuestos, viéndose corroborado este criterio subjetivo tanto con el resultado de los trabajos anteriores como el de las primeras pruebas de un programa elaborado de acuerdo con este criterio, y hasta con el análisis superficial de obras más recientes en las que intervienen los cuatro módulos.»

Esta búsqueda de los criterios de selección de aquellas obras que “dijeran más”, que su contenido estético fuera más claro, condujo a rastrear por diversos caminos pretendiendo encontrar reglas que plasmaran esa valoración estética. Uno de los caminos consistía en el modelo lingüístico. En efecto, la obra de Barbadillo se prestaba espléndidamente a ser tratada con el modelo lingüístico, que fue el utilizado por una de las tendencias desarrolladas en el seminario sobre formas plásticas. Siguiendo este modelo, lo primero es definir un alfabeto o vocabulario. Para construir, con ese vocabulario, frases y textos sintácticamente correctos, se necesita disponer de una gramática con las reglas adecuadas.

En el caso de Barbadillo se podía definir un alfabeto plástico utilizando ‘*las formas menores idénticas entre sí*’ (los módulos), que eran la base de su obra. A partir de las “letras” de este alfabeto se trataba de seleccionar, de entre todas las posibles combinaciones, solo aquellas que fueran de interés del artista, es decir, disponer de las reglas que conduzcan a la generación de obras “estéticamente correctas”. Estas reglas formales constituían la gramática correspondiente que se suponía debería responder a ciertos significados y contenidos estéticos y emocionales de las obras generadas mediante ellas.

Uno de los usos del ordenador en auxilio de esta búsqueda era la generación automática de bocetos siguiendo ciertas reglas iniciales. El artista debía de analizar estos bocetos seleccionando los que le parecían correctos, y de acuerdo con ello perfilar las reglas para que se ajustaran mejor a su “estética”. Después, con estas reglas formales obtenidas por selección subjetiva, se realizaba el análisis de las combinaciones seleccionadas con la pretensión de encontrar criterios sistemáticos para obtener una estructura de tipo algebraico, que limitara la pura combinatoria y descartara completamente el azar. En el caso de Barbadillo las reglas se referían principalmente a la continuidad y conexión de los módulos combinados.

Aunque no se avanzó demasiado en la formulación de las reglas sintácticas, una cosa, quedó clara, el lenguaje plástico es bidimensional y para su formalización se requieren dos operaciones de concatenación, a diferencia del lenguaje literario en el que sus cadenas son unidimensionales. El estudio de estas gramáticas bidimensionales plantean problemas de gran complejidad que todavía están abiertos. Se esperaba también que de la interpretación de las reglas se pudiera extraer alguna significación plástica.

Enunciado en cualquiera de sus formas, este era el proyecto de Barbadillo. Un proyecto de ideas profundas y de sensibilidad en el que el ordenador solo entraba como auxiliar para facilitar la exploración de las reglas o la generación masiva de bocetos.

Las ideas originales de Barbadillo sirvieron para orientar los trabajos de otros participantes del SGAFP, quienes buscaban su propio alfabeto básico, así como las reglas de tipo sintáctico que orienten sobre la correcta relación entre los elementos básicos teniendo en cuenta las vinculaciones topológicas, métricas y cromáticas. En sentido trabajaron Soledad Sevilla, Gerardo Delgado, Manuel Quejido, Gómez Perales.

Siguiendo también la metodología de Barbadillo, Florentino Briones elaboró un programa conversacional, mediante el cual el artista situado ante la pantalla, podía, no sólo elaborar las combinaciones que le parecen de interés plástico, sino también a partir de unos módulos básicos muy simples generar los módulos que servirán de alfabeto, conforme al interés del pintor. La facilidad conversacional de la pantalla, que entonces era una gran novedad, hacia que el ordenador pasase a ser un verdadero auxiliar del nuevo artista que sustituye el pincel por el lápiz luminoso; y al que la potencia de la computadora le facilita la tarea de composición.

El trabajo de Barbadillo tuvo una gran difusión, no solo en nuestro país, sino también internacionalmente. Sus obras eran reproducidas en todas las publicaciones que trataban de “Computer Art”, así como seguidores de sus ideas aparecieron en otros países. Citaremos solo a Michael Thompson como uno de sus seguidores internacionales. Thompson conoció las publicaciones de Barbadillo incluidas en el libro *L'ordinateur et la Creative* editado por el CCUM como presentación de sus trabajos de arquitectura y pintura en unas jornadas celebradas en París en 1970. Los trabajos de Barbadillo se titulaban, uno *L'Ordinateur.- Experiences d'un peintre avec un outil nouveau* y otro *Matiere et vie*, que eran la traducción de los que ya se habían incluido antes en otra publicación del CCUM. También conoció su trabajo de 1970, ya mencionado, *Modules/Structures/ Relationships: Ideograms of Universal Rapport*. Pues bien, Thompson inspirado en las ideas de Barbadillo elaboró un conjunto de reglas generativas de pintura modular que describe en su trabajo *All done by graphs*, publicado en *PAGE 31, Bulletin of Computer Art Society*, en octubre de 1973. Estos trabajos de Thompson fueron difundidos también en otras publicaciones.