

ARTE Y CIENCIA: ¿QUE PAPEL JUEGAN EN LA EDUCACIÓN EN CIENCIAS?¹

António Francisco Cachapuz

Universidade de Aveiro (Portugal). cachapuz@dte.ua.pt

[Recibido en Noviembre de 2006, aceptado en Diciembre de 2006]

RESUMEN ^(Inglés)

Se defiende una visión de la educación en ciencias que rompa con los estrechos límites disciplinares actuales, realzando las articulaciones con otras áreas del conocimiento. Tomando como marco de la teoría del pensamiento complejo de Edgar Morin, se ilustra dicho argumento con ejemplos de cómo el arte se cruza con la ciencia y sus posibles implicaciones en el ámbito de una educación alternativa en ciencia.

Palabras clave: arte, ciencia, educación, interdisciplinaridad, complejidad, cultura.

INTRODUCCIÓN

La temática de las relaciones dialógicas entre arte y ciencia es compleja y puede ser abordada bajo diferentes perspectivas y matices.

Como precursor de tales relaciones, encontramos la figura de Leonardo, pintor y escultor del Renacimiento (ver "banzai.msi.umn.edu/Leonardo"), pero también arquitecto, biólogo, ingeniero... (ver "galileo.imss.firenze.it/news/mostra"). En esa opulenta época histórica, el ejercicio de la racionalidad aún impregnaba el intercambio y la contextualización de los saberes, la inscripción histórica del conocimiento, una dimensión que el triunfante positivismo se encargó de desvalorizar o de ignorar, por lo menos hasta mediados del siglo XX.

Más cerca de nuestro tiempo, el filósofo Bachelard (1957) consideraba que la emoción estética se halla en el encuentro entre el descubrimiento científico y la creación artística, o sea, "admira primero, comprenderás después".

Khun (1989) abordó el análisis sociológico de patrones de desarrollo y objetivos de tales áreas del conocimiento. Aunque considere que "las similitudes de la ciencia y del arte surgieron como una revelación", no por ello dejó de considerar que si "en las artes, la estética resulta el objetivo del trabajo, en las ciencias constituye una herramienta". Entre los variados científicos de renombre que se pronunciaron, el neurólogo António Damásio (2005) considera que tiene sentido colocar el arte y la

¹ Traducido por Fátima Paixao.

ciencia al mismo nivel ya que nos ayudan a superar los problemas que la condición humana nos coloca. El máximo divisor común de estas reflexiones es una profunda mirada humanista y al mismo tiempo cruzada sobre el conocimiento y sobre su construcción y, exactamente por ese motivo, aporta al hombre una visión más tolerante.

En el ámbito de la educación en ciencia, las contribuciones acerca del tema son escasas y muy recientes. Por ejemplo, Oliva et al. (2004) analizan casos históricos que ilustran la fecundidad de razonamientos analógicos entre las artes plásticas y la física, en particular en el caso del estudio del movimiento de los proyectiles, estableciendo de este modo, implicaciones para la educación en ciencia. Lima et al. (2004) abordan la articulación entre la poesía y la física a través de una inteligente explotación del "Mensaje" de Fernando Pessoa. Joaquín y Mariscal (2006) explotan extractos de la conocida obra de Don Quijote, con la intención de desarrollar herramientas didácticas para la enseñanza de la mecánica. También el autor de estas líneas presentó recientemente (Cachapuz, 2006) una reflexión de índole epistemológica sobre paralelismos y diferencias en la construcción del conocimiento en las artes y en la ciencia. Como entonces yo afirmaba, arte y ciencia reflejan el potencial creativo del Hombre como hacedor de símbolos, sea una obra prima de Chagal o una ecuación de la mecánica cuántica. Ambas representan la lucha del Hombre contra la pérdida de su finitud y en ambos casos ayudan a corregir la estrechez del sentido común. Lo que difiere es el modo en cómo lo hacen y los productos a los que llegan.

En el estudio que a continuación se presenta, se desarrolla y profundiza dicha reflexión, pero ahora desde un enfoque educativo. La principal razón para desarrollar reflexiones sobre los caminos cruzados del arte y de la ciencia estriba en ayudar a promover un objetivo central (pero casi siempre retórico) de la educación en general, y de la educación en ciencia en particular, como es la educación para la interdisciplinariedad.

El instrumento intelectual de que me sirvo tiene como punto de partida las reflexiones sobre el pensamiento complejo de Edgar Morin (2000), concepto que, resulta importa esclarecerlo, tiene que ver "tan solo" con otra posibilidad de pensar a través de retroacciones, incertidumbres y contradicciones y no con la búsqueda de un principio unitario, involucrando a todos los conocimientos, como si fuera una fórmula canónica (lo que para ese autor sería realmente una nueva irreducción!).

La fertilidad de esta nueva perspectiva, en relación al objetivo de la interdisciplinariedad, emerge cuando él se interroga sobre si "¿no debería el nuevo siglo emanciparse del control de la racionalidad mutilada y mutiladora, para que la mente humana pueda, por fin, controlarla?" (Morin, 1999). Añade el autor, "no se trata de abandonar el conocimiento de las partes por el conocimiento de la totalidad, ni de cambiar el análisis por la síntesis; es necesario conjugarlas. Existen retos de la complejidad con los cuales los desarrollos propios de nuestra época planetaria nos confrontan ineludiblemente" (Morin, 1999). La problemática de la sostenibilidad en el mundo actual es solamente uno de los muchos retos que se pueden inscribir en el argumento anteriormente referido. Cómo diría Marcel Mauss (citado por Morin 2000),

*"il faut recomposer le tout"*². Lo que está, pues, en juego es poder fomentar en los jóvenes una nueva relación estratégica con el conocimiento. De eso depende su desarrollo armonioso e integral. Y la educación en ciencias puede y debe servir de ayuda. Es lo que se intentará hacer a continuación mediante algunos ejemplos.

DE LA OBSERVACIÓN

El arte puede suministrar un posible punto de entrada para discutir el papel de la observación en ciencia, en particular la relación entre observación y teoría.

Así, la discusión crítica del pensamiento de Henri Matisse (pintor con respecto a quién Picasso decía, en 1954, que después de todo haya acabado aún permanecerá Matisse) cuando afirmaba que *"voir c'est déjà une opération créatrice et qui exige un effort"*³, es un buen ejemplo de una posible implicación. Curiosamente, cabe referir la cercanía de esta perspectiva sobre la observación de la perspectiva del científico (premio Nóbel) François Jacob (1985) cuando afirmaba que, *"para obtener una observación con algún valor, es necesario tener, anticipadamente, alguna idea de lo que hay que observar. Es necesario tener ya decidido lo que es posible"*. O sea, en la muy feliz síntesis de Saint-Exupéry (1946), lo esencial es casi siempre invisible a nuestros ojos. Los argumentos referidos ilustran, naturalmente, el papel decisivo de las teorías y modelos en la construcción del conocimiento (contexto del descubrimiento) tanto en el arte como en la ciencia, papel infravalorado en la educación científica debido a que no cabe en el ámbito estricto de la objetividad positivista.

Pero no solamente, la observación de una obra de arte impresionista, por ejemplo el cuadro del neo impresionista Seurat "Un domingo por la tarde en la isla de la Grande Jatte" (1884), puede también permitir otra actitud igualmente importante relativa a la observación científica, a saber, la llamada sentencia suspendida ("suspended judgement"). Efectivamente, una de las claves de la lectura de la pintura impresionista es la de que no siempre se ve mejor cuando se mira más de cerca (y es exactamente por eso por lo que cuando nos enfrentamos a un cuadro retrocedemos un poco para apreciarlo mejor). Metafóricamente hablando, ese "alejamiento" intencional es análogo a la observación en la ciencia como forma a corregir la estrechez del sentido común. Curiosamente, la historia de ese cuadro es igualmente muy rica en cuanto a cruce de caminos entre el arte y la ciencia/óptica, ya que Seurat aprendió con el químico Chevreul y con el físico Rood que los colores llegan a nuestros ojos como luz con diferentes anchuras de onda, siendo mezcladas en la retina (una novedad para la época). El pintor debe haber concluido que no debería mezclar los pigmentos en su paleta (como habitualmente se hacía) sino yuxtaponer los colores primarios en la tela, punto a punto (Düchting, 2004). De ahí el nombre de Puntillismo.

En ambos ejemplos, lo que está en juego son los límites de la observación y el cómo el juego de las analogías puede ser utilizado a favor de la interdisciplinariedad.

² El todo debe ser recompuesto.

MECÁNICA CUÁNTICA, QUÍMICA, POESÍA, TEATRO....

En este caso lo que está en juego es el cruce de objetos de la ciencia con objetos del arte y viceversa. Como refería en otra ocasión (Cachapuz, 2006), el ejemplo más notorio viene desde las artes digitales, las denominadas "pinturas científicas". Entre otros, Muller et al. (1988) presentan un abordaje científico del arte en el cual los objetos de la ciencia son utilizados por el arte a través de la tecnología digital, en particular recurriendo al grafismo electrónico. Señalan que *"today, we are surprised by the aesthetic content of visualised "cold" scientific experiments and mathematical models and theories, and we discover that we can project scientific information into the language of art. This provides an aestheticized and thus humanized, representation of most complex scientific phenomena, which leads us into a new world of imagination and creativity"*⁴. Los ejemplos presentados son representaciones holográficas de la "Belousov-Zhabotinskii reaction", "Cytoplasm painting by surfaces forces" y "Quotients of polynomials", creados por los referidos autores. Los menos informados, fácilmente considerarían estar en presencia de una pintura contemporánea.

Más recientemente (2006), tuvo lugar en Madrid una exposición de 26 cuadros sobre el "arte fractal", o sea, sobre la aplicación de los fractales al arte a través de creaciones graficas hechas por computador. Los objetos matemáticos pasan a tener belleza. ¡Queda la esperanza de que, con este impulso, se pueda entusiasmar a más alumnos para su estudio!

Ya en el campo específicamente didáctico, vale la pena que aludamos a dos ejemplos, uno de la responsabilidad del profesor/poeta Rómulo de Carvalho/António Gedeão (profesor de física y química de secundaria) que es una verdadera elegía a la mecánica cuántica y cuyo análisis crítico con los alumnos podría ser tan o más útil que algunos trozos de libros de texto.

Poema de ser o de no ser

¿Son ondas o corpúsculos?

¿Si o no?

¿Son una o otra de estas cosas, o serán ambas cosas?

¿Son "o" o serán "y"?

¿O todo se pasa como sí?

Recorren velozmente orbitas ciertas

las cuales existen únicamente cuando las recorren.

Velozmente. ¿Será?

O talvez no se muevan, lo que depende

del estado en que se encuentre quien observa.

[...]

³ Contemplar algo es ya una labor creativa.

⁴ Hoy, estamos sorprendidos por el contenido estético de algunos experimentos científicos y modelos matemáticos fríamente visualizados, y descubrimos que podemos proyectar información científica en lenguaje del arte. Esto proporciona un modo de representación estética y, por tanto, humana representación de la mayoría de fenómenos científicos que nos llevan a un nuevo mundo de imaginación y creatividad.

La poesía parece ser una vía fácil para los objetos cruzados del arte y de la ciencia. Véase lo que una alumna de 9 años escribió a propósito de la tradicional experiencia de la vela para explorar la composición del aire. Al final de la experiencia, la profesora solicitó a sus alumnos que escribiesen, en el aula, una carta, a quien lo desearan, relatando lo que había pasado. La alumna dirigió su carta al primer rey de Portugal (siglo XII), en estos modos:

Querido D. Afonso Henriques

Yo no llegué a conocerte y por eso motivo me gustaría contarte unas experiencias de mi tiempo.

Vertemos en un platito

Un líquido con acuarela

Cogemos una pequeña cerilla

y encendemos una vela.

Después cubrimos con un vaso

Y la vela se quedó sin aire.

Y cómo por magia

El líquido empezó a burbujear.

Sin oxígeno

El líquido empezó a elevarse

Y muy lentamente

La vela empezó a apagarse.

El oxígeno quedó sin lugar

Cuando el líquido lo ocupó

Y fue en ese preciso momento

Que la vela se apagó.

No me canso jamás de referirme a este "informe" experimental por lo que revela de creatividad de la niña que lo escribió (aparte de sus obvias incorrecciones científicas), hoy una estudiante universitaria con éxito.

También a través del teatro, dramatizaciones, es fácil encontrar ejemplos de explotaciones y relaciones dialógicas del arte y de la ciencia. Por ejemplo: Lerman (2003) explota el teatro, la danza y el cómic en una perspectiva de enseñanza de la Química para todos. También la compañía Arte y Ciencia en el Palco de S. Paulo/Brasil, ha presentado recientemente (2005) tres obras de teatro para celebrar el centenario de la publicación de los cinco artículos de Einstein que cambiaron el curso de la física, bajo los títulos, "Copenhagen", "Y ahora señor Feynman?" y "La danza del Universo". Con respecto a la controversia surgida alrededor del descubrimiento del oxígeno por Lavoisier, Priestley y Scheele en el siglo XVIII, los químicos Roalf Hoffman (premio Nóbel) y Carl Djerassi escribieron la obra de teatro "Oxígeno" (llevada a la escena en 2006, en Portugal).

Es difícil evaluar el impacto de tales iniciativas sobre los jóvenes y los menos jóvenes, principalmente en lo que respecta al despertar o a la sedimentación de vocaciones hacia carreras científicas. Lo que nos parece un éxito es el entusiasmo con el que han

sido acogidas tales iniciativas en las cuales el discurso del arte y de la ciencia se cruzan y entrelazan, en el cual abundan la imaginación y la fantasía. En mi opinión, éste podría ser un buen punto de partida.

DE LAS DINÁMICAS DE FORMACIÓN

Para muchos compañeros y compañeras "basta" analizar la evolución entremezclada por controversias y rupturas en la construcción de la ciencia utilizando, por ejemplo, la evolución histórica de las teorías de ácido/base, del concepto de fotosíntesis o de la caída de los cuerpos. Para los más entusiastas esto no es suficiente. Es necesario ir más lejos, y la formación de profesores es el instrumento privilegiado. Hacen falta espacios de formación inicial y continuada en que se discutan de una forma horizontal la historia de las ideas y no solamente la historia de las disciplinas (en el mejor de los casos, la historia vertical). La finalidad es hacer caer en la cuenta de que también en otras vertientes del conocimiento, como por ejemplo en la estética, se producen cambios como también rupturas (de conceptos, materiales, soportes y técnicas). El mismo argumento es válido para la ética. Es a través de tal comprensión mediante la que se ahonda en una nueva relación con el conocimiento del que antes se habló y que es el amago del pensamiento complejo. Naturalmente, no se trata de desarrollar erudición sobre el arte sino tan solo de, a través de percepciones fácilmente reconocibles de obras de arte, identificar tales rupturas como búsqueda de alternativas, preferentemente con la cooperación de otros profesores. En sí mismo, tal hecho (la ruptura del aislamiento de los profesores) ya tendría un valor acrecentado.

Dejo aquí algunas sugerencias para su utilización, con ejemplos que atraviesan períodos significativos de la pintura y de la música a través de obras emblemáticas.

(i) En el ámbito de la pintura "La virgen de la roca" (1495) de Leonardo da Vinci, las "Demoiselles d' Avignon" (1907) de Pablo Picasso, "La persistencia de la memoria" (1931) de Salvador Dalí y "Gris, rojo, amarillo y azul" (1927) de Piet Mondrian. (ii) en el ámbito de la música extractos de la "Tocata en fuga en re menor" de Johan Sebastian Bach (siglo XVII/XVIII), apertura de la "7ª sinfonía" de Ludwig van Beethoven (siglo XVIII/XIX), apertura de "La consagración de la Primavera" de Igor Stravinsky (siglo XIX/XX) y, por ejemplo, "Freeman Études" (1990) de John Cage.

Esta puede ser una aportación útil para atenuar el embrollo reductor consagrado por la matriz positivista bajo el nombre de las llamadas "dos culturas".

CONCLUSIÓN

Todo el conocimiento está impregnado de cambio. Ya lo sabemos desde la antigua Grecia. ¡Curiosamente, 2500 años no fueron suficientes para que tal idea llegara adecuadamente (respecto a la interdisciplinariedad) a los currículos de ciencias! Lo que tenemos es, esencialmente, una retórica de conclusiones. Se confundió *más* verdad con "la" (!) verdad.

Poco después, hace unos 2000 años, el romano Marcus Tullius Cícero identificó *el dejar de refinar continuamente a su mente* como uno de los siete errores que no

deben ser cometidos por los hombres de más de 50 años. El mensaje parece apropiado a los responsables de políticas educativas. De un modo particular, parece pertinente que cuiden de refinar su mente respecto a la diferencia entre educación e instrucción, y de cómo la interdisciplinaridad puede ayudar a formar ciudadanos más responsables, tolerantes y también más instruidos. Estaremos entonces más cerca de, usando las palabras de Morin (1999), "enseñar la condición humana".

REFERENCIAS

- BACHELARD, G. (1957). *La poétique de l'espace*. Paris: PUF.
- DAMÁSIO, A. (2005). *Cérebro, Corpo e Emoção*. Conferência apresentada em Junho no Centro Olga Cadaval, Sintra, Portugal.
- DÜCHTING, H. (2004). *Seurat, o mestre do pontilhismo*. Lisboa: Taschen/Público.
- ESSERS, V., (2004). *Matisse*. Lisboa: Taschen/Público.
- GEDEÃO, A. (1990). *Novos poemas póstumos*. Lisboa: Sá da Costa.
- JACOB, F. (1985). *O jogo dos possíveis*. Lisboa: Gradiva.
- JOAQUIN, A y MARISCAL, F. (2006). La Física y Don Quijote. *Alambique*, 49, 114-123.
- KHUN, T. (1989). *A tensão essencial*. Lisboa: edições 70.
- LERMAN, Z. (2003). Using the art to make chemistry accessible to everybody. *Journal of Chemical Education*, 80(11), 1234-1243.
- MORIN, E. (1999). *Os sete saberes necessários à educação*. S.Paulo: Cortez.
- MORIN, E. (2000). "O pensamento complexo, um pensamento que pensa", in *A inteligência da complexidade*, Morin, E. e Le Moigne, S.Paulo: Peirópolis.
- OLIVA, J. M^a. y ACEVEDO, J. A. (2004). Pensamiento analógico y movimiento de proyectiles. Perspectiva histórica e implicaciones para la enseñanza. *Revista Española de Física*, 18(4), 56-61.
- POINCARÉ, H. (1920). *La valeur de la science*. Paris: Flammmarion.
- SAINT-EXUPÉRY, A. (1946). *Le petit Prince*. Paris: Gallimard.

* Apoyo financiero de la Fundação para a Ciência e a Tecnologia, POCTI.

SUMMARY

Based on Edgar Morin's framework of Complex Thinking the paper explores a perspective of Science Education which goes beyond the traditional disciplinary approach. This argument is illustrated with examples of dialogic relationships of Science and Fine Arts and clues are put forward of how to explore such dialogic relationships in an educational context.

Keywords: science; fine arts; education; interdisciplinarity; complexity; culture.