

## **¿Qué informática enseñar en el liceo?**

Gilles Dowek

École polytechnique (15 mars 2005 )

<http://www.lix.polytechnique.fr/~dowek/>

### Resumen

Enseñar informática en el liceo nos parece una necesidad, debido al lugar que ocupa esta disciplina tanto en nuestra economía y nuestra sociedad, como, entre otras cosas, por la relación que tiene con herramientas que nos permiten comprender el mundo. Proponemos la idea de que la enseñanza de la informática en el liceo, debería tener como meta principal, el aprendizaje de un lenguaje de programación y de algoritmos de base, con el objetivo de saber escribir un programa al terminar el bachillerato. Por su naturaleza el aprendizaje de la programación y de la algoritmia tiene mucho que aportar mucho a los liceales en su desarrollo intelectual, entre otras cosas porque les permite trabajar en proyectos y requiere la aplicación de conocimientos adquiridos. De igual manera, permite construir un puente entre el lenguaje y la acción y mostrar la utilidad del rigor científico.

### Enseñar informática

Enseñar informática en el liceo aparece como una necesidad a muchos de nosotros. Esta necesidad toma diferentes formas.

En primer lugar, se puede constatar que nuestros estudiantes tienen un bajo nivel en informático, comparado con sus pares chinos e indios, así como también con otros europeos. Nuestra población activa tiene también un nivel global insuficiente en informática, y desgraciadamente, incluidos los ingenieros. Lo más desgraciado tal vez es el muy bajo nivel en informática de nuestros conciudadanos, que son de este modo, dejados fuera de transformaciones que se operan en nuestra sociedad. Este bajo nivel es el origen de, o bien de una desmesurada confianza en las computadoras o bien de temores injustificados. Es la fuente también de una cierta dificultad de generar debates públicos (por lo tanto esenciales a la vida de nuestra sociedad) por ejemplo sobre las limitaciones de los programas o sobre la oportunidad de utilizar programas propietarios o libres en la Administración.

El liceo parece así mismo, la última oportunidad de enseñar informática a jóvenes mujeres que tienen demasiada tendencia a considerar esta disciplina como “un juego de varones”. Esta falsa impresión afecta las oportunidades de empleo de las mujeres. De hecho, esto influye en el bajo nivel en informática de los ciudadanos, dado que la mitad son ciudadanas.

Además de dichas motivaciones por enseñar informática relativas a nuestra competitividad industrial o a la vida de nuestra sociedad, otra serie de motivaciones provienen del hecho de que la informática en las últimas décadas, ha transformado profundamente nuestra manera de ver el mundo. Por ejemplo, una disciplina tan antigua como la gramática, se ha visto transformada cuando se ha tomado conciencia del hecho de que el conjunto de reglas de la gramática de una lengua definen un algoritmo que decide si una frase es gramatical o no. La manera de formular las reglas gramaticales de ha visto profundamente afectada. Así mismo, la comprensión de los mecanismos del ojo y del cerebro que nos permiten construir una imagen a partir de estímulos visuales se ha renovado enormemente cuando se ha comprendido que dichos mecanismos debían ser algorítmicos y además, paralelos. Para citar un ejemplo de los más recientes, hemos visto aparecer en estos últimos años nuevas maneras de describir el funcionamiento de la célula, a partir de la teoría de lenguajes distribuidos. Aún cuando estos cambios de puntos de vista deben pasar la prueba de su pertinencia y utilidad, ellos muestran que la

informática se ha vuelto, urgida por otras disciplinas científicas, una herramienta indispensable para comprender el mundo.

### Las tres informáticas

Para avanzar más allá de las generalidades, es necesario ponerse de acuerdo en el significado de la palabra informática. En nuestra lengua, tiene esencialmente tres. Según el primero, se conoce la informática desde que se sabe usar una computadora, por ejemplo, desde que se sabe usar un procesador de texto o un navegador. Según el segundo, se conoce la informática desde que se sabe escribir un programa, lo que demanda conocer al menos un lenguaje de programación y de algoritmos elementales. Según el tercer significado, se conoce la informática desde que se conocen las diferentes teorías - computabilidad, cálculo lambda, sistemas de re-escritura, complejidad, teorías algorítmicas de números, teoría de autómatas, teoría de sistemas distribuidos, teoría de grafos - que forman una ciencia donde el objeto de estudio es el cálculo en todas sus formas.

Trasladado a otro dominio del saber, esta situación es comparable al de un lenguaje que utilizara la misma expresión para “saber conducir una locomotora a vapor”, “saber construir una locomotora a vapor” y “conocer la termodinámica”. Esta confusión, que se re-encuentra por ejemplo en los diferentes significados de la palabra “químico”, tiene ciertas ventajas, por ejemplo, permitir que nuestros antiguos doctores se definan como “informáticos” cuando buscan empleo, de la misma forma que un doctor en química puede declararse “químico”, pero también muchos inconvenientes, en particular el de introducir muchos malentendidos en las discusiones relativas a la enseñanza de la informática.

### Aprender a escribir programas

La idea que quisiera proponer es que la enseñanza de informática en el liceo debería tomar la palabra informática en el segundo de los significados mencionados: la enseñanza de la informática en el liceo debe tener como objetivo primario que los liceales sepan escribir un programa al terminar el bachillerato.

Se puede concebir una enseñanza de informática en tres tiempos. El aprendizaje de la utilización de una computadora, que concierne sin duda a la escuela primaria, el aprendizaje de la programación y de algoritmos elementales en el liceo, y el aprendizaje de la ciencia del cálculo en la enseñanza superior. Sin embargo, el punto de vista que yo defiendo no está únicamente motivado por la visión global expuesta, Está así mismo motivado por el hecho de que el aprendizaje de un lenguaje de programación y de algoritmos elementales, me parece una experiencia apropiada para aportar mucho a jóvenes liceales tanto a su desarrollo personal como a su relación con el conocimiento.

### Concebir y ejecutar un proyecto

La enseñanza de la informática concede una parte importante al desarrollo de proyectos. El primer aporte del aprendizaje de la informática para los liceales me parece el del desarrollo de la capacidad de definir los objetivos de un proyecto y proveerse de los medios para lograrlos.

Escribir un programa es un proyecto que se realiza en un período, que puede variar desde una tarde a varias semanas en el caso de un programa pedagógico y de varios años en el caso de un programa profesional. La primera fase de un proyecto consiste en definir sus objetivos, que deben ser atractivos y al mismo tiempo realistas. Al organizar talleres de iniciación a la informática para adolescentes con

*L'Association Nationale Sciences et Techniques Jeunesse*, me ha pasado de encontrar jóvenes que pensaban que podrían escribir en pocos días un programa para abatir al campeón mundial de ajedrez, sin preocuparse mayormente del principio de realidad. Por el contrario, también me ha pasado de encontrar jóvenes que se plantean objetivos muy modestos por temor a no poder cumplirlos. Por su naturaleza, la enseñanza de la informática, favorece el aprendizaje del nivel justo en el que hay que definir los objetivos, de la eventual necesidad de re definirlos en el curso de desarrollo del proyecto y de la perseverancia que demanda la realización de un proyecto. Conocimientos que son, claro está, de mucha utilidad también fuera del campo de la informática.

Naturalmente esta organización de la enseñanza de la ciencia en base a proyectos no es nueva. Pero la informática, por el hecho de que permite construir objetos complejos con un soporte físico mínimo, alienta, posiblemente más que otras disciplinas, proponer una enseñanza por proyectos en el liceo y en los primeros años de la enseñanza terciaria.

### Poner en práctica los conocimientos adquiridos

En el aprendizaje de informática, es muy importante poner en práctica al escribir programas los conocimientos adquiridos. Sabemos que hay una cierta brecha entre el hecho de comprender una noción y el de ser capaz de utilizarla, por ejemplo, entre el hecho de comprender la función seno en matemática y el de utilizarla en un ejercicio de física. Este pasaje de la competencia al desempeño es, por otra parte, una de las principales dificultades que encuentran los estudiantes cuando comienzan el estudio de la informática.

Naturalmente, los conocimientos puestos en práctica son adquiridos tanto en el curso de informática como en otros. Así, un estudiante que realice un programa para calcular los primeros mil decimales del número Pi, pone en aplicación conocimientos de informática y de matemática. De esta manera, además, cobra sentido el definir a Pi como una serie, que sin esa finalidad puede parecer débil a un liceal.

Esta situación de la informática es bastante singular. Nuestros colegas físicos, por ejemplo, nos han convencido de que es posible aprender la termodinámica sin haber construido jamás una locomotora a vapor. En informática por el contrario, aún cuando es posible aprender la teoría de funciones recursivas sin haber escrito jamás un programa, - lo que por otro lado era el caso de los creadores de esa teoría en los años 30- no parece deseable formar informáticos que conocerían algoritmos sobre grafos sin haber programado un algoritmo de recorrida de grafos en su vida. En el aprendizaje de la informática, la teoría y los trabajos prácticos -escritura de programas- van juntos. No sé si se trata de la juventud de nuestra disciplina o es un rasgo permanente que se explica de otra manera. El desarrollo de esta facultad de aplicar los conocimientos en la práctica es ciertamente un aporte del aprendizaje de la informática.

### Un puente entre el lenguaje y la acción

Otro aporte a la formación de los liceales del aprendizaje de la informática, me parece el de la construcción de un puente entre el lenguaje y la acción.

Se sabe que los liceales perciben a veces un cierto desfasaje entre un saber “libresco” que se les ha enseñado en el liceo y la ideología predominante fuera del liceo que valoriza la acción y la iniciativa. La idea de una dicotomía entre el universo del lenguaje y el de la acción es particularmente perjudicial para los liceales cuando extraen la conclusión de que lo que dicen importa poco o de que el pensamiento es poco útil para la acción.

Un programa de informática tiene como primera cualidad la de pertenecer a un lenguaje, es decir, de ser un texto. Pero ese texto tiene una segunda cualidad que es la de ser ejecutable, es decir es el agente de una acción. El aprendizaje de la informática enseña que decir “ $x=1$ ” o “ $x=2$ ” no es de ninguna manera la misma cosa. E igualmente que la acción no puede efectuarse sin la construcción previa de un discurso.

### Una escuela de rigor

El último aporte del aprendizaje de la informática para los liceales me parece que es el del desarrollo del rigor. Naturalmente, el rigor es una cualidad compartida por el conjunto de las ciencias, y la informática no es una ciencia más rigurosa que las otras. Sin embargo, el rol del rigor es diferente en el aprendizaje de la informática y en el aprendizaje de otras ciencias. Un ingeniero que peca de poco riguroso en la construcción de un puente, lo ve derrumbarse: es la naturaleza que sanciona su falta de rigor. Por el contrario, son a menudo los profesores y no la naturaleza que sanciona la falta de rigor de los estudiantes. Estos pueden sacar la conclusión equivocada de que este rigor impuesto por una autoridad, es arbitrario y percibir erróneamente su función y su finalidad.

En informática, los errores de los estudiantes no son sancionados por un profesor, sino que antes que nada por una computadora, inanimada e imparcial. Un programa que tiene un error de sintaxis es simplemente rechazado por el compilador. Un programa que tiene un error semántico, no da el resultado esperado. El rigor no aparece entonces como algo impuesto del exterior sino simplemente como una condición de buena comunicación entre el estudiante y la máquina.

Sobre este punto, se puede notar que diferentes experiencias pedagógicas, en particular una del Département de Mathématiques de l'Université de Chambéry, han mostrado que la utilización de programas que sancionan los errores lógicos en las demostraciones matemáticas, como Coq, desarrollado por el *Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique*, à l'École polytechnique et à l'Université de Paris-Sud, o el programa Phox desarrollado en Chambéry, pueden ser utilizados con éxito para enseñar las reglas de manipulación de cuantificadores y la noción de demostración por recurrencia a estudiantes del primer ciclo universitario. Aún cuando es sin duda demasiado pronto para generalizar ese tipo de experiencias en el liceo, se puede remarcar la convergencia de puntos de vista: el aprendizaje del rigor pasa, en un caso como en el otro, por una mecanización de la sanción.

Este aprendizaje del rigor y del sentido del detalle es a menudo muy novedoso para los liceales y los estudiantes y constituye una de las dificultades en el aprendizaje de la informática. A menudo es sorprendente para los debutantes que un programa 99% correcto dé un resultado 100% incorrecto. El modo de evaluación de los conocimientos en la escuela y el liceo, privilegia la comprensión de la idea central, de donde algunos estudiantes deducen que la comprensión de las ideas generales alcanza. El aprendizaje de la informática muestra que las computadoras, como la naturaleza, son menos benevolentes que los profesores y que un programa puede ser incorrecto tanto porque la idea central se ha comprendido mal, como por un detalle que se ha descuidado.

Para concluir, quisiera volver sobre esa urgencia que percibo para comenzar desde el liceo la enseñanza de la informática, es decir, de un lenguaje de programación y de los algoritmos elementales, con el objetivo de saber escribir un programa al terminar el bachillerato. Esta urgencia no se debe solamente a la demanda del mercado de trabajo, sino sobre todo al hecho de que este aprendizaje por su naturaleza puede aportar mucho a los liceales tanto desde el punto de vista del desarrollo personal como en

relación al conocimiento y la visión del mundo que ellos construyen.