

4.5. Educación ética en ingeniería del software

Publicado originalmente como *Ethical education in software engineering: responsibility in the production of complex systems*. Journal on Science and Engineering Ethics, 13(4):505-522, December 2007.

Educación ética en ingeniería del software: responsabilidad en la producción de sistemas complejos

Gonzalo Génova⁽¹⁾, M. Rosario González⁽²⁾, Anabel Fraga⁽¹⁾

⁽¹⁾ Departamento de Informática, Universidad Carlos III de Madrid
Avda. Universidad 30, 28911 Leganés (Madrid)
{ggenova, afraga}@inf.uc3m.es

⁽²⁾ Departamento de Teoría e Historia de la Educación, Universidad Complutense de Madrid
C/ Rector Royo Villanova, s/n, 28040 Madrid
marrgonz@edu.ucm.es

Resumen. Entre las diversas escuelas contemporáneas de pensamiento moral, la ética basada en consecuencias, frente a la ética basada en reglas, parece tener una buena aceptación entre profesionales tales como los ingenieros informáticos. No obstante, el consecuencialismo “ingenuo” es intelectualmente demasiado débil como para servir de guía práctica en la profesión. Además, la complejidad de los sistemas informáticos hace que sea muy difícil conocer de antemano las consecuencias que se derivarán de las actividades profesionales de producción de software. Así pues, siguiendo el espíritu de códigos éticos bien conocidos como el de ACM/IEEE, nosotros defendemos una postura más sólida en la educación ética de los ingenieros informáticos, que denominamos “deontologismo moderado”, la cual tiene en cuenta tanto las reglas como las consecuencias para valorar la bondad de las acciones, y al mismo tiempo presta una adecuada consideración a los valores absolutos de la dignidad humana. Con el fin de educar profesionales responsables, no obstante, esta postura debe ser complementada con una pedagogía orientada hacia la ética de la virtud.

1. Introducción

El progreso moral de la sociedad depende en gran medida de la forma en que razonamos en los diversos campos de la ética, y en particular en la ética profesional. Las leyes que gobiernan una sociedad son responsables de la estructura que ésta adquiere a largo plazo. Pero es tarea del pensamiento ético inspirar el desarrollo de las leyes. Cada uno de nosotros reconoce implícitamente la primacía de la ética sobre la ley cuando grita: *¡esta ley es injusta!* (Piénsese en leyes que alienten discriminación racial, salarios mínimos insuficientes, etc.) Aparte de la fuerza bruta, la única fuerza que puede cambiar las leyes es la razón ética.

Esta primacía de la ética sobre la ley explica por qué es tan importante el pensamiento ético en la educación de todos nosotros: si nuestros argumentos morales son débiles, entonces estamos a merced del mejor orador. En particular, es crucial en la educación de los profesionales modernos, como por ejemplo los ingenieros informáticos, porque el pensamiento ético no está hecho de principios abstractos, sino que se deriva también de la realidad de la vida y de las circunstancias profesionales. Si queremos formular juicios éticos acerca de los tipos de interés, impuestos o salarios, tendremos que estar bien instruidos acerca de estas nociones en el campo de la economía. Del mismo modo, juzgar acerca de la responsabilidad moral del ingeniero informático requiere un buen conocimiento de la profesión, que tenga en cuenta la forma real en que trabajan estos profesionales y su experiencia (evidentemente, cuando decimos “ingeniero” queremos decir “ingeniero o ingeniera” pero, con el fin de evitar continuas repeticiones, en este artículo usaremos el masculino como forma común en castellano de denotar a ambos géneros).

Todo ingeniero es en primer lugar una persona libre, un agente ético. La ética, lejos de ser un conjunto de límites impuestos a nuestra libertad, es el modo preciso en que nos hacemos dueños de nosotros mismos y logramos un crecimiento personal, nos “formamos” a nosotros mismos. Sin una sólida educación ética específica de la profesión, el ingeniero se convierte en un mero instrumento técnico y despersonalizado en las manos de otros. El ejercicio de la profesión, en el que está implicado el ser humano entero, es una parte esencial de este crecimiento personal. Por esa razón no podemos admitir la reducción de la ética al ámbito privado, ni la fragmentación de la ética entre lo privado y lo público. El ingeniero software no puede desentenderse de la defensa de la dignidad humana en el ejercicio de su profesión; al contrario, su misión es crear software que respete y valore a las personas.

La necesidad de una educación ética sólida y específica ha sido reconocida ya en muchos lugares e instituciones educativas. En particular, los *Computing Curricula* desarrollados por ACM/IEEE, que muchos programas universitarios toman como ejemplo, pone un énfasis significativo en los cursos de leyes y ética en su Capítulo 10, dedicado a la Práctica Profesional, y propone varias estrategias para incorporarlos en los currículos de Ingeniería Informática [2]*.

* En España parece que esta carencia va a ser resuelta en un futuro próximo. La propuesta de Título Universitario de Grado en Ingeniería Informática señala que uno de los objetivos de la formación del título es “comprender y asumir la responsabilidad ética y profesional de la actividad del Ingeniero/a en Informática y su papel en el ámbito de las TIC y de la Sociedad de la Información y del Conocimiento”, y

Nuestro objetivo en este artículo no son los temas educativos generales en relación con la ética de las Tecnologías de la Información, tales como la confidencialidad de los datos personales, la libertad de expresión y la censura en Internet, la propiedad intelectual de los productos software, las intrusiones, fraudes o abusos cometidos con la ayuda de, o contra, sistemas informáticos, etc. Más bien queremos centrarnos en cuestiones éticas que se refieren más directamente a la responsabilidad del ingeniero informático en la producción de sistemas informáticos defectuosos, y las consecuencias perjudiciales que puedan derivarse de ellos. Los sistemas informáticos, en su búsqueda de prosperidad social y racionalización del trabajo, son sistemas cada vez más poderosos que pueden causar daños severos a la vida o al bienestar de las personas, y cuando esto ocurre queremos saber quién es el responsable, quién debe pagar por ello. Pero este análisis no debe ignorar que está en la propia naturaleza de la Ingeniería del Software el tratar con la producción de sistemas complejos, en los que las consecuencias de las acciones son particularmente difíciles de predecir.

Este artículo está estructurado de la siguiente manera. Las Secciones 2-3-4 presentan la noción de responsabilidad, examinan la distinción entre ética basada en reglas y ética basada en consecuencias, y muestran cómo estos dos enfoques implican una noción diferente de responsabilidad y, en definitiva, de dignidad humana. A continuación, las Secciones 5-6 aplican estas nociones al problema de la complejidad en la producción de sistemas informáticos. La Sección 7 muestra la orientación deontológica de los códigos éticos actuales en ingeniería del software, y cómo la presentación de los principios y códigos éticos debe integrarse con una pedagogía orientada hacia la ética de la virtud en el marco de los currículos académicos de Ingeniería Informática. Finalmente, la Sección 8 contiene un resumen de nuestra argumentación y algunas observaciones conclusivas.

2. La noción de responsabilidad

El término “responsabilidad” tiene una variedad de sentidos [10, 13]. Podemos distinguir en primer lugar dos sentidos morales del término: responsabilidad “hacia delante” (o “responsabilidad de rol”) es el sentido en el cual se encomienda a alguien la consecución o mantenimiento de un resultado en determinada cuestión; responsabilidad “hacia atrás” es el sentido en el cual una persona o grupo recibe una valoración ética por sus actos o resultados (alabanza por un buen resultado, censura por uno malo).

especifica que el contenido de la materia “Aspectos profesionales de la Ingeniería Informática” (6 ECTS) incluirá “conocer la regulación legal de la profesión y sus aspectos éticos”.

Una persona desempeña un *rol de responsabilidad* cuando tiene ciertos deberes u obligaciones en razón de su función o posición en la sociedad, y se espera de ella que posea los conocimientos y habilidades relevantes, y se esfuerce conscientemente. Por ejemplo, los padres son responsables de sus hijos, no pueden abandonarlos. La realidad circundante demanda de cada persona *una respuesta adecuada*; la posibilidad de no responder está excluida: no actuar es una forma de reaccionar [17]. Esta respuesta adecuada comprende, en primer lugar, una *clarificación* de la situación para que la conciencia (es decir, el conocimiento del bien y el mal) descubra los valores en juego, y la medida exacta en que demandan una respuesta del agente; y en segundo lugar, una *priorización* de los posibles cursos de acción, ya que nuestra naturaleza limitada nos impide satisfacer todas las posibles demandas. Todo esto requiere apertura de mente y diálogo con la realidad. Es decir, la conciencia no es un “oráculo”; su función no es *decidir*, sino *conocer*, lo que está bien o mal [16]. Es nuestro órgano de conocimiento moral y, como cualquier otra vía de conocimiento, ha de estar abierta a la realidad para poder penetrar en ella, a veces con mucho esfuerzo, y aun así es susceptible de equivocarse. La conciencia no garantiza el acierto en el juicio moral, sino que puede equivocarse, especialmente si se encierra en sí misma; más aún, la conciencia no se ejerce adecuadamente de modo aislado, aunque acierte a tener razón. Por eso es indispensable la apertura al diálogo para conocer mejor las realidades morales, la bondad o maldad de las acciones humanas.

La responsabilidad “hacia atrás” está relacionada con la responsabilidad causal, aunque no son términos idénticos. Hablamos de “responsabilidad causal” cuando buscamos el origen de determinados resultados o consecuencias en las *acciones u omisiones* de un agente. Como los efectos tienen habitualmente una multiplicidad de factores causales, en la práctica estamos tratando de identificar el factor anormal en el origen de un efecto inesperado. Por ejemplo, si un bosque se quema, consideraremos factores normales la capacidad de arder de la madera, y la presencia de oxígeno en la atmósfera; pero el que alguien haya encendido una hoguera (acción) o que los bomberos no hayan reaccionado (omisión) serán considerados factores anormales que causaron la destrucción del bosque. Cuando un agente moral es causalmente responsable de un cierto resultado, es razonable pensar que también sea moralmente responsable de él; no obstante, la responsabilidad causal no constituye evidencia definitiva de que haya responsabilidad moral. La noción de *culpabilidad* puede asociarse con la responsabilidad de rol, pero más a menudo con la responsabilidad causal: cuando una persona es responsable en este sentido, esperamos de ella la *reparación* de las malas consecuencias de sus acciones u omisiones: por ejemplo, las consecuencias de un programa informático defectuoso.

Otra distinción importante es la que encontramos entre *responsabilidad moral* (que distingue acciones buenas o malas ante la conciencia) y *responsabilidad legal* (acciones

legales o ilegales ante la ley). Hay situaciones en las que la ley exigirá algún tipo de reparación o compensación por los daños causados (responsabilidad legal estricta), incluso aunque no haya habido propiamente una mala acción desde el punto de vista moral: por ejemplo, si se produce un fallo con consecuencias más o menos severas, a pesar de que el sistema haya sido honestamente producido con todos los esfuerzos razonables para garantizar su calidad y siguiendo los más altos estándares, entonces la empresa informática será legalmente responsable.

No obstante, *la responsabilidad moral es generalmente más amplia que la responsabilidad legal*. Como hemos visto, la ética inspira el desarrollo de la ley, pero una de las funciones de la ley es delimitar claramente la responsabilidad en la vida social, de modo que pueda ser exigida mediante los instrumentos del poder, tales como multas, etc. Si las leyes demandasen de nosotros todo lo que nos pide la ética, nuestras vidas estarían insoportablemente reguladas. La vida real es más rica de lo que la ley puede reflejar, y un excesivo número de leyes puede incluso sofocar nuestra libertad de actuar mejor de lo que la ley estrictamente demanda. Además, la ética aspira a una *interiorización de los valores* que nos familiariza con el bien, y facilita que la conciencia entienda las demandas de la situación y dé una respuesta adecuada a esas demandas (esto es lo que los antiguos filósofos como Aristóteles y Séneca denominaron “virtud”). Pero esta interiorización está más allá del alcance de la ley, que queda satisfecha con una sumisión externa. En resumen, el comportamiento ético no puede confinarse en un conjunto de leyes, y la ética profesional debería aspirar a algo más que el mero cumplimiento de un código de conducta.

En efecto, un código de ética profesional es un tipo particular de ley, que se asume voluntariamente por el hecho de pertenecer a una asociación profesional, tal como la ACM/IEEE, o simplemente porque la profesión se ejerce en un lugar donde las leyes estatales obligan a seguirlo. Un código de conducta puede ser útil, incluso necesario, para “definir las acciones que son éticamente impropias” [1] en un contexto profesional dado. El código es útil porque manifiesta los valores de la profesión; pero es completamente incapaz de realizar esos valores por sí mismo: sólo un agente virtuoso es capaz de poner en práctica los valores del código. Éste quedará siempre como referencia externa que depende de la libertad del agente ético. El agente puede ser forzado a seguir el código, pero no puede ser forzado de ninguna manera a interiorizar sus valores, a realizar un comportamiento verdaderamente ético: la virtud siempre es libre. Los buenos valores no producen automáticamente buenas acciones; en otras palabras, un código de conducta no es suficiente para generar profesionales virtuosos que estén comprometidos con la ética. La virtud no puede ser “producida”, sólo puede ser “educada”. Volveremos sobre esta cuestión en la Sección 7.

El análisis que sigue en las dos Secciones siguientes muestra que la ética basada en reglas es más adecuada que la ética basada en consecuencias como fundamento para los códigos de conducta profesional. En este sentido, debe notarse que ambos enfoques son más débiles que la ética de la virtud [12], ya que ninguno de los dos es capaz de lograr un verdadero comportamiento ético. Un tratamiento completo de la ética que se ocupe del crecimiento del ser humano como persona debería integrar tres elementos fundamentales: bienes, normas y virtudes [14]. No obstante, en este artículo no daremos una explicación completa de la ética de la virtud, ya que está fuera de nuestros objetivos.

3. Reglas o consecuencias: dos versiones rivales de la ética

Las escuelas éticas contemporáneas pueden organizarse de muy diferentes maneras. Una distinción muy frecuente entre ellas es la de “ética basada en reglas” frente a “ética basada en consecuencias” [11]. Los filósofos morales que están en el campo de las reglas creen que *las acciones buenas son el resultado de seguir las reglas correctas* de comportamiento, que generalmente se piensa que son universales y aplicables a todos; las reglas deben ser seguidas independientemente de las consecuencias, buenas o malas, que puedan resultar. Los filósofos morales que se centran en las consecuencias, por el contrario, creen que las reglas generales no son suficientemente específicas para guiar la acción, y sienten en cambio que debemos considerar las consecuencias de nuestros actos, y *elegir las acciones que produzcan los mejores resultados* o consecuencias (ver Figura 1).

Ética basada en reglas	Ética basada en consecuencias
Las acciones buenas son el resultado de seguir las reglas correctas de comportamiento, que son universales y aplicables a todos.	Las reglas generales no son suficientemente específicas para guiar la acción.
Las reglas deben ser seguidas independientemente de las consecuencias, buenas o malas, que puedan resultar.	Debemos considerar las consecuencias de nuestros actos, y elegir las acciones que produzcan los mejores resultados o consecuencias.

Figura 1. Dos versiones rivales de la ética: basada en reglas, basada en consecuencias. ¿Cuál escogería el lector?

Técnicamente, esta distinción se conoce en la literatura ética como “deontologismo” frente a “consecuencialismo”. Algunos autores distinguen además entre “consecuencialismo basado en acciones” y “consecuencialismo basado en reglas” [10], que respectivamente consideran las consecuencias de las acciones individuales, o las consecuencias a largo plazo de la aplicación de reglas generales. Esta distinción no afecta al núcleo de nuestra argumentación, y por tanto no la examinaremos en beneficio de la brevedad. En una famosa conferencia dictada en 1919 (“La política como

vocación”), el sociólogo Max Weber, que contribuyó a la aceptación general de esta distinción, les dio los nombres de “ética de la convicción” (*Gesinnungsethik*, también traducida como “ética de los fines últimos”) y “ética de la responsabilidad” (*Verantwortungsethik*) [18]. La primera posición aparenta más un aire de *honorabilidad*, mientras que la segunda parece más *flexible* y *razonable*: podrían representar, respectivamente, al héroe que admiramos y al pragmatista que imitamos (usando las palabras de Weber, el santo y el político). Dice Weber, hacia el final de esta larga conferencia (el énfasis es nuestro):

“Tenemos que ver con claridad que toda acción éticamente orientada puede ajustarse a *dos máximas fundamentalmente distintas entre sí e irremediablemente opuestas*: puede orientarse conforme a la “ética de la convicción”, o conforme a la “ética de la responsabilidad”. No es que la ética de la convicción sea idéntica a la falta de responsabilidad o la ética de la responsabilidad a la falta de convicción. No se trata en absoluto de esto. Pero sí hay una diferencia abismal entre obrar según la máxima de una ética de la convicción, tal como la que ordena (religiosamente hablando): “el cristiano obra bien y deja el resultado en manos de Dios”; o según una máxima de la ética de la responsabilidad, como la que insta a tener en cuenta las consecuencias previsibles de la propia acción.”

Algunas páginas más allá, sin embargo, aparentemente se contradice consigo mismo (el énfasis es nuestro):

“Desde este punto de vista la ética de la responsabilidad y la ética de la convicción *no son términos absolutamente opuestos, sino elementos complementarios* que han de concurrir para formar al hombre auténtico, al hombre que puede tener “vocación política”.”

Tanto si Max Weber se contradijo como si no, el hecho es que logró que la distinción entre “ética de la convicción” y “ética de la responsabilidad” fuera ampliamente aceptada [16], lo cual es nuestro punto de partida. Denominaremos a estas dos posturas extremas “reglas-sin-consecuencias” y “consecuencias-sin-reglas” (ver Figura 2). Lo que muchos no perciben es que estas dos posturas, tal como han sido presentadas, *no resisten el más mínimo análisis racional*, y por tanto no pueden representar verdaderamente teorías éticas realistas que valga la pena considerar como guías prácticas para la acción.

Deontologismo Extremo	Deontologismo Moderado	Consecuencialismo Moderado	Consecuencialismo Extremo
Reglas sin Consecuencias	Reglas con Consecuencias	Consecuencias con Reglas	Consecuencias sin Reglas

Figura 2. Panorama de las escuelas éticas contemporáneas. ¿Hay un límite claro?

Tomemos en primer lugar la postura ética de *reglas-sin-consecuencias* (deontologismo extremo). No hay regla de comportamiento que ignore por completo las consecuencias de las acciones, ya que es completamente imposible definir una acción sin considerar sus efectos precisos: actuar significa producir efectos [16]. Las reglas “no mentirás” o “no matarás” no desprecian las consecuencias, sino que están prohibiendo precisamente consecuencias muy concretas: mentiras y asesinatos. En otras palabras, el deontologismo extremo, si realmente pretende despreciar las consecuencias, no puede proponer reglas prácticas de conducta.

Por otra parte, la postura ética de *consecuencias-sin-reglas* (consecuencialismo extremo) es irracional por diferentes motivos. Primero, las consecuencias de una determinada acción se extienden sobre un periodo de tiempo que propiamente no tiene límite, pero no podemos esperar indefinidamente para juzgar si una acción es buena o mala. Segundo, aun cuando pongamos un límite temporal a las consecuencias que queremos considerar, aun así pertenecen al tiempo futuro, y por tanto son hasta cierto punto inciertas; tendríamos que emplear alguna técnica de predicción para prever las consecuencias y valorarlas; pero estas técnicas siempre estarán limitadas por la naturaleza misma de las cosas, que no siguen reglas de comportamiento perfectamente conocidas (además, las consecuencias probablemente dependerán de la libertad de otros). Tercero, y más importante, si queremos evitar reglas *a priori* para determinar la bondad de las acciones, y hacemos que la bondad de una acción dependa de la bondad de sus consecuencias, entonces necesitamos reglas para valorar la bondad de las consecuencias; el consecuencialismo extremo no resuelve el problema de la bondad, simplemente lo pospone. En pocas palabras, “elegir las acciones que produzcan los mejores resultados o consecuencias sin seguir ninguna regla” no designa nada practicable.

Esta tercera razón revela también que el consecuencialismo no es “neutral” respecto a los valores, puesto que requiere un conjunto de valores o reglas, lo mismo que el deontologismo. Ni el deontologismo ni el consecuencialismo pueden ser éticamente neutros, y por supuesto no deben serlo. Habrá diversos sistemas éticos deontologistas y consecuencialistas, dependiendo del conjunto de valores que elijan respetar.

Resumiendo, ambas posturas extremas no son ni racionales ni practicables (no sólo son irrazonables, sino que también son imposibles de llevar a la práctica), de modo que el contraste entre ellas es más engañoso que útil para entender los problemas éticos [16]. El deontologismo y el consecuencialismo extremos no representan auténticos ideales éticos practicables: son meras caricaturas. Nadie puede tenerlos verdaderamente como guías de conducta, y por tanto a nadie puede acusarse con razón de seguirlos. Cuando decimos que son posturas “irracionales” no queremos decir que sean peligrosas o

perjudiciales para el individuo o la sociedad, sino, antes que nada, que son lógicamente absurdas e impracticables. No es que el deontologista extremo sea un “fanático” y el consecuencialista extremo una persona “sin escrúpulos”: es que nadie puede ser en verdad ni una cosa ni la otra. Si demasiado a menudo el deontologismo o el consecuencialismo son presentados en sus formas extremas e irracionales, es más bien porque así es más fácil ridiculizarlos para quienes argumentan desde el campo opuesto.

4. Posturas éticas moderadas: ¿hay un límite claro?

Entre estas dos posturas extremas, podemos hablar de otras dos moderadas, que denominaremos “reglas-con-consecuencias” y “consecuencias-con-reglas” (ver Figura 2). Y bien, ¿qué podemos decir acerca de su racionalidad y practicabilidad?

El deontologista moderado, que defiende la postura ética de *reglas-con-consecuencias*, sabe que no puede refugiarse en reglas de comportamiento que hay que seguir ciegamente. Por el contrario, sabe que debe considerar las consecuencias de las acciones para definir las acciones mismas y para realizar una adecuada valoración de la responsabilidad ética: las consecuencias severas pesarán más que las de poca importancia, y las consecuencias directas y a corto plazo serán consideradas antes que las consecuencias indirectas y a largo plazo. La consideración de las consecuencias influirá en la forma de aplicar las reglas de comportamiento, de modo que *al menos algunas de estas reglas no serán absolutas*. Por supuesto, se requerirá una buena razón (posiblemente derivada de las consecuencias) para apartarse de estas reglas que no son absolutas (denominadas habitualmente reglas *prima facie*): que una regla sea “relativa” no significa que uno pueda seguirla a capricho.

A la inversa, el consecuencialista moderado, que sigue la postura ética de *consecuencias-con-reglas*, sabe que calcular los mejores resultados requiere algunas reglas *a priori* para poner límite a las consecuencias que hay que considerar, y para valorar la bondad de esas consecuencias. Aparentemente, esto lleva a una postura que es muy similar a la del deontologismo moderado. Entonces, ¿dónde está la diferencia, si es que la hay? ¿Hay una transición suave desde la una a la otra, o por el contrario es abrupta?

El verdadero consecuencialista, aun si es moderado, *no reconocerá ninguna regla absoluta* que prohíba algunos tipos de acciones: *todo entra en los cálculos*, de modo que una acción que es considerada mala en determinadas circunstancias será buena en una situación diferente. Por el contrario, el deontologista moderado no cree que todas las reglas sean incondicionales, pero sí que *al menos algunas de ellas son absolutas*:

además de algunas acciones que son buenas o malas dependiendo de las circunstancias, hay algunas acciones que son consideradas “malas en sí mismas”: nunca son éticamente permisibles, por mucho que puedan tener algunas consecuencias buenas indirectas.

En otras palabras, existe ciertamente un límite claro entre el deontologismo moderado y el consecuencialismo moderado, que es el reconocimiento de ciertas *barreras incuestionables* que no pueden ser infringidas de ninguna manera. Este principio ha sido tradicionalmente enunciado como “el (buen) fin no justifica los (malos) medios”, y se deriva del *reconocimiento de la dignidad humana*: no harás nada que directamente lesione la dignidad humana. La dignidad humana no puede entrar en los cálculos. La Figura 3 resume el contraste entre ambas posturas.

Deontologismo moderado	Consecuencialismo moderado
Las acciones buenas son el resultado de seguir las reglas correctas de comportamiento.	La bondad de las acciones depende fundamentalmente del balance de las consecuencias buenas y malas que tengan, aunque es cierto que para valorar la bondad de las consecuencias es necesario aceptar algunas reglas <i>a priori</i> .
Algunas reglas son absolutas, es decir, no permiten acciones “malas en sí mismas”, por mucho que puedan tener algunas consecuencias buenas indirectas.	No hay ninguna regla absoluta que prohíba algunos tipos de acciones, es decir, una acción que es considerada mala en determinadas circunstancias será buena en una situación diferente.
Pero otras reglas son relativas y se aplican en función de las consecuencias que tengan las acciones.	

Figura 3. Contraste entre las dos posturas moderadas. ¿Cuál escogería *ahora* el lector?

El reconocimiento de barreras incuestionables no es un principio puramente teórico: tiene implicaciones prácticas. La diferencia entre el deontologismo moderado y el consecuencialismo moderado no es puramente abstracta. Así pues, estamos cordialmente en desacuerdo con Don Gotterbarn [7]: las diferentes teorías éticas no son simplemente conceptualizaciones diferentes de una forma de actuar que es esencialmente la misma.

En definitiva, las dos posturas moderadas integran de modo racional y practicable la consideración de reglas y consecuencias, y ambas tienen un nutrido grupo de defensores, pero no son ni mucho menos equivalentes por lo que respecta al lugar que ocupa en ellas la dignidad humana. En efecto, adoptar una postura ética de deontologismo moderado no es suficiente para garantizar el respeto por la dignidad humana: todo depende de cuál sea la inspiración de sus reglas de comportamiento. Como ya hemos comentado antes, puede haber distintos sistemas éticos deontologistas, que se caracterizarán por los valores clave que protejan. Por tanto, desde un punto de vista puramente formal, puede pensarse un sistema deontologista moderado que sea

profundamente inhumano (y la historia nos ofrece abundantes ejemplos). No obstante, no siendo *suficiente*, el deontologismo moderado sí es *necesario*, ya que el consecuencialismo moderado, donde todo es calculable y relativo, es incompatible con la noción misma de dignidad humana inviolable. En pocas palabras, el comportamiento racional exige integrar reglas y consecuencias, y la defensa de la dignidad humana exige adoptar una postura deontologista que reconozca algunas barreras incuestionables.

Ahora bien, *¿qué es la dignidad humana*, y cuáles son esas reglas incondicionales? Bien, la respuesta no es fácil, y está más allá del ámbito de este trabajo. Diferentes culturas tienen diferentes nociones de ella, pero la idea de dignidad humana es a pesar de todo una conquista de la civilización, explícitamente reconocida como tal en la constitución de nuestra sociedad moderna [19, Preámbulo]. Brevemente, podríamos decir que la dignidad humana tiene que ver con la *unicidad de cada ser humano, que es valioso en sí mismo*. Aun cuando la conozcamos imperfectamente, el empeño por la dignidad humana, es decir, el esfuerzo y compromiso constantes por conocerla y protegerla mejor, es una opción ética fundamental que marca una diferencia.

Una última observación. Cuando decimos reglas “absolutas” o “incondicionales” no queremos decir “reglas que son perfectamente conocidas y fijas para siempre”, sino reglas que, en la medida en que las conocemos y aceptamos, prohíben un comportamiento (malo en sí mismo) que no puede ser compensado por otras consecuencias o efectos buenos indirectos a través de algún tipo de cálculo o balance. Como ya hemos afirmado, nuestra noción de dignidad humana se perfecciona (se ha perfeccionado y esperamos que se siga perfeccionando) a lo largo de la historia, de modo que nuestras reglas absolutas para protegerla tienen que evolucionar igualmente.

5. Responsabilidad en la producción de sistemas informáticos complejos

Los sistemas informáticos se caracterizan fuertemente por su complejidad: tanto el proceso de producción como el producto entregado son realidades muy complejas, aún más si tenemos en cuenta la creciente demanda de sistemas distribuidos y heterogéneos [12]. Podemos considerar dos implicaciones diferentes de la complejidad con respecto a la responsabilidad ética. En primer lugar, la responsabilidad será *compartida* entre un conjunto grande de personas, desde el ingeniero de requisitos hasta el arquitecto software, desde el diseñador hasta el encargado de realizar las pruebas, y por encima de todos ellos el director del proyecto. ¿Quién será el responsable de los fallos en el software entregado, de sobrepasar el presupuesto, de no cumplir la planificación? ¿Qué pasa si hay personas cuyos trabajos, viviendas o incluso vidas dependen de que el sistema informático funcione correctamente, o simplemente de que sea entregado a

tiempo? La complejidad del software demanda *una clara distribución de la responsabilidad* entre los diferentes roles en el proceso de producción.

En segundo lugar, la complejidad hace que las consecuencias sean mucho más *impredecibles*, y por tanto el análisis consecuencialista de la responsabilidad se hace mucho más difícil [4]. A todos nos gustaría tener un modo perfecto de predecir el comportamiento de un sistema informático, pero los sistemas informáticos no son un mundo mecánico de bolas de billar ideales. Desgraciadamente, la Informática no se encuentra en un estado en el que dispongamos, en general, de demostraciones formales del funcionamiento correcto de un sistema o subsistema informático. La mayor parte de las veces, los sistemas no son *demostrados* formalmente (porque ni siquiera sabemos cómo); simplemente son *probados* en un número limitado de casos. Si tuviéramos que esperar una demostración perfecta de que el software no contiene errores, entonces nunca se entregaría ningún sistema, y esto no es lo que la sociedad espera de los ingenieros software. Las pruebas pueden (y deben) ser metódicas y rigurosas, y muchos estándares de ingeniería del software contienen indicaciones y procedimientos específicos para lograr unas buenas pruebas del software (véase por ejemplo el Estándar de Ingeniería del Software de la Agencia Espacial Europea, *Guía para la Verificación y Validación del Software* [6]; nótese que este estándar reconoce explícitamente que las demostraciones formales son la excepción). Pero no podemos esperar de las pruebas la demostración matemática de que el sistema no contiene errores. La Ingeniería del Software, como la Medicina, no es Matemáticas.

El punto que queremos resaltar es que *esta imperfección e impredecibilidad del software pertenecen a la naturaleza misma de la profesión de la ingeniería del software*, tal como la conocemos hoy en día, y es pública y socialmente reconocida. De hecho, encontramos imperfección e impredecibilidad similares en otros campos de la ingeniería. El ingeniero civil, por ejemplo, puede y debe adoptar medidas razonables para evitar que un puente se venga abajo, pero no puede asegurarlo matemáticamente. No obstante, si adopta estas medidas razonables, bien conocidas en la profesión, entonces no será responsable del colapso, si éste llega a ocurrir.

El software se diferencia de otras tecnologías en que los fallos son el producto de *defectos en el diseño* más que de defectos de los materiales o de la fabricación, al contrario de lo que ocurre en objetos tales como un puente o un automóvil (los defectos análogos en los sistemas de información serían los defectos del hardware, no los defectos del software). Más aún, el software falla de *forma discontinua, no lineal*: un pequeño error tal como la omisión de una coma en el código puede cambiar completamente en el comportamiento observable. Por el contrario, la mayoría de los sistemas físicos exhiben un comportamiento continuo, lineal: un pequeño cambio en la

entrada produce un cambio proporcionalmente pequeño en la salida. Por supuesto, un sistema físico que esté cerca de un punto crítico presentará también un comportamiento no lineal; la cuestión aquí es que lo que es excepción en los sistemas físicos es la regla general para los sistemas software.

Además, necesitamos una manera de *poner límites a las consecuencias* de las que el equipo de desarrollo debe ser considerado responsable. Claramente, ser responsable de “todas las consecuencias” de los actos propios sería demasiado para cualquiera, en cualquier profesión, especialmente si las consecuencias son difíciles de predecir. Por ejemplo, el equipo de desarrollo podría ser considerado responsable de los retrasos en la entrega del proyecto, pero sería poco razonable culpabilizarlo de los errores del sistema antiguo que tenía que ser reemplazado por el nuevo que no llegó a tiempo. Por otra parte, predecir las consecuencias sociales del uso de los sistemas informáticos queda generalmente fuera de la competencia de los ingenieros software, que no están entrenados (y no tienen por qué estarlo) en ciencias sociales [5]. El ingeniero, como cualquier otro en su vida y profesión, necesita saber que su responsabilidad moral y legal es limitada: como tiene una capacidad de acción y predicción limitada, *debe tener una responsabilidad limitada*. De otro modo sería demasiado grande el riesgo de sufrir abusos en la atribución arbitraria de responsabilidades. En otras palabras, ningún ser humano puede ser considerado responsable de *todas* las posibles consecuencias de sus actos (piénsese en el “efecto mariposa”: pequeñas variaciones en las condiciones iniciales de un sistema dinámico no lineal pueden resultar en grandes variaciones en el comportamiento a largo plazo del sistema).

Como ya hemos visto, el consecuencialismo moderado se distingue de su versión extrema en que admite reglas *a priori*, al menos para poner límite a las consecuencias que hay que considerar, y para poder valorarlas. Hemos observado también que el deontologismo moderado es preferible al consecuencialismo moderado en lo que respecta a la defensa de la dignidad humana, de la que los ingenieros software no se pueden desentender, como ya hemos observado, puesto que el software es creado por y para humanos. Tenemos ahora, en el campo de la ingeniería del software, un motivo más pragmático para preferir el deontologismo sobre el consecuencialismo: aunque estemos dispuestos a admitir reglas para limitar y valorar las consecuencias de las acciones humanas, estas consecuencias son extremadamente difíciles de predecir debido a la complejidad de los sistemas informáticos, por lo que las reglas de comportamiento “básicas” (ser honrado, decir la verdad...) son más prácticas. Por supuesto, no pretendemos que esta dificultad sea una excusa para ignorar completamente las consecuencias de los actos propios (cosa que por otra parte tampoco pretende el deontologismo moderado, como ya hemos visto anteriormente): nuestra intención es mostrar que, de las dos posturas moderadas que integran de forma distinta la

consideración de reglas y consecuencias, el consecuencialismo es menos adecuado que el deontologismo para la ingeniería del software, tanto por una cuestión de principio como por motivos pragmáticos.

6. Consecuencias directas y predecibles en los sistemas informáticos

Ambas posturas moderadas contienen la noción implícita de *consecuencias predecibles*, es decir, aquellas consecuencias que pueden ser razonablemente predichas y de las cuales el agente será considerado responsable. Nótese que esta noción *impone en el agente la precisa obligación de prever*, y no despreciar, las consecuencias de sus actos. Nótese también que hablamos de las consecuencias previsibles, no de los *resultados efectivos*, que podrían ser diferentes de los predichos, no siendo por tanto el agente moralmente responsable de ellos. De nuevo, la distinción entre consecuencias predichas y resultado efectivos no es una excusa para una predicción imperfecta, pero reconoce la debilidad de los métodos de predicción. Aun cuando un profesional fuera legalmente responsable de los resultados efectivos, podría ser eximido de responsabilidad moral si estos fueron honestamente no predichos, y las consecuencias penales deberían en este caso suavizarse.

Más aún, incluso si las malas consecuencias son correctamente predichas y se traducen en resultados efectivos, en algunos casos, cuando se trata de consecuencias indirectas, el agente no debería ser considerado ni moral ni legalmente responsable. Por ejemplo, si se utiliza un software de propósito general, tal como un procesador de textos o un sistema de correo, para planear y cometer un robo. Así pues, sólo las *consecuencias directas* de las acciones (u omisiones) deben tenerse en cuenta para valorar la responsabilidad moral y legal. Tanto el consecuencialismo moderado como el deontologismo moderado tienen en cuenta las consecuencias predecibles, pero el deontologismo moderado enfatiza más, si cabe, la importancia de las consecuencias directas, ya que son éstas las que entran en la definición misma de las reglas de conducta que lo caracterizan.

En definitiva, para valorar la responsabilidad a partir de las consecuencias es necesario tener en cuenta si éstas son *directas y predecibles*. Estas dos cualificaciones de las consecuencias, aunque estén relacionadas, no son idénticas. En efecto, consecuencias directas son las que se derivan de la propia naturaleza de la acción, sepamos predecirlas o no; en cambio, consecuencias predecibles son las que de antemano esperamos que ocurrirán, estén o no directamente relacionadas con la acción. Por tanto, nuestras acciones pueden tener consecuencias predecibles pero indirectas (el ya citado ejemplo del uso deshonesto de un software honesto), y también consecuencias directas pero impredecibles (por ejemplo, las consecuencias del diseño defectuoso de una interfaz de

usuario, que en circunstancias críticas pueden ser incluso desastrosas). Todas las herramientas pueden usarse para bien o para mal. En último término, la clave del juicio moral está en la *intencionalidad* [3]: las acciones humanas deben ser juzgadas de acuerdo con la intención o *propósito* de la acción misma, que puede describirse como “lo que el agente se propone al realizar esta acción en particular” (por ejemplo, “escribir *spyware*”, código espía), y que debe distinguirse cuidadosamente de otros fines que el agente pueda proponerse al realizarla (por ejemplo, “ganar dinero por medio del *spyware*”). De hecho, la intención es lo que mejor describe cualquier acción humana. Las consecuencias directas y predecibles están estrechamente relacionadas con la intención del agente, en contraste con las consecuencias indirectas e impredecibles, por eso consideramos que su análisis es un medio conveniente para determinar la intención de la acción.

Nótese que estas distinciones entre consecuencias directas e indirectas, y entre consecuencias predecibles e impredecibles, no se aplican sólo a los ingenieros software, sino también a otros tipos de ingenieros. El ingeniero es responsable de las consecuencias directas y predecibles del sistema que desarrolla, y no es responsable de las consecuencias indirectas e impredecibles. En general, tampoco debe ser considerado responsable de las consecuencias indirectas y predecibles, pero sí de las directas e impredecibles (ver Figura 4).

	Directa	Indirecta
Predecible	Responsable	Generalmente no responsable
Impredecible	Generalmente responsable	No responsable

Figura 4. Responsabilidad en función de que las consecuencias sean directas o predecibles

En efecto, las consecuencias *directas pero impredecibles* se derivan generalmente de un conocimiento deficiente de la acción y sus consecuencias. El ingeniero software tiene obligación de predecir las consecuencias que se derivan directamente de la propia naturaleza de sus actividades profesionales, porque tiene obligación de conocer bien su profesión. A pesar de todo, debido a la limitación de nuestro conocimiento, es imposible preverlo todo, y por tanto hay lugar para consecuencias directas pero impredecibles. En este caso, por tanto, el grado de responsabilidad depende de hasta qué punto se ha satisfecho la obligación de prever las consecuencias directas. Por eso decimos que en general sí es responsable, aunque puede haber excepciones.

Por otra parte, las consecuencias *indirectas pero predecibles* no se derivan de la propia naturaleza de las actividades del ingeniero, aunque sean previsibles en virtud de leyes estadísticas. Típicamente dependen de la concurrencia de acciones de otros agentes

libres, o de fenómenos naturales que están por completo fuera de su control. Esta falta de control no quiere decir que el ingeniero pueda desentenderse completamente de estas consecuencias, pero sí que, en general, no será responsable de ellas. De todas formas, en los dos casos intermedios, consecuencias *directas pero impredecibles*, y consecuencias *indirectas pero predecibles*, ciertamente esperamos que el ingeniero aprenda de estas consecuencias y que comparta este conocimiento con la comunidad de ingenieros: más aún, un ingeniero responsable (virtuoso) debería incorporar este conocimiento en la siguiente versión del sistema informático, con el fin de mitigar futuros perjuicios.

Veamos algunos ejemplos de los cuatro casos:

- **Consecuencias directas y predecibles.** Si un sistema informático es intencionadamente diseñado para espiar transacciones bancarias y cometer un fraude, entonces el diseñador del software es claramente responsable del mal uso del software, aunque él mismo no lo use personalmente: este uso deshonesto debe considerarse una consecuencia directa y predecible del diseño del software.
- **Consecuencias directas pero impredecibles.** Si un sistema informático hospitalario falla porque estaba pobremente diseñado, es decir, el fallo ha sido consecuencia directa de una deficiente actividad profesional, entonces los creadores del sistema serán considerados responsables de las consecuencias imprevistas provocadas por el fallo, tales como la desaparición de historiales médicos.
- **Consecuencias indirectas pero predecibles.** Si se utiliza un software de propósito general, tal como un procesador de textos o un sistema de correo, para planear y cometer un robo, los desarrolladores no deben ser considerados responsables, porque se trata de consecuencias indirectas, aunque hayan sido capaces de prever que alguien podría usar su sistema con un fin inhumano.
- **Consecuencias indirectas e impredecibles.** Si alguien utiliza un software destinado al uso doméstico en un contexto de producción industrial, en el que se requeriría mayor fiabilidad, precisión, etc., el fabricante del software no tiene responsabilidad alguna por los daños diversos que puedan producirse a raíz de este uso impropio, que es indirecto e impredecible a la vez.

Lo que queremos resaltar es que valorar las consecuencias directas que pueden ser razonablemente predichas *requiere un buen conocimiento de la profesión*: alguien ajeno a la misma no puede establecer qué consecuencias son directas, ni puede hacer una buena predicción, y por tanto no está apropiadamente cualificado para realizar juicios éticos sobre la materia. No obstante, al final estas dos cualificaciones de las consecuencias (*directas y predecibles*) no dejan de tener un carácter vago y abierto. Los principios éticos no pueden usarse como datos de entrada para un algoritmo ético que

genere decisiones éticas: el agente no puede evitar su juicio ético personal en cada situación particular [1, Preámbulo].

7. Los códigos éticos en la educación de los profesionales de la ingeniería del software

A pesar de sus debilidades [5], los códigos éticos actuales en ingeniería del software proporcionan indicaciones valiosas para lograr un comportamiento ético y para valorar la responsabilidad moral en la profesión. Estos códigos adoptan lo que hemos denominado la postura ética de *deontologismo moderado*: una perspectiva desde la cual *los valores humanos son preeminentes* (incluyendo algunos valores absolutos cuya violación no puede ser compensada con “consecuencias buenas”) y, precisamente por ello, *la consideración de las consecuencias de las acciones es crucial*. No podemos minimizar la importancia de “calcular las consecuencias” de antemano para valorar la responsabilidad moral y para elegir el curso de acción más adecuado [9], pero este cómputo se convertiría en *un cálculo sin sentido* si olvidamos que el fin último es preservar el debido respeto a la dignidad humana. *Los valores humanos conforman el marco que da sentido a la valoración de las consecuencias*.

Examinemos con más detalle más el código de ACM/IEEE: “Este Código ayuda a definir aquellas acciones que sería éticamente incorrecto solicitar de un ingeniero software o de un equipo de ingenieros software” [1, Preámbulo]. El espíritu del Código no es proporcionar un catálogo perfectamente definido de reglas de buena conducta profesional, aunque sí pretende ayudar a definir las acciones éticamente impropias de un ingeniero software. Por el contrario, su intención es más bien *educar e inspirar* a los ingenieros software [8] para que desarrollen un comportamiento ético en el ejercicio de su profesión. Por este motivo el Código está estructurado en *ocho principios generales*, acompañado cada uno de ellos de un número variable de cláusulas que, sin ser exhaustivas, ilustran por vía de ejemplo el principio general correspondiente. Estos ocho principios resumen los *valores nucleares* que el Código quiere defender: los ingenieros software deberán siempre (1) actuar de modo acorde con el *interés público*, (2) favorecer los intereses de su *cliente y empleador*, (3) garantizar un elevado nivel de calidad en sus *productos*, (4) mantener la integridad e independencia en sus *juicios profesionales*, (5) adoptar un planteamiento ético en la *gestión* de los proyectos, (6) fomentar la integridad y reputación de la *profesión*, (7) ser honestos con sus *colegas* y apoyarlos, y (8) procurar una formación continua durante toda la vida para *sí mismos*.

Los ocho principios y sus cláusulas abarcan un amplio espectro de cuestiones: ética general (veracidad, honestidad, solidaridad), ética de los negocios (relaciones jefe-

empleado, relaciones cliente-desarrollador), ética de las tecnologías de la información (uso inapropiado de los ordenadores, propiedad intelectual, protección de datos y confidencialidad) y, finalmente, cuestiones éticas más específicas de la ingeniería del software (responsabilidad en la calidad del proceso de producción y del producto entregado, etc.). Algunas cláusulas están directamente relacionadas con la protección de la dignidad humana; otras son de naturaleza más empírica y relativa, ya que sólo establecen *formas convenientes* de evitar malas prácticas que, de acuerdo con la experiencia de muchos años de profesión, terminarían en procesos y productos defectuosos: plan de pruebas apropiado, buena documentación, etc. Por encima de todo, “es primaria la preocupación por la salud, seguridad y bienestar públicos; es decir, el *interés público* ocupa un lugar central” [1, Preámbulo]. Una centralidad que no puede lograrse por medio del contraste y oposición de la ética de reglas y la ética de consecuencias, sino más bien con una buena integración de valores absolutos derivados del respeto a la dignidad humana, reglas empíricas que son fruto de la propia experiencia de la profesión, y pragmatismo en la consideración de las consecuencias de las acciones.

La educación para la responsabilidad ética en la profesión requiere, antes que nada, incluir en los currículos académicos de Ingeniería Informática cursos adicionales dedicados a temas generales de ética y específicos de la profesión, y que familiaricen a los alumnos con los códigos de conducta profesional tales como el de la ACM/IEEE. Estos cursos deberían acostumbrar a los alumnos a practicar el razonamiento ético, ayudarles a descubrir el dinamismo del actuar virtuoso, y mostrar la razonabilidad y armonía interna de los códigos éticos, evitando exponerlos simplemente como un conjunto de reglas de comportamiento externo. Los estudiantes deberían acostumbrarse también a practicar los juicios éticos en su contexto, sin limitarse a la ciega aplicación de reglas: toda situación es más rica de lo que un código puede reflejar, especialmente en una profesión continuamente cambiante como la ingeniería informática, donde cada día se plantean nuevos problemas éticos.

Sin embargo, como ya habíamos adelantando, la explicación del contenido del código no es suficiente para formar profesionales virtuosos, comprometidos en la búsqueda del bien y dispuestos a actuar de forma responsable. Más allá de dedicar cursos específicos a la ética (y a otros temas relacionados), todo el currículo académico debería adoptar una orientación ética, de modo que los futuros profesionales perciban las implicaciones éticas en el desarrollo de sistemas de información. Así, los estudiantes deberían aprender y acostumbrarse a evaluar los sistemas según principios éticos, una especie de “comprobación ética” añadida a las habituales comprobaciones de corrección, eficiencia, fiabilidad, seguridad, etc.

Estas ideas ya están contenidas en los *Computing Curricula* desarrollados por ACM/IEEE (Capítulo 10, Práctica Profesional) [2], que, no obstante, no adoptan explícitamente el enfoque de la ética de la virtud. Como dijimos en la Sección 2, la virtud es siempre libre, y los buenos valores no pueden producir automáticamente buenas acciones. La educación para el comportamiento ético requiere, al final, el ejemplo moral de los maestros y su capacidad de persuadir de que vale la pena buscar el bien por el bien mismo. Este enfoque pedagógico es el único que puede transmitir adecuadamente la aspiración a una vida profesional que valga la pena vivir y que contribuya a la felicidad personal y al bienestar social.

8. Conclusiones

Hemos examinado y contrastado dos diferentes escuelas de pensamiento ético, deontologismo y consecuencialismo, y hemos mostrado nuestra preferencia por la primera de ellas, de acuerdo con el espíritu de los códigos éticos actuales en ingeniería del software. Las líneas siguientes contienen un resumen esquemático de nuestro argumento:

1. Las posturas extremas no son racionales ni practicables:

- 1.1. El deontologismo no puede ignorar las consecuencias al definir acciones obligadas o prohibidas.
- 1.2. El consecuencialismo no puede ignorar las reglas al decidir qué consecuencias son relevantes y al valorar la bondad o maldad de las consecuencias.
- 1.3. El contraste entre las posturas extremas no es útil sino engañoso: oponer reglas y consecuencias es un falso problema.

2. Las posturas moderadas son racionales y practicables, pero no equivalentes:

- 2.1. Ambas integran reglas y consecuencias para valorar éticamente las acciones. Habrá diversos sistemas éticos deontologistas y consecuencialistas, dependiendo del conjunto de valores que elijan respetar.
- 2.2. El deontologismo moderado reconoce algunas reglas absolutas o incondicionales, cosa que no hace el consecuencialismo moderado. Por tanto, el consecuencialismo moderado es incompatible con la noción misma de dignidad humana inviolable.
- 2.3. Las reglas absolutas de comportamiento en el deontologismo moderado deben derivarse del reconocimiento de la dignidad humana. En caso contrario será un deontologismo moderado inhumano.

3. Los sistemas informáticos se caracterizan fuertemente por su complejidad:

- 3.1. La complejidad e imperfección del software hace que la predicción de consecuencias sea particularmente difícil.
- 3.2. Esta imperfección e impredecibilidad del software pertenecen a la naturaleza misma de la profesión, tal como la conocemos hoy en día.
- 3.3. La complejidad del software no es una excusa para ignorar completamente las consecuencias de los actos propios, sino que muestra que el análisis consecuencialista de la responsabilidad se hace mucho más difícil e inadecuado en la ingeniería del software.

4. Necesitamos una manera de poner límites a las consecuencias de las que vaya a ser considerado responsable el profesional informático:

- 4.1. La responsabilidad depende principalmente de que las consecuencias sean directas, y secundariamente de que sean predecibles.
- 4.2. Valorar las consecuencias directas que pueden ser razonablemente predichas requiere un buen conocimiento de la profesión: alguien ajeno a la misma no puede hacer una buena predicción, y por tanto no está apropiadamente cualificado para realizar juicios éticos sobre la materia
- 4.3. Los principios éticos no pueden usarse como datos de entrada para un algoritmo ético que genere decisiones éticas: el agente no puede evitar su juicio ético personal en cada situación particular [1, Preámbulo].

5. Los códigos éticos actuales en ingeniería del software proporcionan valiosas indicaciones:

- 5.1. Adoptan la postura ética de deontologismo moderado, su intención es educar e inspirar a los ingenieros software para que desarrollen un comportamiento ético en el ejercicio de su profesión.
- 5.2. Son conscientes de los problemas derivados de la complejidad del software y no pretenden enseñar mecanismos precisos (algorítmicos) para valorar la responsabilidad.
- 5.3. Procuran una buena integración de reglas y consecuencias para lograr un comportamiento ético y para valorar la responsabilidad moral en la profesión: preeminencia de los valores humanos y crucial consideración de las consecuencias.

Las buenas intenciones no bastan. El comportamiento racional exige integrar reglas y consecuencias, y la defensa de la dignidad humana exige adoptar una postura deontologista que reconozca algunas barreras incuestionables. Los ingenieros software precisan una sólida educación ética que integre los principios morales y el respeto a la dignidad humana con la experiencia real de su profesión (lo que hemos denominado *deontologismo moderado*). Si queremos que los ingenieros software logren un comportamiento ético en su profesión, y aprendan que son personas libres con una responsabilidad que no puede ser transferida a otros, entonces resulta especialmente adecuado un código de ética profesional como el de ACM/IEEE: un código que esté “fundado en la humanidad del ingeniero software, y preste la debida atención a las personas afectadas por el trabajo de los ingenieros software, y a los elementos únicos de la práctica de la ingeniería del software” [1, Preámbulo]. Los currículos académicos de Ingeniería Informática, además de exponer los códigos éticos y sus principios, deben estar impregnados de una orientación ética que muestre las implicaciones éticas del desarrollo de sistemas de información, y deben adoptar un enfoque pedagógico orientado hacia una vida profesional virtuosa.

La tarea del filósofo moral no es indicar un camino cerrado y perfectamente definido. Más bien, debe enseñar a descubrir, interpretar y entender los signos encontrados en el camino, a discernir el bien del mal, y a inventar nuevas formas de hacer el bien.

Agradecimientos. Los autores desean agradecer a los revisores anónimos los provechosos comentarios que nos han ayudado a mejorar el artículo.

Referencias

1. ACM/IEEE. *Software Engineering Code of Ethics and Professional Practice*, v5.2, 1999. Available at (<http://www.acm.org/serving/se/code.htm>).
2. ACM/IEEE. *Computing Curricula 2001, Computer Science, Final Report*. The Joint Task Force on Computing Curricula, IEEE Computer Society and Association for Computing Machinery. December 15, 2001.
3. Elisabeth Anscombe. *Intention*. Basil Blackwell, 1958.
4. John M. Artz. "Virtue vs. Utility: Alternative Foundations for Computer Ethics". *Proceedings of the Conference on Ethics in the Computer Age*. Galtinburg, Tennessee, United States, November 11-13, 1994, pp. 16–21.
5. Frank Bott, Allison Coleman, Jack Eaton, Diane Rowland. *Professional Issues in Software Engineering*, 3rd Ed. Taylor & Francis, 2001.
6. European Space Agency. *ESA PSS-05-10 Guide to Software Verification and Validation*. ESA Board for Software Standardisation and Control, March 1995.
7. Donald Gotterbarn. "The Moral Responsibility of Software Developers: Three Levels of Professional Software Engineering". *The Journal of Information Ethics*, 4(1):54-64, 1995.
8. Donald Gotterbarn, Keith Miller, Simon Rogerson. "Software Engineering Code of Ethics is Approved". *Communications of the ACM*, 42(10):102-107, October 1999.
9. Chuck Huff, C. Dianne Martin. "Computing Consequences: A Framework for Teaching Ethical Computing". *Communications of the ACM*, 38(12):75-84, December 1995.
10. Deborah G. Johnson. *Computer Ethics*, 2nd Ed. Prentice Hall, 1994. (*Ética informática*. Universidad Complutense de Madrid, 1996.)
11. Kenneth C. Laudon. "Ethical Concepts and Information Technology". *Communications of the ACM*, 38(12):33-39, December 1995.
12. Alasdair MacIntyre. *After Virtue*. University of Notre Dame Press, 1981.
13. Online Ethics Center for Engineering (<http://onlineethics.org/>).
14. Leonardo Polo. *Ética: hacia una versión moderna de los temas clásicos*. Unión Editorial, 1996.
15. Ian Sommerville. *Software Engineering*, 7th Ed. Pearson-Addison Wesley, 2004.
16. Robert Spaemann. *Moralische Grundbegriffe*. München, 1982. (*Ética: cuestiones fundamentales*. Eunsu, 1998.)
17. Paul Watzlawick, Janet Beavin Bavelas, Don D. Jackson. *Pragmatics of Human Communication*. W. W. Norton & Company, 1967. (*Teoría de la comunicación humana*. Herder, 1981.)
18. Max Weber. "Politik als Beruf". *Gesammelte Politische Schriften*. Mohr, Tübingen, 1958. ("La política como vocación", en *Escritos Políticos II*, edición a cargo de José Aricó, Folios Ediciones, 1982.)
19. United Nations. *Universal Declaration of Human Rights*. December 10th, 1948. Available at (<http://www.un.org/Overview/rights.html>).