



Martín Monteiro. /Foto: Andrés Cuenca

## Los smartphones y la enseñanza de la ciencia

Resulta un poco irónico. "Me cansé de pelear contra los celulares", decía en su blog el periodista Leonardo Haberkorn a modo de explicación por su renuncia a dictar clases en la universidad ORT en 2015. Sin embargo, en el Laboratorio de Física de la Facultad de Ingeniería de esa misma institución me espera un docente y científico para hablarme de cómo encontró en los smartphones un gran aliado para que sus alumnos aprendan y se apropien de la ciencia.

Se trata de Martín Monteiro, que estudió Física en la Facultad de Ciencias de la Universidad de la República (Udelar) y Electrónica en la ORT, y cuyo amor por la ciencia queda en evidencia al ver que, además de dedicarse a la docencia, organiza las Olimpiadas de Física del Uruguay, el concurso de Foto Física y la Olimpiada Uruguaya de Astronomía. Y si bien Monteiro reconoce que la tecnología lo fascina, los celulares nunca le habían llamado la atención. "Soy de hablar poco", dice, "y la idea de tener un aparato encima sólo para hablar no me llamaba la atención". Pero la vida de Monteiro cambió por obra y gracia de un gurú. Claro que no se trataba de un maestro hinduista, sino del visionario del diseño y la tecnología Steve Jobs, quien logró despertar un fervor casi religioso por cualquier producto precedido por una "i" minúscula que lanzara la empresa Apple.

"El lanzamiento del iPhone de Steve Jobs me parecía una espejito más para enganchar en el consumo a la gente. Sin embargo, gracias a que el sistema Android evolucionó rápidamente, entendí que los celulares ya no eran teléfonos sino computadoras de bolsillo. Y en algunos aspectos superaban a las computadoras, porque los celulares tienen sensores". Monteiro podría haberse quedado feliz con su iPhone nuevo y disfrutar lo que el aparato tenía para darle. Pero no pudo con su genio: "Enseguida nos pusimos a pensar experimentos para hacer y enseñar física aprovechando los sensores de los teléfonos".

### Una obsesión de larga data

La obsesión de Martín por los sensores y la ciencia no es reciente. Con 15 años armó, junto a sus compañeros, una estación meteorológica con una TK-90, tal vez la primera computadora que entró masivamente en la casa de los uruguayos en los años 80. "Básicamente, la TK-90 se usaba para jugar, era un sustituto de la Atari. Y nosotros le dimos otro uso, la usamos para hacer ciencia agregándole cierta electrónica para que pudiera medir temperatura, la velocidad del viento y otras características de la atmósfera", recuerda maravillado. Y tiene motivos para sentirse así. En esa época no había internet y mucho menos videos tutoriales en Youtube que te dijeran cómo agregarle sensores a una computadora hogareña. Y desde entonces, la posibilidad de medir mediante la electrónica lo ha cautivado. "Los sensores funcionan como extensiones de nuestros sentidos. Y eso es mágico, en el sentido que le da Arthur C Clarke cuando dice que la ciencia muy avanzada no puede distinguirse de la magia, porque uno empieza a ver, a sentir cosas que con los sentidos no puede. La tecnología nos permite una superación de los límites que nos impone la biología".

Y esa idea de superar los límites lo llevó a juntarse con otros colegas hace ya cuatro años: Arturo Martí y Cecilia Cabezas, de la Facultad de Ciencias de la Udelar, y Cecilia Stari, de la Facultad de Ingeniería de la Udelar. Juntos idearon una serie de experimentos no sólo para hacer en el aula en sus cursos de física, sino también para que los propios estudiantes los pudieran hacer en sus casas. "Muchas veces les paso tareas domiciliarias que involucran al celular como laboratorio para obtener medidas y realizar experimentos sin tener que recurrir al laboratorio de la Facultad", dice Monteiro, para quien una de las grandes ventajas de los smartphones es justamente esa: permiten que el estudiante se independice del laboratorio de la institución educativa al usarlo como herramienta de medida y de recolección de datos (*data logger*). "El alumno tiene en su casa un aparato que equivaldría, en su capacidad, al de un equipo de 1.000 dólares de un laboratorio de enseñanza de física usual. Y este dispositivo, que el alumno por lo general ya tiene, se convierte en un laboratorio con costo cero".

### Tomando medidas

El smartphone, entonces, puede funcionar como un aparato que obtiene y recolecta datos y ayuda, así, en el aula o fuera de ella. Esto es posible gracias a los distintos sensores que, dependiendo del modelo, traen de fábrica. El primero de ellos, presente en todos los aparatos de todas las marcas, tiende a pasar inadvertido. "Uno se olvida, pero la cámara es un sensor importantísimo", dice Monteiro. Sus alumnos lo saben, ya que la utilizan para obtener información y analizar el movimiento de los objetos, algo muy útil a la hora de abordar la mecánica y la cinética. "Nuestra cultura es muy visual, entonces estamos acostumbrados a ver las imágenes como un todo, como una foto. Pero detrás de una imagen hay cantidades enormes de información". Con un software de análisis de movimiento (Tracker es el más popular y además es libre) y un celular con cámara "uno puede grabar diez segundos de un tiro libre de un partido de fútbol, y en pocos minutos saber a qué velocidad fue pateada la pelota y obtener la trayectoria". Con un ejemplo así es posible ver el potencial que el uso de los celulares tiene para enganchar a los alumnos con la ciencia. "Hace diez años no le podías pedir eso. Las cámaras de muchos celulares tienen resoluciones que antes sólo tenían las cámaras profesionales".

El otro sensor de los celulares que tendemos a obviar es el micrófono. "Con el micrófono del celular se puede analizar la música, la voz, la resonancias, la relación entre la longitud de una cuerda y la frecuencia que emite, o incluso hacer algo de bioacústica". Monteiro cuenta que el celular no sólo percibe el sonido y lo graba, sino que además permite analizar en tiempo real la frecuencia e incluso graficar el sonido. "Uno no tiene siquiera que esperar a llevar la información a una computadora. El propio celular ya te da el resultado".

Además de la cámara y el micrófono, la mayoría de los smartphones tienen también otra serie de sensores, más clásicos en el sentido de que miden específicamente una magnitud física: el giróscopo, el acelerómetro, el magnetómetro y el fotómetro. "El acelerómetro mide la aceleración del celular en tres ejes. Entonces podés ponerlo en un carrito, como hacemos en el laboratorio, y medir la aclaración con la que el carro cae por una rampa o podés colgarlo de un péndulo. Pero además el celular te permite salir a la calle y ponerlo en una hamaca o en una calesita y medir la aclaración de un movimiento circular o de cuando frena un ómnibus". Por su lado, el giróscopo mide la velocidad angular del cuerpo, es decir, la velocidad con la que está rotando. Entonces, al igual que el acelerómetro, sirve para estudiar el movimiento de un cuerpo.

Monteiro tiene una obsesión tal por transmitir su entusiasmo que de pronto lo veo pararse y comenzar a girar con el brazo extendido tomando el celular. Luego gira en el sentido contrario. Me está mostrando la relación entre la aceleración y la velocidad angular. "Y lo bueno es que luego los alumnos pueden repetir la demostración en su casa y sacarse las dudas", exclama, mientras yo tomo nota y me pregunto por qué no tuve un profesor de física así en el liceo y recuerdo que ni siquiera nos dejaban usar la calculadora en clase.

Luego, dependiendo del modelo del celular, los sensores pueden medir magnitudes del campo magnético, la presión o la luz, lo que en la formación de los estudiantes permite realizar experimentos sobre la Ley de Stevin o la presión atmosférica (barómetro), el campo magnético terrestre, los campos de corriente o los imanes (magnetómetro) o la Ley de Malus o la del inverso del cuadrado (fotómetro). "Lo interesante, desde el punto de vista didáctico, es que los estudiantes se enganchan, y creo que esa motivación y el involucramiento con su propio aprendizaje es importante", razona Monteiro. "Los docentes tenemos una oportunidad maravillosa de enseñarles a los alumnos algo más valioso que una ecuación, que es a independizarse. En este caso, les enseñamos a hacer ciencia por ellos mismos, descubriendo que ese aparatito sirve para un montón de cosas y que tiene otra faceta que no conocían".

### La tecnología y la libertad

Lejos del coro de apocalípticos que proclaman que con la ubicuidad del celular se ha hecho más difícil dar clases, Monteiro y los suyos reconocen que los alumnos "están tan enamorados de sus teléfonos que se trata de una unión difícil de romper", por lo que su idea es utilizar esa unión para mejorar la experiencia educativa. "Incluso, más allá de la enseñanza de la ciencia, el smartphone se puede usar para muchas cosas en la clase, desde buscar información hasta hacer actividades interactivas". También en todo esto se requiere la voluntad del docente para acercarse al estudiante. En ese sentido, Monteiro es consciente de que hay un componente lúdico en todo esto: "De repente, si ven algo escrito en el pizarrón se aburren, pero si ven lo mismo escrito en la pantalla de su celular les parece muy copado". De todas formas, él está convencido de que el camino es por allí. "Más allá de mi fascinación, yo creo que la tecnología es parte de la humanidad. Y más que eso: yo creo que la humanidad se humaniza con la tecnología. Al contrario de lo que mucha gente piensa, de que hay que volver a los orígenes y alejarse de la tecnología, yo creo que es una característica que nos hace más humanos. La tecnología nos permite seguir evolucionando, extiende nuestros límites, nos hace más fuertes, más rápidos, aumenta nuestras potencialidades".

Uno podría sospechar que se trata de una visión un poco romántica e ingenua. Pero Monteiro está bien parado: "Yo hablo de la tecnología de la que nos apropiamos, no la que nos venden como objeto de consumo. La tecnología tiene que estar hecha por nosotros, y por eso es tan importante la ciencia y la educación en ciencia y tecnología. Porque, de lo contrario, vamos a seguir dependiendo de lo que otros hagan, de lo que otros diseñen y produzcan. No sirve de nada tener un aparato tecnológico muy lindo si en el fondo no tenemos control sobre él. Sin las herramientas que nos da la ciencia, simplemente vamos a ser esclavos de esa tecnología en lugar de ir creciendo con ella".

Tampoco es que se crea que los celulares, o las ceibalitas, o cualquier otro aparatito sean la solución a los problemas de la enseñanza. "No se trata de que los smartphones vayan a cambiar radicalmente la educación, pero entendemos que es innovador utilizar un dispositivo que usualmente no es visto como herramienta educativa para hacer ciencia. De algún modo, estamos siguiendo el ejemplo de Galileo Galilei, estamos convirtiendo un instrumento social y cotidiano -el telescopio, en su caso- en un instrumento para hacer ciencia".

En un momento en el que el debate sobre la educación está tan en boga, Monteiro hace su aporte: "La tecnología no es la solución mágica. Puede colaborar con las prácticas educativas, pero no va a remediar las malas prácticas educativas. La tecnología no va a venir a salvar al mal profesor, pero no podemos dejarla fuera del aula. Porque la tecnología está alrededor de los estudiantes, y si no la metemos en el aula, perdemos la chance de que se apropien de ella. Si dentro del ámbito educativo no utilizamos las herramientas tecnológicas para enriquecer la educación y ver las posibilidades que tiene para emancipar al estudiante, entonces la tecnología va a ser, para los alumnos, más una cadena que una herramienta de liberación".

### ¿Por qué tienen sensores los smartphones?

Ningún sensor está puesto en el celular para hacer ciencia. Todos cumplen una función para que el aparato seduzca a los consumidores al tiempo que permite que las empresas recolecten datos valiosos sobre los usuarios.

**Fotómetro:** el sensor de luz está colocado en el celular para ajustar el brillo de la pantalla.

**Acelerómetro:** está en el celular porque Steve Jobs quería que el primer iPhone girara las fotos de acuerdo a la orientación de la pantalla.

**Magnetómetro:** el aparato lo utiliza como brújula, para que el celular "sepa" hacia dónde estamos apuntando. El GPS le dice dónde está, pero no hacia dónde mira la pantalla o la cámara.

**Barómetro:** es un complemento para el GPS, que por lo general es muy lento para medir la altura. El sensor de presión permite medirla rápidamente, lo que es útil, por ejemplo, en el interior de un edificio. Con la red se puede saber en qué edificio está el celular, y con el barómetro, determinar en qué piso en particular.

**Micrófono:** tratándose de aparatos para hablar, el micrófono no podía no estar en un teléfono.

**Cámara:** y sí, somos primates visuales.

Leo Lagos

Etiquetas: Ciencia Enseñanza Smartphones

Compartí en redes sociales

12 174 2

Twitter Recomendar G+

Lo más leído	
Día	Mes
1	Corrió la ciudad
2	Concejo vecinal de Quebrada de los Cuervos se retiró de ámbitos de participación ciudadana por aval a proyecto minero
3	Trabajadores de Buquebus denuncian persecución sindical: ocho afiliados al SUNTMA fueron "bajados" del buque Silvia Ana
4	Jueza Morosini afirmó que es probable que niño de Maldonado asesinado haya sufrido abuso sexual, pero anteriormente
5	Acto del PCU a 45 años del asesinato de los ocho obreros comunistas de la 20
6	Macron y Le Pen se disputarán la presidencia de Francia en segunda vuelta
7	Problemas edilicios, de seguridad y de coordinación fueron algunos de los temas planteados al MEC
8	Concejo Municipal de Migueles debió suspenderse por agresiones verbales entre sus participantes
9	El diputado Luis Puig denunciará hoy a Mermot por apología del delito
10	Por segundo fin de semana consecutivo Nacional ganó en el Tróccoli y lidera el Apertura: 1-0 a Fenix

Edición papel (suscríbete)

Suscríbete

Suplementos

La tapa del día

Papel + Web

Con tu suscripción a la edición papel de la diaria te damos acceso al 100 % del contenido del día en la web.

Suscríbete



Dinamo  
Rumbos y prácticas  
Descargar PDF



Incorrecta  
Mejor eróticos  
Descargar PDF

Sólo \$620 por mes y recibila en tu domicilio.