



História, Ciências, Saúde - Manguinhos

ISSN: 0104-5970

hscience@coc.fiocruz.br

Fundação Oswaldo Cruz

Brasil

Daza-Caicedo, Sandra; Maldonado, Oscar; Arboleda-Castrillón, Tania; Falla, Sigrid;  
Moreno, Pablo; Tafur-Sequera, Mayali; Papagayo, Diana  
Hacia la medición del impacto de las prácticas de apropiación social de la ciencia y la  
tecnología: propuesta de una batería de indicadores  
História, Ciências, Saúde - Manguinhos, vol. 24, núm. 1, enero-marzo, 2017, pp. 145-164  
Fundação Oswaldo Cruz  
Rio de Janeiro, Brasil

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=386150412009>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

# Hacia la medición del impacto de las prácticas de apropiación social de la ciencia y la tecnología: propuesta de una batería de indicadores

## *Measuring the impact of practices of social appropriation of science and technology: a proposal for a set of indicators*

**Sandra Daza-Caicedo**

Investigadora, Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología.  
Carrera 15 /37-59  
11001000 – Bogotá – DC – Colombia  
sdaza@ocyt.org.co

**Oscar Maldonado**

Investigador, Instituto Tema/ Tecnología y cambio social/ Linköpings Universitet.  
SE-581 83 – Linköping – Suecia  
ojmaldonadoc@gmail.com

**Tania Arboleda-Castrillón**

Alumna de doctorado, Ciencias Sociales y Humanas/Pontificia Universidad Javeriana.  
Carrera 21/34-34  
11001000 – Bogotá – DC – Colombia  
taniaarboleda@gmail.com

**Sigrid Falla**

Directora, Ciencia y Sociedad/ Corporación Maloka de Ciencia, Tecnología e Innovación.  
Carrera 68D/24A 51  
11001000 – Bogotá – DC – Colombia  
sfalla@maloka.org

**Pablo Moreno**

Asistente de investigación, Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología.  
Carrera 15/37-59  
11001000 – Bogotá – DC – Colombia  
pmoreno@ocyt.org.co

**Mayali Tafur-Sequera**

Investigadora, Dirección Ciencia y Sociedad/Corporación Maloka: Centro Interactivo de Ciencia y Tecnología.  
Carrera 68D/24A 51  
11001000 – Bogotá – DC – Colombia  
mtafur@maloka.org

**Diana Papagayo**

Asistente de investigación, Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología.  
Carrera 15/37-59  
11001000 – Bogotá – DC – Colombia  
dpapagayo@ocyt.org.co

DAZA-CAICEDO, Sandra et al. Hacia la medición del impacto de las prácticas de apropiación social de la ciencia y la tecnología: propuesta de una batería de indicadores. *História, Ciências, Saúde – Manguinhos*, Rio de Janeiro, v.24, n.1, jan.-mar. 2017, p.145-164.

### Resumen

Se presenta una propuesta de indicadores cualitativos para hacer un seguimiento de las prácticas de apropiación social de la ciencia y la tecnología. La batería se diseñó a partir del caso de Maloka, pero puede ser de utilidad para múltiples actores que realizan ejercicios de ASCyT. La introducción presenta una discusión sobre el concepto de ASCyT. La primera sección muestra una revisión bibliográfica sobre la medición de actividades que vinculan ciencia y sociedad. La segunda explica por qué es importante el desarrollo de este tipo de mediciones. La tercera muestra la metodología seguida para el diseño de la batería. La cuarta explica la batería de indicadores y la quinta reflexiona sobre este proceso.

Palabras clave: apropiación social de la ciencia y la tecnología; indicadores; medición de impacto; museos y centros de ciencia y tecnología.

### Abstract

We propose a set of qualitative indicators for monitoring practices of social appropriation of science and technology. The design of this set is based on the Maloka case, but it can be of use to multiple actors involved in the social appropriation of science and technology (referred to by its Spanish acronym, ASCyT). The introduction discusses the concept of ASCyT. The first section provides a review of the literature about measuring activities that link science and society. The second section explains why it is important to develop this type of measurement. The third section lays out the methodology used in designing the indicators. The fourth section explains the set of indicators and the fifth reflects on that process.

Keywords: social appropriation of science and technology; indicators; impact measurement; science and technology museums and centers.

Recebido para publicação em março de 2015.  
Aprovado para publicação em novembro de 2015.  
<http://dx.doi.org/10.1590/S0104-59702017000100004>

En Colombia, el concepto de apropiación social de la ciencia y la tecnología (ASCyT) se utilizó por primera vez en la Misión de Ciencia Educación y Desarrollo desde una propuesta en la que se sugirió “conformar y consolidar las bases de un proyecto cultural, ético y democrático, que permita establecer un puente entre la ciencia, el crecimiento económico, el manejo sostenible del medio ambiente y el bienestar de los colombianos” (Posada et al., 1995, p.33). En este marco político surge Maloka, como apuesta para ejecutar las acciones de ASCyT que dieron lugar a la batería de indicadores objeto del presente trabajo. Posteriormente, el concepto se ha seguido debatiendo y desarrollando en el país (Daza-Caicedo, Arboleda, 2007; Franco-Avellaneda, Pérez-Bustos, 2010; Hermelín, 2011; Lozano-Borda, Pérez-Bustos, 2013) a raíz de que se adoptó como política pública (Colciencias, 2005).

En otros países también ha sido utilizado, ejemplo de ello es el artículo de Godin y Gingras (2000) donde definen la cultura científica en función de la ASCyT y rescatan el valor de este término por ser aplicable a los individuos, las instituciones y la sociedad en su conjunto. Donde más se ha extendido su uso es en Iberoamérica (Barrio Alonso, 2008; Lazos Ramírez et al., 2013; Olivé, 2011; Vessuri, 2002). Por ejemplo, López Cerezo y Gómez González (2009) reúnen perspectivas de varios autores iberoamericanos donde el término se usa como un proceso compuesto por tres dimensiones: cultura científica, comunicación social de la ciencia y la tecnología y participación ciudadana. También son prueba de la expansión del concepto su inclusión en los estatutos de la Red de Popularización de la Ciencia y la Tecnología en América Latina y el Caribe (RedPop, 2015), políticas públicas como el Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2014-2018 de México (Conacyt, 2014) que cuenta con una línea de apropiación social del conocimiento o la política pública en ASCyT de los países signatarios del Convenio Andrés Bello (CAB, 2008). Ciertamente, en estos documentos se atribuyen significados diferentes al concepto, y en ocasiones, se usa de manera análoga a otros que buscan describir las relaciones entre ciencia y sociedad, tales como *public engagement with science and technology*; *public understanding of science*; *science communication*; *social impact of knowledge* y participación pública en ciencia y tecnología (Bauer, Allum, Miller, 2007; Brossard, Lewenstein, 2010; Felt, 2003). Lo que hace interesante este término es que ha promovido la reflexión sobre los encuentros entre ciencia y sociedad en el contexto latinoamericano, esto ha permitido tomar cierta distancia de los modelos difusionistas y deficitarios de la comunicación tradicional de la ciencia, poniendo un mayor énfasis en el carácter situado, participativo y negociado de la producción científica. Muestra de ello es la definición propuesta por Franco-Avellaneda y Pérez-Bustos (2010, p.14), una de las utilizadas en este trabajo y que entiende la ASCyT como:

Un proceso social intencionado, donde de manera reflexiva, actores diversos se articulan para intercambiar, combinar, negociar y/o poner en diálogo conocimientos; motivado por sus necesidades e intereses de usar, aplicar y enriquecer dichos saberes en sus contextos y realidades concretas. Comprendemos que este proceso social intencionado sucede a través de mediaciones de reconocimiento, información, enseñanza-aprendizaje, transferencia, transformación y/o producción de conocimiento, entre otras, de las que la ciencia y la tecnología son su principal objeto.

El uso del término en diferentes países y escenarios, sin que se haya estabilizado, nos permite decir que la ASCyT es un objeto de frontera (Daza-Caicedo, 2013; Star, 2010; Star,

Griesemer, 1989) que sirve para comunicar a actores que desarrollan actividades, políticas que las estimulan, académicos que escriben sobre ellas, entre muchos otros, y generar comunidades de práctica a su alrededor. Pensar la ASCyT como un objeto de frontera es igualmente importante aquí porque, como lo señala Star (2010), en torno suyo han surgido necesidades de información y de estandarización; por ejemplo, aquellas entidades que se definen como ejecutoras de actividades de ASCyT cada vez tienen más presión para dar cuenta de sus resultados, lo mismo ocurre con las políticas sobre el tema. Como lo muestran autores como Bowker, Star (1999); Lampland, Star (2009); Porter (1992, 1995) son precisamente estos procesos de clasificación, medición y estandarización los que contribuyen a estabilizar, delimitar y muchas veces naturalizar los conceptos; situación similar ocurre para el caso de *public understanding of science* (PUS) y los debates que suscitan sus procesos de medición en torno a esta noción (Bauer, Allum, Miller, 2007; Bauer, Howard, 2012; Irwin, Michael, 2003; Polino, 2011; Smallman, 2014; Suerdem et al., 2013). Así las cosas, los criterios de medición que presentamos en este artículo tienen un doble objetivo. De una parte, hacer una propuesta que, aun entendiendo que se plantea para el contexto particular de una institución, sería de utilidad para actores que realizan ejercicios que pueden asociarse con el concepto de ASCyT en la región; y de otra, contribuir a definir las fronteras de este concepto.

La batería de indicadores cualitativos de ASCyT que presentamos fue realizada entre el Observatorio de Ciencia y Tecnología y Maloka, con financiación de Colciencias. Es una primera propuesta para operacionalización del término de ASCyT que derivó de un ejercicio de construcción y sistematización del concepto, partiendo de dos definiciones disponibles en la literatura y en la política que se ajustaban a los objetivos de Maloka y que dieron lugar a unas categorías que reflejan las iniciativas de ASCyT llevadas a cabo en esta institución. Cada una de estas categorías fue definida en medidas o descriptores, para los que, a su vez, se identificaron las vinculaciones entre ellos buscando dar cuenta de sus interrelaciones.

## Aproximaciones a la medición de la ASCyT

Un primer acercamiento a cómo medir la ASCyT consistió en hacer una revisión bibliográfica de ejercicios de medición y cálculo de indicadores de prácticas similares, denominadas como de popularización, comunicación e involucramiento con la ciencia y la tecnología (CyT) en diferentes contextos. La mayoría de estos ejercicios piensan la medición en función de comprender el impacto social de estas actividades y han sido desarrollados en museos y centros interactivos, asociaciones de museos y redes de universidades financiadas por entidades del gobierno que promueven la CyT. En el ámbito internacional (principalmente en Europa y los EEUU) estas experiencias han sido desarrolladas a partir de la operacionalización de modelos conceptuales de la relación entre ciencia y público. Los modelos de mayor desarrollo, desde el punto de vista de estrategias de medición, han sido los de alfabetismo científico (*scientific literacy*) con un marcado énfasis en impactos basados en aprendizaje (*learning*) y aprehensión de contenido y los modelos de participación pública en ciencia y tecnología. En el contexto iberoamericano, estos modelos también suelen ser denominados como de déficit y democrático (Brossard, Lewenstein, 2010; Lozano, 2005).

El modelo de alfabetismo en ciencia ha sido uno de los más influyentes en la formulación de políticas públicas en CyT dirigidas a públicos no expertos (Falk et al., 2014). Esta perspectiva ha sido también la más prolífica en el desarrollo de indicadores y estrategias de medición. Allí, el impacto social es entendido como aprendizaje de contenidos y desarrollo de destrezas (Falk, Needham, 2011; Miller, 1998) y es medido como la diferencia entre una línea base y los cambios de esta, después de una determinada intervención (Groves, 2005). La línea base es definida a través de encuestas sobre actitudes y conocimiento en CyT las cuales definen un umbral para considerar a un individuo como competente (no analfabeto) en CyT.

Este marco, ha sido clave en la promoción de museos y centros de CyT como estrategia de política pública. La principal población, objetivo de este tipo de intervención, ha sido niños y jóvenes en edad de escolaridad (Ipsos Mori, 2011; Kelly, 2004). Esta intervención, desde el punto de vista de los marcos regulatorios y normativos que la sustentan, define como su principal objetivo el mejoramiento de la educación en CyT y la promoción de “vocaciones científicas” a través de educación informal (Garnett, 2002).

Este es el caso de experiencias de medición como la realizada por la Association for Science and Discovery Centres (ASDC) en el Reino Unido. En 2011, esta organización produjo un sistema de medición de impacto social para museos y centros de CyT, en cuya propuesta se define un rango de indicadores comunes para centros de ciencia británicos que entiende impacto como calidad de la experiencia de aprendizaje a través de un mecanismo de medición simple y de bajo costo.<sup>1</sup>

Un ejercicio de medición importante – en el que Maloka participó – es el International Science Centre Impact Study (Falk et al., 2014). La investigación, en consonancia con las concepciones del museo como agente educativo y centrado en promover el interés y aprendizaje de la ciudadanía sobre la ciencia y la tecnología, no contempla el análisis de relaciones más complejas como aquellas que tienen que ver con la dimensión política y la transformación de prácticas de los diversos actores que intervienen en la coproducción de la experiencia del museo.

Otro marco influyente en el desarrollo de políticas e instrumentos de medición sobre las relaciones entre ciencia y sociedad ha sido denominado participación pública en CyT, traducido del término en inglés *public engagement with science* (PES). Dada la popularidad del concepto han proliferado muchas definiciones, sin embargo, a pesar de las diferentes variaciones, la mayoría resalta la importancia de procesos de participación basados en el reconocimiento de la experticia de los públicos (McCallie et al., 2009).

En el caso de las universidades y centros de investigación en el Reino Unido, el marco de la evaluación de desempeño REF 2014<sup>2</sup> le ha dado un peso muy importante a la medición del impacto de la investigación desarrollada más allá de públicos académicos. Dicho impacto social ha sido caracterizado como participación e involucramiento. Otro tanto está ocurriendo con museos y centros de CyT, debido a la tradición en investigación complementando medidas tradicionales de medición de impacto como las presentadas anteriormente.

Respecto a la medición del impacto de actividades de participación pública en CyT, han surgido diferentes propuestas. Desde el punto de vista de universidades y centros de investigación, por ejemplo, se han realizado proyectos como Social Impact Assessment Methods (Siampi)<sup>3</sup> en el marco de evaluación de proyectos para la Unión Europea. Desde el punto de

vista de entidades regulatorias y de gobierno, hay proyectos de medición como la Comisión Anders Flodström del gobierno sueco para la evaluación de la calidad de la investigación como base para la distribución de recursos. Finalmente, desde el punto de vista de centros y museos de CyT, el ejercicio de medición de impacto que más ha integrado este modelo a otras estrategias de medición del impacto de actividades de comunicación de la ciencia, es el proyecto financiado por la Comisión Europea Places.<sup>4</sup>

En síntesis, los indicadores de impacto basados en aprendizaje informal han sido la forma privilegiada de medición de museos y centros de CyT. La población, objeto primario de medición, son visitantes y usuarios de actividades de enseñanza informal de la CyT. Los instrumentos más usados son las encuestas de actitudes y percepciones sobre CyT, cuyos resultados se contrastan en algunos casos con los de encuestas de orden nacional. Estos instrumentos reportan impactos con públicos escolares y visitantes de museos de CyT, sin embargo, su alcance es muy general y limitado para constituir la única fuente de medición. Estos indicadores en muchos casos han venido acompañados de entrevistas a profundidad con actores de interés y con el desarrollo de estudios de caso para actividades muy específicas.

En el caso de indicadores de impacto para actividades de participación pública en CyT, las universidades y los centros de investigación han sido las organizaciones más activas en el desarrollo de indicadores y métricas. Estas estrategias, por una parte, han diseñado indicadores para cuantificar las actividades que se asumen como ejercicios de participación pública (actividades para público no experto) y, por otra, han presentado la naturaleza de estos impactos a través de estudios de caso y mapas de valor. Estos métodos seleccionan casos especiales para hacer una descripción detallada de las interacciones y los efectos de las actividades de participación pública en la transformación de prácticas de los grupos expertos y no expertos involucrados.

### **¿Porqué una batería de indicadores cualitativos de ASCyT?**

Como se ha visto, existen diversas intencionalidades y formas de medición. En no pocas ocasiones, el diseño de indicadores de impacto social para actividades de ASCyT es un ejercicio que está enmarcado en narrativas y marcos normativos más generales que han respondido a la preocupación de generar mecanismos para dar cuenta (*accountability*) de la eficacia y en algunos casos de la eficiencia de estas acciones. Esto puede llegar a ser problemático en tanto que organizaciones y gobiernos priorizan aquellas actividades que muestran mejores rendimientos en términos de retornos económicos o número de personas atendidas, despreciando otras que no son fácilmente cuantificables. En el primer caso, se trataría de indicadores de *output* en donde los resultados se valoran en función de la eficacia de la ejecución de los recursos materiales y económicos dispuestos para la iniciativa, o de los productos o actividades frente al diseño inicial, es decir, desde la perspectiva de los promotores o financiadores de las actividades. Pero existe otro conjunto de indicadores, los de *outcome*, que consideran los resultados en términos de los cambios producidos por medio de la iniciativa que permiten involucrar las visiones de otros actores que participan en ella (Neresini, Pellegrini, 2008, p.242), dando cuenta que la medición también puede ser un ejercicio reflexivo de auto-evaluación, seguimiento y monitoreo al cumplimiento de objetivos y en el caso de la batería propuesta,



una herramienta para monitorear el objetivo fundamental de lograr que diversos actores se apropien de la ciencia y la tecnología dando una medida de los cambios que ocurren en los participantes de estos procesos.

Maloka cuenta con 16 años durante los cuales ha implementado una gran cantidad de estrategias, algunas de carácter más permanente y otras más puntuales y temporales con la intención de cumplir de formas diversas su misión. Se cuentan actividades como exposiciones interactivas, clubes de CyT, agenda científica para el público general, formación a mediadores y exposiciones itinerantes, entre otras. Esta diversidad de actores involucrados y estrategias diseñadas ha representado un reto para la organización a la hora de definir criterios unificados para evaluar el impacto de sus programas misionales. La medición de estos resultaba compleja de implementar, por cuanto se presentaban diversidad de objetivos, actividades, actores y en ocasiones falta de claridad frente al alcance potencial de las estrategias. Esto dificultaba contar con indicadores que permitiesen reportar, de manera integral, sobre el desempeño de la organización en relación con el cumplimiento de su propósito misional. Esta carencia ha impedido tener información clara para dar cuenta de los logros de las actividades, así como para orientar la estrategia organizacional con una perspectiva integral de los programas y su relacionamiento con los públicos.

Es así como el punto de partida fue construir una batería de indicadores que lograra abarcar la variedad de actores y productos de la organización, al tiempo que permitiera establecer su relación con la noción de ASCyT que es en últimas el gran objetivo que persigue Maloka. Ello está en directa relación con la necesidad de definir un enfoque claro en relación con los impactos que la institución espera tener y en su fase de implementación también implicará pensar en el desarrollo de estrategias de medición adecuadas según la dinámica de cada actividad.

De otra parte, una realidad de quienes ejecutan prácticas para la ASCyT en Iberoamérica, es la falta de recursos económicos, lo cual muchas veces hace que asuntos como el seguimiento y la evaluación queden en un segundo lugar tanto en términos de asignación de presupuestos como de tiempos y personas para realizar estos ejercicios. Estas restricciones se convierten en variables importantes a considerar en el diseño de cualquier metodología de medición ya que ello garantizará también su implementación y uso.

## **Aspectos metodológicos para el diseño de la batería de indicadores**

Como se vio en la revisión de literatura, múltiples ejercicios parten de la construcción de una “línea base”. Esta es una metodología tradicional para la construcción de indicadores que se define como: “un conjunto de indicadores seleccionados para el seguimiento, evaluación y rendición de cuentas de políticas públicas, planes, programas y proyectos, para comparar avances y logros que se hayan hecho respecto a un año de referencia” (Dane, 2009, p.12). La línea base surge de la selección de un conjunto de indicadores en un tema determinado, cuya prioridad de cálculo es lo que los diferencia del resto de indicadores y cuyo cálculo inicial se toma como referencia para posteriores actualizaciones de la batería de indicadores.

No obstante lo anterior, nos encontramos con una barrera: la línea base presupone la existencia de indicadores estandarizados sobre el tema que se va a medir; por ejemplo,

existe una línea base de indicadores de CyT e incluso existen manuales y procedimientos estandarizados para su construcción.<sup>5</sup> Sin embargo, para ASCyT no existe tal conjunto de indicadores predefinidos. Lo más próximo a un conjunto de mediciones estandarizadas son las encuestas de percepción pública de la ciencia y la tecnología, (Bauer, Allum, Miller, 2007; Daza-Caicedo et al., 2014; Fecyt, OEI, Ricyt, 2009) y otros ejercicios que buscan asociarlas con indicadores de desempeño de los sistemas de CyT (Shukla, Bauer, 2007); pero estas dan cuenta de cambios culturales extendidos y no necesariamente de procesos específicos de apropiación como consecuencia de actividades que deliberadamente se proponen generar cambios. Como se verá más adelante, de las encuestas de percepción retomamos algunos elementos referidos a los cambios en las actitudes y valoraciones de los individuos frente a la CyT.

Es así como la primera tarea que realizamos fue buscar una manera de “operacionalizar” el concepto de ASCyT en función de las comprensiones y necesidades de medición que tiene Maloka al respecto, convirtiendo la definición de ASCyT en categorías de medición; con ello también se buscaba hacer más aprehensible el concepto en relación con el contexto de la organización. Para realizar esto, partimos de dos definiciones: la de la Estrategia Nacional de Apropiación Social de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación de Colombia que define la ASCyT como “un proceso de comprensión e intervención de las relaciones entre tecnociencia y sociedad, construido a partir de la participación activa de los diversos grupos sociales que generan conocimiento” (Colciencias, 2010, p.22) y la de Franco-Avellaneda y Pérez-Bustos (2010) referenciada en la introducción.

Como se observa, estas dos definiciones buscan dar cuenta de la complejidad y diversidad de los dispositivos de mediación que comprenden la ASCyT, haciendo énfasis en la necesidad de pensarla de forma crítica, situada y como una actividad que se realiza con la participación de diferentes actores. Sin embargo, al intentar hacerlas operativas en el contexto particular de Maloka nos enfrentábamos a varias preguntas: ¿Todas las actividades que establecen encuentros entre ciencia y otros actores son capaces de generar este tipo de relaciones críticas y situadas? ¿Es su objetivo? ¿Es posible lograr esto con los tipos de interacción propuestos en un centro de ciencia y tecnología? Encontramos que si bien las perspectivas situadas y críticas de la ASCyT son deseables desde estas propuestas de definición, no todas las actividades que ocurren en Maloka tienen las posibilidades de generar este tipo de procesos. Existe una brecha entre definiciones de tipo normativo y las prácticas concretas que responde a múltiples factores: conceptuales, financieros, tiempos y continuidad de las acciones, entre otras. Reconociendo esta brecha, lo que es cierto es que las interacciones entre el centro interactivo y los actores sí generan cambios que de una u otra forma están relacionados con la ASCyT.

Por lo tanto, un reto metodológico consistió en diseñar un conjunto de categorías de medición que tuviese suficiente flexibilidad como para poder hacer seguimiento a actividades que si bien están cobijadas bajo una misma institución y tienen objetivos similares, tienen actores y formas de mediación disímiles y por lo tanto logran diferentes niveles de impacto en términos de ASCyT.

La manera de resolverlo fue optar por reconocer la existencia de dos niveles de impacto de las estrategias: un primer nivel más centrado en cambios de percepción y motivación de aprendizaje y un segundo nivel centrado en términos de una participación más activa y



diversa de actores en este tipo de procesos, contribuyendo a la democratización de este tipo de conocimientos.

En el proceso también vimos necesario acotar los indicadores como aquellos que evidencian un cambio de actitud o valores, de aprendizaje cognitivo, de forma de relación o de práctica frente al conocimiento científico-tecnológico, una vez ha ocurrido una interacción entre la actividad de ASCyT – en este caso ofrecida por Maloka – y un individuo o colectivo, dejando de lado cualquier otro tipo de impactos que no modifican de ninguna manera la forma en que uno o varios actores se relacionan con la ciencia y la tecnología.

El siguiente paso consistió en identificar un conjunto de cambios que se esperaba ocurrieran en los actores que interactúan con las actividades de Maloka que pudiésemos asociar a cambios en la apropiación. Para ello, utilizamos la revisión bibliográfica reseñada en la segunda sección de este artículo y una revisión de políticas públicas y planes de acción de Maloka y objetivos de sus actividades.<sup>6</sup> De estas revisiones surgieron varios elementos que fuimos incorporando en el proceso de diseño:

Primero, se requieren indicadores de ASCyT cualitativos. Esto porque se evidenciaba que la complejidad de los cambios esperados no era fácilmente cuantificable en términos de porcentajes, proporciones etc.

Según el Dane (s.f., p.9), la característica principal de un indicador cualitativo es que “su resultado se refiere a una escala de cualidades”. Por su parte, López, Valcárce, Barbancho (s.f., p.4) señalan que “los indicadores cualitativos son aquellos basados en encuestas, entrevistas, así como informaciones no estructuradas, métodos de investigación a partir de los cuales suele ser problemática la extrapolación estadística. Suministran información sobre aspectos no contemplados en los indicadores cuantitativos ... son imprescindibles para lograr una evaluación integral y global de la investigación”. La ASCyT se refiere fundamentalmente a cambios culturales (cambios en representaciones, valoraciones, comprensiones o prácticas en relación con la ciencia y la tecnología). Estos cambios suelen tomar tiempos variados, ser heterogéneos y difícilmente cuantificables, de allí que los indicadores cualitativos, es decir unos que aportan criterios de medición expresados en función de cualidades y contruidos a través de metodologías cualitativas, nos permitirán dar cuenta de este fenómeno, de manera que pueda ser leído desde la complejidad que supone un proceso social contextualizado, denso y multidimensional como la ASCyT.

Segundo, se propone que en la construcción de los indicadores participen los actores involucrados en las actividades objeto de medición. Como expone De Gregorio (2008, p.1), “un indicador será más eficaz cuanto más compartido sea entre diferentes intereses” y al ser la ASCyT fundamentalmente situada, los indicadores contruidos requieren, tanto en su diseño como en su construcción, de la participación de los actores involucrados en cada actividad. En ese sentido, la intención es proponer unos criterios de medición que pueden ser utilizados en cualquier lugar pero cuyo cálculo es inexorablemente contextual.

Tercero, se ve la necesidad de que los indicadores evidencien enunciados concretos. La ASCyT, tanto en su conceptualización como en el caso que analizamos, se ha pensado de manera muy normativa desde el deber ser. En ese sentido para operacionalizar el concepto, construimos un primer listado de categorías y descriptores que traducían los diferentes deseos a enunciados concretos. Así por ejemplo, cuando una actividad de Maloka señalaba

como uno de sus objetivos: “generar una experiencia significativa de aprendizaje donde los estudiantes y los docentes se acercan a temas de CyT” convertimos dicho objetivo en dos categorías: “aprendizaje en CyT” y “fortalecimiento de prácticas educativas” o cuando una definición señala: “donde de manera reflexiva, actores diversos se articulan para intercambiar, combinar, negociar y/o poner en diálogo conocimientos”, traducimos esto en una categoría que se denomina “intercambio y co-producción de conocimiento”. De este primer ejercicio resultaron nueve categorías con 47 descriptores.

Una vez construido el primer listado de categorías y descriptores, que en otras palabras se constituía en un listado de indicadores a medir, se encontró que solo quienes ejecutan las actividades pueden saber hasta qué punto aquellos indicadores en realidad reflejaban lo que se podía esperar como resultado de una actividad. Es así como la construcción de la batería tomó un giro participativo a través de la realización de talleres con quienes dentro de Maloka diseñan y ejecutan las actividades. Se realizaron dos rondas de talleres<sup>7</sup> en las cuales depuramos las categorías y descriptores, construimos unas nuevas y definimos las rutas de recolección de información.

Cuarto, se encontró que previo a la construcción de indicadores es necesario tener muy bien caracterizada a la población sobre la cual se van a evaluar los indicadores. Por tal razón se construyó un listado de indicadores de caracterización referentes a características sociodemográficas de los actores que se relacionan con Maloka, lo que posteriormente permitirá hacer diferentes tipos de cruces de información.

## Resultados: batería de indicadores cualitativos para el seguimiento de prácticas de ASCyT

Como resultado del recorrido metodológico descrito se obtuvieron un conjunto de diez categorías de medición o indicadores (Cuadro1).

Cuadro 1: Indicadores de ASCyT

INDICADORES ASCyT
1. Interés en ciencia y tecnología
2. Aprendizaje en ciencia y tecnología
3. Participación en el ámbito público
4. Inclusión de grupos en situación de vulnerabilidad
5. Fortalecimiento de prácticas educativas escolares
6. Intercambio y co-producción de conocimiento
7. Incentivo a las vocaciones científicas
8. Toma de decisiones informadas
9. Generación de innovaciones a partir de CyT
10. Desarrollo de capacidades para la ASCyT

Fuente: Elaborados por los autores.

Para cada una de estas categorías de medición o indicadores, asignamos un conjunto de descriptores (Cuadro 2) que sirven como parámetros de medición y que están organizados desde los cambios de menor intensidad a mayor intensidad, entendida esta última en términos de probabilidad y dificultad de ocurrencia.

A partir de la batería, se definió para cada una de las actividades de Maloka y de los actores en ellas implicados un listado específico de indicadores y descriptores a emplear de acuerdo con la naturaleza de la actividad. Allí se encontró que indicadores, como los de interés y aprendizaje en CyT, aplican de manera transversal a todas las actividades y actores, aunque no siempre son aplicables todos los descriptores. De otro lado, indicadores como el de fortalecimiento de prácticas educativas escolares o el de co-producción de conocimientos, aplican tan solo algunas de las actividades y actores que se relacionan con el Centro.

A continuación explicamos uno a uno los indicadores definidos.

### **Interés en CyT**

La categoría de interés ha sido una de las más utilizadas cuando se piensa en procesos de comunicación y ASCyT; también ha sido fuertemente criticada por cuanto supone una relación pasiva de los individuos frente a los conocimientos científico-tecnológicos y sus instituciones (Irwin, Michael, 2003). Sin embargo, como lo señalábamos, hay un conjunto de actividades que ocurren en los centros interactivos y cuyo primer impacto es generar interés por la ciencia y la tecnología o sobre un tema específico relacionado. Una generación de interés supone cuestiones que van desde que los individuos estén más dispuestos a aprender cosas nuevas, a informarse, a reconocer que el centro interactivo es un escenario de educación no formal. Pero también, asuntos más complejos como valorar críticamente la ciencia y la tecnología, la capacidad propia para producir conocimiento o modificar el contexto (véase Cuadro 2). En términos generales, ubicamos bajo este indicador diferentes descriptores que miden la disposición, el reconocimiento o la valoración de algún aspecto de la CyT. Esto quiere decir que el individuo ha modificado su percepción sobre un asunto pero no necesariamente ello significará un cambio en sus prácticas.

### **Aprendizaje en CyT**

Maloka desarrolla varias actividades que tienen como objetivo que los individuos participen con interés, construyan sentido sobre los contenidos ofrecidos, los integren a sus saberes previos y los relacionen con su cotidianidad. Es por eso que decidimos crear un indicador de aprendizaje en CyT. Con este aprendizaje nos referimos a la capacidad que tiene un individuo de generar significado y usar los contenidos que se ofrecen en las actividades.

### **Participación en el ámbito público**

El modelo participativo o democrático, como se mencionó, aboga por que los individuos participen en la producción de conocimientos, la definición de agendas científicas y la toma de decisiones alrededor de la ciencia y la tecnología. Es así como decidimos crear este indicador que explora el conocimiento y uso que los actores que se relacionan con las actividades del centro interactivo logran sobre la dimensión política de la CyT y su papel como ciudadanos en la gestión y regulación de sus dinámicas. Aunque somos conscientes que la participación no se restringe al uso de canales formales, hemos decidido para este primer diseño de los indicadores restringirlo al ámbito público ya que hay una apuesta desde Maloka por fortalecer la ciudadanía y la participación en políticas públicas.

### **Inclusión de grupos en situación de vulnerabilidad**

Esta categoría también se desprende del modelo participativo o democrático y de la necesidad de que la ciencia y la tecnología sean útiles para cerrar brechas tanto económicas como culturales. En los países de América Latina, muchas veces solo quienes tienen recursos económicos altos o medios y capitales culturales elevados son quienes pueden acceder a actividades para la ASCyT. Este sesgo agrega la brecha social de nuestros países. Por tal razón el indicador de inclusión de grupos en situación de vulnerabilidad busca visibilizar y movilizar las actividades para una apropiación más incluyente con todo tipo de situaciones: económicas, de género, discapacidad física, desplazamiento, entre muchas otras condiciones en las que se puede encontrar un individuo en un momento determinado. Si bien desde las políticas públicas están pre-definidos unos grupos como vulnerables, la situación de vulnerabilidad puede depender del contexto y de varias de las características de una persona o un grupo. Dentro de este indicador evaluamos dos frentes: uno, la medida en que las actividades consideran y generan contenidos y diálogos con grupos en situación de vulnerabilidad; y en segundo lugar, una vez que un actor o grupo en situación de vulnerabilidad se ha relacionado con la actividad, la medida en que se reconocen como actores que tienen la capacidad de participar en la producción y toma de decisiones alrededor de la ciencia y la tecnología.

### **Fortalecimiento de prácticas educativas escolares**

Este indicador está pensado específicamente para las y los docentes que se relacionan con el centro interactivo. Hace referencia a las transformaciones que a partir de su experiencia en Maloka, ocurran en las pedagogías, didácticas y contenidos de la escuela. Se miden aspectos que van desde el reconocimiento de nuevas metodologías hasta la generación de nuevos contenidos y mejora del plan de estudios.

### **Intercambio y co-producción de conocimiento**

Frente a la idea de que las actividades tradicionales de comunicación y apropiación de la ciencia movilizan miradas jerárquicas, donde quienes pertenecen a la institución científica tienen posiciones privilegiadas que los demás actores no tienen capacidad de analizar en forma reflexiva, han surgido críticas que señalan que la ciencia es co-producida y que se debe fomentar el intercambio de conocimientos en aras de lograr mayor pertinencia social (Gibbons et al., 1997; Jasanoff, 2004). En ese sentido es importante examinar hasta qué punto las actividades de Maloka propician diferentes maneras de aproximarse a un tema y generan diálogos entre diferentes conocimientos y saberes, posibilitando la producción de nuevo conocimiento científico y tecnológico. Lo que se busca entonces indagar con este indicador, es hasta qué punto un individuo o grupo que ha pasado por las actividades ofrecidas por el centro interactivo, reconoce la existencia de diferentes saberes, busca retroalimentación con otros, genera soluciones a problemáticas diversas en contextos situados con participación de diversos actores y promueve formas de interacción entre diferentes sectores.

### **Incentivo a las vocaciones científicas**

Uno de los aportes que desde los procesos de ASCyT se quieren hacer a las dinámicas de CyT es el de contribuir a incentivar el conocimiento y la selección de carreras científicas

ya que existen evidencia de que cada vez un número menor de jóvenes las prefieren como alternativas profesionales (Daza-Caicedo, 2011; Polino, 2011). Con este indicador se busca ver hasta qué punto dicho objetivo se cumple no solo en la elección final de la carrera profesional sino aumentando el interés de los públicos infantiles y juveniles por disciplinas relacionadas con CyT, ya sea en el ámbito de las materias escolares o en otros; aumentando el rendimiento académico en estas disciplinas e influenciando de manera directa la elección de carreras; todo esto, a partir del contacto con las actividades del centro interactivo, con especial interés por la inclusión de mujeres en este incentivo.

### **Toma de decisiones informadas**

Los procesos de ASCyT responden a dimensiones tanto individuales como colectivas. Este indicador se refiere específicamente a un aspecto individual, entendido como el interés que una actividad orientada a la ASCyT genera sobre un individuo por buscar y utilizar los conocimientos expertos para que sean útiles a la hora de decidir sobre lo que se consume, sobre los cuidados personales en distintos ámbitos, incluyendo el laboral. En este punto se explora no sólo el interés sino que en efecto que el individuo haya realizado alguna de las actividades propuestas.

### **Generación de innovaciones a partir de CyT**

Los centros interactivos y las actividades para la apropiación son también espacios de creación e innovación. Este indicador está pensado no en función de los actores, objetivo de las actividades, sino en torno a los procesos que se dan en el mismo centro interactivo y las innovaciones que el mismo produce, ya sea en la construcción de nuevos artefactos para fortalecer procesos comunicativos y educativos o mejoras en procesos, productos o servicios que apoyen las actividades de ASCyT de manera directa.

### **Desarrollo de capacidades para la ASCyT**

Este último indicador surgió del trabajo en los talleres con los equipos de Maloka y busca destacar y visibilizar el impacto que tiene en la generación de capacidades para la ASCyT. El indicador evalúa qué tanto las personas, que trabajan y participan en estas actividades (ejecutores, científicos o públicos invitados al diseño de actividades), aprenden sobre apropiación, desarrollan habilidades comunicativas, tienen visiones complejas, críticas y situadas sobre la CyT, generan habilidades para mejorar las actividades en función de las necesidades de los actores y desarrollan nuevas actividades para la ASCyT. Este es tal vez uno de los mayores y más desconocidos impactos de este tipo de actividades e instituciones y uno de los principales hallazgos de este ejercicio, esto es reconocer que durante estos procesos la apropiación se da no solo sobre los públicos objetos sino también sobre los actores que ejecutan las actividades.

Estos diez indicadores recogen diferentes niveles que van desde un cambio en la actitud o valoración que un individuo tiene hacia la CyT hasta alguien que se involucra, participa y produce conocimiento. Para diferenciar dichos niveles, hemos dividido los indicadores en tres tipos: perceptuales, cognitivos y de prácticas. Los primeros hacen referencia a cambios en las percepciones que sobre la ciencia y la tecnología tienen los individuos una vez han

interactuado con alguna actividad del centro interactivo y se manifiestan en términos de actitudes y valores frente a estos conocimientos. Los segundos, a aprendizajes cognitivos que puede lograr un actor en su interacción con estas actividades. Los terceros son cambios esperados de más largo plazo y se enfocan en ver hasta qué punto un individuo, como consecuencia de su interacción con una actividad modifica una práctica, por ejemplo de docencia, de consumo, de producción de conocimiento, entre otras, siendo estos los más complejos de medir por cuanto se debe hacer un seguimiento a los actores, más allá del centro interactivo. A los dos primeros los hemos llamado indicadores de primer nivel y a los otros de segundo nivel (Cuadro 2). La medición de estos indicadores desborda los objetivos del presente artículo que busca socializar la batería como criterio de medición de la ASCyT. Cabe mencionar que el estudio operativamente derivó en el diseño de un manual que guiará el levantamiento de la línea base y que propone técnicas de medición para cada indicador según el actor y la actividad (encuestas, mapas cognitivos, grupos focales y etnografías, entre otros). El seguimiento de indicadores cualitativos supone un alto grado de complejidad, no solo por el tipo de instrumentos a desarrollar, sino por la diversidad de actividades y actores objeto de monitoreo. Por ello, Maloka ha decidido iniciar la medición por los indicadores de primer nivel, para ir progresivamente incorporando el monitoreo de indicadores de segundo nivel. La implementación pasará necesariamente por el aprendizaje asociado a la novedad del ejercicio, pero permitirá producir el conocimiento para optimizar el uso de los recursos y cualificar los resultados que la sociedad espera le aporte este tipo de organizaciones.

Cuadro 2: Batería de indicadores cualitativos de ASCyT con descriptores

BATERÍA DE INDICADORES DE ASCyT	TIPO DE INDICADORES DE ASCyT	NIVEL
<b>INTERÉS EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA</b>		
1.1. Disposición para aprender nuevas cosas	Percepción	Primer nivel
1.2. Disposición para informarse sobre CyT (a través de medios y actividades de CyT)	Percepción	Primer nivel
1.3. Reconocer los espacios informales como escenarios de aprendizaje	Percepción	Primer nivel
1.4. Reconocer la capacidad transformadora de la CyT sobre la sociedad	Percepción	Primer nivel
1.5. Reconocer la ciencia y la tecnología locales (colombianas)	Percepción	Primer nivel
1.6. Motivar el interés por CyT en los demás	Percepción	Primer nivel
1.7. Valorar críticamente la ciencia y la tecnología	Percepción	Primer nivel
1.8. Reconocer la capacidad propia para comprender temas y procesos de CyT	Percepción	Primer nivel
1.9. Reconocer la capacidad propia de modificar el contexto	Percepción	Primer nivel
1.10. Reconocerse como un sujeto productor de conocimiento	Percepción	Primer nivel
1.11. Disposición para participar en procesos de producción de conocimiento en CyT	Percepción	Primer nivel
1.12. Disposición para participar en procesos de toma de decisiones en CyT	Percepción	Primer nivel
<b>APRENDIZAJE EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA</b>		
2.1. Interactuar con los contenidos propuestos	Cognitivo	Primer nivel
2.2. Tener actitud proactiva para aprender sobre CyT	Cognitivo	Primer nivel
2.3. Relacionar los contenidos de la actividad con los saberes previos	Cognitivo	Primer nivel
2.4. Identificar la CyT en el contexto	Cognitivo	Primer nivel
2.5. Comprender la CyT como proceso de experimentación y cambio permanente	Cognitivo	Primer nivel
2.6. Comprender y usar conceptos de ciencia y tecnología	Cognitivo	Primer nivel



Cuadro 2 (cont.): Batería de indicadores cualitativos de ASCyT con descriptores

BATERÍA DE INDICADORES DE ASCyT	TIPO DE INDICADORES DE ASCyT	NIVEL
<b>APRENDIZAJE EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA</b>		
2.7. Desarrollar pensamiento crítico y reflexivo	Prácticas	Segundo nivel
2.8. Generar actitud crítica hacia la CyT	Cognitivo	Primer nivel
2.9. Estimular la generación de ideas y nuevos conocimientos	Cognitivo	Primer nivel
2.10. Incrementar la creatividad y la habilidad para solucionar problemas	Cognitivo	Primer nivel
2.11. Apropiar y divulgar estrategias de aprendizaje	Cognitivo	Primer nivel
<b>PARTICIPACIÓN EN EL ÁMBITO PÚBLICO</b>		
3.1. Conocer derechos, deberes y mecanismos de participación	Cognitivo	Primer nivel
3.2. Usar mecanismos de participación	Prácticas	Segundo nivel
3.3. Usar el conocimiento científico y tecnológico para la participación en política (uso de experticia científica)	Prácticas	Segundo nivel
3.4. Movilizar la agenda pública	Prácticas	Segundo nivel
3.5. Influir sobre tomadores de decisión	Prácticas	Segundo nivel
3.6. Generar documentos de recomendaciones	Prácticas	Segundo nivel
<b>INCLUSIÓN DE GRUPOS EN SITUACIÓN DE VULNERABILIDAD</b>		
4.1. Autorreconocimiento de los grupos vulnerables frente a la ciencia y la tecnología	Percepción	Primer nivel
4.2. Generar diálogos de las comunidades vulnerables con la comunidad científica y tecnológica	Prácticas	Segundo nivel
4.3. Generar contenidos que interpelen las realidades/situaciones de las comunidades vulnerables	Prácticas	Segundo nivel
4.4. Generar soluciones basadas en CyT para problemáticas de grupos vulnerables	Prácticas	Segundo nivel
<b>FORTALECIMIENTO DE PRÁCTICAS EDUCATIVAS ESCOLARES</b>		
5.1. Conocer nuevas metodologías pedagógicas	Cognitivo	Primer nivel
5.2. Incorporar nuevas herramientas pedagógicas	Prácticas	Segundo nivel
5.3. Desarrollar nuevas herramientas pedagógicas	Prácticas	Segundo nivel
5.4. Generar nuevos contenidos	Prácticas	Segundo nivel
5.5. Mejorar planes de estudio	Prácticas	Segundo nivel
<b>INTERCAMBIO Y CO-PRODUCCIÓN DE CONOCIMIENTO</b>		
6.1. Buscar retroalimentación por parte de otros actores sociales	Prácticas	Segundo nivel
6.2. Promover el encuentro de saberes	Prácticas	Segundo nivel
6.3. Aplicar resultados de investigaciones científicas	Prácticas	Segundo nivel

Cuadro 2 (cont.): Batería de indicadores cualitativos de ASCyT con descriptores

BATERÍA DE INDICADORES DE ASCyT	TIPO DE INDICADORES DE ASCyT	NIVEL
<b>INTERCAMBIO Y CO-PRODUCCIÓN DE CONOCIMIENTO</b>		
6.4. Generar soluciones a problemáticas diversas en contextos situados con participación local	Prácticas	Segundo nivel
6.5. Promover nuevas formas de interacción para la producción de conocimiento entre sectores públicos y privados	Prácticas	Segundo nivel
<b>INCENTIVO A LAS VOCACIONES CIENTÍFICAS</b>		
7.1. Interés en las materias de CyT de la educación formal	Percepción	Primer nivel
7.2. Mejorar los rendimientos académicos	Prácticas	Segundo nivel
7.3. Elegir profesiones científicas	Prácticas	Segundo nivel
<b>TOMA DE DECISIONES INFORMADAS</b>		
8.1. Buscar y usar conocimientos expertos en general	Prácticas	Segundo nivel
8.2. Buscar y usar conocimientos expertos para tomar decisiones de consumo	Prácticas	Segundo nivel
8.3. Buscar y usar conocimientos expertos para tomar decisiones sobre el cuidado personal	Prácticas	Segundo nivel
8.4. Buscar y usar conocimientos expertos en el trabajo	Prácticas	Segundo nivel
<b>GENERACIÓN DE INNOVACIONES A PARTIR DE CyT</b>		
9.1. Crear artefactos	Prácticas	Segundo nivel
9.2. Mejorar procesos, productos o servicios	Prácticas	Segundo nivel
<b>DESARROLLO DE CAPACIDADES PARA LA ASCyT</b>		
10.1. Ampliar el recurso humano que trabaja en ASCyT	Prácticas	Segundo nivel
10.2. Comprender los conceptos básicos de ASCyT	Cognitivo	Primer nivel
10.3. Autorreconocer el rol frente a la ASCyT	Percepción	Primer nivel
10.4. Comprender las dinámicas de participación de los actores internos y externos en el diseño y ejecución de la actividad de ASCyT	Cognitivo	Primer nivel
10.5. Desarrollar habilidades para el diseño y la implementación de actividades de ASCyT	Cognitivo	Primer nivel
10.6. Desarrollar la capacidad reflexiva frente a las prácticas de mediación para adaptarlas a las necesidades contextuales	Cognitivo	Primer nivel
10.7. Desarrollar habilidades para trabajar estrategias de ASCyT en y con la diversidad	Cognitivo	Primer nivel
10.8. Ganar habilidades para comunicar contenido científico y tecnológico	Prácticas	Segundo nivel

Fuente: Elaborado por los autores.

## Consideraciones finales

Al realizar el diseño de la batería pudimos evidenciar varias de las complejidades del concepto mismo de ASCyT. Primero: identificamos que no todos los cambios que ocurren

en términos de apropiación ocurren exclusivamente entre los públicos o actores objetivo de la actividad. Ocurren también entre quienes participan en su diseño y ejecución. Así por ejemplo, científicos que han participado consecutivamente en charlas con no científicos, como consecuencia de sus diálogos, pueden generar una visión más crítica de la CyT, siendo más conscientes de sus impactos sociales o pueden generar un interés o aprendizaje por temas de ciencia y tecnología que no son de su experticia. Igual ocurre con quien al ser guía y como consecuencia de la interacción con el público, aprende diferentes miradas sobre un mismo tema.

En segundo lugar encontramos que existen un conjunto de cambios (impactos) que se pueden calificar en una escala de menor a mayor intensidad en términos de ASCyT. Así, es muy poco probable que en una actividad puntual como una visita que un joven hace a una sala de un museo, este modifique sus prácticas en relación con la CyT, pero sí es probable que algunas de sus valoraciones sobre aspectos específicos se hayan modificado. Por otra parte, puede que una niña que ha participado en un club de ciencias haya desarrollado una relación crítica con el conocimiento a la vez que quiera estudiar en el futuro una carrera científica. Con este ejemplo, queremos hacer énfasis en que la duración, los tipos de mediación y la intensidad de la actividad, están directamente relacionados con los niveles de ASCyT que se logren y en ese sentido no se puede decir ni esperar que cierto tipo de actividades estén modificando significativamente la ASCyT en los individuos, pero sí que están generando un conjunto de cambios que pueden servir de base, según la experiencia y el contexto individual, para relaciones más complejas con el conocimiento tecno-científico. Y por lo demás son cambios que deben ser evidenciados pues son también importantes.

Estos ejemplos ilustran la diversidad y complejidad asociada al desarrollo de estrategias de ASCyT y en consecuencia a su medición. Por ello los indicadores propuestos son de orden cualitativo y se orientan a reconocer cuáles son las transformaciones sociales que un escenario de esta naturaleza logra movilizar, aceptando que los alcances e impactos de diversas actividades son distintos, pero que pueden llegar a ser comparables en el tiempo o entre diferentes actores.

Como vimos en la primera parte de este artículo, los indicadores de impacto basados en aprendizaje informal han sido la forma privilegiada de medición de museos y centros de CyT en los estudios referenciados y han sido dirigidos mayormente a visitantes y usuarios de actividades de enseñanza informal de la CyT, por medio de encuestas de actitudes y percepciones sobre CyT. También se estableció que las contribuciones relevantes en términos del desarrollo de indicadores de los impactos de los museos y centros interactivos o de otras actividades de comunicación pública de la ciencia, han apuntado a generar sistemas de medición que permitan dar cuenta no solo del comportamiento de estas organizaciones a título individual, sino en forma comparativa (ISCIS, Places) u ofreciendo sistemas de medición que generan condiciones para que se dé cuenta del panorama general del impacto social de los museos y centros de ciencia en un contexto dado para entregar información para los tomadores de decisiones en este ámbito (como es el caso de ASDC).

En últimas, los esfuerzos de medición son más colectivos y colaborativos, que particulares. No solo desde un ámbito nacional sino internacional. Esto supone un reto en términos de poner los esfuerzos individuales de una organización en juego en otros programas,

complejizando incluso desde los indicadores, las relaciones entre la ASCyT y procesos de cualificación de la investigación científica y la participación ciudadana en procesos de toma de decisiones en el ámbito de las políticas.

Estas dos situaciones puestas en perspectiva frente a los aportes que genera el desarrollo de la batería de indicadores de ASCyT para Maloka pueden sugerirnos eventuales caminos por recorrer en el futuro no muy lejano en términos del desarrollo de este tipo de sistemas de medición del impacto social de los centros y museos interactivos de la región iberoamericana. La batería de indicadores presentada dialoga de una manera compleja con los estudios anglosajones o europeos referenciados en tanto el marco conceptual de la ASCyT permite generar en un solo sistema de medición con un conjunto de indicadores que abarca las necesidades de medición de la percepción, el aprendizaje y la participación en CyT. Pero a la vez, esta noción de la apropiación desarrollada en el contexto iberoamericano, pone de relevancia la necesidad de que estos procesos de medición no solo tengan en cuenta los públicos objetivo, sino otros actores que también participan en la construcción de la ASCyT tales como los expertos, los guías, los tutores de los clubes de CyT o desarrolladores de escenarios.

Estas consideraciones nos hacen pensar en la necesidad de que por un lado esta propuesta de batería de indicadores se empiece a testear en los museos y centros interactivos de los países de la región, así como en otras actividades similares, lo que nos permita seguir contribuyendo al debate sobre la ASCyT como noción desarrollada en la región. Por otro lado, en pensar en desarrollar proyectos de medición colaborativos que conduzcan a la generación de contribuciones regionales al campo de la medición del impacto social de la ciencia y la tecnología en museos y centros de ciencia, desde la perspectiva de la apropiación social de este conocimiento.

Finalmente, se espera que este trabajo sea también una invitación al diálogo y debate sobre la conveniencia, factibilidad y formas de hacer seguimiento y visibilización de estos variados procesos que se conocen como ASCyT. Teniendo presente que para afrontar los grandes retos que vivimos en América Latina frente a una propuesta de desarrollo propia, que sea sustentable e incluyente, es fundamental fortalecer las interacciones entre ciencia, tecnología y sociedad. En este sentido esperamos que la batería de indicadores propuesta sea una contribución a la cualificación de las prácticas de ASCyT, con lo que en últimas se espera lograr un agenciamiento más efectivo de las actividades de producción, circulación y uso del conocimiento científico. La construcción de la batería es apenas un paso que ha dado forma al siguiente reto y es el de lograr una implementación eficaz, en lo cual tendrá mucho que ver el diseño de metodologías e instrumentos apropiados a las dinámicas cotidianas de ejecución de las actividades de ASCyT.

#### AGRADECIMIENTO

Este diseño hizo parte del proyecto de fortalecimiento de Maloka en el marco de la convocatoria para el fortalecimiento de centros de investigación y centros de desarrollo tecnológicos reconocidos por Colciencias. Convocatoria Colciencias 615-2013, contrato 0814-2013 entre el Fondo Francisco José de Caldas y Maloka.

## NOTAS

<sup>1</sup> Esta metodología sintetiza varias estrategias de medición de impacto usadas por museos y centros de ciencia en Inglaterra: Generic Learning Outcomes (GLO), retornos sociales de inversión y la confrontación de metas de percepción de la CyT.

<sup>2</sup> El marco para excelencia en la investigación (Research Excellence Framework, REF) es un sistema usado en Reino Unido para la evaluación de la calidad de la investigación en sus instituciones de educación superior.

<sup>3</sup> Siampi (Social impact assessment methods for research and funding instruments through the study of productive interactions between science and society). Este proyecto es el resultado de la colaboración entre varias universidades y centros de investigación en Europa.

<sup>4</sup> El proyecto Places (Platform of local authorities and communicators engaged in science) está actualmente en desarrollo, su objetivo es crear una caja de herramientas para medición y evaluación del impacto de políticas e iniciativas de comunicación de la ciencia.

<sup>5</sup> Véase: Manual de Frascati (OCDE, 2002), Oslo (OCDE-Eurostat, 2005) o el Manual de Bogotá (Ricyt et al., mar. 2001).

<sup>6</sup> Para diseñar la batería de indicadores de ASCyT para Maloka, se tuvieron en cuenta las siguientes actividades realizadas en el centro interactivo: visita escolar, visita familiar, escuela de guías, clubes de ciencia, agenda CTI, desarrollo de escenarios y Maloka viajera.

<sup>7</sup> Siete talleres en la primera ronda y tres en la segunda. En la primera ronda se retomó el objetivo en términos de ASCyT de las diferentes actividades y se revisaron los indicadores y sus descriptores. En la segunda ronda se socializó la batería final y se establecieron posibles metodologías y procesos para la recolección de indicadores y su priorización y temporalidad.

## REFERENCIAS

BARRIO ALONSO, Cipriano.

La apropiación social de la ciencia: nuevas formas. *Revista CTS*, v.10, n.4, p.213-225. 2008.

BAUER, Martin; ALLUM, Nick; MILLER, Steve. What can we learn from 25 years of PUS survey research? Liberating and expanding the agenda. *Public Understanding of Science*, v.16, n.1, p.79-95. 2007.

BAUER, Martin; HOWARD, Susan. Editorial: Public Understanding of Science: a peer-review journal for turbulent times. *Public Understanding of Science*, v.21, n.3, p.258-267. 2012.

BOWKER, Geoffrey C.; STAR, Susan Leigh. *Sorting things out: classification and its consequences*. Cambridge: MIT Press. 1999.

BROSSARD, Dominique; LEWENSTEIN, Bruce V. A critical appraisal of models of public understanding of science: using practice to inform theory. In: Kahlor, Lee Ann; Stout, Patricia (Ed.). *Communicating science: new agendas in communication*. New York: Routledge. p.11-39. 2010.

CAB.

Convenio Andrés Bello. *Política pública en apropiación social de la ciencia y la tecnología de los países signatarios de la Organización del Convenio Andrés Bello*. Bogotá: Organización del CAB. 2008.

COLCIENCIAS.

Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación, Colombia. *Estrategia nacional de apropiación social de la ciencia, la tecnología y la innovación*. Bogotá: Colciencias. 2010.

COLCIENCIAS.

Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación, Colombia. *Política de apropiación social de la CTI*. Bogotá: Colciencias. 2005.

CONACYT.

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México. *Programa especial de ciencia, tecnología e innovación, 2014-2018*. México: Conacyt. 2014.

DANE.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística, Colombia. *Metodología línea base de indicadores*. Bogotá: Dane. 2009.

DANE.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística, Colombia. *Guía para diseño, construcción e interpretación de indicadores*. Bogotá: Dane. s.f.

DAZA-CAICEDO, Sandra.

La apropiación social de la ciencia y la tecnología como un objeto de frontera. In: Vogt, Carlos et al. (Ed.). *Comunicação, divulgação e percepção*

*pública de ciência e tecnologia*. Rio de Janeiro: De Petrus. p.49-62. 2013.

DAZA-CAICEDO, Sandra.  
Tendencias en las políticas para la apropiación social de la ciencia, la tecnología y la innovación. In: Pérez-Bustos, Tania; Lozano-Borda, Marcela (Ed.). *Ciencia, tecnología y democracia: reflexiones en torno a la apropiación social del conocimiento*. Medellín: Universidad Eafit. p.125-134. 2011.

DAZA-CAICEDO, Sandra; ARBOLEDA, Tania.  
Comunicación pública de la ciencia y la tecnología en Colombia: ¿políticas para la democratización del conocimiento? *Signo y Pensamiento*, v.26, n.50, p.100-125. 2007.

DAZA-CAICEDO, Sandra et al.  
*Percepciones de las ciencias y las tecnologías en Colombia: resultados de la tercera Encuesta de Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología*. Bogotá: Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología. 2014.

DE GREGORIO, Albert.  
*Indicadores cuantitativos versus indicadores cualitativos*. In: Jornadas sobre Evaluación Externa de Proyectos Culturales, 2008, Barcelona. Disponible en: <http://www.ub.edu/cultural/Eventos/DocsAvaluacio/AlbertDeGregorioEvaluacionES.pdf>. Acceso en: 15 ago. 2013. 2008.

FALK, John et al.  
*International science centre impact study (ISCIS)*. Corvallis: John H. Falk Research. 2014.

FALK, John; NEEDHAM, Mark.  
Measuring the impact of a science center on its community. *Journal of Research in Science Teaching*, v.48, n.1, p.1-12. 2011.

FECYT; OEI; RICYT.  
Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología; Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura; Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología. *Cultura científica en Iberoamérica: encuesta en grandes núcleos urbanos*. Madrid: Fecyt; OEI; Ricyt. 2009.

FELT, Ulrike.  
*Optimising public understanding of science (Opus)*. Comisión Europea. Viena: Department for Philosophy of Science and Social Studies of Science/University of Vienna. 2003.

FRANCO-AVELLANEDA, Manuel; PÉREZ-BUSTOS, Tania.  
Tensiones y convergencias en torno a la apropiación social de la ciencia y la tecnología en Colombia. In: Pérez-Bustos, Tania; Tafur-Sequera, Mayali (Ed.). *Deslocalizando la apropiación social*

*de la ciencia y la tecnología en Colombia: aportes desde prácticas diversas*. Bogotá: Maloka; Colciencias. p.9-23. 2010.

GARNETT, Robin.  
*The impact of science centers/museums on their surrounding communities: summary report*. National Science Foundation (NSF). Arlington: NSF. 2002.

GIBBONS, Michael et al.  
*La nueva producción del conocimiento: la dinámica de la ciencia y la investigación en las sociedades contemporáneas*. Barcelona: Pomares. 1997.

GODIN, Benoit; GINGRAS, Yves.  
What is scientific and technological culture and how is it measured? A multidimensional model. *Public Understand of Science*, v.9, n.1, p.43-58. 2000.

GROVES, Ilze.  
*Assessing the economic impact of science centers on their local communities*. Kingston: The National Science and Technology Centre (Questacon). 2005.

HERMELÍN, Daniel.  
Un contexto para la comunicación pública de la ciencia y la tecnología en Colombia: de las herencias eurocéntricas a los modelos para la acción. *Revista Co-Herencia*, v.8, n.14, p.231-260. 2011.

IPSOS MORI.  
*Public attitudes to science, 2011*. London: Ipsos Mori. 2011.

IRWIN, Alan; MICHAEL, Mike.  
*Science, social theory and public knowledge*. Maidenhead: Open University Press. 2003.

JASANOFF, Sheila.  
Science and citizenship: a new synergy. *Science and Public Policy*, v.31, n.2, p.90-94. 2004.

KELLY, Lynda.  
Evaluation, research and communities of practice: program evaluation in museums. *Archival Science*, n.4, p.45-69. 2004.

LAMPLAND, Martha; STAR, Susan Leigh.  
*Standards and their stories: how quantifying, classifying and formalizing practices shape everyday life*. Ithaca: Cornell University Press. 2009.

LAZOS RAMÍREZ, Luz et al.  
La apropiación social del conocimiento y sus indicadores: una reflexión desde el análisis de las prácticas epistémicas. In: Congreso Iberoamericano de Indicadores de Ciencia y Tecnología, 9., 2013, Bogotá. *Memorias....* Bogotá: Ricyt. 2013.



- LÓPEZ, Alfonso; VALCÁRCE, Miguel; BARBANCHO, Manuel.  
Indicadores cuantitativos y cualitativos para la evaluación de la actividad investigadora: ¿Complementarios? ¿Contradictorios? ¿Excluyentes? *Cuadernos IRC*, p.1-13. Disponible en: [http://www.uca.es/recursos/doc/Unidades/consejo\\_social/590987125\\_1032010104118.pdf](http://www.uca.es/recursos/doc/Unidades/consejo_social/590987125_1032010104118.pdf). Acceso en: 15 feb. 2015. s.f.
- LÓPEZ CERESO, Jose Antonio; GÓMEZ GONZÁLEZ, Francisco Javier.  
*Apropiación social de la ciencia*. Madrid: Biblioteca Nueva. 2009.
- LOZANO, Mónica.  
*Programas y experiencias en popularización de la ciencia y la tecnología: panorámica desde los países del Convenio Andrés Bello*. Bogotá: CAB. 2005.
- LOZANO-BORDA, Marcela; PÉREZ-BUSTOS, Tania.  
La apropiación social de la ciencia y la tecnología en la literatura iberoamericana: una revisión entre 2000-2010. *Redes*, v.18, n.35, p.45-74. 2013.
- MCCALLIE, E. et al.  
*Many experts, many audiences: public engagement with science and informal science education: a Caise Inquiry Group report*. Washington: Center for Advancement of Informal Science Education (Caise). 2009.
- MILLER, Jon.  
The measurement of civic scientific literacy. *Public Understanding of Science*, v.7, n.3, p.203-223.1998.
- NERESINI, Federico; PELLEGRINI, Giuseppe.  
Evaluating public communication of science and technology. In: Bucchi, Massimiano; Trench, Brian (Ed.). *Handbook of public communication of science and technology*. New York: Routledge. p.237-251. 2008.
- OCDE.  
Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. *Frascati manual: proposed standard practice for surveys on research and experimental development*. Paris: OCDE. 2002.
- OCDE-Eurostat.  
Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos-Eurostat. *Manual de Oslo: guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación*. Oslo: OCDE. 2005.
- OLIVÉ, León.  
La apropiación social de la ciencia y la tecnología. In: Pérez-Bustos, Tania; Lozano-Borda, Marcela (Ed.). *Ciencia, tecnología y democracia: reflexiones en torno a la apropiación social del conocimiento*. Medellín: Universidad Eafit; Colciencias. 2011.
- POLINO, Carmelo.  
*Los estudiantes y la ciencia: encuesta a jóvenes iberoamericanos*. Buenos Aires: Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura. 2011.
- PORTER, Theodore.  
*Trust in numbers: the pursuit of objectivity in science*. New Jersey: Princeton University Press. 1995.
- PORTER, Theodore.  
Quantification and the accounting ideal in science. *Social Studies of Science*, v.22, n.4, p.633-652.1992.
- POSADA, E. et al.  
Apropiación social de la ciencia y la tecnología. In: Colciencias. *Ciencia y educación para el desarrollo: informe de comisionados*, III. Bogotá: Colciencias. (Colección Documentos de la Misión Ciencia, Educación y Desarrollo, t.4). 1995.
- REDPOP.  
Red de popularización de la ciencia y la tecnología en América Latina y el Caribe. *Estatutos 2015*. Medellín: RedPOP. 2015.
- RICYT et al.  
Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología. *Manual de Bogotá: normalización de indicadores de innovación tecnológica en América Latina y el Caribe*. [s.l.]: [s.n.] mar. 2001.
- SHUKLA, Rajesh; BAUER, Martin W.  
*The science culture index (SCI): construction and validation: a comparative analysis of engagement, knowledge and attitudes to science across India and Europe*. London: London School of Economics. 2007.
- SMALLMAN, Melanie.  
Public understanding of science in turbulent times, III: deficit to dialogue, champions to critics. *Public Understanding of Science*, v.25, n.2, p.186-197. 2014.
- STAR, Susan Leigh.  
This is not a boundary object: reflections on the origin of a concept. *Science, Technology and Human Values*, v.35, n.5, p.601-617. 2010.
- STAR, Susan Leigh; GRIESEMER, James R.  
Institutional ecology, translations and boundary objects: amateurs and professionals in Berkeley's Museum of Vertebrate Zoology, 1907-1939. *Social Studies of Science*, v.19, n.3, p.387-420. 1989.
- SUERDEM, Ahmet et al.  
PUS in turbulent times, II: a shifting vocabulary that brokers inter-disciplinary knowledge. *Public Understanding of Science*, v.22, n.1, p.2-15. 2013.
- VESSURI, Hebe.  
Ciencia, tecnología y desarrollo: una experiencia de apropiación social del conocimiento. *Interciencia*, v.27, n.2, p.88-92. 2002.