

**Comisión de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo****28º período de sesiones**

Ginebra, 7 a 11 de abril de 2025

Tema 3 b) del programa provisional

Ciencia y tecnología para el desarrollo: temas prioritarios**Prospectiva tecnológica y evaluación de tecnologías
para el desarrollo sostenible****Informe del Secretario General***Resumen*

La prospectiva tecnológica y la evaluación de tecnologías pueden orientar las políticas de desarrollo sostenible, como se destaca en el presente informe. Estas dos prácticas, distintas pero complementarias, ayudan a los países a reforzar su capacidad de gobernanza anticipatoria y ajustar proactivamente su trayectoria tecnológica. Juntas, contribuyen a fomentar la resiliencia, porque aumentan la adaptabilidad a cambios tecnológicos imprevistos, crean objetivos comunes que unen a diversas partes interesadas y cuestionan las narrativas existentes en materia de políticas al ayudar a revelar ángulos ciegos, desacreditar prejuicios y evidenciar oportunidades no aprovechadas y riesgos no detectados. Como se hace resaltar en el informe, la prospectiva tecnológica y la evaluación de tecnologías pueden servir de intermediarias imparciales y, de ese modo, ampliar el abanico de opciones de política en lugar de promover una única línea de actuación. Es fundamental crear capacidades locales y marcos institucionales para la prospectiva tecnológica y la evaluación de tecnologías en los países en desarrollo. Ahora bien, ello no es fácil ni barato, como se muestra en el informe, que se basa en estudios de casos internacionales, mesas redondas y experiencias nacionales. Se formulan recomendaciones para institucionalizar la prospectiva tecnológica y la evaluación de tecnologías, garantizar la independencia y el carácter inclusivo de estas actividades y reforzar las redes mundiales de apoyo e intercambio de conocimientos, con el fin último de integrarlas más firmemente en las políticas de desarrollo sostenible.



Introducción

1. En su 27º período de sesiones, celebrado en abril de 2024, la Comisión de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo eligió el tema “Prospectiva tecnológica y evaluación de tecnologías para el desarrollo sostenible” como uno de sus temas prioritarios para el intervalo entre sus períodos de sesiones de 2024 y 2025.
2. La secretaría de la Comisión convocó una reunión de expertos entre períodos de sesiones los días 21 y 22 de octubre de 2024 a fin de profundizar en la comprensión de ese tema y apoyar a la Comisión en sus deliberaciones durante su 28º período de sesiones. El presente informe se basa en el documento temático preparado por la secretaría, en las conclusiones y recomendaciones de la reunión de expertos, en los estudios de casos de países aportados por los miembros de la Comisión y en las contribuciones de las entidades de las Naciones Unidas¹.
3. Una planificación estratégica eficaz, de base empírica y de carácter proactivo es fundamental para anticiparse y reaccionar ante los cambios tecnológicos actuales y futuros. En su resolución sobre ciencia, tecnología e innovación para el desarrollo sostenible, la Asamblea General alienta a todas las partes interesadas a que “estudien los medios para realizar actividades de previsión y evaluación tecnológicas a nivel nacional, regional e internacional de carácter inclusivo relativas a tecnologías existentes, nuevas y emergentes para contribuir a evaluar su potencial de desarrollo y mitigar los posibles riesgos y efectos negativos”². El Consejo Económico y Social, en su resolución sobre ciencia, tecnología e innovación para el desarrollo, animó a los países a considerar la posibilidad de “realizar ejercicios de evaluación y previsión tecnológicas como proceso para alentar un debate estructurado entre todos los interesados con miras a crear un entendimiento común de las implicaciones del cambio tecnológico rápido”³. Ahora bien, hasta la fecha, son muchos los países en desarrollo que aún no han emprendido este tipo de ejercicios y tienen una capacidad muy limitada para hacerlo debido a su escasa experiencia. A los países en desarrollo puede resultarles difícil adoptar estas prácticas; en este sentido, pueden aprender mucho de las experiencias de los países que las han desarrollado e institucionalizado, con miras a lograr su uso continuado en los contextos nacionales.

I. Desarrollo de la evaluación de tecnologías y la prospectiva tecnológica

4. La evaluación de tecnologías y la prospectiva tecnológica son metodologías sistemáticas concebidas para ayudar a comprender las implicaciones de las tecnologías en los sistemas socioeconómicos e influir en ellas. Ambas prácticas siguen pasos metodológicos explícitos y se basan en enfoques interdisciplinarios para evaluar las tecnologías y describir sus implicaciones en las políticas.
5. La evaluación de tecnologías consiste en valorar sistemáticamente las consecuencias del desarrollo y la adopción de tecnologías, centrándose en sus repercusiones sociales, económicas y ambientales inmediatas. En esencia, la evaluación de tecnologías tiene por

¹ La UNCTAD agradece las contribuciones de los Gobiernos de Alemania, Austria, Belice, el Brasil, Cuba, el Ecuador, los Estados Unidos de América, Filipinas, la India, Indonesia, el Japón, Omán, el Perú, Polonia, Portugal, la República Islámica del Irán, la República Unida de Tanzania, Sudáfrica, Türkiye y Zambia, así como de la Comisión Económica y Social para Asia y el Pacífico, la Comisión Económica y Social para Asia Occidental, la Unión Internacional de Telecomunicaciones, la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos, el Banco de Tecnología para los Países Menos Adelantados, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial. La documentación de la reunión de expertos entre períodos de sesiones puede consultarse en <https://unctad.org/meeting/commission-science-and-technology-development-2024-2025-inter-sessional-panel>. *Nota:* Todos los sitios web que se mencionan en el presente informe se consultaron en enero de 2025. La mención de cualquier empresa o proceso autorizado no implica el respaldo de las Naciones Unidas.

² A/RES/78/160.

³ E/RES/2023/4.

objeto apoyar y mejorar la capacidad de razonamiento y adopción de decisiones informadas para influir en los avances científicos y tecnológicos y poner sus resultados al servicio del desarrollo sostenible.

6. La prospectiva tecnológica es una metodología orientada al futuro para el estudio sistemático de las tecnologías emergentes, sus posibles aplicaciones y sus repercusiones sociales a largo plazo. Una de sus características principales es la aceptación de la no linealidad inherente al desarrollo tecnológico, reconociendo que los avances científicos y tecnológicos suelen seguir caminos impredecibles y complejos debido a las interacciones que se producen en los sistemas sociotécnicos. La prospectiva tecnológica echa mano de una amplia gama de métodos cualitativos y cuantitativos, en el marco de procesos participativos, para prever futuros posibles. Además de aumentar la coherencia de las políticas y mejorar la planificación a largo plazo, las prácticas de prospectiva tecnológica pueden fomentar la resiliencia ayudando a crear adaptabilidad a cambios tecnológicos imprevistos, contribuir a establecer objetivos comunes que unan a distintas partes interesadas con respecto a los futuros tecnológicos deseados y cuestionar las narrativas existentes en materia de políticas revelando puntos ciegos, desacreditando prejuicios implícitos y evidenciando oportunidades no aprovechadas y riesgos no detectados.

7. Las prácticas clásicas de evaluación de tecnologías y prospectiva tecnológica siguen ritmos distintos, pero son herramientas complementarias que sirven para hacer frente a retos tecnológicos y sociales. La evaluación de tecnologías sirve para valorar las tecnologías actuales y, principalmente, sus repercusiones inmediatas, pues ofrece ideas prácticas que pueden orientar las decisiones de política a corto plazo, y para velar por que las tecnologías se apliquen de forma responsable, teniendo en cuenta las dimensiones ambiental, social y económica. La prospectiva tecnológica se utiliza para anticipar tendencias e innovaciones futuras y, de ese modo, orientar la planificación estratégica a largo plazo y las inversiones en investigación y desarrollo. Juntas, las dos prácticas contribuyen a crear un marco integral para la toma de decisiones, teniendo en cuenta tanto las necesidades del presente como las oportunidades del futuro.

A. Roles y funciones de la evaluación de tecnologías y la prospectiva tecnológica

8. La evaluación de tecnologías surgió en respuesta a las consecuencias no deseadas de los avances tecnológicos, como la contaminación ambiental y los peligros para la salud pública. Se trata de una actividad motivada por retos concretos y orientada a la solución de problemas, que combina la investigación científica con las aplicaciones prácticas⁴. Sirve para examinar los posibles beneficios del progreso tecnológico teniendo en cuenta los efectos secundarios no deseados que a menudo se derivan de las interacciones entre las tecnologías, el comportamiento humano, los marcos reguladores y las condiciones socioeconómicas. La evaluación de tecnologías se originó en los Estados Unidos de América, donde la Oficina de Evaluación Tecnológica, creada en 1972 para ayudar al Congreso a evaluar las repercusiones de los avances científicos y tecnológicos, ha publicado más de 750 evaluaciones, que han influido en las decisiones de política adoptadas en diversos campos. La evaluación de las tecnologías está ahora a cargo del equipo de ciencia, evaluación tecnológica y análisis, dependiente de la Oficina de Rendición de Cuentas del Gobierno. En Europa, los países empezaron a evaluar las tecnologías en la década de 1980, cuando se establecieron comisiones parlamentarias encargadas de llevar adelante una reflexión sobre la tecnología. En Alemania, por ejemplo, la Oficina de Evaluación Tecnológica, creada en 1990, ofrece asesoramiento científico sobre temas como el teletrabajo, las tecnologías de ultrafalsificación (*deepfake*) y los parques eólicos marinos.

9. La evaluación de tecnologías persigue tres objetivos principales: proporcionar asesoramiento sobre políticas; fomentar el diálogo público; e influir en el desarrollo tecnológico. En un principio, su objetivo principal era formular recomendaciones de base empírica que pudieran servir de base a las decisiones de política, como se ve en las evaluaciones tecnológicas realizadas por las comisiones parlamentarias de los inicios. Con el

⁴ Grunwald, A., 2018, *Technology Assessment in Practice and Theory* (Routledge, Londres).

tiempo, el ámbito de la evaluación de tecnologías se ha ampliado; ahora tiene por objetivo fomentar el diálogo público, recabando la participación de partes interesadas que no sean solo las que intervienen directamente en la formulación de las políticas. Con este cambio se ha vuelto más fácil tener en cuenta consideraciones éticas, fomentar la toma de decisiones participativa y aprovechar un abanico más amplio de perspectivas para definir las vías tecnológicas. El ámbito se ha ampliado aún más con la adopción de enfoques como la evaluación constructiva de la tecnología y el diseño sensible a los valores, que integran las expectativas y los valores sociales en el diseño tecnológico, y por tanto contribuyen a velar por que el progreso tecnológico se ajuste a las necesidades y aspiraciones de las comunidades a las que sirve. Esta práctica puede aplicarse a tecnologías concretas, para evaluar sus consecuencias a corto plazo, normalmente en un horizonte de tres a cinco años, y generar soluciones de política prácticas que respondan a retos inmediatos. De manera más general, la evaluación de tecnologías se utiliza también para examinar un contexto sociotécnico más amplio, habida cuenta de que las tecnologías evolucionan dentro de complejos ecosistemas definidos por los marcos reguladores, las estructuras económicas y las normas culturales. Desde esta perspectiva, la tecnología se entiende como parte integrante de una cadena de valor interconectada, en la que los cambios en un punto pueden crear efectos dominó en todo el sistema. Para analizar a fondo las interdependencias es preciso adoptar un enfoque global que abarque tanto las necesidades inmediatas como las situaciones que puedan producirse en el futuro. Por consiguiente, es fundamental incorporar métodos de prospectiva a la evaluación de las tecnologías, de modo que la valoración de las implicaciones tecnológicas tenga en cuenta no solo las preocupaciones actuales, sino también los resultados y las consecuencias a largo plazo.

10. La prospectiva tecnológica se utiliza para examinar sistemáticamente las posibilidades tecnológicas futuras, haciendo hincapié en las oportunidades y los retos a largo plazo⁵. A diferencia de otros procesos de asesoramiento más tradicionales, dirigidos por expertos, los ejercicios de prospectiva tecnológica implican activamente a un amplio abanico de partes interesadas, desde expertos en la materia y responsables de las políticas hasta representantes de la industria y grupos de la sociedad civil, lo cual permite que se lleven a cabo desde un conjunto de perspectivas más amplio y tengan mayor legitimidad política. Se emplean diversos métodos para estudiar y proyectar distintos futuros posibles. Se pueden aplicar los enfoques siguientes: las encuestas basadas en el método Delphi, destinadas a recabar sistemáticamente la opinión de expertos sobre tecnologías y tendencias emergentes; la planificación de escenarios, que consiste en construir futuros posibles con el fin de orientar las políticas y las estrategias; el escaneo de horizontes, con el fin de detectar señales débiles y factores de cambio; y la visualización, para elaborar escenarios ideales y priorizar las acciones estratégicas en función de ellos. Por ejemplo, en el Japón, desde 1971 se llevan a cabo estudios de prospectiva científica y tecnológica a gran escala aproximadamente cada cinco años, labor que el Instituto Nacional de Política Científica y Tecnológica supervisa desde 1992, año en que se realizó el quinto estudio. La aplicación del método Delphi y otros métodos de prospectiva tecnológica en el Japón ha servido de modelo para prácticas similares en todo el mundo, por ejemplo, en el Perú, donde se ha creado el Observatorio Nacional de Prospectiva, que integra la prospectiva en la planificación estratégica a nivel nacional, y en la Unión Europea, donde se realizan ejercicios de prospectiva a gran escala, que sirven de base para programas de investigación plurianuales como los de Horizonte Europa.

11. Una de las principales ventajas de la prospectiva tecnológica es que permite estar mejor preparados ante las incertidumbres del futuro⁶. La prospectiva tecnológica anima a los responsables de las políticas a considerar las cuestiones emergentes en toda su complejidad, prever diversos escenarios posibles y evaluar las oportunidades y los costos asociados a diferentes resultados posibles, por lo que permite aplicar un enfoque más holístico a la planificación estratégica. A través de la exploración sistemática de múltiples posibilidades futuras y sus interacciones, la prospectiva tecnológica no solo arroja luz sobre lo que podría estar por venir, sino que también cuestiona las visiones existentes del futuro y los supuestos

⁵ Miles I., Saritas O., y Sokolov, A., 2016, *Foresight for Science, Technology and Innovation* (Springer, Berlín).

⁶ Weber, C. L., Sailer, K., y Katzy, B. R., 2015, Real-time foresight: Preparedness for dynamic networks, *Technological Forecasting and Social Change*, núm. 101: págs. 299 a 313.

arraigados. Al hacerlo, amplía el alcance de la toma de decisiones e invita a adoptar una perspectiva más flexible, inclusiva y visionaria al proyectarse en el futuro. La práctica de la prospectiva tecnológica también contribuye a fomentar la coordinación entre numerosos departamentos gubernamentales y partes interesadas, lo que permite formular políticas holísticas para abordar cuestiones transversales como el cambio climático, la salud y la construcción de infraestructuras sostenibles. Por ejemplo, en el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte, se realizó un ejercicio de prospectiva tecnológica sobre el problema de las inundaciones con la participación de partes interesadas de los sectores de la vivienda, el transporte, la gestión fluvial y los servicios de emergencia; también se llevó a cabo un ejercicio sobre la obesidad, con la participación de los sectores alimentario, educativo y sanitario. Los ejercicios de ese tipo no solo sirven para informar a los responsables de las políticas, sino también para establecer redes de contacto duraderas entre expertos y responsables de la toma de decisiones, lo cual posibilita un intercambio sostenido de conocimientos y recursos.

B. Comparación entre la evaluación de tecnologías y la prospectiva tecnológica

12. La evaluación de tecnologías y la prospectiva tecnológica tienen el objetivo común de comprender las repercusiones de la tecnología e influir en ellas, pero difieren en aspectos clave; la evaluación de tecnologías suele utilizarse para responder a preocupaciones inmediatas relacionadas con las implicaciones de la adopción o el desarrollo de una tecnología, mientras que la prospectiva tecnológica ofrece una visión más amplia de las posibilidades futuras y contribuye de ese modo a configurar las estrategias de innovación (cuadro 1).

Cuadro 1

Comparación entre la evaluación de tecnologías y la prospectiva tecnológica

<i>Características típicas</i>	<i>Evaluación de tecnologías</i>	<i>Prospectiva tecnológica</i>
Objeto de estudio	Consecuencias del desarrollo y la adopción de una tecnología	Oportunidades de desarrollo y adopción de una tecnología
Horizonte temporal	A menudo, plazo corto a medio (años)	Visión a más largo plazo (decenios), pero en relación con políticas de un futuro inmediato
Orientación temática	Se centra en tecnologías o aplicaciones concretas; puede examinar cuestiones relativas a ámbitos emergentes importantes	Examina ámbitos tecnológicos más amplios, pudiendo abarcar todo el panorama científico, tecnológico y de innovación pertinente para un país o un problema concreto; a menudo se centra en los sistemas de innovación, con actividades destinadas a reconfigurar dichos sistemas
Disciplinas que se emplean habitualmente	Disciplinas y técnicas múltiples, como estudios científicos y tecnológicos, análisis de políticas y sociología	Disciplinas y técnicas múltiples, como estudios de innovación, diseño y gestión
Métodos empleados	Talleres, encuestas públicas, entrevistas a las partes interesadas, análisis de tendencias e impacto de las tecnologías y herramientas de diseño; las actividades pueden implicar a un amplio abanico de partes interesadas, con inclusión de	Talleres (incluido el análisis de escenarios), análisis Delphi y análisis de debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades; en las actividades participan un gran número de expertos industriales, miembros de círculos académicos y responsables de las

<i>Características típicas</i>	<i>Evaluación de tecnologías</i>	<i>Prospectiva tecnológica</i>
	las comunidades y los empleados afectados	políticas, y están representados en cierta medida los grupos de interesados
Utilización de datos y modelos de prospectiva tecnológica	Se centra en la difusión y las implicaciones de la adopción generalizada de tecnologías y, en ocasiones, en la reinención (usos imprevistos de nuevos productos)	Se centra en el desarrollo de productos y cuestiones como las lagunas y los obstáculos en materia de comercialización, los problemas del ciclo del producto, etc.; el método Delphi se utiliza a menudo para recabar la opinión de expertos sobre posibles avances tecnológicos
Destinatarios de los trabajos	Los principales clientes suelen ser los Gobiernos o los parlamentos nacionales; en esferas de interés público, los estudios se realizan por encargo de organismos profesionales, sociedades científicas o asociaciones (por ejemplo, sindicatos o grupos ecologistas)	Los principales clientes suelen ser ministerios u organismos públicos del ámbito de la ciencia, la tecnología y la innovación, como los que son responsables del financiamiento de las actividades de investigación y desarrollo
Productos	Orienta las políticas a corto plazo relativas a la introducción, la utilización y la regulación de las nuevas tecnologías	Sustenta la planificación estratégica de las políticas de ciencia, tecnología e innovación, y el desarrollo tecnológico en diversas esferas de política

Fuente: UNCTAD.

13. En la práctica, la evaluación de tecnologías y la prospectiva tecnológica se solapan cada vez más, ya que ambas tienen por objeto hacer frente a los retos sistémicos que plantea la tecnología. Las posibilidades de cada una de esas prácticas para hacer frente a problemas tanto inmediatos como a largo plazo se hacen evidentes en los sistemas energéticos, en que se recurre a la evaluación de tecnologías para examinar tecnologías actuales, como los sistemas de producción y almacenamiento de energías renovables, con el fin de fundamentar las decisiones sobre inversiones en infraestructuras y evaluar las repercusiones socioeconómicas de dichas tecnologías en las comunidades y la industria; y se opta por la prospectiva tecnológica para proyectar futuros avances en la tecnología energética, como una mejora decisiva en la eficiencia de las baterías y la integración de redes energéticas descentralizadas. La prospectiva tecnológica puede complementar la evaluación de tecnologías porque ayuda a estudiar trayectorias a largo plazo, reconocer las tecnologías que podrían perturbar los sistemas existentes y fomentar la cooperación internacional. Las dos prácticas hacen hincapié en el fomento de la capacidad y un proceso inclusivo de adopción de decisiones, de modo que los países puedan adaptar las tecnologías a las necesidades locales y al mismo tiempo hacer frente a los retos mundiales. La integración de las metodologías permite adoptar un enfoque más global de la gobernanza tecnológica, equilibrando las repercusiones a corto plazo con las oportunidades a largo plazo.

14. Las dos prácticas presentan diferencias significativas en cuanto a procesos y objetivos, pero son sumamente complementarias y se encaminan hacia cierto grado de convergencia. La institucionalización de la evaluación de tecnologías y la prospectiva tecnológica es un reflejo de esta tendencia. Muchas organizaciones incorporan elementos de ambas metodologías, utilizando herramientas como la planificación de escenarios y el método Delphi para fundamentar decisiones políticas y estratégicas. Con este enfoque híbrido los países y las distintas partes interesadas pueden lidiar mejor con las complejidades del cambio tecnológico.

15. En la India, por ejemplo, la evaluación de tecnologías y la prospectiva tecnológicas están integradas en el Consejo de Información, Previsión y Evaluación de la Tecnología, que realiza estudios tecnológicos de los vehículos eléctricos, la telemedicina y la agricultura

climáticamente inteligente. Las prácticas participativas, como las consultas sobre cultivos modificados genéticamente, han permitido tener en cuenta las preocupaciones del público en la formulación de las políticas nacionales.

16. Tanto la evaluación de tecnologías como la prospectiva tecnológica pueden realizarse como ejercicios aislados o integrarse en programas permanentes supervisados por instituciones especializadas. Se suelen adoptar varios enfoques; las etapas pueden parecer lineales, pero en la práctica son más bien ciclos iterativos, en los que se revisan los análisis anteriores y se ajustan las propuestas a medida que surgen nuevos datos y perspectivas (cuadro 2).

Cuadro 2

Comparación de los procesos de evaluación de tecnologías y prospectiva tecnológica

<i>Etapas del proceso</i>	<i>Evaluación de tecnologías</i>	<i>Prospectiva tecnológica</i>
Definición del alcance de las actividades ↓	Determinación de los objetivos de la evaluación ¿En qué tecnologías o aplicaciones se centra la evaluación? ¿Qué criterios son esenciales? ¿A qué necesidad responde la nueva tecnología?	Determinación de los temas centrales de la prospectiva (normalmente en consulta con el cliente) ¿Cuál es el alcance de las tecnologías o los problemas considerados? ¿Cuál es el horizonte temporal? ¿Qué partes interesadas deberían participar?
Recopilación inicial de información ↓	Recuento de las principales características de la tecnología o aplicación; determinación del estado actual de desarrollo y difusión, usos predominantes y menos comunes y posibilidades de estabilización de diseños y plataformas	Fase de estudio: examen de factores impulsores y tendencias, aplicación de métodos de escaneo de horizontes, estudio de las señales débiles y utilización de herramientas como el método Delphi para recabar las opiniones de expertos
Exploración y modelización de interconexiones ↓	Descripción de las implicaciones posibles y probables en diversos campos, más allá de los principales criterios, y la forma en que podrían interrelacionarse; consideración de las reacciones al cambio, las consecuencias imprevistas y los efectos no deseados	Elaboración de modelos de cambio utilizando sistemas blandos o métodos similares; formulación de escenarios alternativos, para esbozar futuros posibles en materia de desarrollo y utilización de la tecnología
Análisis y visualización ↓	Análisis multicriterio o análisis de impacto de tendencias para cuantificar y contrastar las repercusiones en distintas esferas.	Descripción del escenario al que se aspira y principales características que deberían tener los resultados deseados para alcanzar el objetivo más ambicioso
Valoración ↓	Comparación de costos, beneficios y riesgos de distintas formas de actuación, incluida la inacción; consideración de las implicaciones para la gestión de riesgos	Creación de una hoja de ruta sobre desarrollo y medidas que han de adoptarse en años futuros; establecimiento de prioridades para la intervención pública o la adopción de medidas específicas a corto plazo
Recomendaciones ↓	Formulación de las principales recomendaciones a los responsables de las políticas para que adopten medidas sobre la base de la evaluación; documentación y justificación de las	Formulación de las principales recomendaciones a los responsables de las políticas para que adopten medidas sobre la base de los resultados del ejercicio de prospectiva

<i>Etapa del proceso</i>	<i>Evaluación de tecnologías</i>	<i>Prospectiva tecnológica</i>
	recomendaciones utilizando materiales elaborados en las etapas anteriores	
Difusión ↓	Preparación de una gama adecuada de productos, resumiendo los resultados para las principales partes interesadas; elaboración de un informe detallado para el cliente principal y realización de actividades de seguimiento	Difusión de los resultados entre los responsables de las políticas y las partes interesadas, exponiendo claramente los resultados y el seguimiento necesario
Reflexión	¿Cuán útiles son los resultados generados por la evaluación? ¿En qué medida sirven para orientar las políticas, sensibilizar a las partes interesadas e impulsar la acción?; reseña de lo aprendido para definir el alcance, el diseño y la gestión de futuros ejercicios	Análisis del grado en que la prospectiva ha servido para orientar a los responsables de las políticas y las partes interesadas; reflexión sobre las enseñanzas extraídas para mejorar los ejercicios futuros

Fuente: UNCTAD.

II. Función de la evaluación de tecnologías y la prospectiva tecnológica en las políticas de ciencia, tecnología e innovación y en el desarrollo sostenible

17. La evaluación de tecnologías y la prospectiva tecnológica son fundamentales para poner las innovaciones tecnológicas en consonancia con los objetivos de desarrollo sostenible. Las dos prácticas, que antes se centraban predominantemente en la tecnología, siguen ahora un enfoque más orientado a la solución de problemas, caracterizado por un énfasis cada vez mayor en el diseño proactivo de soluciones para los grandes retos mundiales. Estos retos requieren soluciones multidimensionales que tengan en cuenta los factores sociales, económicos y ambientales. Por ejemplo, para garantizar la seguridad alimentaria mundial es necesario ir más allá del simple aumento de la producción agrícola y subsanar las pérdidas de eficiencia en la distribución de alimentos, frenar la especulación relacionada con los alimentos, promover prácticas agrícolas sostenibles y tener en cuenta los efectos del cambio climático en el rendimiento de los cultivos. La complejidad de los retos modernos exige soluciones holísticas y orientadas a los sistemas.

18. Esta reorientación de las prácticas de evaluación de tecnologías y prospectiva tecnológica y, de manera más general, de las políticas de ciencia, tecnología e innovación, para hacer frente a los retos mundiales y ofrecer soluciones específicas está en consonancia con el desarrollo sostenible, pero este nuevo marco problema-solución también puede tener consecuencias imprevistas. Si se enmarca la innovación en el examen de problemas ya existentes, se corre el riesgo de generar soluciones tecnocráticas a corto plazo centradas en los síntomas inmediatos en lugar de atacar los problemas sistémicos subyacentes. Una de las principales preocupaciones que suscitan el nuevo paradigma de las políticas de ciencia, tecnología e innovación, y el papel que en él desempeñan la evaluación de tecnologías y la prospectiva tecnológica, es que podría promover la innovación dentro de las limitaciones de los sistemas socioeconómicos y políticos existentes. Esto podría perpetuar prácticas insostenibles al no fomentar las transformaciones estructurales más amplias que serían necesarias para lograr una sostenibilidad a largo plazo. Por ejemplo, si se centra la atención en pequeñas mejoras tecnológicas, como el desarrollo de tecnologías más limpias, se corre el riesgo de descuidar la necesidad más importante de reestructurar el sistema energético mundial, con los cambios en relación con los patrones de consumo, la gobernanza y la equidad que ello conllevaría. Si se innova dentro de los límites de los sistemas existentes se puede terminar reproduciendo dinámicas insostenibles, descuidando problemas sistémicos más profundos.

19. Habida cuenta de estas limitaciones, recientemente se ha pasado a prestar atención a políticas de innovación transformadora dirigidas a los sistemas sociotécnicos subyacentes⁷. Se trata de políticas que pretenden catalizar cambios más significativos, necesarios para una sostenibilidad a largo plazo. En este contexto, la evaluación de tecnologías y la prospectiva tecnológica pueden actuar como “intermediarias imparciales”, ampliando el abanico de opciones de política en lugar de defender una única vía tecnocrática⁸. El uso de la evaluación de tecnologías y la prospectiva tecnológica también puede contribuir a evitar que las políticas de ciencia, tecnología e innovación intensifiquen las divisiones políticas y culturales, y lograr más bien que fomenten un diálogo y una gobernanza inclusivos que puedan apoyar transformaciones sostenibles. Ambas prácticas fomentan una cultura de experimentación y aprendizaje continuo, esencial para el éxito de las políticas de innovación transformadora. Al integrar los mecanismos de evaluación y aprendizaje en el proceso de las políticas, ambas prácticas permiten realizar ajustes en tiempo real en función de las reacciones que se obtengan y la evolución de las circunstancias. Por ejemplo, las políticas pueden adaptarse a medida que surjan nuevas tecnologías o se conozcan mejor las repercusiones sociales y ambientales de las innovaciones actuales. En el contexto de las políticas de innovación transformadora que pretenden rectificar fallos sistémicos, como las ineficiencias del mercado o las deficiencias de la gobernanza, el uso de la evaluación de tecnologías y la prospectiva tecnológica puede proporcionar las herramientas analíticas necesarias para identificar fallos y proponer soluciones innovadoras para subsanarlos. La evaluación de tecnologías, utilizada para examinar cómo interactúan las tecnologías con los marcos reguladores, los mercados y las instituciones existentes, puede servir para poner de manifiesto las deficiencias de gobernanza que han de subsanarse para facilitar la transformación sistémica. El uso de la prospectiva tecnológica puede ayudar a explorar nuevos modelos de gobernanza que apoyen mejor los ecosistemas de innovación orientados a la búsqueda de soluciones para los grandes retos mundiales. Tanto la evaluación de tecnologías como la prospectiva tecnológica pueden contribuir a que las políticas de innovación se ajusten a misiones sociales más amplias y mantengan el rumbo. La evaluación sirve para determinar si determinadas innovaciones tecnológicas contribuyen a esas misiones o las perjudican; el uso de la prospectiva puede ayudar a establecer orientaciones estratégicas a largo plazo en función de los grandes retos.

20. El ritmo cada vez más rápido de la innovación en muchas tecnologías ha ampliado el ámbito de la evaluación de tecnologías y la prospectiva tecnológica. Es necesario que las dos prácticas se ocupen no solo de las tecnologías como tales, sino también de sus intersecciones con los sistemas y valores sociales. Por ejemplo, los avances en inteligencia artificial, computación cuántica, neurotecnología y biotecnología hacen indispensable evaluar las implicaciones éticas, las cuestiones de regulación y las repercusiones sociales a largo plazo, incluidas las dimensiones económica, social y ambiental del desarrollo sostenible. Las herramientas digitales también están empezando a transformar las prácticas de evaluación de tecnologías y prospectiva tecnológica, pues permiten recopilar datos en tiempo real, modelizar escenarios y recabar la participación de las partes interesadas. Dichas herramientas pueden pues aumentar la eficacia y el alcance de los ejercicios de evaluación y prospectiva porque permiten realizar análisis más matizados de sistemas sociotécnicos complejos.

III. Prácticas en materia de evaluación de tecnologías y prospectiva tecnológica en distintos países

A. Modelos institucionales de nivel nacional

21. En los distintos países, la evaluación de tecnologías y la prospectiva tecnológica se enmarcan en modelos institucionales cuya diversidad refleja variaciones en las prioridades nacionales, los sistemas políticos, los recursos y las culturas. Los modelos van desde sistemas

⁷ Diercks, G., Larsen, H. y Steward, F., 2019, Transformative innovation policy: Addressing variety in an emerging policy paradigm, *Research Policy*, vol. 48, núm. 4, págs. 880 a 894.

⁸ Pielke, R. A., 2007, *The Honest Broker: Making Sense of Science in Policy and Politics* (Cambridge University Press, Reino Unido).

gubernamentales centralizados a redes descentralizadas en las que participan asociaciones público-privadas, instituciones de investigación y comisiones parlamentarias.

22. Austria tiene un modelo descentralizado en el que múltiples instituciones, entre ellas el Instituto de Tecnología y el Instituto de Evaluación de Tecnologías, colaboran en distintos proyectos. Los ministerios federales también disponen de recursos internos para contribuir a ese proceso.

23. El Brasil ha desarrollado un ecosistema de evaluación de tecnologías y prospectiva tecnológica integrado por múltiples organismos que trabajan en todos los sectores. El Centro de Gestión y Estudios Estratégicos en ciencia, tecnología e innovación apoya la estrategia nacional de ciencia, tecnología e innovación, y la Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria realiza una labor de prospectiva agrícola estratégica. El impacto de sostenibilidad de las políticas se evalúan con arreglo a enfoques participativos, como el Marco de Evaluación Participativa del Impacto, con la colaboración de los interesados locales.

24. En Chile, la Unidad de Asesoría Técnica Parlamentaria consulta a expertos y realiza estudios de prospectiva para fundamentar la adopción de decisiones legislativas. Esta forma de proceder refuerza la conexión entre las pruebas científicas y las políticas públicas.

25. En Malasia se han creado asociaciones público-privadas, como el Grupo Industria-Gobierno para la Alta Tecnología, que alberga el instituto de prospectiva My Foresight.

26. Filipinas está estudiando la posibilidad de crear un instituto especializado en prospectiva tecnológica, que dependa del Ministerio de Ciencia y Tecnología y preste apoyo permanente en materia de inteligencia estratégica y gobernanza anticipatoria a los responsables de las políticas y los funcionarios. El Ministerio ya ha realizado un ejercicio de prospectiva tecnológica.

27. En la Federación de Rusia el modelo se basa en un instituto de prospectiva tecnológica, el Centro Internacional de Investigación y Prospectiva Educativa de la Escuela Superior de Economía, que es el eje central de la elaboración de metodologías de prospectiva y la realización de estudios sobre futuros. El Centro colabora con organizaciones y centros de investigación internacionales y de ese modo participa en la comunidad mundial de prospectiva. Su labor consiste en elaborar estudios de prospectiva a largo plazo y hojas de ruta para diversos sectores; prestar asistencia en la formulación y revisión de la estrategia gubernamental sobre ámbitos prioritarios de las ciencias y las tecnologías y sobre tecnologías críticas; y dar apoyo a las actividades de prospectiva del sector empresarial. Además de estas contribuciones, el Centro ofrece formación en prospectiva y de ese modo fomenta a una nueva generación de profesionales en ese campo.

28. En Singapur las actividades están agrupadas en el Centre for Strategic Futures, que depende de la Oficina del Primer Ministro. Al vincular directamente la experiencia en prospectiva tecnológica con el Gobierno, el Centro contribuye a que las actividades de prospectiva repercutan directamente en la adopción de decisiones estratégicas al más alto nivel.

29. En los Estados Unidos no se ejecutan los programas de prospectiva tecnológica a gran escala que son habituales en otros países industrializados, pero existe un ecosistema de evaluación de tecnologías y prospectiva tecnológica. Muchos grupos académicos y oficinas de consultoría realizan una labor que se asemeja a la prospectiva tecnológica; hay organizaciones como la Rand Corporation, que han liderado el desarrollo de técnicas en la materia, y, por ejemplo, el Future Today Institute, una consultora que se ocupa de prospectiva estratégica y presta servicios de asesoramiento estratégico, planificación de escenarios y fomento de la capacidad a organizaciones públicas y privadas que planifican el futuro con su metodología. A esos enfoques formalizados se suman iniciativas comunitarias, con redes como la Expert and Citizen Assessment of Science and Technology y la Public Interest Technology University Network.

30. Así pues, con modelos descentralizados en los que participan múltiples actores, modelos centralizados en un núcleo, asociaciones público-privadas, organismos público o comisiones parlamentarias, cada país adapta su forma de proceder a sus necesidades y su realidad, en función de sus circunstancias nacionales, sus recursos y sus ambiciones. No todos

los países tienen medios para institucionalizar la evaluación de tecnologías y la prospectiva tecnológica de ese modo y muchos necesitan asesoramiento externo, al tiempo que desarrollan las capacidades nacionales.

B. Iniciativas regionales y colaboración internacional

31. Las iniciativas de colaboración de nivel regional e internacional enriquecen la capacidad de los países para implantar actividades de evaluación de tecnologías y prospectiva tecnológica. Estas iniciativas fomentan la puesta en común de recursos, la creación de capacidades y el intercambio de conocimientos y son especialmente beneficiosas para los países en desarrollo.

32. Cabe mencionar varias redes que fomentan la cultura prospectiva a nivel nacional. La Asia Pacific Futures Network promueve la reflexión prospectiva en Asia y el Pacífico, con el apoyo del Centro de Prospectiva Tecnológica del Foro de Cooperación Económica de Asia y el Pacífico. La Alianza para la Prospectiva de la Asociación de Naciones de Asia Sudoriental facilita la planificación de base empírica en los países miembros, prestando especial atención a la sostenibilidad ambiental. En Europa, la cooperación regional está a cargo de la European Parliamentary Technology Assessment Network (Red parlamentaria de evaluación de tecnologías), que proporciona a los responsables de las políticas metodologías comunes para evaluar las repercusiones socioeconómicas y ambientales de las tecnologías, presta apoyo para la realización de estudios comparativos y fomenta la armonización de enfoques entre países. La Red Iberoamericana de Prospectiva conecta entre sí a los países de América Latina y España y Portugal y les permite compartir metodologías. Cabe señalar también las iniciativas de colaboración transnacionales en el seno del grupo de los BRICS [Brasil, Federación de Rusia, India, China y Sudáfrica]; por ejemplo, la Federación de Rusia y Sudáfrica se han asociado en iniciativas de evaluación de tecnologías y prospectiva tecnológica. El National Research and Technology Foresight Project (Proyecto de investigación nacional y prospectiva tecnológica) de Sudáfrica colabora con especialistas de la Federación de Rusia para realizar análisis de macrodatos, con el fin de apoyar la labor de prospectiva tecnológica en Sudáfrica.

33. Las Naciones Unidas prestan apoyo a las iniciativas mundiales de prospectiva a través de organismos especializados. Por ejemplo, la Organización Marítima Internacional y la Unión Internacional de Telecomunicaciones se ocupan de las cuestiones tecnológicas y ambientales pertinentes para sus respectivos ámbitos de actuación; el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo colabora con los países en desarrollo para fomentar su capacidad en materia de prospectiva y el estudio de futuros; las Cátedras de Estudios de los Futuros y la Red Mundial de Cultura Prospectiva de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura promueven la reflexión prospectiva; y la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial ha emprendido varias iniciativas regionales y mundiales de prospectiva tecnológica, con el fin de crear capacidades en materia de gobernanza anticipatoria de tecnologías emergentes y tecnologías críticas. En África, un proyecto experimental de la UNCTAD sobre evaluación de tecnologías, centrado en las tecnologías de energía renovable en tres países piloto, adapta metodologías procedentes de países desarrollados, con un enfoque en siete pasos que hace hincapié en la participación de las partes interesadas y tiene en cuenta las repercusiones particulares de la adopción de tecnologías en las mujeres, los jóvenes y los grupos marginados.

34. Se considera cada vez más que la evaluación de tecnologías y la prospectiva tecnológica son herramientas fundamentales para afrontar los grandes retos mundiales, como el cambio climático y las crisis de salud pública. Al integrar consideraciones de sostenibilidad en las políticas de ciencia, tecnología e innovación, las prácticas de evaluación de tecnologías y prospectiva tecnológica contribuyen a lograr que los avances tecnológicos se ajusten a las prioridades ambientales, sociales y económicas. La diversidad de las prácticas hace resaltar la adaptabilidad de estas metodologías. Cada tipo de modelo, ya sea centralizado, descentralizado o híbrido, presenta ventajas que van desde el fomento de la inclusividad hasta el mantenimiento de una coherencia entre las estrategias nacionales. Las iniciativas regionales de colaboración, como la Alianza para la Prospectiva de la Asociación de Naciones de Asia Sudoriental y la European Parliamentary Technology Assessment Network

(Red parlamentaria de evaluación de tecnologías), ilustran la importancia de armonizar los enfoques en materia de prospectiva para hacer frente a problemas transfronterizos.

IV. Superar las limitaciones a las actividades de evaluación de tecnologías y prospectiva tecnológica

A. Dificultades de implementación

35. Muchos países se enfrentan a importantes obstáculos que les impiden implementar actividades eficaces de evaluación de tecnologías y prospectiva tecnológica. Entre las principales limitaciones se cuentan la escasez de recursos humanos y económicos, la insuficiencia de la capacidad institucional y la falta de integración entre los resultados de los ejercicios y los procesos de formulación de políticas.

36. Las restricciones derivadas de la escasez de recursos humanos y económicos están entre las principales dificultades que impiden llevar a cabo ejercicios exhaustivos. Esto tiene repercusiones en todas las etapas de las actividades, desde la recogida de datos hasta el análisis y el desarrollo de escenarios. El resultado es que, muchas veces, los responsables de las decisiones trabajan con información incompleta, lo cual menoscaba el valor estratégico de la evaluación de tecnologías y la prospectiva tecnológica y su consiguiente influencia en la formulación de políticas. Muchos países carecen de personal formado y capacitado en las metodologías de evaluación de tecnologías y prospectiva tecnológica. Este problema se ve agravado por la debilidad de los marcos institucionales, que dificulta el mantenimiento de iniciativas a largo plazo. La falta de cultura prospectiva en los sectores público y privado dificulta aún más la comprensión de los procesos de evaluación de tecnologías y prospectiva tecnológica y la participación en ellos. En muchos casos hay una desconexión entre las ciencias y las políticas. La débil interrelación entre las ciencias y las políticas que se observa en muchos países hace que, a menudo, se desaprovechen oportunidades de traducir ideas estratégicas surgidas a partir de ejercicios de evaluación de tecnologías y prospectiva tecnológica en estrategias y políticas viables. Además, aunque las actividades se lleven a cabo con éxito y generen valiosas recomendaciones, no hay garantía de que esas ideas se utilicen en los procesos de formulación de políticas. Esa desconexión puede menoscabar la influencia de la evaluación de tecnologías y la prospectiva tecnológica en la configuración de los planes nacionales de desarrollo a largo plazo y obstaculizar la capacidad de los poderes públicos para responder de forma proactiva a los retos y oportunidades del futuro.

37. La dificultad de acceso a los resultados de la investigación y a las bases de datos bibliográficas es un problema fundamental para muchos países en desarrollo. Los elevados costos asociados al acceso a estos recursos esenciales limitan la capacidad de llevar a cabo ejercicios exhaustivos y eficaces de evaluación de tecnologías y prospectiva tecnológica. Esta falta de acceso a los artículos científicos es especialmente problemática en los países en desarrollo, donde las limitaciones económicas constituyen de por sí una barrera importante⁹. Sin un acceso fiable a los resultados de la investigación, muchos países tienen menos posibilidades de adoptar decisiones informadas sobre futuros avances tecnológicos.

38. Además, un enfoque sectorial de las actividades de evaluación de tecnologías y prospectiva tecnológica, circunscrito a sectores o tecnologías concretas, también puede limitar la aplicabilidad general de los resultados, porque puede llevar a pasar por alto problemas y oportunidades intersectoriales que podrían ser esenciales para tener una comprensión más holística de las tendencias y los retos futuros. Si se centran en un ámbito demasiado limitado, los países pueden desaprovechar importantes conocimientos que podrían beneficiar a múltiples sectores, lo cual resta valor estratégico a las actividades de evaluación de tecnologías y prospectiva tecnológica. Además, ese tipo de labor no suele quedar bien documentada en los países en desarrollo, sobre todo en lo que respecta a la evaluación de sus repercusiones tangibles en las políticas y la planificación. Las recomendaciones que se derivan de los ejercicios de evaluación de tecnologías y prospectiva

⁹ UNCTAD, 2024, *Data for Development* (Publicación de las Naciones Unidas, núm. de venta E.24.II.D.17, Ginebra).

tecnológica suelen ser solo un componente de un grupo más amplio de propuestas que surgen simultáneamente. Una excepción en este sentido es el Programa de Prospectiva Tecnológica de Colombia, que prevé la evaluación sistemática de las actividades de prospectiva tecnológica, algo poco habitual en este tipo de programas. En muchos casos, las prioridades de las iniciativas de evaluación de tecnología y prospectiva tecnológica de los países en desarrollo se rigen más por las tendencias imperantes y agendas externas que por una evaluación de las necesidades realizada localmente. Si no se hace un seguimiento sistemático para medir la influencia real de las iniciativas, se corre el riesgo de desaprovechar valiosas oportunidades de utilizar las enseñanzas extraídas para mejorar las actividades futuras. En muchos países impera una cultura política que puede llevar a centrarse más en el corto y medio plazo, con una gobernanza organizada en períodos quinquenales de planificación del desarrollo nacional; en estos casos, puede ser menos habitual realizar una planificación a largo plazo. En los ejercicios de prospectiva tecnológica suelen adoptarse horizontes temporales más largos. La introducción de metodologías de prospectiva tecnológica en estos contextos podría animar a los responsables de las políticas a adoptar una perspectiva más amplia y a largo plazo, lo cual fomentaría un cambio cultural hacia horizontes de planificación más amplios.

39. Otro reto es gestionar las expectativas de clientes y consumidores. Para que las iniciativas de evaluación de tecnologías y prospectiva tecnológica tengan éxito es fundamental que los resultados de estas actividades se ajusten a las necesidades y limitaciones de las partes interesadas, trátense de organismos públicos o clientes del sector privado. Si las expectativas de los interesados no son realistas, puede haber un desajuste entre los resultados de la evaluación de tecnologías y la prospectiva tecnológica y las necesidades prácticas de quienes cuentan con esos resultados para adoptar decisiones.

40. Por último, la identificación y gestión tempranas de las tecnologías obsoletas con externalidades ambientales y socioeconómicas negativas es una tarea esencial aunque compleja y requiere muchos recursos. Para mantener la pertinencia y la sostenibilidad tecnológicas se necesita una importante capacidad de evaluación de tecnologías y prospectiva tecnológica, de la que no siempre se dispone. Este problema se ve agravado por la necesidad de supervisar continuamente los avances tecnológicos y evaluar su viabilidad a largo plazo, un proceso que exige tanto recursos económicos como conocimientos especializados. Los países que no tengan la capacidad de identificar las tecnologías obsoletas y eliminarlas progresivamente corren el riesgo de quedar a la zaga en un contexto tecnológico mundial en rápida evolución, lo cual puede tener considerables repercusiones económicas y sociales.

B. Aprender de las experiencias nacionales

41. En los países con más experiencia en evaluación de tecnologías y prospectiva tecnológica, que suelen ser países de ingreso medio y alto, lo habitual es que se cree un organismo específico que se encarga de las actividades de ese ámbito que alimentan el proceso de formulación de políticas. Lo ideal es que ese organismo tenga un mandato legal claro, lo cual afianza su autoridad y eficacia. Con frecuencia, aunque no siempre, el mismo organismo se encarga tanto de la evaluación de tecnologías como de la prospectiva tecnológica. Las actividades suelen realizarse utilizando una serie de métodos y técnicas complementarios, para lo cual es necesario contar con personal calificado que pueda aplicar eficazmente dichas técnicas y evaluar la calidad del trabajo realizado por otros. Para ello, lo habitual es que la capacitación inicial del personal se haga en el extranjero; también se le imparte una formación en la práctica con el apoyo de consultores externos. Una vez adquiridas las competencias, los métodos pueden adaptarse a los entornos locales, y los profesionales también pueden mantenerse en contacto con sus homólogos de otros países, por ejemplo participando en conferencias internacionales.

42. Si hay menos familiaridad con los propósitos y las prácticas de la evaluación de las tecnologías y la prospectiva tecnológica, puede ser prematuro crear una institución destinada a realizar esas actividades de forma permanente. En lugar de ello, un proyecto inicial puede ser un punto de partida adecuado para desarrollar capacidades y experimentar con diferentes procedimientos. Aunque algunas actividades pueden llevarse a cabo bajo la dirección de un ministerio gubernamental importante, no es suficiente delegar toda la responsabilidad en

cualquier miembro del personal disponible sin asegurarse de que tenga la experiencia y la autoridad necesarias. Es esencial que haya un alto cargo que promueva la evaluación de tecnologías y la prospectiva tecnológica; tiene que ser alguien que pueda defender la actividad, movilizar a los miembros del ministerio y otras dependencias públicas y encargarse de que los resultados se difundan adecuadamente y se actúe en consecuencia. Además, al definir el ámbito del proyecto han de establecerse claramente el tipo de procesos necesarios y los resultados esperados para lograr repercusiones en las políticas e indicarse qué partes interesadas han de intervenir. El defensor del proyecto debe ser una persona respetada o capaz de ganarse el respeto de diversas partes interesadas, como el mundo académico, la sociedad civil y la industria.

43. En lo que respecta a lograr influir en las políticas, cabe afirmar que la agenda de ciencia, tecnología e innovación está en un momento crucial, en el que es necesario adoptar políticas que se refieran a opciones tecnológicas concretas o marquen el rumbo a seguir para poner la ciencia, la tecnología y la innovación al servicio del desarrollo sostenible. Los trabajos de evaluación de tecnologías y prospectiva tecnológica pueden contribuir a la formulación de estas políticas, siempre que se presenten dentro de plazo y estén bien documentados. La cuestión de los plazos puede ser especialmente problemática, ya que los responsables de las decisiones a veces exigen resultados rápidos y esta urgencia puede crear tensiones, sobre todo entre los investigadores académicos, acostumbrados a realizar estudios durante períodos prolongados. En esos casos, la dificultad estriba no solo en mantener la motivación, sino también en lograr la profundidad y calidad necesarias en los informes urgentes, para estar a la altura de las rigurosas exigencias propias de los ejercicios de evaluación de tecnologías y prospectiva tecnológica. Puede ser necesario que los investigadores tengan que renunciar a presentar resultados científicos exhaustivos y conformarse con dar una opinión especializada sobre la base de información menos completa. Aun así, la prioridad debe seguir siendo garantizar la calidad, evitar la superficialidad y mantener la rigurosidad, incluso cuando el tiempo es limitado.

44. Como la evaluación del éxito de los ejercicios de evaluación de tecnologías y prospectiva tecnológica está relativamente poco desarrollada, la realización de evaluaciones independientes podría resultar muy instructiva para los profesionales. La evaluación de la calidad técnica del trabajo puede encomendarse a pares expertos, para lo cual podría ser necesario ponerse en contacto con los círculos mundiales de evaluación de tecnología o prospectiva tecnológica. No obstante, también puede resultar informativa una documentación más exhaustiva de los resultados de tales ejercicios desde el punto de vista de las políticas, así como de los casos en los que los resultados son limitados o inexistentes en determinados ámbitos políticos y comunidades. Las políticas pueden llegar a formularse y aplicarse en una forma muy diferente de la prevista en las recomendaciones surgidas de un ejercicio de evaluación de tecnologías o prospectiva tecnológica en las que se basaron.

V. Conclusiones y recomendaciones

45. Es evidente que ni la evaluación de tecnologías ni la prospectiva tecnológicas son procesos fáciles o baratos. En algunos casos reportan beneficios inmediatos, como cuando contribuyen a adoptar decisiones en materia de tecnología o a configurar los programas nacionales de ciencia, tecnología e innovación, pero en otros casos su impacto en el desarrollo no se manifiesta hasta pasado algún tiempo. Ahora bien, el mundo se enfrenta a grandes retos y está viviendo una transición compleja y a largo plazo. Para abordar cuestiones complejas y a largo plazo se necesita una sólida planificación estratégica que, a su vez, exige una reflexión sobre los futuros posibles y una valoración del papel que la ciencia, la tecnología y la innovación pueden desempeñar en la configuración de vías de desarrollo deseables. La evaluación de tecnologías y la prospectiva tecnológica son herramientas cada vez más importantes para fomentar la capacidad local de gobernanza tecnológica anticipatoria en todo el mundo. Ahora bien, la consecución de este objetivo plantea importantes retos. Los países, especialmente los países en desarrollo, no pueden lograrlo solos, por lo que la colaboración internacional es esencial para superar los obstáculos y fomentar una verdadera implantación de estas prácticas.

46. La cuestión que hay que plantearse es cuál es la mejor manera de organizar los ejercicios de evaluación de tecnología y prospectiva tecnológica. No hay solución universal y en las zonas en que la experiencia local en este ámbito sigue siendo limitada puede ser necesario experimentar un poco. Por ejemplo, en algunos países, los ejercicios son autorizados por el poder legislativo y, en otros, por el poder ejecutivo. Esta diferencia institucional significa que la evaluación de tecnologías y la prospectiva tecnológica se catalogan y gestionan en estructuras organizativas separadas, lo que puede dificultar su integración.

47. El ámbito de trabajo en este contexto puede concebirse de varias maneras, en función de las necesidades y objetivos particulares. Una posibilidad es que el trabajo se realice en el marco de una actividad puntual. Por ejemplo, si lo que se necesita es una reacción rápida de los responsables de las políticas a los rápidos avances tecnológicos o si dichos responsables necesitan con urgencia una orientación sobre si dichos avances justifican la adopción de medidas de política, los ejercicios de evaluación de tecnologías y prospectiva tecnológica pueden ser importantes puntos de referencia. Otra posibilidad es establecer o mantener una unidad permanente en la administración pública o un centro de excelencia externo que no solo atienda a las peticiones de los organismos públicos sino que también tenga un papel proactivo en el establecimiento de la agenda de trabajo. Cabe pues prever que se lleven a cabo al mismo tiempo evaluaciones del panorama tecnológico en general y estudios a fondo de determinadas cuestiones y problemáticas tecnológicas en las que la ciencia, la tecnología y la innovación pueden ocupar un lugar importante. En algunas esferas puede ser necesario realizar una actividad permanente, especialmente en relación con los retos más inmediatos y recurrentes asociados a las evaluaciones de tecnologías relacionadas con la salud y los tipos de evaluaciones de impacto exigidos por los ministerios de medio ambiente y organismos similares. Los organismos que se encarguen de estas tareas deben tener capacidad para realizar o encargar las evaluaciones necesarias y aplicar las medidas apropiadas en función de los resultados.

48. También ha de analizarse si los ejercicios de evaluación de tecnologías y prospectiva tecnológica deben realizarse internamente o encomendarse a entidades externas. Si los poderes públicos de un país tienen poca experiencia en este tipo de trabajo, puede ser conveniente recurrir a expertos externos, para lo cual podría ser necesario contar con recursos de otros países. Aunque se recurra a contratistas externos para dirigir determinados proyectos, sigue siendo necesario contar con capacidad interna, como mínimo para gestionar el trabajo y las relaciones con los responsables de la formulación de las políticas. Si las actividades se llevan a cabo internamente, el equipo responsable deberá recibir formación o tener experiencia en la aplicación de metodologías de evaluación de tecnologías y prospectiva tecnológica. Además, debe tener acceso a instalaciones adecuadas donde puedan realizar su labor de forma independiente y elaborar un programa de trabajo, si sus actividades resultan enriquecedoras para la formulación de políticas. En un entorno en que se cuente con suficientes recursos, puede ser conveniente combinar los dos enfoques. La elaboración de guías metodológicas puede encomendarse a grupos de consultores y la dirección de proyectos sobre temas concretos puede encargarse a universitarios de alto nivel o industriales destacados. En estos casos, la experiencia o reputación de quien dirija el proyecto puede ayudar a captar participantes y a obtener resultados. Independientemente de cuál sea el tipo del equipo que se encargue de la ejecución del proyecto o programa de trabajo, los países deben asegurarse de que disponen de suficiente capacidad de absorción de conocimientos especializados en evaluación de tecnologías y prospectiva tecnológica, fundamentales para integrar eficazmente los resultados en la formulación de políticas, velando por que las enseñanzas extraídas sean pertinentes y se tengan debidamente en cuenta. Además, los países deben ser capaces de formular las preguntas adecuadas para orientar las evaluaciones. Si la evaluación de tecnologías se realiza principalmente en el marco de una prestación de servicios a los parlamentos y las comisiones, es preciso que haya en estos órganos una unidad de enlace que se encargue de coordinar dichas actividades. En cambio, para las actividades de prospectiva tecnológica puede ser necesario establecer una oficina en un ministerio concreto, manteniendo los contactos con los demás ministerios o líneas directas de información con la Jefatura del Estado, la autoridad decisoria de más alto nivel o, en su caso, el funcionario de ciencia, tecnología e innovación de más alto rango.

49. Otra consideración importante es determinar si las actividades se van a orientar hacia la evaluación de tecnologías y centrarse en cuestiones y respuestas a corto plazo o más bien hacia la prospectiva tecnológica y centrarse en problemas y oportunidades a largo plazo. Lo ideal sería elegir las dos orientaciones, pero las circunstancias, y en especial las crisis, hacen que sea más urgente ir por uno u otro camino. Dada la frecuencia con que los responsables de las políticas necesitan recibir asesoramiento rápido sobre las cuestiones tecnológicas nuevas que se plantean, casi siempre es importante disponer de una institución y/o red que pueda aportar la información empírica necesaria. Otra forma de plantear esta cuestión es analizar hasta qué punto se justifica que haya una división del trabajo entre los grupos que se ocupan de cuestiones a corto plazo y los que abordan cuestiones a largo plazo.

50. Las funciones de evaluación de tecnologías y prospectiva tecnológica suelen realizarse conjuntamente. En algunos países desarrollados, estas funciones están a cargo de instituciones distintas: los organismos de evaluación de tecnologías asesoran de forma inmediata a los parlamentarios sobre cuestiones a más corto plazo y los organismos de prospectiva tecnológica dan orientación para la elaboración de políticas estratégicas. Podrían crearse plataformas mundiales que sirvieran para elevar el nivel de la evaluación de tecnologías y la prospectiva tecnológica en general, y prestaran apoyo a países con escasa o ninguna experiencia en este ámbito.

51. A ese respecto, los países en desarrollo tal vez deseen considerar las propuestas siguientes:

a) Crear instituciones dedicadas a la evaluación de tecnologías y la prospectiva tecnológica o reforzar las que ya existen, con el fin de definir el alcance de proyectos que sirvan de base para las decisiones de política en materia de ciencia, tecnología e innovación, habida cuenta de que la debida delimitación del alcance de un proyecto es esencial para asegurarse de que este se ajuste a las prioridades nacionales y regionales;

b) Encontrar a personas que aboguen a favor de los ejercicios de evaluación de tecnologías y prospectiva tecnológica, con la idea de fomentar la colaboración en toda la administración pública y la aplicación efectiva de las recomendaciones surgidas de las dos prácticas;

c) Mantener la independencia de las entidades encargadas de la evaluación de tecnologías y la prospectiva tecnológica, para evitar sesgos en las evaluaciones y lograr que esas actividades no se limiten a reforzar las políticas existentes, sino que aporten ideas objetivas;

d) Tener en cuenta una serie de consideraciones de justicia social y sostenibilidad ambiental e implicar activamente a las mujeres, las comunidades marginadas y una diversidad de partes interesadas, de modo que la evaluación de tecnologías y la prospectiva tecnológica sirvan para formular políticas inclusivas;

e) Adaptar la evaluación de tecnologías y la prospectiva tecnológica a los contextos nacionales y subnacionales, de modo que sean pertinentes y eficaces para hacer frente a problemas locales;

f) Acabar con la compartimentación en silos de los ministerios promoviendo actividades intersectoriales de evaluación de tecnologías y prospectiva tecnológica, para abordar cuestiones complejas de ciencia y tecnología que interesen a varios ministerios;

g) Estudiar posibilidades de colaboración más allá de las fronteras nacionales y regionales, para aunar recursos y abordar eficazmente los problemas comunes;

h) Estudiar las posibilidades de la inteligencia artificial y otras tecnologías digitales para potenciar los ejercicios de evaluación de tecnologías y prospectiva tecnológica;

i) Fomentar la capacidad para realizar actividades de evaluación de tecnologías y prospectiva tecnológica a escala nacional y, cuando proceda, regional.

52. La comunidad internacional tal vez desee considerar las propuestas siguientes:

a) Encontrar y movilizar recursos para los ejercicios de evaluación de tecnologías y prospectiva tecnológicas a través de fuentes adecuadas y ayudar a los países a aprovechar los modelos de evaluación de tecnologías y prospectiva tecnológica que hayan tenido éxito;

b) Desarrollar normas metodológicas para la evaluación de tecnologías y la prospectiva tecnológica a nivel internacional, con el fin de promover la comprensión mutua y el aprendizaje de las dos prácticas en contextos nacionales y regionales, permitir comparaciones coherentes entre países y promover el uso de herramientas compartidas para afrontar los retos tecnológicos mundiales;

c) Fomentar la capacidad de los países para llevar a cabo proyectos de evaluación de tecnologías y prospectiva tecnológica de forma independiente, reducir su dependencia con respecto a expertos extranjeros, a fin de garantizar una capacidad sostenible y a largo plazo para la innovación y la formulación de políticas;

d) Crear un marco mundial sobre asistencia técnica, financiamiento e intercambio de conocimientos para los países que estén desarrollando su capacidad en materia de evaluación de tecnologías y prospectiva tecnológica;

e) Formular orientaciones para los Estados Miembros de las Naciones Unidas sobre evaluación de tecnologías y prospectiva tecnológica en el contexto de la elaboración de políticas para hacer frente a la rápida evolución de la tecnología, prestando especial atención a las esferas de la inteligencia artificial, la robótica, la biotecnología y la transición energética;

f) Utilizar la Comisión de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo como foro para la planificación estratégica y el intercambio de enseñanzas y mejores prácticas en ejercicios de evaluación de tecnologías y prospectiva tecnológica.

53. Se invita a la Comisión de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo a considerar la posibilidad de adoptar las siguientes medidas:

a) Facilitar la movilización de recursos para los países en desarrollo y promover las mejores prácticas de implementación de actividades de evaluación de tecnologías y prospectiva tecnológica siguiendo el ejemplo de modelos exitosos;

b) Armonizar las normas metodológicas para la evaluación de tecnologías y la prospectiva tecnológica, de modo que haya coherencia entre las evaluaciones en todo el mundo y puedan compararse los resultados nacionales;

c) Fomentar la colaboración regional mediante estudios, talleres e informes conjuntos sobre evaluación de tecnologías y prospectiva tecnológica, para hacer frente a los retos mundiales y avanzar hacia la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.
