PERSPECTIVAS DE LA ENERGIA NUCLEOELECTRICA, LA CIENCIA Y LA TECNOLOGIA NUCLEARES AVANZANDO HACIA EL PROXIMO SIGLO

POR G.G. ANDRADE, C. RODRIGUES Y J. GOLDEMBERG

Hace cuarenta años, se consideraban inmensas las perspectivas de la energía nucleoeléctrica como principal fuente de energía. La propulsión de buques, la producción de electricidad y el calor industrial eran aplicaciones que interesaban mucho, de ahí que se hicieran grandes inversiones con el objetivo de desarrollar la utilización de las tecnologías nucleares con fines pacíficos.

La tecnología resultó idónea para propulsar buques comerciales, sin embargo, surgieron algunas dificultades relacionadas principalmente con los controles de las radiaciones y de la seguridad exigidos por las autoridades portuarias. El tiempo ha demostrado que impeler los buques comerciales mediante propulsión nuclear no resulta tan ventajoso como emplear otras fuentes de propulsión, además de que, desde el punto de vista del costo, no se obtuvieron ventajas para las clases de buques comerciales que se estaban considerando.

La calefacción industrial se utilizaba en varias ramas de la industria que exigían condiciones específicas de temperatura y presión del vapor. Estas condiciones abarcaban desde las aplicaciones en régimen de baja temperatura para la calefacción urbana hasta las aplicaciones en régimen de temperaturas muy altas para el tratamiento del acero, el vidrio y el cemento.

La tecnología variaba desde la recuperación del calor, procedente de los reactores refrigerados con agua ligera (LWR) hasta la investigación de diseños específicos que incluían reactores de alta temperatura refrigerados por gas. Una vez más, como sucedió con la propulsión de buques, las aplicaciones nucleares en la calefacción industrial resultaron viables desde el punto de vista tecnológico, pero no pudieron competir en el mercado con las fuentes convencionales.

La situación fue diferente en el caso de la energía nucleoeléctrica utilizada para la producción de electricidad. La potencia nuclear instalada en todo el mundo creció rápidamente en los decenios de 1970 y 1980. *(Véase el gráfico de la página 44.)*

A mediados de los años noventa, la participación de la energía nucleoeléctrica en la generación total de electricidad era superior al 17%, casi la misma participación de la energía hidroeléctrica. La energía nucleoeléctrica alcanzó ese nivel en 30 años, que es aproximadamente un tercio del tiempo que tardó la energía hidroeléctrica en alcanzarlo.

Otra prueba de la competitividad de la energía nucleoeléctrica a principios de los años setenta puede observarse al comparar los porcentajes de electricidad suministrada por las diversas fuentes de energía. *(Véase el cuadro de la página 44.)* De 1973 a 1993, la contribución de la energía nucleoeléctrica aumentó en diez veces, mientras el gas, el combustible que le sigue en rápido crecimiento, apenas duplicó su contribución a la generación total de electricidad.

El examen más minucioso de los datos evidencia que la tasa de crecimiento de la energía nucleoeléctrica, aunque impresionante, no fue homogénea durante el período. En diversos casos, las políticas y subvenciones oficiales influyeron en la configuración del panorama. Además, se hicieron obvios varios aspectos regionales relativos a la utilización de la energía nucleoeléctrica.

¿Qué pasará en el futuro? Por los datos anteriores y las proyecciones del OIEA, es posible calcular la futura contribución de la energía nucleoelétrica partiendo de diferentes premisas. Las proyecciones de la participación de la energía nucleoeléctrica en la generación de electricidad que aparecen en el presente artículo se basan en un escenario de bajo crecimiento hasta el 2020.

Históricamente, los datos muestran, de manera clara, que las perspectivas nucleares empezaron a decaer a mediados de 1985. *(Véase el gráfico de la página 45.)* Como consecuencia de ello, se prevé que de una participación en el mercado de más del 16%, en 1997, la participación puede descender hasta el 13% en el 2010. *(Véase el cuadro de la página 45.)*

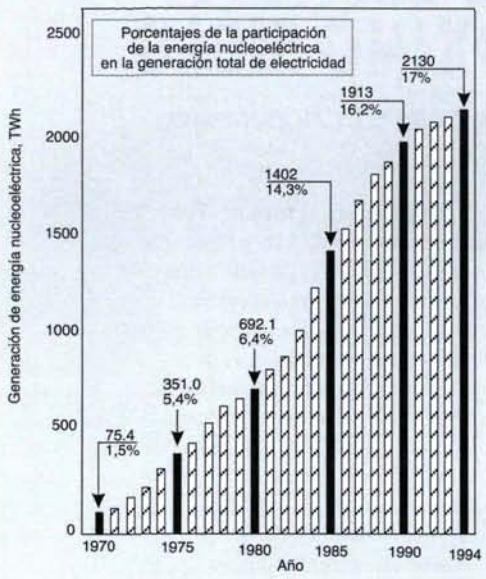
En resumen, la energía nucleoeléctrica tendrá, en el siguiente siglo, una participación menor, pero todavía significativa, en la producción total de electricidad. Se espera que su contribución sea comparable a la de la energía hidroeléctrica, la cual también muestra que, a largo plazo, continuará reduciéndose su participación en el mercado.

REALIDADES LOCALES

Es importante comprender las razones de esta prevista reducción, para analizar con más profundidad las tendencias. Para formarse una imagen más clara de la situación real y de las proyecciones de la energía nucleoeléc-

El Sr. Andrade y el Sr. Rodrigues laboran en el Instituto de Energía e Investigaciones Nucleares (IPEN), en São Paulo, Brasil, y el Sr. Goldemberg en la Universidad de San Pablo.

GENERACION DE ENERGIA NUCLEOELECTRICA, 1970-1994



Fuente: SIRP/OIEA

SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD SEGUN LA FUENTE, 1973-1993

FUENTE DE ENERGIA	SUMINISTRO (TWh)	EN 1973 (% total)	SUMINISTRO (TWh)	EN 1993 (% total)	CRECIMIENTO (%)
CARBON	2032	37,5	4436	36,6	92
PETROLEO	1462	23,8	1182	9,8	-19
GAS	700	11,4	1631	13,4	133
NUCLEAR	197	3,2	2148	17,8	990
HIDROELECTRICA	1276	20,8	2256	18,6	76
OTRAS	202	3,3	456	3,7	125
TOTAL	6139	100,0	12,108	100,0	97

Fuente: Extraído de datos que aparecen en International Energy Data: National Energy Profiles, Consejo Mundial de la Energía, 1995.

trica, se llevó a cabo un estudio de campo en once países de Asia, América Latina y Africa, donde las realidades locales dictan las decisiones.

Como es bien sabido, el análisis histórico y sistemático de la proliferación del uso de la energía nucleoeléctrcia para generar electricidad revela una tendencia bien definida, la cual ha imperado desde las primeras centrales instaladas en los Estados Unidos, en los años cincuenta, hasta las nuevas centrales nucleares de Europa, y después, de Asia.

Algunas de las razones que explican esta tendencia son:

■ En el decenio de 1950, a la cabeza del desarrollo de la tecnología nuclear con fines comerciales estaba Estados Unidos. Después, y en los decenios posteriores, la competitividad de la energía nucleoeléctrica estuvo determinada por la idea de que la nueva fuente constituía un avance tecnológico, y, por tanto, brindaba la oportunidad de producir energía para múltiples aplicaciones y a precios muy bajos.

■ Aumentó el interés en los países europeos. Durante el decenio de 1970, la primacía en la tecnología nuclear pasó a Europa, donde la energía nucleoeléctrica se consideró una importante fuente sustitutiva de energía para países con escasos suministros de combustibles fósiles. Ello fue resultado de la crisis energética relacionada con los embargos de petróleo del decenio.

■ Los países asiáticos se desarrollaron mucho. Durante los noventa, la primacía en la tecnología para la producción de energía se desplazó de nuevo, esta vez hacia Asia, con Japón en el centro. La energía nucleoeléctrica se consideró una forma cara de producir electricidad, pero con la ventaja de que se dependía menos del suministro de materiales e importaciones de energía. Los suministros de combustible a larga distancia podrían asegurarse por medio de la reelaboración u otras variantes tecnológicas, lo que, a su vez, hace que la energía nucleoeléctrica sea casi un "recurso nacional", incluso para los países que no cuentan con recursos de uranio propios. Además del aspecto de contar con suministros de energía baratos, se pusieron de manifiesto otros aspectos clave, como la diversidad del suministro y el control a larga distancia de las fuentes de energía. Estos aspectos daban una ventaja a las centrales nucleares, siempre que los costos adicionales fueran razonables.

La variabilidad de estas tendencias y las ideas sobre la prevista importancia de la energía nucleoeléctrica para un país en específico, indican que no será fácil evaluar las tendencias futuras. La principal lección extraída del estudio de campo es la confirmación de que el conocimiento de las realidades locales es un factor fundamental, si se quiere que las proyecciones de la demanda energética futura se realicen como es debido.

La competitividad de las fuentes de energía no puede evaluarse mundialmente, sino, por el contrario, debe hacerse sobre una base local o regional. Esto es particularmente válido cuando de energía nuclear se trata. Es necesario escuchar la opinión de las personas interesadas a nivel local, así como tener la posibilidad de escuchar otras opiniones distintas y opuestas para analizar el probable curso que tomará el uso de una tecnología como la energía nuclear.

Las conclusiones del estudio de campo sobre las tendencias relacionadas con la energía nucleoeléctrica indicaron la existencia de una diversidad de situaciones entre los distintos países, que son las siguientes:

■ Países donde no existe ningún proyecto definido en cuanto a la energía nucleoeléctrica. En estos casos, poco puede decirse sobre la posible contribución del átomo a la generación de electricidad en el futuro. Este es el caso de Tailandia e Indonesia;

■ países donde la contribución de la energía nucleoeléctrica está disminuyendo, como en la Argentina, México y Sudáfrica;

■ países donde la contribución de la energía nucleoeléctrica es pequeña, pero está creciendo, como en el Brasil, China y la India;

■ países donde la contribución de la energía nucleoeléctrica es grande y la tendencia es que se mantenga así, como en la República de Corea.

Estas disímiles situaciones indican que la energía nucleoeléctrica se utilizará por mucho tiempo en

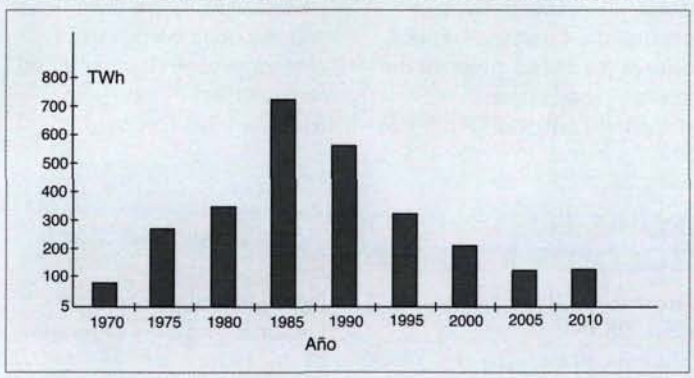
ESTIMACIONES DE LA GENERACION TOTAL DE ELECTRICIDAD Y CONTRIBUCION DE LA ENERGIA NUCLEOELECTRICA

Grupo de paises	1997			2000			2010			2020		
	Total elec. TWh	Nuclear TWh	%	Total elec. TWh	Nuclear TWh	%	Total elec. Twh	Nuclear TWh	%	Total elec. TWh	Nuclear TW h	%
América del Norte	4050	707,3	17,5	4173	678	16	4610	616	13	5092	419	8,2
				4298	692	16	5240	687	13	6387	859	13
América Latina	880	20,9	2,4	976	20	2,1	1350	25	1,8	1797	22	1,2
				1034	20	1,9	1644	32	1,9	2387	69	2,9
Europa Occidental	2678	838,2	31,3	2792	836	30	3114	837	27	3339	639	19
				2892	836	29	3684	882	24	4602	1013	22
Europa Oriental	1725	250,8	14,5	1725	287	17	2051	307	15	2626	230	8,8
				1777	298	17	2274	372	16	3208	482	15
Africa	384	12,6	3,3	419	13	3,0	606	13	2,2	897	13	1,5
				425	13	3,0	676	13	2,0	1102	33	3,0
Oriente Medio y Asia Meridional	949	9,1	1,0	1099	10	0,9	1790	24	1,4	2915	46	1,6
				1146	12	1,0	2152	39	1,8	4040	89	2,2
Asia Sudoriental y el Pacífico	494			556			863			1341		
				572			977	4,7	0,5	1669	54	3,2
Lejano Oriente	2782	437,5	15,7	3130	446	14	4632	706	15	6857	835	12
				3221	448	14	5246	895	17	8545	1335	16
Total mundial	13924	2276,3	16,3	14869	2291	15	19017	2529	13	24864	2204	8,9
				15365	2319	15	21894	2925	13	31940	3933	12

Nota: En las proyecciones para el 2000, 2010 y 2020, las distintas columnas, cuando proceda, son estimaciones altas y bajas

Fuente: Estimaciones sobre energía, electricidad y energía nucleoeléctrica hasta el 2020, OIEA. Edición de julio de 1998.

CONTRIBUCION DIFERENCIAL DE LA ELECTRICIDAD GENERADA MEDIANTE ENERGIA NUCLEOELECTRICA, 1970-2010



diverso grado. Con el paso de los años, las razones que llevaron a los países a seleccionar centrales nucleares han cambiado ostensiblemente. Sin embargo, no hay muchas dudas acerca de que la sociedad utilizará esta tecnología para producir electricidad en el futuro previsible.

Aunque ha quedado por debajo de sus posibilidades, la energía nucleoeléctrica, como fuente de energía duradera y diversa que se basa en la ciencia y la tecnología, sigue estando en condiciones de contribuir a satisfacer las necesidades de electricidad. Este es el factor clave que debe tenerse en cuenta al considerar cuán útil pudiera ser la aplicación de la energía nucleoeléctrica en un país específico.

Más importante todavía es la necesidad de comprender que la ciencia nuclear, base de la energía nucleoeléctrica, es común a todas las demás aplicaciones nucleares con fines pacíficos en la medicina, la agricultura, la industria, la ciencia y en otras esferas, lo que hace que la tecnología repercuta de manera general en la sociedad. En un estudio realizado en Estados Unidos, en 1992, se descubrió que las aplicaciones no energéticas con fines pacíficos relacionadas con la ciencia y la tecnología nucleares suponen gastos de 357 000 millones de dólares anuales y que 3,7 millones de empleos están asociados a estas aplicaciones, de los cuales 1,6 millones están relacionados directamente con la esfera nuclear. Asimismo, dio a conocer que, al parecer, la industria estadounidense de las aplicaciones nucleares no energéticas excede en más de cuatro veces a la industria de la energía nucleoelétrica, lo que refleja la tendencia observada en casi todos los demás países que se ocupan de la ciencia y la tecnología nucleares.

La reducción de las expectativas iniciales en relación con la energía nucleoeléctrica y la influencia directa de las fuerzas del mercado en las decisiones que se adoptan en materia de energía parecen haber emparejado el juego. Sin embargo, éstas y otras fuerzas también han promovido estudios más detallados de la tecnología en todas sus aplicaciones con fines pacíficos, en cuanto a sus ventajas específicas y sus limitaciones para la producción de electricidad y para otros usos. ❐