

- [19] J.-M. Place, «Vera Molnar, Regard sur mes images». *Revue d'esthétique*, 7, 1984.
- [20] R.C. Read, «Combinatorial problems in the theory of music». *Discrete Mathematics*, 167-168: 543–551, 1997.
- [21] M. Rottman, «Donald Judd's Arithmetics and Sol LeWitt's Combinatorics. On the Relationship Between Visual and Mathematical in New York Art Around 1960». In M. Emmer, ed., *Imagine Math 3. Between Culture and Mathematics*, Springer, 2015.
- [22] A. Schoenberg, «Composition with Twelve Tones». A: *Style and Idea. Selected Writings of Arnold Schoenberg*, Faber & Faber, 1975, pp. 102–143.
- [23] W.A. Sethares. *Rhythm and Transforms*. Springer, 2007.
- [24] Vera Molnar. <http://www.veramolnar.com/>.

## Heisenberg i Bohr a «Copenhaguen»

Pep Bujosa

Associació Catalana de GeoGebra

Com recordareu, en aquesta secció del número anterior, vaig parlar de l'obra de teatre que el grup l'Enjòlit va representar a Barcelona sobre el teorema de Fermat. En el col·loqui, al final de la representació a la qual vam assistir un bon grapat de persones vinculades directament amb les matemàtiques, el professor Sebastià Xambó va preguntar als actors si havien vist l'obra de teatre *Copenhaguen*. Ells van respondre que no, però que n'havien sentit a parlar. A quina obra es referia el professor Xambó?

Avui us parlaré d'aquesta obra, que vam poder veure al Teatre Nacional de Catalunya entre el 28 d'abril i el 6 de juny de 2011.



### L'autor

Michael Frayn n'és l'autor. Va néixer a Londres l'any 1933 i té una àmplia producció teatral, farcida de diversos premis. També ha estat

traductor i adaptador a l'anglès de Tolstoi i, sobretot, de Txékhov. En la temporada 1985–86, es va representar al Romea una adaptació seva de *Mel salvatge*, de Txékhov, dirigida per Pere Planella i, al Condal, la seva *Pel davant i pel darrera*, que va ser un gran èxit de públic i crítica.

### «Copenhaguen»

Va estrenar *Copenhaguen* l'any 1998 al National Theatre de Londres, on es van fer més de 300 representacions. L'abril del 2000 es va estrenar a Broadway i va guanyar els premis Tony a la millor obra, millor actriu i millor direcció. Dos anys més tard, va ser adaptada al cinema per Howard Davies.

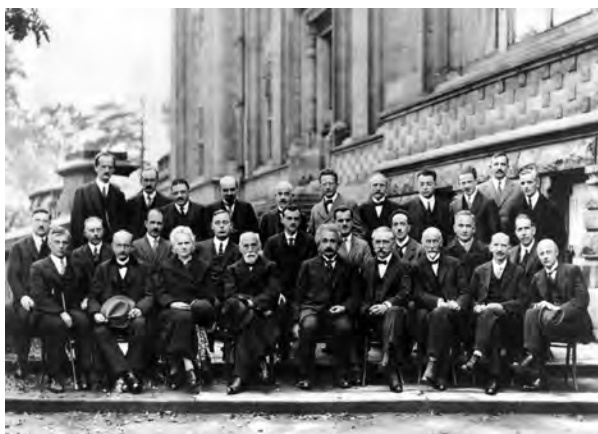
Després de tot aquest èxitós recorregut, arriba a Barcelona l'any 2011. L'abril s'estrena al Teatre Nacional de Catalunya sota la direcció Ramon Simó i amb l'actuació memorable, de Rosa Renom, Lluís Marco i Pere Arquillué.

### L'argument

L'obra tracta de la famosa reunió que van tenir els físics Niels Bohr, danès, i Werner Heisenberg, alemany, el 1941 a la ciutat de Copenhaguen, en qualitat de mestre i d'antic deixeble, i enemics per la situació dels seus dos països durant la Segona Guerra Mundial. En aquell moment, Alemanya ja havia ocupat Dinamarca. En realitat, del contingut

d'aquella reunió n'ha transcendit molt poc. Tant Bohr com Heisenberg no van donar explicacions del que van parlar en la seva breu trobada. Aquí l'autor aprofita aquest misteri per suposar com podia haver transcorregut la trobada.

Relata que el presumpte tema principal de la conversa va ser el paper de física teòrica i, per tant, d'alguna manera, de les matemàtiques, en el desenvolupament de l'energia nuclear, amb el perill que representava que els alemanys poguessin fabricar la bomba atòmica abans que els aliats.



Formalment, situa els dos físics i Margarida, dona de Bohr, com a tres esperits que es retroben després de la mort. D'aquesta manera poden comentar tot el que va passar quan eren vius, ara que ja són lliures de qualsevol interpretació de les seves actuacions.

Recorden quan es van conèixer:

MARGARIDA: ... *El primer que van fer quan es van conèixer és anar a caminar. Després d'aquella conferència a Göttingen, Niels, immediatament, va anar a cercar a aquell jove atrevit que havia qüestionat les seves matemàtiques i se'l va emportar a caminar pel camp. Caminar, parlar, conèixer-lo... Molta de la física del segle XX la van fer a l'aire lliure...*

Recorden el seu treball conjunt:

HEISENBERG *Ah! Quins anys aquells! Aquells tres anys! I que curts que se'm van fer!*

BOHR *Del 1924 al 1927.*

HEISENBERG *Des que vaig arribar a Copenhaguen a treballar amb tu.*

BOHR *Fins que te'n vas anar a fer-te càrrec de la teva càtedra de Leipzig.*

HEISENBERG *Tres anys d'una primavera aspra, vigoritzant, típica del nord d'Europa.*

BOHR *Al final de la qual teníem la mecànica quàntica, el principi d'incertesa...*

HEISENBERG *Teníem la teoria de la complementarietat...*

BOHR *Teníem la totalitat de les interpretacions del grup de Copenhaguen.*

HEISENBERG *Novament Europa amb tota la seva glòria. Un nou renaixement, amb Alemanya en el lloc que es mereixia, en el centre de tot. I qui va obrir el camí?*

MARGARIDA *Vosaltres dos.*

## Heisenberg, el calculador

Heisenberg (1901–1926) volia doctorar-se inicialment en matemàtiques, en concret en teoria de nombres. De mica en mica, es comença a interessar per la física teòrica i acaba fent el doctorat sobre la turbulència dels fluids. En el seu treball demostra el gran talent matemàtic que té i, en canvi, és menys hàbil en l'experimentació de laboratori.



Aquesta destresa matemàtica serà fonamental en tota la seva trajectòria científica. Per a ell, les matemàtiques són fonamentals per a qualsevol avenç en la nova física que estaven desenvolupant. Tant és així, que, com ha dit el personatge de MARGARIDA, quan encara era molt jove va gosar corregir matemàticament el ja famós Neils Bohr. El 1925 proposa la seva mecànica matricial. Una eina matemàtica que serà fonamental per arribar al seu principi d'incertesa, bàsic per a tot el desenvolupament de la mecànica quàntica.

HEISENBERG ... *Recordo la nit en què les matemàtiques van començar a harmonitzar amb el principi d'incertesa. Sí, va ser terriblement esgotador. Cap a les tres de la matinada aconseguí resoldre el problema. Semblava com si mirés a través de la superfície del fenomen atòmic i veiés un bell món interior. Un món d'estructures purament matemàtiques. I sí, era molt feliç!*

### Però, de què van parlar el 1941?

Durant l'obra, es van fer diferents aproximacions del contingut específic de la seva conversa. Com que no es coneix exactament què es van dir, l'autor fa una proposta:

BOHR ... *I vam sortir. A fora, sota els arbres de la tardor. A través dels carrers foscos per por dels possibles bombardejos... Amb total indiferència ell comença a fer-me la pregunta que s'havia preparat.*

HEISENBERG *¿Té algú, com a físic, moralment el dret de treballar en l'explotació pràctica de l'energia atòmica?*

MARGARIDA *El gran xoc.*

BOHR *M'aturo. S'atura.*

MARGARIDA *Així és com treballaven.*

HEISENBERG *Ell em mira, horroritzat.*

MARGARIDA *Finalment, ara sap on és i que està fent.*

HEISENBERG *Ell fa mitja volta.*

MARGARIDA *Just quan ha començat el xoc, ja s'ha acabat.*

BOHR *Ja tornem cap a casa, ràpidament.*

MARGARIDA *Ja estan tots dos escapant un de l'altre, en la foscor.*

HEISENBERG *La conversa s'ha acabat.*

BOHR *La nostra societat també.*

HEISENBERG *I la nostra amistat.*

En tota la representació van parlar tant dels progressos científics que van protagonitzar com de la repercussió històrica i moral de la fabricació de la bomba atòmica en el projecte Manhattan, en el qual va participar Bohr. I mentrestant, a Alemanya, Heisenberg seguia treballant per als nazis en la fabricació d'un reactor nuclear que també podria esdevenir una bomba. Sempre ens quedarà el dubte del grau de col·laboració real de Heisenberg en els avenços atòmics alemanys o si, de manera conscient, els va frenar. Però per què va anar a visitar Bohr el 1941? Què volia d'ell? La incògnita continua. . .

### Copenhaguen, Barcelona, Madrid

Si us heu quedat amb ganes de veure aquesta magnífica obra, teniu la oportunitat de fer-ho a Madrid. Del 23 de maig al 30 de juny de 2019 es representarà al Teatro de la Abadía, sota la direcció de l'argentí Claudio Tolcachir (*L'omissió de la família Coleman*) i amb l'actuació d'Emilio Gutiérrez Caba, Carlos Hipólito i Malena Gutiérrez. <http://www.teatroabadia.com/es/temporada/544/copenhague/>

