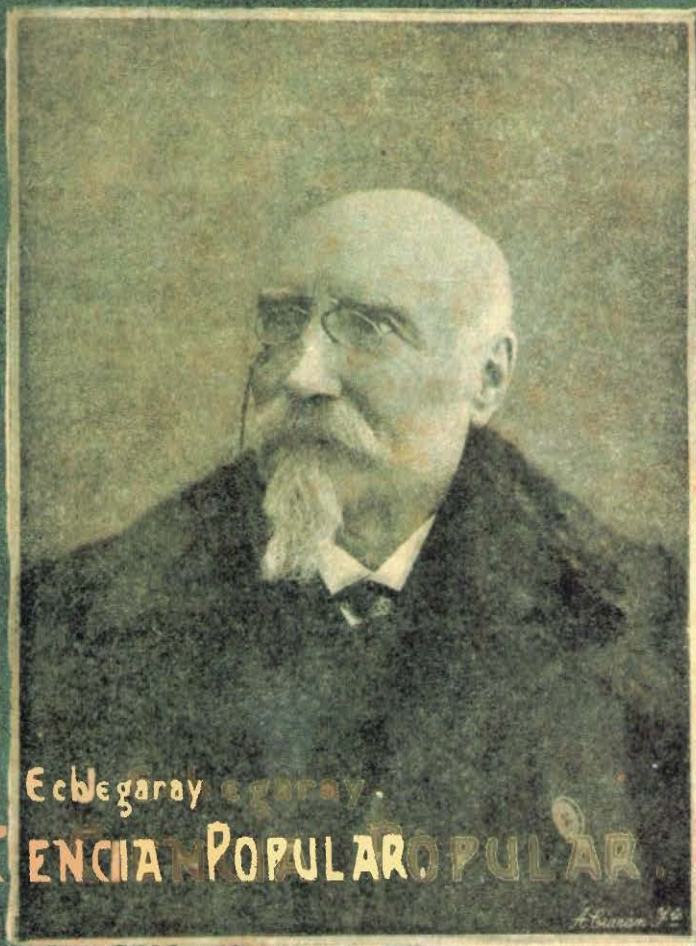


AN
C
B

REVISTA DE BACHILLERATO N° 9 • JUNIO 1999 • 1.500 Pts. JUNIO 1999 • 1.500 Pts.

CATEDRA
NOVA



Monográfico:
La Ciencia ~~puertas~~ puertas
del ~~del~~ Tercer Milenio (I)

CATEDRÁTICOS DE INSTITUTO

LA CIUDAD MÁS PEQUEÑA CONOCIDA

Virginia Vadillo Rodríguez, Miguel Á. Suero Rodrigo y Joan Brull Calbet

Alumnos de la asignatura del 2º ciclo de la licenciatura de Física de la UNEX:
"Didáctica de la Física".

Profesor: Ángel Luis Pérez Rodríguez. Catedrático de Instituto

INTRODUCCIÓN

El relato que leeremos a continuación estaba originariamente pensado como una actividad interesante a desarrollar en la clase de Física y Química, en el momento en que se estudiara el apartado de Física Moderna. El cuento ayudaría a los alumnos, que en ocasiones ven la asignatura como algo farragoso y pesado, a comprender y estudiar de manera más amable el modelo atómico y la distribución electrónica. Una vez iniciado el proyecto se consideró una manera diferente de enfocar la actividad, que es la que a continuación se describe:

El cuento puede ser presentado en clase de lengua a los alumnos que comienzan el Bachillerato (LOGSE) para valorar el nivel de lectura comprensiva que han alcanzado con la ESO. Puede leerse en clase (sin querer compararse los autores a ningún clásico de la literatura española) para realizar un comentario del mismo y repartir algunas fotocopias a los alumnos. Como actividad se proponen una serie de preguntas que pueden utilizarse para comprobar que la lectura ha sido comprensiva. En estas preguntas se incide en las partes del relato más interesantes para el segundo objetivo de este cuento. En esta primera parte no se debe comentar el significado del cuento, ni realizar ningún tipo de analogía de todo lo relacionado con la Física y Química.

Por ahora, para el alumno, el cuento no será más que eso, un cuento, bastante malo (seamos sinceros), que ha servido como ejercicio de comentario de texto, o como actividad de lectura comprensiva.

Pasado un tiempo prudencial que es recomendable que sea suficiente como para que el alumno vea el relato con la distancia necesaria, pero no tan dilatado como para que llegue a olvidarlo, se retornará al relato en la clase de química. Para sorpresa de los alumnos, cuando se vaya a hablar (o mejor después de haber hablado) del átomo (modelo atómico, nociones de números cuánticos, principio de exclusión de Pauli...); se les recuerda el cuento, releyéndolo y volviendo a contestar a las preguntas de comprensión (Anexo I). Ahora el estudio que se hace del cuento será completamente distinto, ya que se mencionarán las analogías existentes entre la ciudad del relato y el modelo atómico estudiado y que se recogen en el Anexo

II. En el Anexo III se recogen las preguntas de Física y Química equivalentes a las que aparecen referidas al cuento en el Anexo I.

Podemos tratar de imaginarnos cuál será la sorpresa de los alumnos al descubrir que algo visto en una asignatura de Letras tiene utilidad en una de Ciencias, y viceversa.

Si la actividad se realiza por parte del alumnado de forma comprensiva, éste entenderá clara y fácilmente las reglas que sigue la configuración electrónica del átomo, de manera que se habrá dado un paso adelante en el estudio de la Física y Química que ya hubiesen querido los autores del relato (y aventuramos que no sólo ellos) haber dado en su momento.

CUENTO

El profesor Parrado hacía los últimos preparativos. Se había levantado antes de lo normal, hoy les iba a mostrar a sus alumnos todo lo que habían estudiado estas últimas semanas. Contento, aunque cansado, partía al instituto. "Vaya atasco. Algo ha pasado ahí delante". Es cierto, múltiples sirenas se escuchaban y algunas se veían en el siguiente cruce.

Poco después Fernando Parrado llegaba al instituto. Eran las 8:20 y pronto empezaría la clase.

* * *

Ana se despertó entre unos matorrales. Todo era muy extraño, muy distinto, no se respiraba el mismo ambiente. Estaba asustada y se escondió en el matorral. Tímidamente miró a su alrededor y vio que se encontraba en una calle que parecía circular con unos pisos muy altos. Sin embargo, mirando hacía lo que parecía el centro de la ciudad, se dio cuenta que los pisos iban perdiendo altura. Las *calles* eran circulares y concéntricas. En el centro de toda aquella estructura urbana se encontraba lo que parecía un llamativo *lago*. Cada calle era como una copia más grande o más pequeña de la anterior, dependiendo de la dirección en la que mirase. Sólo variaba el número de *edificios* que las comprendía, lo cual era lógico, una calle muy pequeña no podía tener demasiados edificios.

De repente alguien apareció sigilosamente. Tenía un aspecto extraño y curioso. Ana se asustó mucho y gritó, escondiéndose veloz en el matorral. Su corazón comenzó a latir con fuerza, estuvo mucho rato intentando analizar cada ruido, cada señal que pudiera indicar peligro. Ella también había escuchado como el extraño ser gritaba. Tras un largo rato, y a pesar del miedo que invadía su cuerpo, decidió asomar la cabeza. El personaje que le había parecido ver se había esfumado. Finalmente, optó por abandonar su escondite. Alrededor sólo acertaba a ver la calle con sus *edificios*, todos *de distinta altura*. Pudo leer un cartel en el que ponía: "CALLE 4". Además observó que la calle sólo tenía *cuatro edificios: uno de una, otro de dos, otro de tres y otro de cuatro plantas*. Los llamaban respectivamente *edificios tipo 0* (porque no tienen ninguna altura sobre el piso bajo), *tipo 1*, *tipo 2* y

tipo 3. Es decir, el tipo del edificio coincidía con el número de plantas que tenía sobre la planta baja (y con el número de sótanos). Osea el "tipo" del edificio era una unidad inferior a su número de plantas.

En las calles contiguas los edificios eran todos iguales a los de la calle en la que se encontraba. Sin embargo, la más externa, la calle 5, tenía un edificio más, de cinco plantas. En la más interna, la calle 3, ocurría lo contrario. Tenía los mismos edificios que la calle cuatro, pero faltaba el de cuatro plantas. El más alto era sólo de tres. Mientras estaba absorta en el extraño paisaje, una voz procedente de otro matorral cercano la sorprendió.

* * *

- Buenos días -saludó el profesor Parrado-. Un reconfortante olor a café le llegó nada más entrar en la sala de profesores. Es increíble cómo está el tráfico hoy. Creo que ha habido un accidente por aquí cerca.

- Sí, es cierto. Yo también he escuchado las sirenas cuando venía hacia acá- contestó el director-. Tú, Mariano, que siempre te enteras de todo, ¿sabes lo que ha ocurrido?

- No sé nada, pero ya nos enteraremos. No te preocupes -dijo Mariano, el conserje del instituto.

El profesor Parrado apuró el café mientras escuchaba el timbre que anunciaba el inicio de las clases. Era hora de enseñar a sus alumnos.

* * *

- ¿Quién eres? -preguntó la voz, entrecortada. Ana buscó rápidamente un sitio donde esconderse, pensando en el ser anterior, pero decidió responder.

- Soy Ana -dijo temerosa.

El matorral comenzó a agitarse. Lentamente el raro personaje de antes apareció. Tenía pinta de haber salido de una película de marcianos de los setenta. También parecía asustado y daba la sensación de ser amable

- ¿Quién eres? -volvió a preguntar, ya más tranquilo- ¿qué haces aquí?

Los dos habían sufrido un gran susto en su accidentado encuentro, pero ahora parecían más confiados.

- Soy Ana y no sé como he aparecido aquí. Yo iba al instituto y de repente me encontré entre estos matorrales.

El muchacho se quedó pensando extrañado. Comprendía tan poco como Ana el porqué ella se encontraba allí.

- ¿Al instituto? -preguntó-. No sé qué es, pero da igual. Yo soy Espincito y supongo que querrás ocupar un lugar en la ciudad, como todos hacemos, y disfrutar de ella.

Espincito no dejaba de hablar mientras observaba atentamente a Ana desde todas las posiciones posibles. Decía cosas poco inteligibles para ella, pero eso parecía importarle poco. Finalmente, decidió invitarla a su casa.

- Yo vivo en aquel edificio -dijo señalando el piso de cuatro plantas-. Es el piso más alto de esta calle, la calle cuatro. ¿Quieres venir?

Ana afirmó con la cabeza y se fue con él. Mientras andaban por la calle circular, se fueron encontrando con más seres extraños a los que Espincito saludaba. Aquí parecían conocerse todos. En la calle había cuatro edificios pero ninguno con la misma altura. Había pisos de una, dos, tres y cuatro plantas.

- Esta es mi casa, ven, entra -se ofreció Espincito muy caballerosamente-. Entraron en el edificio.

- Ven por aquí, yo vivo en el otro lado de la ciudad -le indicó Espincito.

Ana no comprendía que quería decirle con eso de que vivía al otro lado de la ciudad. Al entrar en el edificio, se dio cuenta que tenía tres plantas hacía arriba y tres hacía abajo, con una planta intermedia, pero desde todas se veía el lago. Parecía como si la ciudad fuera simétrica respecto de un plano, en el que se encontraba la planta intermedia y también el gran lago. Tres plantas boca arriba y tres boca abajo, más la intermedia. Era algo muy extraño, como todo en aquel lugar.

Llegaron al rellano de una planta donde sólo había *dos puertas*, una a la derecha y otra a la izquierda. Espincito abrió la *puerta derecha* con una llave, que giró también a la *derecha*. Ante ellos se observaba una habitación pequeña y muy simple. Contenía tan sólo una cama, un sofá frente a una gran ventana, una silla y una mesa al otro lado de la estancia. A Ana le llamó la atención la gran ventana que daba vida a la habitación, tanto el sofá como el camastro estaban de forma que se podía ver en todo momento el gran lago a través de ella.

- ¿Vives solo? -preguntó Ana.

- Sí, aquí todos los habitantes vivimos solos. Necesitamos asomarnos a la ventana de vez en cuando para sentir el efecto agradable del lago; como sólo hay una por casa, preferimos vivir solos.

- Hay muchas cosas diferentes donde yo vivo -dijo Ana con voz muy asustadiza-. Por ejemplo las calles circulares, los pisos...

- Tranquila, ahora te iré explicando cómo vivimos pero primero vamos a curar esos rasguños.

Mientras decía esto, Espincito sacó unos frascos de lo que parecía un botiquín y comenzó a curar las heridas que tenía Ana, que ni siquiera se había dado cuenta de ellas.

* * *

- Buenos días a todos, chicos, despertaos, que empieza la emocionante clase de hoy. - El profesor Parrado iba a comenzar su clase, una introducción al modelo atómico, y unas breves nociones del llenado electrónico y el principio de exclusión de Pauli, todo ello aderezado con unas gotitas de números cuánticos, vamos lo que se dice una clase rica, rica.

Tan sólo había un asiento vacío en la clase: "Vaya pena", pensó Parrado cuando, al entrar en el aula, se dio cuenta que hoy había faltado una de las alumnas que más interés hacia la Física mostraba, "le hubiese interesado el tema de hoy".

* * *

- Desde luego tus heridas tienen muy mala pinta, espero que no te duelan mucho -le dijo Espincito.

- La verdad es que no, ni siquiera me había dado cuenta; es extraño, porque no me acuerdo de cómo me las he podido hacer. Hay tantas cosas de las que no me acuerdo -contestó Ana.

- Esto no tiene pinta de curarse, la verdad es que pienso que debes visitar a los dos primeros habitantes de la ciudad, son los más ancianos del lugar y los más sabios, decía Espincito con tono de respeto y admiración.

- ¿Y por qué no me acompañas? -dijo Ana-. Yo no sé si conseguiré encontrarle.

- Lo siento mucho, pero no puedo. Para nosotros no es muy fácil moverse de una calle a otra. Existe un número máximo de habitantes por calle, y no nos está permitido sobrepasar ese número. Ahora, todas las calles están completas. Por eso no puedo acompañarte. Pero no te preocupes, conseguirás encontrarles tú sola. Ellos viven en la CALLE 1, y allí sólo hay una casa.

Ana se despidió de Espincito, decidida a encontrar a aquellos sabios ancianos. Mientras marchaba hacia el centro de la ciudad, Ana sufrió un extraño efecto, su desplazamiento era a "saltos", no podía permanecer entre 2 calles, sólo podía "saltar" de una a otra. Se iba fijando que a medida que se iba acercando al centro, los edificios de las calles iban siendo cada vez más bajos (coincidiendo el número de la calle con el número de edificios que tenía) y que cada vez le costaba más trabajo "saltar" de una calle a la siguiente.

Finalmente, Ana llegó a la calle, que rodeaba al lago. Era todo muy raro, el lago tenía algo que atraía. Parecía emanar una luz brillante. Sin duda era lo que daba vida a la ciudad.

Llamó a la puerta izquierda. Tras un momento de espera, la cerradura se giró a la izquierda y la puerta se abrió. Apareció un anciano con una larga barba blanca, "¿Quién eres tú?" -Preguntó con una voz achacosa, pero firme, dirigiéndose a Ana.

- Me llamo Ana. Espincito, un chaval que vive en la calle cuatro, me dijo que tal vez usted podría ayudarme.

- Espincito, Espincito -se preguntaba el anciano-. Me suena su nombre, pero... ¿en qué piso vive?

- Creo recordar que vive en el portal cinco, en el tercer piso derecha.

- Bien, bien, así que, jovencita, vienes de muy lejos según parece, ¿no? -Preguntó el anciano atusándose su larga barba blanca-. Veo que no conoces la estructura de nuestra ciudad. En la cuarta calle nunca puede haber cinco edificios, sólo cuatro.

- Cierto, era en el cuatro -dijo Ana, sonrojándose.

- No te preocupes, ya creo saber quién es. Y ahora dime en qué puedo ayudarte. Parecía que el anciano realmente se preocupaba por ella y le estaba tratando de ayudar.

- Espincito me dijo que quizá usted podría curarme estas heridas. La verdad es que no me duelen, pero parecen graves, además no recuerdo como me las he hecho.

El anciano las observó detenidamente y se quedó bastante sorprendido; Ana estaba magullada por completo, sus heridas, aunque abiertas, no sangraban y ni siquiera le dolían!

- Chica lo tuyo es increíble, nunca había visto nada igual, ¿estás segura que no te duelen? Llamaré a mi colega, vive en la *puerta derecha*. Tras unos golpes impacientes la cerradura se giró a la *derecha* y otro anciano apareció.

- ¿Por qué me molestáis? -preguntó enfadado-. ¿Es que no tenéis nada mejor que hacer?

Desde luego el carácter de este sabio era *opuesto* al del otro más simpático.

- No te enfades -respondió el más amable-. Esta chica necesita nuestra ayuda.

Ambos la observaron otra vez. Desde luego era muy extraño. Los dos se pusieron a cuchichear mirando a Ana de vez en cuando.

- Sospechamos lo que te puede pasar -dijo uno tras un momento- pero primero hablemos de ti. Es importante que te conozcamos más.

Ana comenzó a explicarles como era su ciudad y le expresó su deseo de regresar. La conversación se alargó durante horas, pues aquello que Ana contaba parecía interesarle mucho a los ancianos.

* * *

- ¿Alguna duda? -preguntó el profesor Parrado-. Bien, como no tenéis ninguna duda ahora va a salir alguien a la pizarra. Veamos si realmente lo habéis entendido.

Los alumnos bajaron la cabeza, fingiendo leer, escribir,... Era la reacción típica, siempre reticentes a ese tipo de actividades. Se decidió por el compañero de Ana, Pedro. Un suspiro de alivio salió de toda la clase, menos de Pedro, claro.

Mientras Pedro se encontraba en la pizarra, esforzándose por hacerlo bien, la clase empezó a alborotarse. A través de la ventana podía verse al director hablando con unos policías municipales. Algo había pasado.

* * *

Cuando Ana terminó de satisfacer su curiosidad, les interrogó acerca del lugar donde se encontraba. Entonces los viejos comenzaron a narrarle una extravagante historia, la historia de su ciudad.

- Viendo lo que me cuentas si que entiendo tu asombro, ese lago es la razón de nuestra existencia en comunidad. Todos los ciudadanos nos sentimos en gran parte atraídos por el lago, esto hace que intentemos tener nuestro hogar lo más cerca posible del mismo. Por eso yo, que soy el más anciano, ocupo esta posición de privilegio en la primera calle, mientras que los que van llegando buscan su hogar en los edificios vacíos más cercanos que encuentren. Aunque, como nuestra sociedad ha sufrido siempre problemas con la altura, *preferimos en ocasiones un piso bajo, aunque esté una calle más alejada, que un piso muy alto una calle más cercana.*

Aquí la superficie donde vivimos es como una hoja de papel (plana y delgada), no maciza como es donde tu procedes; por lo tanto la colonia es completamente simétrica y el lago puede ser visto tanto por los pisos superiores como por los inferiores.

Aquí todas las calles, como habrás podido observar, son circulares y concéntricas. Las identificamos adjudicándoles un número, según la distancia al lago, siendo así mi calle la número uno, la siguiente la número dos, y así, sucesivamente. Ese número además coincide con el número de edificios que hay en esa calle. Como habrás podido observar en una misma calle no hay edificios iguales, todos son de alturas diferentes.

- Es muy interesante pero, ¿por qué los pisos se distribuyen así? -preguntó Ana nerviosa.

- Tranquila, joven, esto es una razón de espacio. Las primeras calles (cercanas al lago) son menores que las siguientes y a nosotros no nos gusta vivir apelmotados, si te fijas nunca hay un edificio pegado a otro; así que cada calle va teniendo un edificio más que la anterior.

- Qué curioso, ¿y por qué la diferencia de alturas de los edificios?

- Se hizo así porque nosotros no podíamos distinguir entre dos edificios iguales en la misma calle, imagínate el caos que se organizaría; así por ejemplo, la segunda calle tiene un edificio como el mío, con una sola planta, y otro con una planta baja, otra hacía arriba y otra hacia abajo. Por esto se optó por hacer un edi-

ficio con una planta más, tanto a un lado como al otro del plano. Así podemos distinguirlos tanto si caminamos por un lado o por el otro.

- Podrís haber construido edificios con más plantas, así podría vivir más gente cerca del lago -comentó Ana.

El anciano dejó caer una leve sonrisa y pacientemente continuó hablando, comprendiendo la difícil situación en la que se encontraba Ana.

- Para no tapar a las calles siguientes la visión del lago, puesto que es muy importante para todos nosotros poder verlo y sentirlo. Por ejemplo, si construyéramos edificios más grandes en la primera calle, las más externas ya no podrían sentirlo.

- ¿Por qué se construyen tantos pisos hacia abajo como hacia arriba? -Ana estaba asombrada por el relato del anciano, y en ese momento no parecía acordarse de su situación; tan sólo quería conocer la historia de esta curiosa colonia.

- Otra característica de la colonia es que en cada planta de cada edificio hay dos casas y todos los hogares son individuales, así que en cada planta vivimos dos personas.

Los viejos siguieron contándole más cosas acerca de la extraña ciudad, de su formación y de las numerosísimas anécdotas que les habían sucedido en ella. El relato parecía extenderse de forma interminable.

* * *

Una vez que llegó el recreo Parrado se dirigió directamente donde se encontraba el director, quería saber que razón había llevado a la pareja de policías a aquel, hasta entonces, tranquilo instituto.

-¡Vaya desgracia! -el director estaba aturdido; esto preocupó a Parrado, pues éste solía ser un hombre extremadamente tranquilo- los policías que viste vinieron a comunicarnos que el accidente del que hablamos esta mañana implicaba a una de nuestras alumnas, Ana Canessa, ahora está en coma, en el hospital San Juan de Dios.

* * *

Tras mucho relatar los viejos le indicaron a Ana que sólo el lago podía tener la solución a su problema. "Dirígete al lago e introdúctete en él sin miedo", recuerda que le dijeron los ancianos.

De repente el cielo se oscureció, algo extraño se sentía en el ambiente. Una tormenta se avecindaba sobre la ciudad. Los habitantes se intranquilizaban por momentos. Ana no sabía qué sucedía.

El cielo iba oscureciéndose más y más. Ana, aterrada, comenzó a correr sin saber muy bien donde iba. De repente comenzaron a caer numerosos rayos. La población miraba temerosa al cielo, parecía que todos tenían un miedo irracional

a la tormenta. Pronto descubriría porqué sucedía esto, algunos rayos impactaron sobre ciertos habitantes, los cuales, doloridos y temerosos ante otros impactos, tan pronto podían ponerse en pie comenzaban a correr, refugiándose en las casas que otros habían abandonado en su carrera hacia el exterior de la ciudad. Ana no sabía que hacer, por un lado quería salir de la ciudad, pero, por otro, no sabía a donde le llevaría esto, así que decidió volver al interior y seguir el consejo que le habían dado los ancianos. Estaba tan asustada que no le importaba lo que le pudiera suceder al adentrarse en el extraño lago.

Nada más entrar en el lago la oscuridad se hizo en torno a ella; por un lado se sentía agobiada por la misma, pero algo le hacía sentirse tranquila, como si todo esto no fuera más que un sueño, un extraño sueño.

* * *

Unos días más tarde el profesor Parrado fue a visitar a Ana al hospital, se había enterado que todo había ido bien y la muchacha evolucionaba favorablemente, aquella misma madrugada había salido del coma.

Nada más entrar por la puerta el profesor, Ana, sorprendida, le dijo:

- Tengo que contarle una maravillosa historia...

ANEXO I

Para comprobar la capacidad de lectura comprensiva de los alumnos se les pide que lean de nuevo el cuento intentando buscar las respuestas a las siguientes preguntas:

1. ¿Cuántos habitantes pueden vivir en la segunda calle?

R: 8 habitantes, 2 en el edificio de tipo 0 y 6 en el edificio de tipo 1 (2 en cada uno de sus 3 niveles (1, 0, -1)

2. ¿Qué es lo que mantiene a la ciudad unida, formando una comunidad?

R: El lago, que se encuentra en el centro de la misma.

3. ¿Podría un vecino de la tercera calle vivir en una cuarta planta?

R: No, porque la altura del piso más alto de cada calle (contando la planta baja) coincide con el número de cada calle. Luego en la calle tercera el edificio más alto es el de tres plantas.

4. ¿Cuántos habitantes pueden vivir en un edificio de tipo 1?

R: 6 habitantes. En los pisos: 1º Der., 1º Izq.; Bajo Der., Bajo izq.; Sótano (-1) der., Sótano (-1) izq. Desde cada parte de la ciudad estos edificios se ven de 2 plantas: planta baja y primera planta.

5. ¿Cuántos habitantes pueden vivir en el piso más alto de la calle 3?

R: 10 habitantes. En la calle 3 hay 3 edificios, uno de tipo 0 otro de tipo 1 y el más alto que es de tipo 2. Los edificios de tipo 2 tienen 2 plantas hacia arriba, 2 hacia abajo y la planta baja, en total son 5 plantas a 2 viviendas por planta.

6. ¿Si llegara un habitante nuevo y hubiera libres las siguientes viviendas: "calle 3, edificio tipo 2, planta 2-derecha" y "calle 4, edificio tipo 3, planta 2-izquierda", cuál habitaría?

R: El primero porque está en una calle más cercana al lago.

7. ¿Cómo reaccionan los habitantes cuando sufren una tormenta?

R: Corren hacia el exterior, ocupando temporalmente casas lejanas al lago que se encuentran vacías. En cuanto pasa la tormenta regresan a casas más cercanas al lago.

8. ¿Podría un habitante recién llegado a la ciudad ocupar la dirección: "calle 3, edificio tipo 1, planta 2-derecha"?

R: No, porque los edificios tipo 1 solo tienen 3 niveles: bajo, +1 y -1.

9. Si Ana decidiese establecerse en la ciudad, ¿podría vivir con su novio?

R: No, porque en cada vivienda del poblado sólo puede vivir una persona.

10. Si la ciudad está llena hasta el edificio tipo 1 de la calle 3, ¿qué edificio inauguraría un nuevo ciudadano, el de tipo 2 de la calle 3 o el de tipo 0 de la calle 4?

R: El segundo, porque se gasta menos energía con el alumbrado de la nueva calle que con la luz de la escalera y el ascensor de un edificio de tipo 2. Pero esto son excepciones, la regla general es que se llena antes el que está más cerca del lago.

ANEXO II

Las analogías entre la ciudad del cuento y el modelo atómico son las siguientes:

1. **Átomo:** se identifica con la *ciudad*.
2. **Núcleo:** es el *lago* de la ciudad, en torno al cual se estructura la misma.
3. **Electrones:** son los *habitantes* que se sienten atraídos por el lago.
4. **Niveles energéticos:** se identifican con las *calles*; así el número de cada calle se corresponde con el número cuántico principal (n).
5. **Subniveles. Tipos de orbital:** Los *edificios*, los distintos números y tipos de edificios, se corresponden con los diferentes números y tipos de subniveles (y con los valores del número cuántico secundario l).

6. **Orientación de los orbitales:** se corresponde con la *planta* de cada piso (número cuántico magnético m).

7. **Spín:** a esto se refieren las *puertas derecha e izquierda* de cada planta, recalándose la forma de abrirse las mismas con un sentido de giro de la llave opuesto.

8. **Llenado electrónico:** el anciano explica como *crece la ciudad* desde las calles más internas a las más externas. A veces, por razones de ahorro de energía, se pueblan antes edificios (subniveles) bajos de calles (niveles) más alejadas, que edificios (subniveles) altos de otras calles (niveles) más cercanas al lago en las que hay viviendas libres.

9. **Excitación electrónica:** Los habitantes (los electrones) adquieren energía gracias a los rayos que caen durante la tormenta y ocupan temporalmente niveles más energéticos que otros menos energéticos que están vacíos.

ANEXO III

Una vez estudiado el modelo atómico en la clase de Química se pueden plantear las siguientes preguntas, equivalentes a las efectuadas al final del cuento unos meses antes:

1. ¿Cuántos electrones caben en el segundo nivel ($n=2$) electrónico?

R: 8 electrones, 2 en el subnivel de $l=0$ y 6 en el de $l=1$ (2 para cada uno de sus 3 valores de m : 1, 0, -1).

2. ¿Qué es lo que mantiene a los electrones unidos al átomo?

R: El núcleo, que se encuentra en el centro del mismo y los atrae.

3. ¿Podría un electrón del tercer nivel tener de número cuántico $m=3$?

R: No, porque en el nivel 3 el subnivel de mayor n° cuántico es de $l=2$ y en este tipo de subniveles el mayor valor de m es 2.

4. ¿Cuántos electrones puede tener un subnivel de $l=1$?

R: 6 electrones.

5. ¿Cuál es el mayor número de electrones que puede tener un subnivel del nivel 3?

R: 10 electrones. En el nivel 3 hay 3 subniveles, uno con $l=0$, otro con $l=1$, y el más complejo con $l=2$. Los subniveles de $l=2$ tienen electrones con $m=-2,-1,0,-1,-2$ y en cada uno de ellos el spin puede ser de $+1/2$ o $-1/2$.

6. ¿Si llegara un electrón nuevo y hubiera libres los siguientes orbitales: " $n=3, l=2, m=2, s=+1/2$ " y " $n=4, l=3, m=2, s=-1/2$ ", cuál ocuparía?

R: *El primero porque está en un nivel más cercano al núcleo.*

7. ¿Cómo reaccionan los electrones cuando reciben energía?

R: *Saltan hacia el exterior, ocupando temporalmente niveles lejanos al núcleo que se encuentran vacíos.*

8. ¿Podría existir el orbital: " $n=3, l=1, m=2, s=+1/2$ "?

R: *No, porque si $l=1$ m no puede valer 2.*

9. En un mismo átomo, ¿puede un electrón tener los 4 números cuánticos iguales que otro?

R: *No, lo impide el principio de exclusión de Pauli.*

10. Si el átomo está lleno hasta el subnivel $l=1$ del nivel 3, ¿qué subnivel inauguraría un nuevo electrón, el de $l=2$ del nivel 3 o el $l=0$ del nivel 4?

R: *El segundo, pero esto son excepciones, la regla general es que se llena antes el que está más cerca del núcleo.*

PROPUESTA:

Se puede plantear a los alumnos que continúen relatando el cuento: ¿Qué sucederá si dos ciudades de este tipo entran en guerra (De las de antes. De las de infantería. No de estas "modernas" que todo se hace con aviones.) y en una de ellas hay sólo un habitante en su última calle y la otra tiene su última calle casi llena de habitantes?