

## LIMIAR

*Manuel R. Bermejo Patiño*

*Coordinador do número especial*

Como di un dos autores deste libro, nun seu artigo, “...antes da vida e do universo foi a química”.

O Universo existe porque, como consecuencia do *Big Bang*, nos primeiros segundos despois, formouse unha sopa de partículas que darían lugar á formación do primeiro elemento químico do universo: o hidróxeno. Sírvanos este recordatorio da historia do noso universo e de todo canto nos rodea, porque este número do noso Boletín, será dedicado novamente á celebración/peche do Ano Internacional da Táboa Periódica e como recordatorio da celebración do 150 aniversario da publicación da Táboa Periódica por Dimitri Mendeleev.

O hidróxeno, citado máis enriba como primeiro elemento formado logo do *Big Bang*; os elementos que constitúen a nosa vida (C, H, N, O e 55 elementos máis); os 92 elementos atopados sobre a cortiza terrestre; os 118 elementos coñecidos ata hoxe; ... etc. Todos eles integran o Sistema Periódico que, os químicos hoxe, utilizamos para facer Ciencia e construír o Estado do Benestar actual.

ENCIGA sumouse ás celebracións deste Ano Internacional con moi variadas actuacións, entre outras a publicación dun número especial do noso Boletín, o Nº 87, que iniciaba a celebración do Ano e nos animaba a tod@s a tomar parte activa no mesmo. Cando remata este Ano queremos pechalo con outro número especial: o que, agora, tedes nas vosas mans.

No Boletín Nº 87 pretendiamos, quen coordinamos o número, contestar preguntas dos *por que* e dos *para que* do Sistema Periódico. Neste número preténdese afondar un chisco máis nesas cuestións; pero sobre todo pretendemos analizar como, o Sistema Periódico, influíu e inflúe na vida e na práctica científica dos moi diversos autores que participan nel. Como o S. P. determinou a actividade vital de variados químicos e de diversos científicos de moi variadas idades e distintas especialidades.

O prologuista e coordinador deste número pretendía que, moitos dos diversos autores dos traballos explicaran que representou e representa par eles a Táboa Periódica na súa vida profesional diaria. Veredes como, un dos autores, expresou perfectamente esta pretensión dicindo “...evocar aos elementos da táboa periódica é falar das miñas inquedanzas, preocupacións, intereses, inimizadas ou motivacións, en poucas palabras, é rememorar a propia vida”. Nestes artigos poderedes comprobar como viviron, cada un dos autores que participan neste libro, o sistema periódico na súa profesión

Nos seguintes 18 capítulos, e ao longo de máis de 270 páxinas, pretendemos aportar moita máis información e coñecemento sobre canto de transcendente segue sendo hoxe a táboa periódica.

No Boletín Nº 87 estudouse moitos dos *por que* e algúns *para que*; máis quedan aínda moitas preguntas por plantexar e resolver, entre outras: quen somos. Nun dos artigos deste número faise

fincapé en que, os seres vivos, somos “CHNO”: a química da vida está baseada no carbono. Máis, podería estar baseada no silicio?. Algún dos nosos preparados lectores podería tentar dar resposta a esta interesante pregunta.

Vaia por diante que, este libro, estaba pensado para saír do prelo na primavera deste ano 2020, máis ou destino! polo medio agardábanos unha tremenda pandemia. Houbo artigos que non se puideron escribir e cumpriu pechar o número como está hoxe, o que resultou e o que, agora, chega ás vosas mans.

O amigo Ramón Cid, no seu traballo “*A Táboa Periódica máis que Química*”, preséntanos unha profunda reflexión sobre novos aspectos relacionados coa T. P.. Xa sabemos que, a T. P., é moito máis que química e, por elo, o Ramón, ofértanos diversos materiais, que nos poidan servir como motivos de reflexión a todos nós para chegar a conseguir unha mellor formación integral do noso alumnado. Como bo educador de educadores que é, o Ramón, sempre está preocupado por ofertar os máis variados materiais, ao seu alumnado en formación, para que poidan ser utilizados nas aulas. Neste traballo, e dun xeito totalmente transversal, utiliza a historia dos forxadores da T. P. Para mostrarlles non só como é a historia da T. P., senón tamén como é a vida (grandezas e vilezas) dos construtores da T. P.. Utiliza as “*terras raras*” para ensinar como estes metais están inxeridos na vida cotián: a súa historia; o por que dos seus nomes; a súa abundancia; as súas propiedades; a relación cunha cidade sueca; a súa utilidade; o problema da sustentabilidade no seu uso;...etc. A historia de moitos descubrimentos falidos de elementos, lévao a plantexar: os problemas da fe de moitos descubridores; os problemas derivados da identificación real de tales elementos; as presas derivadas de descubrir; os erros da ciencia;...etc. A descrición da historia do descubrimento dalgúns elementos concretos (Tc, Re, Pm..) permítelle amosar a vida dura de moitos científicos (penalidades, frustracións, persecucións, ninguneo,...etc de todos eles) e, ao tempo, a transcendencia da utilización deses novos elementos. O xénero no sistema periódico dálle pe para a presentación de D.C. Hoffman, quen sempre foi considerada coma un “*home*” máis do grupo de científic@s de Berkeley; sendo ela a lideresa dese grupo de investigadores. Remata o artigo ofrecendo as súas reflexións sobre as miserias humanas na T. P.. Todas estas propostas que nos ofrece o Ramón hanvos servir para reflexionar, todos cantos vos dediqueades a lelo, tanto como o fixen eu.

Sandra F. Fariña escribe un luminoso traballo sobre a aplicación da táboa periódica na didáctica da aula. No seu artigo “*Construíndo unha táboa periódica sostible*” ofrécenos un resumo do seu traballo de fin de mestrado no que tenta que, o alumnado, estableza na súa formación relacións entre ciencia tecnoloxía, sociedade e medio ambiente, na pretensión de que perciban a educación científica en xeral, e a da química en particular, como útil, e mesmo fundamental, para a vida actual. Utilizando as redes sociais, tan propias da vida do estudantado, pretende e explica no seu artigo como, esas redes sociais, poden conseguir atraelos para levalos á comprensión e á interacción coa táboa periódica de modo que cheguen a coñecer os elementos químicos que a integran e consigan aprender e valorar a súa utilidade no medio no que vivimos para que. Sandra pretende que, o noso alumnado, chegue a comprender, a respectar e a defender o medio ambiente.

O profesor Suso Fidalgo, no seu artigo “*de Hidróxeno a Hidróxeno*”, ofrécenos unha reflexión do que, para el, significou o sistema periódico ao longo da súa vida académica. Tomando como puntos de partida fitos da súa vida docente, chega á conclusión de como, o hidróxeno, foi un elemento clave nun monte de decisións e actividades que realizou. Como nos comenta o Suso, o hidróxeno, é para el a trabe de todo: base da auga, que da vida á nosa vida; do modelo *standar* da física, onde xoga un papel transcendental na nucleosíntese dos restantes elementos químicos; nos moitos xogos que se poden deseñar para traballar na aula, para comprender a utilidade da táboa

periódica,...etc. Como moitos outros autores, que neste libro seleccionan outros elementos químicos, o Suso preséntanos a utilidade do coñecemento e do uso do hidróxeno na didáctica da aula.

Encantador é o artigo de Tino Armesto no que, lembrando o gran libro de Primo Levi sobre a Táboa Periódica, reflexiona sobre que representou para el, ao longo da súa vida, o Sistema Periódico. O traballo titulado “*Primo Levi a táboa periódica e máis eu*” é alegre, documentado, prolixo e actual. As súas reflexións, sobre ese feixe de elementos químicos que selecciona porque impactaron a súa vida, é viva e vivificante tanto polo que para el representaron como polo que hoxe representan. O seu artigo fainos soñar sobre moitas ideas que, todos nós, en maior ou menor medida, fomos sentindo ao longo das nosas vidas, sobre canto nos suxiren os distintos elementos químicos. A relaxante lectura deste traballo non ha deixar a ninguén indiferente; pois a visión que presenta o Tino é moi particular. Polemista como é daranos ocasión de coincidir e discrepar moito coa súa visión dos elementos químicos e, sobre todo, hanos levar a considerar ao sistema periódico como algo vivo e operante.

Temos reflexionado moito, no noso Boletín, sobre a contribución dos españois á táboa periódica e, tamén, como se foi ensinando os elementos químicos do Sistema Periódico na Universidade de Santiago ao longo do século XIX. Neste número seguimos aprofundando nas contribucións de personalidades da ciencia universal e galegas á comprensión e transmisión da táboa periódica de Mendeleev.

Ana González Noya et al. escriben un artigo no que presentan a relación entre Marie Anne Paulze e a táboa periódica: o título é “*Marie Anne Paulze no descubrimento do osíxeno*”. Nel, os autores, presentan a súa opinión sobre o papel xogado por, Marie Anne, no descubrimento do osíxeno. Lembran a participación de Marie na elaboración da táboa das substancias simples que, Lavoisier, inclúe no seu libro “*Tratado Elemental de Química*” e revisan as posibles achegas ao descubrimento do osíxeno. Sitúan na historia da química do osíxeno as relevantes achegas de Scheele e Priestley á síntese deste importante gas, dándolles a paternidade que lles corresponde. Presentan tamén as enormes achegas de Lavoisier á comprensión da utilidade deste elemento, particularmente o papel xogado na teoría da combustión, ata colocalo na cerna do que hoxe representa na historia da química. Utilizando achados históricos recentes, sobre unha carta entre Scheele e Lavoisier, tratan de colocar no seu xusto punto cal foi a intervención de Marie Anne na historia deste importante elemento da táboa periódica.

No artigo “*Xosé Rodríguez Carracido e a lei Periódica*”, Paco Fierros, explica o comportamento do químico galego, Rodríguez Carracido, diante da aparición da nova táboa periódica de Dimitri Mendeleev. Explica, o Prof. Fierros, como, sendo Carracido contrario ás ideas da teoría do atomismo, chegou a interesarse polo que el entende como unha “*lei periódica*” e chega a comprender a súa utilidade práctica porque, segundo Carracido, permite “un proceso de ordenación ou clasificación dos pesos atómicos dos elementos”. Por todo elo considera que, esa lei, debe ser transmitida no seu libro para que sexa coñecida e aprendida polos seus alumnos. Nos seus libros, Carracido, irá recollendo esa “*lei periódica*” e ordenará os elementos químicos segundo o chamado “diagrama en espiral da táboa periódica de Mendeleev segundo Williams Crookes”.

Noutro traballo “*Tomás Batuecas: un químico galego no Sistema Periódica*”, realizado por Ramon Cid et al., analízase a importancia e as diversas achegas do grupo de investigación de Química Física da Universidade de Santiago, dirixido por Tomás Batuecas, na determinación de masas atómicas rigorosas dos máis variados elementos químicos. Se explica como utilizando o método das “*densidades lindes gasosas*” e o do chamado “*método Roengenométrico*” se pode chegar a calcular con enorme precisión as masa atómicas dos elementos (N, Na, K, Mg, Si, Al, Ag, Pb,...)

cunha rigorosidade e precisión extraordinaria. A categoría deste grupo galego de investigación permitiulle publicar nas revistas do máis alto prestixio internacional como *Nature*. O prestixio do profesor Batuecas levouno a presidir a Comisión Internacional de Pesos e Medidas da IUPAC. Coñecer a nosa historia hanos permitir valorar moito máis a valía da nosa Universidade e comprender mellor as achegas realizadas.

Manolo Vicente é un dos mellores comunicadores galegos da ciencia que temos no noso país. Dende os seus numerosos e variados programas de radio, TVG, cafés-teatro,...etc, ven pulando por dar a coñecer na nosa sociedade a transcendencia da Ciencia no desenvolvemento do mundo actual. No seu artigo sobre a divulgación científica titulado “*A Táboa Periódica, a Química e os Medios de Comunicación*” tenta reflexionar sobre a *noticiabilidade* da ciencia e, de modo moi particular neste ano, sobre a *noticiabilidade* do Sistema Periódico na vida cotián. Achega informacións da prensa diaria, ao longo dos últimos anos, sobre a *noticiabilidade* da aparición dos elementos químicos superpesados, así como sobre Dimitri Mendeleev. A moso como, ás veces, son moito máis noticiais os pseudocientíficos e as pseudociencias que a propia ciencia e os seus cultivadores. Remata constatando como transcorre a vida da comunicación científica entre as augas turbulentas e as tranquilas do mundo actual.

Un grupo de profesores de química, especialistas nos campos da: Q. Analítica; Q. física; Q. Inorgánica; Q. Orgánica, Q. Técnica; Edafoloxía..etc. presentan variados traballos nos que, desde opinións moi abertas, nos ofrecen as súas visións de como é para eles a T. P.. Reflexionan sobre como influíron sobre eles, os elementos químicos, tanto nas súas actuacións como na súa actividade académica e investigadora ou como na toma de decisións da súa profesión,...etc. É interesante comprobar como dous dos traballos presentados comentan o futuro da química ligada á química do deseño computacional: tanto Emilio Martínez, que traballa en teoría de grafos; como Fran Rivadulla, especialista na química e a funcionalidade dos nanomateriais subliñan este aspecto. Prevén que, o deseño computacional, xogará no futuro un papel semellante ao que a Táboa Periódica xogou no pasado. Presentan o “*Materials Genome Project*” como unha iniciativa que, utilizando técnicas de computación, permite explorar posibles combinacións de elementos químicos que podan chegar a ser de utilidade tecnolóxica ou industrial.

A Profesora Carme Yebra, no seu artigo “*Química Analítica e Táboa Periódica ou viceversa*” estuda a relación biunívoca entre a T. P. e a materia da química analítica. Utilizando unha ampla historia da Q. A. trata de dar resposta á pregunta, é a Q. A. a orixe da T.P.? Para elo vai debullando, elemento a elemento, como estes, se foron descubrinto a partir dos seus minerarios: partindo da definición, dada por Parecelso, do que era a arte da química “*a resolución do mixto, a separación do que é puro de aquilo que está impuro*”. A súa exposición é moi ampla e documentada; ao longo desta historia vai relacionando a obtención dos distintos elementos, partindo dos seus minerarios na natureza, coa utilización das diversas técnicas analíticas que se ían descubrinto ao longos dos séculos XVIII e XIX .Estuda a influencia da Q.A. na ordenación dos elementos químicos, no que sería a T. P. de Mendeleev e remata reflexionando sobre como a Q. A. é debedora da T. P., ao contribuír esta: ao desenvolvemento da Q. A. cualitativa, que conduciría ás aparicións das chamadas marchas analíticas e, tamén, á aparición da Q. A. cuantitativa que permitiría a comprensión da cantidade de analito contido en cada mostra a ensaiar. Traballo interesante para cantos queiran coñecer, resumidamente, a historia da química analítica.

Que significa a Táboa Periódica para un químico físico hoxe?. Os autores que quixeron responder este reto, neste número, consideran que o que fixo Mendeleev, ao publicar a súa T. P., foi racionalizar, ordenar e predicir o comportamento dos elementos químicos; ao igual que antes fixera Carl Linneo, coa clasificación de todas as especies do mundo animal e vexetal, ou como logo

faría a física-cuántica ao clasificar as partículas que ían constituír, seguindo o modelo *standar*, os átomos que constituirían os elementos químicos.

O profesor Emilio Martínez entende a T. P. como unha ecuación matemática que condensa moito do coñecemento existente sobre os elementos químicos. Como químico físico teórico que é desenvolve modelos e traballa con computadores que son quen de explicar o comportamento dos elementos químicos. No seu artigo “*A Táboa Periódica na era do Machine Learning*”, intenta facernos comprender o que para el é a T. P.. Logo dunha inicial información numérica do contido da T. P., pasa a presentarnos a súa particular visión sobre a mesma: como entende a constitución dos elementos químicos, pola súa posición na T. P. que determina a súa reactividade; a teoría de grupos, coa que está en condicións de construír matrices que conteñan o número atómico, a valencia e o radio covalente dos átomos; o uso da *Machine Learning*, para a resolución de problemas científicos, mediante o cálculo computacional. Na súa lectura comprobaredes que nos amosa unha visión moderna e novedosa dun campo novo da Q.F.

O profesor Fran Rivadulla escribe un traballo titulado “*A importancia da Táboa Periódica nas Ciencias dos Materiais*”, no que parte da transcendencia da T. P. comentando que é similar a: a clasificación taxonómica de Carl Linneo, que permitiu a ordenación do mundo mineral e animal, tamén á clasificación de partículas do modelo *standar* da física, que deu conta da formación dos elementos químicos. Neste artigo, ao igual que na súa investigación, estudia o papel xogado pola T. P. na ciencia dos materiais para nos introducir na comprensión daqueles elementos químicos que determinan o magnetismo e a aparición dos materiais magnéticos. Explica o comportamento diamagnético, paramagnético e ferromagnético dos elementos para xustificar as súas aplicacións. Como consecuencia desas aplicacións nos introduce nos campos dos materiais útiles no caso da eficiencia enerxética escribindo sobre: os materiais para o aproveitamento das enerxías naturais; os materiais para o transporte e o almacenamento de enerxías; os materiais para a conversión enerxética;...etc. O mundo dos nanomateriais é un mundo especial e moi singular; pois a dimensión “*nano*” xera unha singularidade “*singularidade*” aos elementos químicos, como indica o Fran. Remata o seu artigo conducíndonos ao que pode ser o futuro da química neste campo da Q.F. co uso das técnicas computacionais na ciencia dos materiais. Como xa indicamos coincide co profesor Emilio Martínez, no tocante ao uso de ordenadores superpotentes que permitirán a realización de experimentos computacionais. Este deseño computacional, anticipan, xogará no futuro un papel semellante ao realizado pola T. P dos elementos químicos no pasado.

Como determina, a Táboa Periódica, o desenvolvemento da Química Inorgánica? Dous traballos tratan de dar respostas a esta pregunta desde visións ben distintas.

Marcelino Maneiro et al. escriben un traballo “*A Táboa Periódica na Química Inorgánica*” no que ofrecen a súa reflexión sobre a relación que existiu ao longo da historia da química entre a Q. I. e a T. P. Nel van reflexionando como, no século XVIII, a química era case toda inorgánica. No século XIX nace a Q. O. como a Química dun único elemento da T. P., o carbono, esta disciplina vaise desenvolver rapidamente para se converter nun campo amplo do saber na Química. Pouco despois aparecerá a Q. F. para poder comprender e explicar como se producen as reaccións tanto orgánicas como inorgánicas que dan lugar á formación dos novos compostos. Os autores seguen analizando a historia das relacións entre a Q. I e a táboa periódica ao longo do século XX, e como, desde entón, se foi desenvolvendo exponencialmente o número de compostos químicos preparados desde mediados deste século, logo da aparición de novos campos como: a Q. de Coordinación; a Q. Organometálica; a Q. dos Novos Materiais; a Q. Bioinorgánica. Tamén explican como ven, na actualidade, o desenvolvemento da Q. I. e como, os químicos que cultivan esta rama da química, seguen buscando respostas aos *porqués* e aos *para qué*s derivados do estudio da Táboa Periódica.

Os profesores Carlos Platas et al., no seu traballo "*O fascinante grupo dos elementos lantanoides. Terras Raras?*", nos ofrecen unha particular visión da Q. Inorgánica. Nela nos contan como é de transcendente na actualidade o coñecemento da química deste metais *non tan raros*. Empezan presentando unha ampla introdución sobre a historia da aparición e da beneficación destes elementos químicos e, tras amosarnos a súa distribución estratéxica ao longo do mundo, se dedican a considerar as súas importantes propiedades químicas. Rematan o seu capítulo explicando algunhas das súas importantísimas aplicacións e suxerindo que o realmente raro, neste grupo de elementos, non é que sexan consideradas raras estas terras, senón que, aínda hoxe, non se lles recoñeza a súa importancia social.

Dous traballos amosan como a Táboa Periódica determinou o devir da Química Orgánica e como, hoxe, esta química xa non é só a química do carbono, considerando que outros elementos son obxecto do interese dos químicos orgánicos.

A profesora Susana López escribe un artigo no que pretende presentar unha visión da táboa periódica na que, a química orgánica, non só é a química do carbono; senón de moitos outros elementos químicos: pois, hoxe, son moitos outros elementos do Sistema Periódico os que son imprescindibles non só na síntese dos novos compostos orgánicos, senón que, tamén, son esenciais na composición de todos aqueles compostos orgánicos con interese bioquímico. No seu traballo "*Unha visión (particular) da Táboa Periódica desde a Química Orgánica*" utiliza a súa vida académica como nexa de unión para irnos amosando a influencia dalgúns profesores na súa incorporación á investigación científica. Igualmente nos ensina como se comportan os elementos químicos distintos do carbono e como se utilizan na actualidade na preparación dos máis diversos compostos químicos orgánicos de importancia social. Remata o seu traballo sinalando, ao igual que o fan outros autores, como as ramas do saber científico non son xa compartimentos estancos. Compre botar por terra as barreiras que, ao longo dos últimos 150 anos, se foron establecendo entre as diversas químicas. Segundo Susana, chegou o momento de interconectar non só as químicas entre si senón, esas diversas químicas, coas distintas ramas das Ciencias.

O amigo Xavier Sardina nos escribe un artigo fascinante, desde o título "*Mecánica Cuántica, a Táboa Periódica e algo de filosofía. Unha combinación imbatible na investigación en Química Orgánica*", no que nos plantexa a transcendencia dunha educación humanística na formación global dun científico (o coñecemento da lóxica de Aristóteles, as ensinanzas da Serendipia, o manexo da navalla de Ockham,...etc. son básicos na formación do noso alumnado; ata o remate do seu artigo no que di "*...calquera ferramenta.....só é tan afiada como a mente que a emprega e a man que a manexa*". Neste traballo nos explica como o manexo de ferramentas como a Mecánica Cuántica e a T. P. son útiles na comprensión da síntese e da reactividade de novos compostos orgánicos. O Xavier aplica esta doutrina na súa vida académica e investigadora diaria; así nos presenta algúns exemplos da investigación do seu equipo: na síntese total de moléculas orgánicas, como a preparación dun enolato ou no descubrimento da reacción de Estanna-Brook; pero tamén no estudio do olor, como unha propiedade periódica?. Xavier non ha deixar indiferente a ningún lector e havos dar que pensar sobre a importancia da formación intelectual global do voso alumnado e sobre o transcendente que é o uso das propiedades periódicas na química actual. Tamén apunta na dirección da importancia no futuro da química computacional.

O profesor emérito de enxeñería química, Alberto Arce, escribe un artigo titulado "*Buscando na táboa periódica dos elementos químicos*" no que intenta presentarnos a súa visión da táboa periódica estudando a importancia industrial duns determinados elementos químicos. Amósanos a súa visión da facultade de química de fai 60 anos e nos introduce no que, para el, foi a busca dos elementos químicos que o perfilaron como especialista na enxeñería química. Partindo do que el chama "*os catro parámetros necesarios para definir a natureza*", definidos polos filósofos

presocráticos (Terra, Auga, Aire e Fogo) expresa a súa impresión da transcendencia que teñen, os elementos químicos que os integran, na vida mesma. Estuda os compoñentes do aire ( $N_2$ ,  $O_2$ ) e da auga ( $H_2$ ,  $O_2$ ) e, logo de explicar os seus procesos de obtención, pasa a destacar a súa utilidade na vida actual. Céntrase no seu traballo en resaltar a transcendencia das industrias químicas galegas que, ata hai ben pouco, os producían e transformaban en produtos de importancia industrial. Remata laiándose pola desaparición de todo ese tecido industrial esencial para o noso país pero que, xa, non existe.

Como bo edafólogo que é, Paco Fierros, no seu artigo “*Os Solos na Táboa Periódica*” aborda o estudio da composición dos solos. No seu traballo vai debullando como é esa composición e explora, e nos ensina, como son oito, nada máis, os elementos químicos que integran maioritariamente os solos. Os elementos O, Si, Al, H, Fe, C, Ca, e K son, por orde de abundancia, os elementos químicos do sistema periódica que compoñen, case na súa totalidade, os solos. Relaciona, os chamados elementos *siderófilos*, con aqueles elementos químicos derivados da nucleosíntese que ten lugar nas supernovas; de modo que, na terra, abundan fundamentalmente aqueles elementos químicos que teñen número atómico baixo.

O prologuista e coordinador deste exemplar pretende no traballo “*A Química, a Táboa Periódica e o Estado do Benestar*” deixar por escrito a súa visión do papel xogado pola T.P./ S.P. na consecución do Estado de Benestar. No artigo recóllese historicamente como, o Sistema Periódico e a Química, determinaron a actual situación do Estado do Benestar. Como o desenvolvemento da química no século XIX é debedora da publicación da Táboa Periódica que iniciou o camiño cara o estado actual de progreso. Utilizando campos do coñecemento químico actuais vai amosando como, a química, foi resolvendo problemas vitais existentes nos séculos XIX e XX (hambrunas, dor, enfermidades infecciosas, a necesaria enerxía, a contaminación, o ocio, a lonxevidade,...etc.). Remata o seu traballo, indicando como se intentará resolver no futuro problemas aínda existentes: como os problemas derivados da contaminación, que xorden como unha derivada do progreso; ou tratar de conseguir chegar a vivir máis de 100 anos. O autor fai unha chamada para que, entre todos, puxemos por conseguir a realización da tan necesaria **3ª REVOLUCIÓN QUÍMICA**. Nas nosas mans está a capacidade de convicción sobre os nosos alumnos para que a realicen.

Que axiña se realice!!!!