

Pronúncia

Mestrado em Ensino de Física e de Química no 3.º ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário

Agradecemos as críticas e sugestões que facilitam os processos de alteração dos conteúdos da Fichas de Unidade Curricular (FUC) e do plano de estudos, os quais, dependendo do nível de alterações têm de passar pelos conselhos científicos e ser aprovados pela A3ES. Assim, respondendo à comissão de avaliação, que sugere que no imediato sejam feitas alterações nos conteúdos, faremos desde já as alterações permitidas, nomeadamente nos conteúdos lecionados, sendo a alteração definitiva das FUC e dos de plano de estudos uma tarefa mais demorada.

Este Ciclo de Estudos tem como objetivo último formar Professores de Física e Química com habilitação profissional para o 3º Ciclo do Ensino Básico e Secundário (3º CEB & ES). Pretende-se que os alunos: adquiram os conhecimentos, habilidades e competências requeridas para um excelente desempenho da função de Professores de Física e de Química, nomeadamente, que sejam profissionais críticos, atualizados e interventivos na comunidade escolar e na sociedade; obtenham uma sólida formação científica nas áreas da formação e nas didáticas gerais e específicas, sempre orientados por metodologias de criatividade e inovação; analisem criticamente as orientações de política educativa nacional e as orientações curriculares para os 3º CEB & ES; alcancem capacidades para realizar investigação educacional orientada no sentido de efetuar uma intervenção reflexiva sobre as condições socioeconómicas e mudanças emergentes na sociedade nos contextos de sala de aulas e prática profissional.

Na última década assistimos a um enorme desinteresse dos alunos pela frequência de mestrados profissionalizantes na área da formação de professores em todas as universidades portuguesas, que muito se deve às políticas de contratualização precária dos professores e à imagem negativa desta profissão que se foi construindo na sociedade. Esta visão desvalorizada dos professores, resulta também destes serem vistos mais como organizadores das aprendizagens e declamadores de ciência e não como intervenientes na formação de cidadãos responsáveis e intervenientes na resolução dos grandes desafios da sociedade atual, nomeadamente nas áreas do ambiente e saúde.

Estas políticas estão agora a ter consequências graves com o início da falta de professores profissionalizados em várias áreas, incluindo as de Física e Química. As direções dos dois departamentos, a direção da Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Reitoria da Universidade de Coimbra estão atentos a este grave problema e consideram essencial repensar e apostar a nossa oferta formativa global no domínio da formação de professores pós-pandemia.

Depois de uma análise reflexiva sobre as recomendações da CAE relativas ao Mestrado do Ensino da Física e da Química da FCTUC e da nossa autoavaliação consideramos relevante proceder a algumas melhorias no sentido de ter uma resposta formativa mais adequada aos requisitos da atualidade. Assim, e tal como sugerido comprometemo-nos a fazer alterações de curto, médio e longo prazo:

1- Curto prazo

Atendendo a que nos encontramos no final do primeiro semestre do ano letivo 2021-22 iremos proceder à revisão dos conteúdos lecionados nas disciplinas de *Didática da Química e da Física II*, *Laboratórios Didáticos de Química* e *História das Ideias em Química*. As FUC revistas serão apresentadas na submissão do novo plano de estudos.

As Didáticas da Física e Química II, a lecionar no segundo semestre do presente ano letivo continuarão a ter como principal objetivo a planificação de aulas e de sequências didáticas do ensino básico e secundário, de acordo com as *Aprendizagens Essenciais*. Será dada uma perspetiva dos meios emergentes (nomeadamente os online), condições atuais (nomeadamente os domínios de autonomia curricular) assim como metodologias (nomeadamente a sala de aula invertida) e o uso das TIC no ensino da Física e da Química. A bibliografia será também atualizada, sendo apresentada em dois níveis. Aquela que é usada em todas as aulas e é referência específica e a bibliografia geral. Além de se retirarem os trabalhos desatualizados, revogados e redundantes das bibliografias, iremos introduzir estes mais recentes, nomeadamente da bibliografia de referência de que damos alguns exemplos:

Taber, K. S. *Foundations for Teaching Chemistry Chemical Knowledge for Teaching*. Routledge, 2020.

Patrick L. Daubenmire (Ed.) *Metacognition in Chemistry Education: Connecting Research and Practice*, ACS, 2017.

Javier García-Martínez, Elena Serrano-Torregrosa (Eds.) *Chemistry Education. Best Practices, Opportunities and Trends*. Willey, 2015.

Mortimer, E. F.; El-Hani, C. N. *Conceptual Profiles: A Theory of Teaching and Learning Scientific Concepts*. Springer Science & Business Media. 2014.

Ingo Eilks, Avi Hofstein (Eds.). *Teaching Chemistry – A Studybook. A Practical Guide and Textbook for Student Teachers, Teacher Trainees and Teachers*, Sense Publishers, 2013.

Zohar, A.; Dori, Y. J. *Metacognition in Science Education: Trends in Current Research*. Springer Science & Business Media. 2011.

Almeida, Maria José B. Marques de. *Preparação de professores de física : uma contribuição científico-pedagógica e didáctica*. Coimbra : Almedina, 2004.

McDermott, L. *Physics by Inquiry. Volume I and II*. John Wiley & Sons, 1996.

Arons, A. *A guide to introductory physics teaching*. John Wiley & Sons, N.Y., 1990.

Para ir ao encontro das recomendações da CAE propomo-nos ainda convidar especialistas nacionais e internacionais em ensino de Física e de Química para, já no 2º semestre deste ano letivo, e no âmbito das referidas disciplinas, proferirem seminários temáticos.

A interligação entre o *Projeto de investigação Educacional* com o *Estágio* tem sido assegurada através de definição da articulação entre o tema dos projetos a desenvolver pelo estagiário, sempre em estreita interligação com a prática pedagógica das unidades de regência atribuídas ao estagiário. Este facto pode ser verificado através das consultas dos Relatórios de Estágio abaixo indicados:

Patrícia Gomes Pinto

<https://estudogeral.sib.uc.pt/bitstream/10316/86273/1/Relat%C3%B3rio%20de%20est%C3%A1gio%20Patr%C3%ADcia%20Pinto.pdf>

Mário Sérgio de Melo Nogueira Figueiredo Gomes

https://estudogeral.sib.uc.pt/bitstream/10316/87953/1/Relat%C3%B3rio%20Est%C3%A1gio_Final.pdf

Já no segundo semestre do corrente ano letivo, a UC de *História das Ideias em Química* irá ser lecionada de forma mais integrada com a UC *História das Ideias em Física*.

A “História das ideias em Química” incidirá essencialmente nas ideias em química numa perspetiva epistemológica. A bibliografia será atualizada e reduzida, criando-se, tal como em DQII, uma

bibliografia fundamental e outra complementar e de consulta. Para esta última passarão uma boa parte das obras que forem mantidas como as clássicas de Partington, mas serão introduzidas outras que estão mais alinhadas com a problemática atual das ideias em química como sejam: Sibel Erduran (Ed.). *Argumentation in Chemistry Education: Research, Policy and Practice*, The Royal Society of Chemistry 2019.

Os “Laboratórios Didáticos da Química” terão como objetivo principal a utilização de meios emergentes e multimídia na preparação e concretização de trabalhos práticos e laboratoriais. Embora essa seja já a metodologia seguida, tal não é refletido claramente na FUC, que será alterada. Os alunos estarão envolvidos na planificação desses trabalhos e nos processos metacognitivos da análise da sua realização e dos seus resultados. O ênfase será dado na utilização prática de micro-escala, meios multimídia, utilização da Internet, recurso a microscópios e outros equipamentos ligados a telemóveis, tablets e computadores, novas formas de organização do trabalho prático, etc.

2- Médio prazo

Os diretores dos departamentos responsáveis pelo ciclo de estudos desenvolverão todos os esforços no sentido da contratação de professores na área da didática da Física e da Química. Os coordenadores do CE são professores doutorados nas áreas da docência do CE.

Os diretores dos departamentos responsáveis pelo ciclo de estudos vão propor a formação de uma Comissão Científica, composta por 6 elementos (os coordenadores das cinco áreas das ciências exatas e naturais da FCTUC, e um elemento de Psicologia e Ciências da Educação da FPCE), para acompanhar os mestrados em Ensino da FCTUC. No âmbito desta comissão será elaborada uma proposta concertada entre os departamentos de Física, Química e Faculdade de Psicologia e Ciência da Educação, de reformulação do plano de estudos do Mestrado em Ensino da Física e da Química.

No que respeita a este Mestrado, para além das alterações indicadas, iremos introduzir, de acordo com as sugestões da CAE, disciplinas optativas nas áreas de docência do ciclo de estudos (Física e Química) que contribuam para dar aos futuros professores uma formação sólida em domínios com relevância para a sociedade. Para apreciação, selecionamos alguns exemplos de disciplinas que serão partilhadas com outros mestrados das áreas de docência:

Área da Química

1. Processos em Química Sustentável

Objetivos

Os principais objetivos da unidade curricular são:

- Desenvolver competências/conhecimentos para implementar na vida profissional sobre processos e reações químicas, tendo em vista a sustentabilidade do planeta;
- Reconhecer e aplicar princípios básicos de Química Verde;
- Desenvolver competências para analisar, sintetizar e compreender processos e reações químicas envolvendo solventes alternativos e processos não poluentes;
- Saber aplicar os conhecimentos adquiridos aplicando-os na sua área vocacional ao nível da abordagem profissional, numa perspetiva de boas práticas ambientais;
- Decidir a melhor estratégia para efetuar processos/reações químicos com interesse industrial atendendo a custo e questões ambientais e saber fundamentar a sua argumentação aquando da tomada de decisões;

- Compreender e saber utilizar as fontes de informação. Desenvolver capacidades para pesquisar e utilizar bibliografia.
- Transpor os princípios da filosofia da Química Verde para a sua intervenção na sociedade como químicos/industriais/professores/ responsáveis.

2. Energia e Opções Energéticas

Objetivos

Os principais objetivos da unidade curricular são:

- Reconhecer o papel das várias alternativas energéticas para as quais a Química contribui e a sua relação com as necessidades energéticas da sociedade atual;
- Reconhecer o potencial e as limitações de várias tecnologias relevantes;
- Identificar os desafios científicos mais importantes das tecnologias emergentes;
- Conhecer a linguagem e reconhecer os instrumentos científicos e as metodologias experimentais na área;
- Conhecer conteúdos específicos na área de estudo, nomeadamente em células solares, na energia da biomassa e do vento, e os princípios fundamentais de termodinâmica e da reatividade quando aplicados a sistemas relevantes para a conversão de energia.

Área da Física

1- Metrologia

Objetivos

Os principais objetivos da unidade curricular são:

- Aprofundar conhecimento dos conceitos fundamentais e normas da metrologia.
- Adquirir conhecimento da estatística do processo de medição.
- Desenvolver capacidade para calcular a incerteza associada ao resultado da medição.
- Adquirir conhecimento dos parâmetros e métodos associados à metrologia de precisão em vários domínios.

3. Ciências Planetárias

Objetivos

- Promover a cultura geral em Ciências Planetárias.
- Conhecer as propriedades mais importantes das diversas classes de corpos do Sistema Solar.
- Compreender fenómenos físicos mais relevantes em Ciências Planetárias.
- Capacidade para resolver problemas.
- Desenvolver a capacidade para estimar resultados por ordem de grandeza.
- Procurar e utilizar publicações científicas especializadas.

Sendo as Ciências Planetárias uma área muito ligada à instrumentação para o Espaço pretende-se ainda o desenvolvimento da capacidade de identificar e conceptualizar:

- (i) a instrumentação para medição de parâmetros observáveis e
- (ii) a modelização necessária para previsão de parâmetros observáveis.

2- Longo Prazo

No que diz respeito à apreciação da CAE acerca das publicações de foro pedagógico, do desenvolvimento de materiais didáticos, do envolvimento em ações de divulgação da ciência junto

de escolas básicas/secundárias e da sociedade em geral, do estabelecimento de protocolos com diversas entidades da comunidade educativa e de investigação no domínio do ensino da física e da química, consideramos que ocorreu uma clara desvalorização dos indicadores apresentados no relatório. Para esclarecer estes aspetos, salientamos os seguintes pontos:

A adequação do perfil do corpo docente do ciclo de estudos é comprovada pela intervenção que desenvolve em vários domínios especificamente relacionados com o ensino das ciências no contexto do sistema educativo português. A título de exemplo, referem-se os seguintes:

- Autores de programas e definição das aprendizagens essenciais em Física e Química do 3º ciclo do ensino básico e ensino secundário;
- Autores e/ou consultores científicos de manuais escolares;
- Membros de comissões de avaliação e acreditação de manuais escolares;
- Realização de ações de formação contínua de professores por docentes certificados pelo Conselho Científico-Pedagógico da Formação Contínua;
- Cooperação com centros de formação contínua de docentes da região centro de Portugal;
- Preparação de estudantes do ensino secundário para a representação de Portugal em Olimpíadas internacionais;
- Coordenação e organização de escolas de excelência dirigidas a alunos do ensino secundário e procuradas por alunos de todo o país, a Escola Quark! e a Escola Molecular.
- Coordenação de projetos Ciência Viva em colaboração com professores das escolas de ensino básico e secundário;
- Colaboração em programas de divulgação científica, realizados nas instalações das Unidades Orgânica e de escolas do 3º CEB e ES;
- Realização de seminários de divulgação da ciência diretamente para ambiente escolar, durante o período de confinamento, nas áreas da *Química e Física*.
- Proferir comunicações convidadas em Encontros nacionais e internacionais de Educação em Ciências.

Relativamente à investigação em áreas específicas do Ensino das Ciências, destacam-se projetos desenvolvidos no âmbito de teses de doutoramento em co-orientação envolvendo docentes dos Departamentos de Física e Química e da Faculdade de Psicologia e Ciências da Educação. Dessa investigação, resultou um aumento substancial de trabalhos publicados em revistas internacionais com revisão por pares; revistas nacionais com revisão por pares; livros e capítulos de livro de edição internacional; livros ou capítulos de edição nacional; publicações em atas (*Proceedings*) de congressos internacionais; publicações em atas de congressos nacionais.

Salientam-se ainda projetos Ciência Viva e projetos de Química e Ambiente organizados em colaboração direta Escola-Universidade. Apresentam-se, de seguida, exemplos selecionados dos últimos anos:

Projetos na área do Ensino da Química e da Física

1. “*Sem Solvente, Mais Ambiente*” - 16ª Edição - Prémio Fundação Ilídio Pinho “*A Ciência na Escola ao Serviço de Portugal*”, Colégio de São Teotónio Coimbra. Escalão: 7ºano, **2018-2019**.
Coordenadora: Joana Pires Colégio São Teotónio; Responsável UC: Marta Pineiro
2. “*Bioplásticos – em Busca de um Futuro Sustentável*” - Prémio Apoio à Promoção da Cultura Científica, Universidade de Coimbra, Agrupamento de Escolas Coimbra Centro, Agrupamento de Escolas de Ferreira do Zêzere. Escalões: 5º ao 11º ano, **2021-2022**.
Coordenador UC: Rui Carrilho
3. “*Video, Chat, e Quadro Negro*”, de José Ricardo Morais Silva Gonçalo, Pedro Sidónio Pereira da Silva, Manuela Ramos Marques da Silva, Prémios Santander-UC de Inovação Pedagógica, **2020**.

Seminários proferidos em escolas

Os Departamentos de Física (<https://www.uc.pt/fctuc/fisica/pt/atividades/>) e de Química (<https://www.uc.pt/fctuc/dquimica/>) disponibilizam um vasto programa de seminários palestras que se realizam nas suas instalações e em escolas do ensino básico e secundário. Em período de pandemia foi mantido este programa com a realização das mesmas por videoconferências.

Livros e capítulos de livros

1. Paixão, Fátima, Pereira, Mariette M., Lucas d. Dias, Marta Pineiro. *Reacción Química - Síntese de la aspirina: opción por principios de la Química Verde*, no livro “Enseñar Química: sustancias, átomos y moléculas” publicado pela Grão Editora, Colecciones Graó Educación, EAN: 978-84-18058-04-2, Barcelona, España em 2020.
O capítulo “La síntesis de la aspirina según la Química Verde” resultou de um projeto de intitulado “Metodologías sustentáveis na síntese de fármacos”, no âmbito do “Programa Escolher Ciência, da Agência Nacional para a Cultura Científica e Tecnológica.
2. Martins, Décio R.; de Almeida, Maria José B. M.; Sá, Marta. "Estágios Pedagógicos, da Formação Contínua e do Desenvolvimento da Investigação Educacional.". In *Pedagogical supervision in the 21st century: challenges of teacher professionalism*, editado por Universidade de Coimbra, 65-98. Coimbra, Portugal: Imprensa da Universidade de Coimbra. 2020.
3. Rodrigues, Sérgio Paulo Jorge. What can Chemists and the Public Learn from Biographies of Chemists? in *Perspectives on Chemical Biography in the 21st Century* (pp.172-179) Edition: Isabel Malaquias, Peter J. T. Morris, Cambridge Scholars Publishing, 2019.
4. de Almeida, M. J. B.; Martins, Décio R. O ensino da física: a formação de professores e as práticas de sala de aula. In *Docência e pesquisa em Física e Astronomia / Ed. Alexandre Shigunov Neto; André Coelho da Silva; Ivan Fortunato (org.)*. – São Paulo: Edições Hipótese, p. 153-174, 2017.

Artigos em revistas nacionais e internacionais no âmbito do ensino da física e da química

Os docentes dos Departamentos de Física e de Química apresentaram uma vasta lista de artigos sobre temas específicos do ensino das duas áreas científicas, sendo aqui apresentados alguns mais recentes ou representativos.

1. Rodrigues, Sérgio Paulo Jorge. "Chemistry and Society: Peer-Review as Teaching and Evaluation Devices within a Multitude of Subjects". Paper presented in *New Perspectives In Science Education*. 10th Edition, Firenze. 2021.
2. Rodrigues, Sérgio Paulo Jorge; Teresa M. O. Garcia; Maria Luz Pérez-Parallé. Corresponding author: Rodrigues, Sérgio Paulo Jorge. "Non-formal Education Outside Buildings: The Case of Shore Chemistry". Paper presented in *11th International Conference the Future of Education*, Firenze, 2021.
3. Bernardo A. Nogueira; Alexandre D. Silva; Maria Inês P. Mendes; Ana Dora R. Pontinha; Carlos Serpa; Mário J. F. Calvete; Alexandra Rocha-Gonçalves; Pedro J. B. S. Caridade; Sérgio P. J. Rodrigues. "Molecular School – a pre-university chemistry school". *Chemistry Teacher International*. 2021.
4. Silva, Manuela Ramos; Silva, Pedro Pereira da. Video versus the blackboard. *Physics World*. <https://physicsworld.com/a/video-versus-the-blackboard/> 2019.
5. Martín-Ramos, Pablo; Silva, Manuela Ramos; Silva, Pedro S. Pereira da. Smartphones in the teaching of Physics Laws: Projectile motion, El teléfono inteligente en la enseñanza de las Leyes de la Física: movimiento de proyectiles. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia* 20, 213-231. 2017.
6. Pereira, Vanda; Martín-Ramos, Pablo; Silva, Pedro Pereira da; Silva, Manuela Ramos. Studying 3D collisions with smartphones. *The Physics Teacher* 55, 312-312. 2017.

7. Fiolhais, Manuel; Nogueira, Rogério. Sistema mecánico con un potencial catastrófico, *Revista Española de Física* 40, 30-33. 2020.
Este artigo foi galardoado com o prémio “Melhor Contribuição Didática nas publicações da RSEF”, atribuído pela Real Sociedade Espanhola de Física (RSEF) em conjunto com a Fundação BBVA.
8. F. Oliveira, J.A. Paixão, Atividade experimental “hands-on” para o estudo das características de um gerador (pilha voltaica) e de um recetor (voltâmetro) com material simples, de fácil acesso e baixo custo. *Revista Brasileira de Ensino de Física* 39(1), e1402(1)-e1402(13). 2017.

Consideramos que estes indicadores são uma boa evidência do envolvimento de professores do departamento de Física e de Química da FCTUC e da Faculdade de Psicologia e Ciências da Educação na investigação no ensino das ciências e da forte interligação com professores das escolas do ensino básico e secundário, mesmo em período de pandemia.

Os Coordenadores do CE e os Diretores dos departamentos responsáveis pelo CE em consonância com a direção da FCTUC e a Reitoria da Universidade de Coimbra, serão desenvolvidas medidas para incrementar a investigação na área da didática das ciências. Pretende-se fortalecer a investigação na área do ensino das ciências e promover um maior envolvimento em redes internacionais.

Pronouncement

Master in Physics and Chemistry Teaching in the 3rd Cycle of Basic and Secondary Schools

We appreciate all the comments and suggestions that certainly will contribute for the changing/improving the contents of the Curricular Unit Course Sheets (FUCs) and the study plan, which, depending on the level of change, will require approval by the scientific boards and also A3ES. Thus, in response to the evaluation committee suggesting that changes should be done straightaway in the contents, we will now make the changes that are allowed by law, particularly in the taught contents. The definitive change of the FUCs and of the study plan will be carried out in a near future.

The ultimate goal of this cycle of studies is to train Physics and Chemistry teachers with professional qualifications for the 3rd cycle of basic education and secondary education (3rd CEB & ES). It is intended that students acquire the knowledge, capacities and skills necessary for an excellent performance of Physics and Chemistry Teaching, namely that they be critical professionals, updated and proactive in the school community and in society; obtain solid scientific training in the areas of training in general and specific didactics, always guided by methodologies of creativity and innovation; critically analyze the guidelines of national educational policy and the curricular guidelines of the 3rd CEB & ES; achieve the ability to conduct educational research oriented towards a reflective intervention on the socio-economic conditions and emerging changes in society, in the contexts of the classroom and professional practice.

In the last decade we have seen a huge lack of interest among students in attending professional master's degrees in the area of teacher training in all Portuguese universities, which is largely due to the policies of precarious teachers' jobs and to the negative image of this career that has been built in the society. This undervalued view of teachers also comes from they being seen as organizers and science declaimers and not as responsible for the training of responsible citizens. Teachers should be more involved in solving the major challenges of today's society, particularly in the areas of environment and health.

These policies are now having serious consequences with the beginning of the lack of professionalized teachers in several areas, including Physics and Chemistry. The directors of both Departments, the direction of the Faculty of Science and Technology and the Rector of the University of Coimbra are aware of this serious problem and consider that it essential to rethink and focus our overall training offer in the field of post-pandemic teacher training.

After a reflexive analysis of the recommendations of the CAE concerning the Master's Degree in Physics and Chemistry Teaching at FCTUC and our self-assessment, we consider that it is important to make some improvements in order to have a training response more appropriate to the current requirements. Thus, and as suggested, we are committed to making short, medium and long-term changes:

5. Short term

Given that we are at the end of the first semester of the academic year 2021-22, we will revise the contents taught in *Didactics of Chemistry and Physics II*, *Chemistry Didactic Laboratories* and *History of Ideas in Chemistry*. The revised FUC will be presented when the new study plans will be submitted.

The Physics and Chemistry Didactics II, to be taught in the second semester of the current academic year will pursue to have as main goal the planning of lessons and teaching sequences of

basic and secondary education, according to the Learning Essentials. An overview will be given of emerging media (namely online), current conditions (namely the areas of curricular autonomy) as well as methodologies (namely the flipped classroom) and the use of ICT in the teaching of Physics and Chemistry. The bibliography will also be updated, and will be presented on two levels: One which is used in all classes (specific reference) and the general bibliography.

In addition to removing outdated bibliography, we will introduce more recent ones:

Taber, K. S. Foundations for Teaching Chemistry Chemical Knowledge for Teaching. Routledge, 2020.

Patrick L. Daubenmire (Ed.) Metacognition in Chemistry Education: Connecting Research and Practice, ACS, 2017.

Javier García-Martínez, Elena Serrano-Torregrosa (Eds.) Chemistry Education. Best Practices, Opportunities and Trends. Willey, 2015.

Mortimer, E. F.; El-Hani, C. N. Conceptual Profiles: A Theory of Teaching and Learning Scientific Concepts. Springer Science & Business Media. 2014.

Ingo Eilks, Avi Hofstein (Eds.). Teaching Chemistry – A Studybook. A Practical Guide and Textbook for Student Teachers, Teacher Trainees and Teachers, Sense Publishers, 2013.

Zohar, A.; Dori, Y. J. Metacognition in Science Education: Trends in Current Research. Springer Science & Business Media. 2011.

Almeida, Maria José B. Marques de. Preparação de professores de física : uma contribuição científico-pedagógica e didáctica. Coimbra : Almedina, 2004.

McDermott, L. Physics by Inquiry. Volume I and II. John Wiley & Sons, 1996.

To fulfil the CAE recommendations, we also intend to invite, in the second semester of this academic year, national and international experts in Physics and Chemistry Didactics to give thematic seminars in the scope of these subject areas.

The interconnection between the Educational Research Project and the Internship has been ensured by the definition of the articulation between the project topics to be developed by the students, always in close interconnection with the pedagogical practice of the teaching units assigned to them. This fact can be checked by consulting the Internship Reports listed below:

Patrícia Gomes Pinto

<https://estudogeral.sib.uc.pt/bitstream/10316/86273/1/Relat%c3%b3rio%20de%20est%c3%a1gio%20Patrícia%20Pinto.pdf>

Mário Sérgio de Melo Nogueira Figueiredo Gomes

https://estudogeral.sib.uc.pt/bitstream/10316/87953/1/Relat%c3%b3rio%20Est%c3%a1gio_Final.pdf

In the second semester of the current academic year, the UC History of Ideas in Chemistry will be taught in a more integrated manner with the UC History of Ideas in Physics. The "History of ideas in Chemistry" will focus essentially on ideas in chemistry from an epistemological perspective. The bibliography will be updated and reduced, creating, as in DQII, a fundamental bibliography and a complementary bibliography. A large part of the references that will be kept, as Partington classics, will be used as complementary bibliography, but other books will be introduced that are more aligned with the current ideas in chemistry, such as: Sibel Erduran (Ed.). Argumentation in Chemistry Education: Research, Policy and Practice, The Royal Society of Chemistry 2019.

The "Chemistry Teaching Laboratories" will have as main goal the use of emerging media and multimedia in the preparation and implementation of practical and laboratory work. Although this is already the methodology used, this is not clearly reflected in the FUC, that will be updated. Students will be engaged in the planning of these assignments and in the metacognitive processes of analyzing their implementation and results. Emphasis will be placed on the practical use of micro-scale, solvent-free reactions, multimedia, use of the Internet, use of microscopes and other equipment connected to cell phones, tablets and computers, new ways of organizing practical work, etc.

2-Medium term

The directors of the departments responsible for the study cycle will make strong efforts to recruit teachers in the area of Physics and Chemistry Didactics. The EC coordinators are professors with a PhD in the teaching areas of the EC.

The directors of the departments responsible for the study cycle will propose the formation of a Scientific Committee, composed of 6 elements (the coordinators of the five areas of exact and natural sciences at FCTUC, and one element from the faculty of Psychology and Educational Sciences (FPCE), to monitor the FCTUC master's degrees in Teaching. In the scope of this committee, a join proposal will be elaborated by the departments of Physics, Chemistry and the Faculty of Psychology and Education Science, for the reformulation of the study plan of the Master's Degree in Physics and Chemistry Teaching.

With regard to this Master's Degree, in addition to the changes indicated, we will introduce, in accordance with the CAE suggestions, optional courses, in the teaching areas of the study cycle (Physics and Chemistry), that will certainly contribute to give to the future teachers a solid training in areas of relevance to society. For consideration, we selected some examples of optional courses, shared with other masters' degrees in the teaching areas:

Chemistry

3- Chemistry in Sustainable Processes

The main goals of the course unit are:

- Develop skills/knowledge, to implement in professional life , about chemical processes and reactions, aiming at the sustainability of the planet;
- Recognize and apply basic principles of Green Chemistry;
- Develop skills to analyze, synthesize and understand chemical processes and reactions involving alternative solvents and non-polluting processes;
- Know how to apply the knowledge acquired in their vocational area, in a perspective of good environmental practices
- Decide on the best strategy to perform chemical processes/reactions with industrial interest considering cost and environmental issues and know how to support their argumentation when taking decisions.
- Understand and know how to use information sources. Develop the skills to search and use bibliography.
- Transpose the principles of the philosophy of Green Chemistry for their intervention in society as responsible chemists/industrialists/teachers/

4- Energy and Energy Options

The main goals of the course unit are:

- Recognize the role of the various energy alternatives to which Chemistry contributes and their relationship to the energy needs of today's society;
- Recognize the potential and limitations of several relevant technologies;
- Identify the most important scientific challenges of emerging technologies;
- Know the language and recognize the scientific instruments and experimental methodologies in the area;
- Know specific contents in the study area, namely solar cells, biomass and wind energy, and the fundamental principles of thermodynamics and reactivity when applied to systems relevant to energy conversion.

Physics

3- Metrology

The main goals of the course unit are:

- To deepen knowledge of the fundamental concepts and standards of metrology.
- Acquire knowledge of the statistics of the measurement process.
- Develop ability to calculate the uncertainty associated with the measurement result.
- Acquire knowledge of the parameters and methods associated with the precision metrology in several domains.

2. Planetary Sciences

Goals

- To promote general knowledge in planetary sciences.
- To know the most important properties of the several classes of bodies of the Solar System.
- To understand the most relevant physical phenomena in Planetary Sciences.
- Capacity to solve problems.
- Develop the ability to estimate results by order of magnitude.
- Search and use specialized scientific publications.

Being Planetary Sciences an area closely linked to the instrumentation for Space, it is also intended to develop the ability to identify and conceptualize:

- (i) the instrumentation for measuring observable parameters and
- (ii) the necessary modeling to predict the observable parameters.

5- Long term

With regard to CAE's assessment of pedagogical publications, the development of teaching materials, the involvement in actions to disseminate science to primary/secondary schools and society in general, and the establishment of protocols with various entities of the educational and research community in the field of physics and chemistry teaching, we consider that there has been a clear devaluation of the indicators presented in the report. To clarify these issues, we highlight the following points:

-The adequacy of the profile of the teaching staff of the study cycle is proven by their intervention in several domains specifically related to science teaching in the context of the Portuguese educational system. See selected examples:

- Authors of programs and definition of the essential learning in Physics and Chemistry of the 3rd cycle of basic and secondary education;
- Authors and/or scientific advisors of textbooks;
- Members of evaluation and accreditation committees of textbooks;
- Carrying out teacher training activities by teachers certified by the Scientific-Pedagogical Council for Continuing Education;
- Cooperation with continuing education centers for teachers in the central region of Portugal;
- Preparation of high school students to represent Portugal in international Olympics;
- Coordination and organization of schools of excellence addressed to high school students and demanded by students from all over the country, the Quark! School and the Molecular School.
- Coordination of Ciência Viva projects in collaboration with primary and secondary school teachers;
- Collaboration in science popularization programs, held in the Organic Units' facilities and in 3rd CEB and ES schools;
- Carrying out science dissemination seminars directly to school environment, during the confinement period, in the areas of Chemistry and Physics.
- Guest lectures at national and international meetings on Science Education.

-Regarding research in specific areas of Science Teaching, we highlight projects developed within the scope of doctoral theses in joint supervision involving teachers from the Departments of Physics and Chemistry and the Faculty of Psychology and Education Sciences. This research has resulted in a substantial increase in the number of papers published in peer-reviewed international journals; peer-reviewed national journals; international books and book chapters; national books or chapters; publications in proceedings of international congresses; publications in proceedings of national congresses.

Also of note are Ciência Viva projects and Chemistry and Environment projects organized in direct School-University collaboration. Selected examples from recent years are presented below:

Projects – Physics and Chemistry Teaching

1. "Solventless, More Environment" - 16th Edition - Ilídio Pinho Foundation Award "Science in School at the Service of Portugal", Colégio de São Teotónio Coimbra. Grade: 7th grade, 2018-2019.

Coordinator: Joana Pires Colégio São Teotónio; Head of UC: Marta Pineiro.

2. "Bioplastics - in Search of a Sustainable Future" - Prize Support for the Promotion of Scientific Culture, University of Coimbra, Coimbra Centro School Grouping, Ferreira do Zêzere School Grouping. Grades: 5th to 11th grade, 2021-2022.

Coordinator UC: Rui Carrilho

3. "Video, Chat, and Blackboard", by José Ricardo Morais Silva Gonçalves, Pedro Sidónio Pereira da Silva, Manuela Ramos Marques da Silva, Santander-UC Awards for Pedagogical Innovation, 2020.

Seminars - Basic and Secondary Schools

The Departments of Physics (<https://www.uc.pt/fctuc/fisica/pt/atividades/>) and Chemistry (<https://www.uc.pt/fctuc/dquimica/>) offer a vast program of seminars, lectures that are held on their premises

and in basic and secondary schools. During the pandemic period, this program was maintained with these seminars being held by videoconference.

Books and Book Chapters

1. Paixão, Fátima, Pereira, Mariette M., Lucas d. Dias, Marta Pineiro. Reacción Química - Síntese de la aspirina: opción por principios de la Química Verde, in the book "Enseñar Química: substâncias, átomos y moléculas" published by Graó Editora, Colecciones Graó Educación, EAN: 978-84-18058-04-2, Barcelona, España in 2020.
The chapter "La síntesis de la aspirina según la Química Verde" resulted from a project entitled "Metodologias sustentáveis na síntese de fármacos", under the "Programa Escolher Ciência, of the National Agency for Scientific and Technological Culture.
2. Martins, Décio R.; de Almeida, Maria José B. M.; Sá, Marta. "Pedagogical Internships, Continuing Education and the Development of Educational Research.". In Pedagogical supervision in the 21st century: challenges of teacher professionalism, edited by Universidade de Coimbra, 65-98. Coimbra, Portugal: University of Coimbra Press. 2020.
3. Rodrigues, Sérgio Paulo Jorge. What can Chemists and the Public Learn from Biographies of Chemists? in Perspectives on Chemical Biography in the 21st Century (pp.172-179) Edition: Isabel Malaquias, Peter J. T. Morris, Cambridge Scholars Publishing, 2019.
4. de Almeida, M. J. B.; Martins, Décio R. The teaching of physics: teacher education and classroom practices. In Docência e pesquisa em Física e Astronomia / Ed. Alexandre Shigunov Neto; André Coelho da Silva; Ivan Fortunato (org.). - São Paulo: Edições Hipótese, p. 153-174, 2017.

Articles in National and International Journals of Physics and Chemistry Teaching

The faculty members of the Departments of Physics and Chemistry presented a vast list of articles on specific topics in the teaching of these two scientific areas, from which we emphasize some newer or relevant ones:

1. Rodrigues, Sérgio Paulo Jorge. "Chemistry and Society: Peer-Review as Teaching and Evaluation Devices within a Multitude of Subjects". Paper presented in New Perspectives In Science Education. 10th Edition, Firenze. 2021.
2. Rodrigues, Sérgio Paulo Jorge; Teresa M. O. Garcia; Maria Luz Pérez-Parallé. Corresponding author: Rodrigues, Sérgio Paulo Jorge. "Non-formal Education Outside Buildings: The Case of Shore Chemistry". Paper presented in 11th International Conference the Future of Education, Firenze, 2021.
3. Bernardo A. Nogueira; Alexandre D. Silva; Maria Inês P. Mendes; Ana Dora R. Pontinha; Carlos Serpa; Mário J. F. Calvete; Alexandra Rocha-Gonçalves; Pedro J. B. S. Caridade; Sérgio P. J. Rodrigues. "Molecular School – a pre-university chemistry school". Chemistry Teacher International. 2021.
4. Silva, Manuela Ramos; Silva, Pedro Pereira da. Video versus the blackboard. Physics World. <https://physicsworld.com/a/video-versus-the-blackboard/> 2019.
5. Martín-Ramos, Pablo; Silva, Manuela Ramos; Silva, Pedro S. Pereira da. Smartphones in the teaching of Physics Laws: Projectile motion, El teléfono inteligente en la enseñanza de las Leyes de la Física: movimiento de proyectiles. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia 20, 213-231. 2017.
6. Pereira, Vanda; Martín-Ramos, Pablo; Silva, Pedro Pereira da; Silva, Manuela Ramos. Studying 3D collisions with smartphones. The Physics Teacher 55, 312-312. 2017.

7. Fiolhais, Manuel; Nogueira, Rogério. Sistema mecánico con un potencial catastrófico, *Revista Española de Física* 40, 30-33. 2020.
Este artigo foi galardoado com o prémio “Melhor Contribuição Didática nas publicações da RSEF”, atribuído pela Real Sociedade Espanhola de Física (RSEF) em conjunto com a Fundação BBVA.
8. F. Oliveira, J.A. Paixão, Atividade experimental “hands-on” para o estudo das características de um gerador (pilha voltaica) e de um recetor (voltâmetro) com material simples, de fácil acesso e baixo custo. *Revista Brasileira de Ensino de Física* 39(1), e1402(1)-e1402(13). 2017.

We consider these indicators to be good evidence of the involvement of teachers from the Department of Physics and Chemistry of the FCTUC and the Faculty of Psychology and Education Sciences in developing research in science teaching along with a strong interconnection with basic and secondary schools teachers, even during the pandemic period.

The EC Coordinators and the Directors of the departments responsible for the EC in agreement with the FCTUC's management and the Rector of the University of Coimbra, will develop measures to increase research in the area of science teaching. The aim is to strengthen research in science teaching and to promote greater involvement in international networks.