

**How to cite this article/Cómo citar este artículo:**

• Solà Bonada N, Álvarez Díaz AM, Codina Jané C, TECNO Work Group of the SEFH. The role of the Pharmacist in the design, development and implementation of Medication Prescription Support Systems. Farm Hosp. 2016;40(6):457-476.

• Solà Bonada N, Álvarez Díaz AM, Codina Jané C, TECNO Work Group of the SEFH. Papel del farmacéutico en el diseño, desarrollo e implantación de sistemas de soporte a la prescripción de medicamentos. Farm Hosp. 2016;40(6):457-476.



**ARTÍCULO ESPECIAL**

Artículo bilingüe inglés/castellano

# The role of the Pharmacist in the design, development and implementation of Medication Prescription Support Systems

## Papel del farmacéutico en el diseño, desarrollo e implantación de sistemas de soporte a la prescripción de medicamentos

Núria Solà Bonada<sup>1</sup>, Ana María Álvarez Díaz<sup>2</sup>, Carlos Codina Jané<sup>3</sup> and TECNO Work Group of the SEFH<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Pharmacy Unit. Hospital Universitari de Vic. Barcelona, <sup>2</sup>Pharmacy Unit. Hospital Universitario Ramón y Cajal, Madrid. <sup>3</sup>Pharmacy Unit. Hospital Clínic, Barcelona. <sup>4</sup>Teresa Bermejo Vicedo (Coordinator). Hospital Universitario Ramón y Cajal, Madrid. Ana María Álvarez Díaz. Hospital Universitario Ramón y Cajal, Madrid. Carlos Codina Jané. Hospital Clínic, Barcelona. Carmen Encinas Barrios. Hospital General de Ciudad Real. María Queralt Gorgas. Corporació Sanitària Parc Taulí, Sabadell. Ana Herranz Alonso. Hospital General Universitario Gregorio Marañón, Madrid. Amelia de La Rubia Nieto. Hospital Universitario Virgen de la Arrixaca, Murcia. Isabel Martín Herranz. Complejo Hospitalario Juan Canalejo, La Coruña. Eva Negro Vega. Hospital Universitario de Getafe. Moisés Pérez León. Hospital Universitario de Gran Canaria Doctor Negrín. Laura Domenech Moral. Hospital Vall d'Hebron. Elena Lobato Matilla. Hospital General Universitario Gregorio Marañón. Spain.

### Abstract

Clinical Decision Support Systems (CDSS) are computerized tools designed to help healthcare professionals to make clinical and therapeutic decisions, with the objective of improving patient care. Prescription-targeted CDSS have the highest impact in improving patient safety. Although there are different designs and functionalities, all these systems will combine clinical knowledge and patient information in a smart manner, in order to improve the prescription process. With the emergence of new technologies and advances in smart decision systems, the implementation of said systems can achieve an important improvement in terms of the prescription process and patient safety.

The design and implementation of these systems should be performed by a multidisciplinary team of professionals, where Pharmacists will play an important role due to their technical knowledge about medications and the technologies associated to their use.

### Resumen

Los sistemas de soporte a la decisión clínica son herramientas informáticas diseñadas para ayudar a los profesionales sanitarios en la toma de decisiones clínicas y terapéuticas, con la finalidad de mejorar la atención a los pacientes. Los sistemas dirigidos a la prescripción son los que mayor impacto tienen en la mejora de la seguridad de los pacientes. Aunque existen diferentes diseños y funcionalidades, estos sistemas coinciden en combinar de manera inteligente el conocimiento clínico y la información de los pacientes, para mejorar el proceso de prescripción. Con la aparición de las nuevas tecnologías y el avance de los sistemas inteligentes de decisión, la implantación de estos sistemas puede lograr una mejora importante en el proceso de prescripción y en la seguridad de los pacientes.

El diseño e implantación de estos sistemas se debe llevar a cabo por un equipo multidisciplinar de profesionales, donde el farmacéutico tiene un papel destacado gracias a sus conocimientos técnicos sobre los medicamentos y sobre las tecnologías asociadas a la utilización de los mismos.

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: solanuria13@gmail.com (Núria Solà Bonada).

Recibido el 4 de enero de 2015; aceptado el 16 de septiembre de 2016.

DOI: 10.7399/fh.2016.40.6.10440



Los artículos publicados en esta revista se distribuyen con la licencia:  
Articles published in this journal are licensed with a:  
*Creative Commons Attribution 4.0.*

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

La revista Farmacia Hospitalaria no cobra tasas por el envío de trabajos, ni tampoco cuotas por la publicación de sus artículos.

This article aims to provide basic guidelines for the design and adequate implementation, monitoring and follow-up of Clinical Decision Support Systems within the setting of pharmacological prescription.

#### KEYWORDS

Decision Support Systems; Prescription; Medication alert systems.

Farm Hosp. 2016;40(6):457-476

## Introduction

During the last decades, there have been major advances in the development of technologies applied to the healthcare setting. Different international and national organizations, such as the Institute of Medicine<sup>1</sup>, Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organizations<sup>2</sup>, National Patient Safety Foundation<sup>3</sup>, American Medical Informatics Association<sup>4</sup>, National Quality Forum<sup>5</sup>, Healthcare Information and Management Systems Society<sup>6</sup> or the Spanish Ministry of Health and Social Policy<sup>7</sup>, are advocating for the use of information systems by healthcare organizations, in order to improve quality, safety and cost-efficacy in patient care.

Assisted Electronic Prescription (AEP), Automated Medication Dispensing Systems (AMDS), Electronic Clinical Records (ECRs), and electronic records for medication administration, are clear examples of the way in which technologies are gradually being incorporated into the patient care process, increasing the quality, safety and efficacy of each stage<sup>8,9</sup>. Fifty per cent (50%) of adverse events associated with medication errors can be prevented, and the implementation of these technologies can help to prevent them<sup>10-12</sup>. In Spain, the ENEAS study demonstrated that 42.8% of adverse events could be prevented, and that over one third of these adverse events were medication-related<sup>13</sup>.

Many ECR and AEP systems are also incorporating Clinical Decision Support Systems (CDSS)<sup>14</sup>. These CDSS are computerized tools designed in order to help healthcare professionals at the time of making clinical and therapeutic decisions, with the aim to improve patient care. These can be incorporated at any stage in the healthcare process, such as diagnosis, treatment or prevention, as well as by any professional in the healthcare team. However, the area of medication use is where there is more experience, and specifically, in the prescription stage.

The objective of this article is to describe the characteristics of CDSS and the recommendations for their design, implementation, and monitoring.

## Definition and characteristics of CDSS

CDSS are a set of computerized tools that integrate information on medications and data associated with

Con este artículo se pretende aportar las directrices básicas para el diseño y la correcta implantación, monitorización y seguimientos de los Sistemas de Soporte a la Decisión Clínica en el ámbito de la prescripción farmacológica.

#### PALABRAS CLAVE

Sistemas de soporte a la decisión; Prescripción; Sistemas de alerta de medicación.

Farm Hosp. 2016;40(6):457-476

the clinical processes of patients<sup>15,16</sup>. These systems combine clinical knowledge and patient information in a smart manner, presenting recommendations to the relevant professional at the adequate time, and offering alternative options specific for the characteristics of each patient<sup>17</sup>.

The design of these systems is based on the combination of the clinical data included in patient ECRs, with the information available about the use of a medication. Through decision criteria, structured within the computerized system, alert processes are activated in those cases where the use of a medication requires a specific action, according to the clinical characteristics of the patient. These systems can address all the stages in the process of medication use: prescription, validation, administration, follow-up, etc., though they will be more effective in initial stages, such as prescription<sup>11</sup>.

There are different ways to classify CDSS (Table 1): Based on configuration, design and/or functioning, prescription support systems can be classified into passive or active<sup>18</sup>. Passive systems have voluntary selection, and the user must select proactively to visualize the information in the system; while in active systems, an alert is automatically triggered by specific conditions. The latter have demonstrated a higher impact on detecting medication-related problems<sup>19</sup>. On the other hand, these alert processes can be of informative nature only or promote the interruption of the action. In the latter case, they are programmed to interrupt the process under development, allowing the physician to complete or not the prescription, based on the level of importance of the recommendation. Kupperman GJ *et al.* defined two

**Table 1.** Classification of CDSS according to different aspects

Type of classification	CDSS
Classification according to the healthcare stage targeted	Prescription Validation Administration
Classification according to the action by the alert on the process	Passive Active
Classification according to process interruption	Interruption No interruption

types of CDSS: Basic CDSS, generating alerts about allergies, drug interactions, maximum or minimum doses, or pharmacological duplication, and advanced CDSS, containing patient data (lab test parameters, clinical status, etc.), structured clinical practice guidelines and protocols, allowing drug selection and dosing according to comorbidities. These systems intend to facilitate the conciliation between healthcare levels, the automatic detection of adverse events based on symptoms, lab test data, diagnostic outcomes, or notes about the patient<sup>20,21</sup>. Advanced systems issue a higher proportion of clinically relevant alerts than Basic systems<sup>22</sup>.

## Impact of CDSS on patient safety

The possibility of integrating clinical practice guidelines, alerts that state dosing changes, or suggestions for more adequate dosing schedules based on patient status, can lead to the prevention of medication errors and an increase in treatment efficacy<sup>20,23</sup>. One of the first studies that demonstrated the prevention of medication-related adverse events through a computerized alert program was developed by Evans *et al.*<sup>24</sup>. This showed a significant reduction of adverse reactions, through the generation of alerts about allergies to drugs during their prescription. More recent studies describe improved systems, where a reduction in medication errors has been observed<sup>25</sup>, as well as an improvement in the adequacy of prescription to the clinical status of patients<sup>26</sup>, a reduction in drug dosing errors<sup>27</sup>, and even a reduction in hospital stay<sup>28</sup>. More specific studies have shown that the implementation of Clinical Decision Support Systems can prevent patients from receiving a drug dose contraindicated for their renal function<sup>29</sup>; allow patients to receive the adequate treatment for venous thromboembolism prophylaxis with heparin<sup>30</sup>; or help physicians to select antibiotic regimen based on bacterial sensitivity and resistance<sup>31</sup>. These systems can also be designed with a focus on higher-risk populations, such as elderly patients<sup>32</sup>, paediatric patients<sup>33</sup>, patients admitted to Intensive care units<sup>34</sup>, or polymedicated patients with a higher likelihood of medication errors<sup>35</sup>.

During recent years, pharmacogenetics has been incorporated to these systems, in order to increase safety in the prescription process for high-risk drugs<sup>36</sup>.

## CDSS design and implementation

These systems started being implemented over 20 years ago, and there has been a higher research in the United States<sup>37</sup>. Even though their implementation was planned as a goal to be achieved rapidly, driven by the healthcare authorities in United States, their progress rate has been slow, partly due to the complexity of their development<sup>16,38</sup>. Currently, initiatives are being promoted in many countries in order to address this challenge.

In Spain, there's been less experience published regarding the implementation of these systems than in other countries; that is why some work groups from the Spanish Society of Hospital Pharmacy (SEFH) are conducting efforts to increase their development<sup>39,40</sup>.

In fact, one of the objectives of the strategic lines of the 2020 Group of the SEFH is that 80% of hospitals can have an Assisted Electronic Prescription System, connected and / or integrated into clinical records, which will include databases with medication information in order to make clinical decisions. According to the results of the initial survey conducted by this group in 2010, only 5.4% of the hospitals studied had partial access to this technology<sup>41</sup>.

During the past years, different support systems for prescription and pharmaceutical validation have been developed in hospitals in Spain, such as the "HIGEA" system, implemented in the *Hospital Gregorio Marañón* (Madrid, Spain)<sup>42</sup>, or the "CheckTheMeds"<sup>43</sup> or "Alto-Medicamentos"<sup>44</sup> applications, available in different Spanish hospitals, such as the *Hospital Ramón y Cajal* in Madrid or the *Hospital Nacional de Paraplégicos*, respectively.

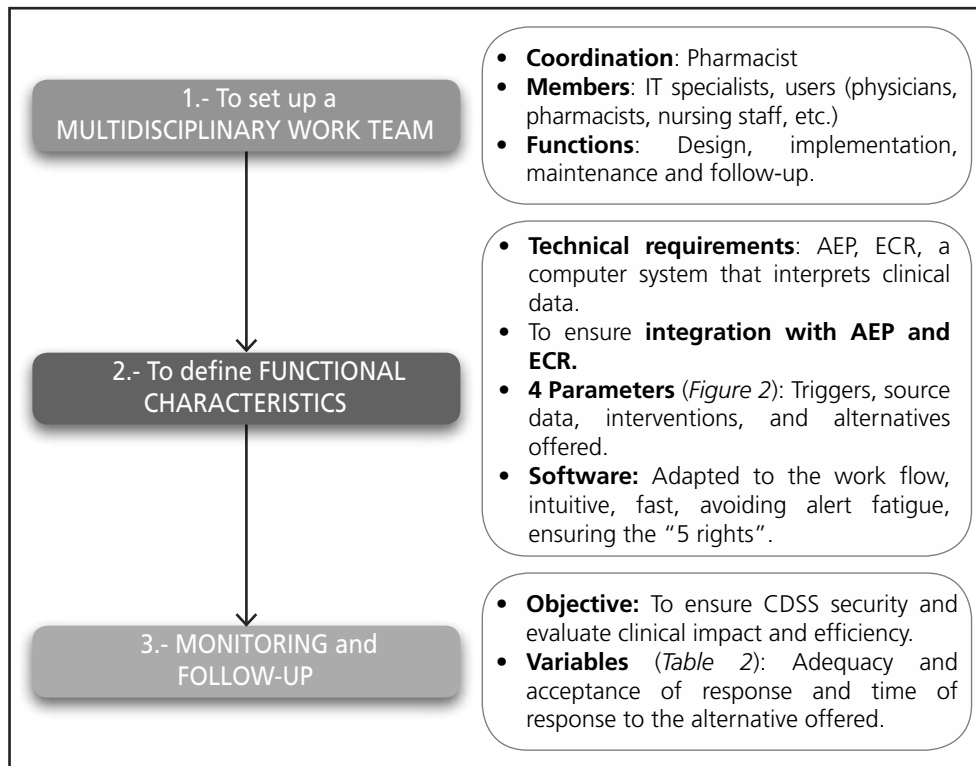
## Key points for CDSS design and implementation

Three stages must be considered for CDSS design and implementation, which are summarized below in figure 1:

### 1. To set up a multidisciplinary work team

The creation of a multidisciplinary work group formed by different professionals is essential for CDSS design, implementation, maintenance and monitoring. It is important that the IT professionals involved in the design / creation of these tools are part of this team, as well as their users (physicians, pharmacists, and any healthcare professionals involved), who can point out the requirements to be developed. There must be an on-going maintenance of the databases supporting the system, and the information and alerts in the system must be decided by consensus among all the members of this team<sup>38,45</sup>.

The Pharmacist must be the leader of this work team. Their technical knowledge about information systems applied to the process of medication use, and their active participation with other healthcare and non-healthcare professionals in this setting, will be a key factor for the most adequate selection of technologies, assessing the value and contribution of each one for the improvement of the healthcare process. The Pharmacist holds an extraordinary position in order to address the selection and evaluation of those systems better suited for each situation, being a member of the design and implementation work teams, as well as the spokesperson among users, designers and programmers, and assessing the



**Figure 1.** Outline for the design and implementation of a CDSS

outcomes of implementation and the effect on patient care that these systems can offer<sup>9</sup>.

2. To define functional characteristics

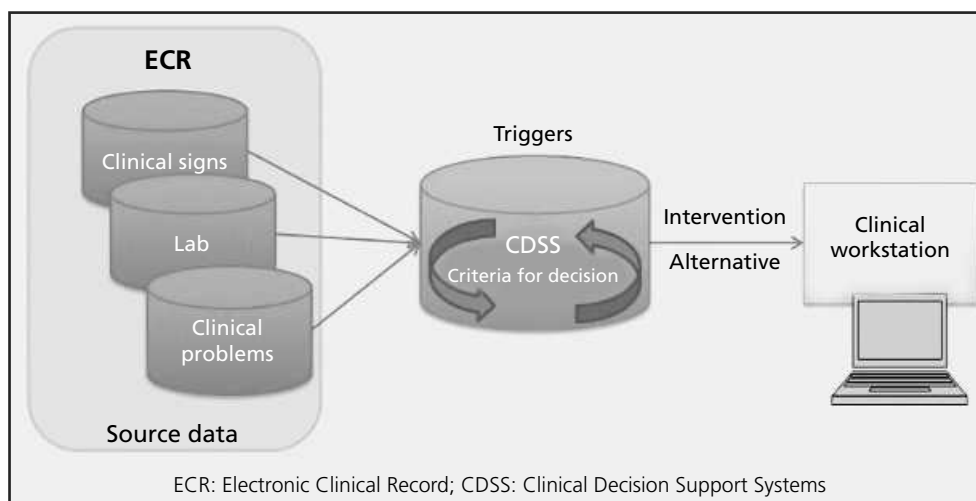
- The following requirements are necessary in order to design and implement a CDSS:
- Assisted Electronic Prescription
- Computerized Clinical Record
- A computerized system able to identify / interpret the clinical data required to create decision criteria.

Once these requirements are ensured, the design of CDSS must consider 4 essential parameters: source data,

alert "triggers" or parameters, interventions, and alternatives to be offered<sup>46,47</sup> (Figure 2).

For example, the elements required to implement a CDSS for drug dosing in renal impairment cases would be<sup>48</sup>:

- Source data: Medications that need dose adjustment by renal function, cut-off level of creatinine clearance for drug dose adjustment, and recommended dose of the drug when there is renal function impairment.
- Alert trigger or parameter: Value of creatinine clearance available from the most recent lab test, related to the episode of patient admission / care.



**Figure 2.** Diagram of the basic functioning of CDSS.

- Intervention: A warning sign that the drug prescribed requires dose adjustment for renal impairment. The method and time of intervention will be variable and modifiable: it could be at the time of drug selection, at the time of dose prescription, or only as an informative message.
- Alternative to be offered: Information about the dose recommended based on the creatinine clearance of the patient.

To become established, the design and characteristics of these systems can adapt adequately to the prescription systems existing in the centre. The implementation of these computerized systems cannot be conceived as a static system, but as a complex and dynamic system that must be coordinated with the prescription process. The software must fit perfectly within the clinician work flow, it must be intuitive, and maximize time saving by its use, acting on real time.

It is essential to ensure that the "5 rights" or "5 truths" of CDSS are met <sup>49</sup>:

- The right information,
- The right person / professional,
- The right intervention format,
- The right way of communication,
- The right time during the work flow

Special caution is required in order to avoid an excessive issue of alerts in irrelevant clinical situations ("alert fatigue"), because a continuous interruption of the work flow of the prescriber will lead to a higher overall omission of alerts, which could even include those which are considered more important<sup>50,51</sup>.

### 3. Monitoring and follow-up of CDSS functioning

The main objective of CDSS monitoring and follow-up is to ensure the safety of these systems. But monitoring of all aspects associated with alert generation is also essential in order to assess their clinical impact and efficiency. Some of the parameters to be assessed are: the adequate functioning of the tool, its adequacy for the clinical setting of the patient, the acceptance of the alternatives suggested by the system or the time to response<sup>14</sup>.

Table 2 shows a series of variables that can be used as indicators of the adequate functioning of the tool, and that can help to measure the efficiency of these systems:

#### Difficulties in implementation

CDSS design and implementation has not evolved as expected, due to the existence of certain barriers or difficulties:

- **Lack of interoperability and integration between systems**, which interferes with the adequate collection and interpretation of the clinical data to be used. The integration of different systems means that these should work jointly by sharing data, while interoperability allows different systems to interact exchanging data from different sources. Thus, the optimal objective is integration between systems, which is the most difficult to achieve. In some cases, achieving system interoperability will be enough for implementing certain CDSS.
- **Difficulty to manage clinical information** originated in the different databases. This is mainly due to

**Table 2.** Monitoring variables for CDSS evaluation.

	Aspect to be monitored	Measure of alert evaluation	Approximate estimation
Alert adequacy	Generation of the alert at the right time.	Rate of alerts at the adequate time.	Alerts generated at the right time / Total Alerts
	Generation of the alert with the required information and data.	Rate of alerts with the correct information.	Alerts generated at the right time / Total Alerts
	Adequate alternatives suggested.	Rate of alerts with the adequate alternative.	Alerts with the adequate alternative / Total Alerts
Alert acceptance	Omission by the user of the alerts generated	Omission rate	Alerts omitted / Alerts generated
	Clinical relevance of omissions	Rate of omissions with clinical relevance	Alerts omitted with clinical relevance (*) / Total alerts omitted
Time of response	Acceptance by the user of the alert recommendations	Rate of acceptance	Recommendations accepted / Total alerts
	Time of response until achieving the change promoted by the alert	Time since the alert was generated until the response obtained	Time of response – Time of alert generation.

(\*)Alerts omitted with clinical relevance refer to those alerts that, through their omission, have caused an adverse effect or a severe medication error, with clinical consequences for the patient.

the lack of standardization of the terminology used, which will sometimes lead to obtaining data from free text or natural language, hindering the processing of patient information in order to alert adequately.

- Constant **maintenance and update** of information, with changes required according to the use and assessment of alerts.
- The **high cost** of implementation and maintenance.
- **Insufficient evidence available.** Most of the experiences published are based on evaluations of a single centre that has developed and implemented a CDSS internally. Added on to the heterogeneity of the studies in terms of methodology, variables studied, etc., this leads to a situation where the data available are not enough to ensure that the usefulness of these systems can be extrapolated to other centres<sup>52</sup>.
- Likelihood of **causing negative consequences in patient safety.** The evaluation of CDSS implementation has not always demonstrated an improvement in healthcare outcomes. Even though the system has been designed to avoid mistakes, once implemented there can be unexpected consequences during its use, and it could even have a direct effect on patient safety, generating new types of errors<sup>53,54</sup>. A study conducted by Strom *et al.*, where an alert system was implemented to reduce the concomitant administration of warfarin and cotrimoxazole in order to prevent interaction, had to be interrupted prematurely because this intervention led to a delay in the treatment of 4 patients which was considered unacceptable by the evaluating clinicians<sup>55</sup>.
- One of the main causes for the non-desired effects of CDSS is alert omission. There are studies describing omissions in 49 to 96% of cases<sup>17</sup>. The main reasons for the low response by clinicians to automatic warnings is the great number of low-relevance alerts ("alert fatigue") and their poor design. Clinicians tend to dismiss alerts due to their lack of specificity, and because they think that the additional clinical knowledge of the situation within the patient setting is missing<sup>19</sup>.

## Future development of CDSS

In the future, efforts must be directed towards looking for solutions to these barriers that hinder CDSS development.

In this sense, we have new technological advances in health systems, which can help to improve some of the difficulties found (Table 3).

### 1. Interoperability and integration

Interoperability and integration between IT systems has been an obstacle difficult to overcome so far. The exchange of clinical information is basic in order to obtain solid prescription support systems. For this reason, there are world organizations, such as **HL7**, focused on developing global standards in order to facilitate the electronic exchange of information. Over 50 countries participate in this organization; its objective is to provide standards for the exchange of clinical, healthcare, administrative and logistic information between the different health systems<sup>56</sup>. HL7Spain, the organization which represents Spain in the international setting, regulates and adapts world standards to the national setting, and promotes the use of this standardization. Their "Guidelines for Implementation in the Pharmacy" stand out: a data model is described for information exchange between the different systems involved in drug prescription, dispensing and administration, as well as their involvement in a standardization document for the implementation of the electronic prescription<sup>57</sup>.

"The Microsoft Health Common User Interface"(MSCUI)<sup>58</sup> is another recommendation guideline about the normalization of elements in the clinical information systems. These guidelines, developed by Microsoft with collaboration by the Joint Commission, are based on a series of safety principles and recommendations on normalization, so that healthcare professionals can exchange information between the different applications, therefore increasing the efficacy of clinical information and the improvement of patient safety.

**Table 3.** Solutions to reduce the difficulties in CDSS implementation and development

Difficulty / Barrier	Solution	Tools
Lack of adaptation and communication between systems	Interoperability	HL7 (Health Level Seven) Snomed CT Mobile devices
Clinical information management	Smart systems	Ontologies Natural Language Processing (NLP)
Negative consequences on safety / alert fatigue		Monitoring and follow-up of the CDSS function (indicators, evaluation, feedback)
Insufficient evidence available	To make public / share experiences	Publications Work groups

Other strategies to solve the interoperability problem consists in the use of a common terminology in all systems. One example would be **SNOMED CT** (Systematized Nomenclature of Medicine – Clinical Terms), an international clinical terminology which contains over 300,000 concepts and over 700,000 descriptions organized in hierarchies and associated between them. These concepts feature a number code which allows computerized systems, even if not designed for this aim, to receive and integrate information coming from other sources in an understandable way, taking into account their original meaning, without requiring human intervention. SNOMED CT, developed by the IHTSDO (International Health Terminology Standards Development Organisation)<sup>59</sup>, is being used in over 50 countries all over the world. The IHTSDO also works jointly with the WHO and HL7 in order to code their standards with this terminology<sup>60</sup>. In Spain, SNOMED CT is already being used in many normalization projects for clinical information systems<sup>61,62</sup> and can be used to code the medication available, and thus have a linking code between the different medication databases<sup>63</sup>.

Using these strategies, we can grant CDSS a more effective access to the clinical information with higher quality patient care, and contribute to reduce the costs associated with the implementation.

Smart phones and tablets are getting positioned as new hardware devices that can participate in the clinical care process. These devices provide information in a personalized and immediate manner, offering fast communication between users. During recent years, there has been an increase in the use of applications focused on providing help for clinical care: clinical calculators, guidelines for drug use / information, interactions, diagnosis, etc<sup>64,65</sup>. The connectivity of these applications with clinical data could increase their cost-effectiveness, allowing automatic access to the necessary data and alert systems, and providing an extra bedside point of care. However, a comprehensive regulation and encryption process must be followed, in order to guarantee the security of the data entered, both personal and from patients, and ensuring a secure interface between the different operating systems<sup>66</sup>.

## 2 Smart systems for clinical information management

The complexity of clinical information within the healthcare system, its variability over time, and the high heterogeneity of the data contained, is difficult to formalize and represent in accurate computerized models. However, new smart tools have been recently appeared, which allow to improve the management of this type of data, and design dynamic and continuous systems with the ability to learn from themselves.

**Ontologies** appear as a way to solve this problem<sup>67</sup>; these are structures of knowledge where a set of concepts and the semantic links between them are formally

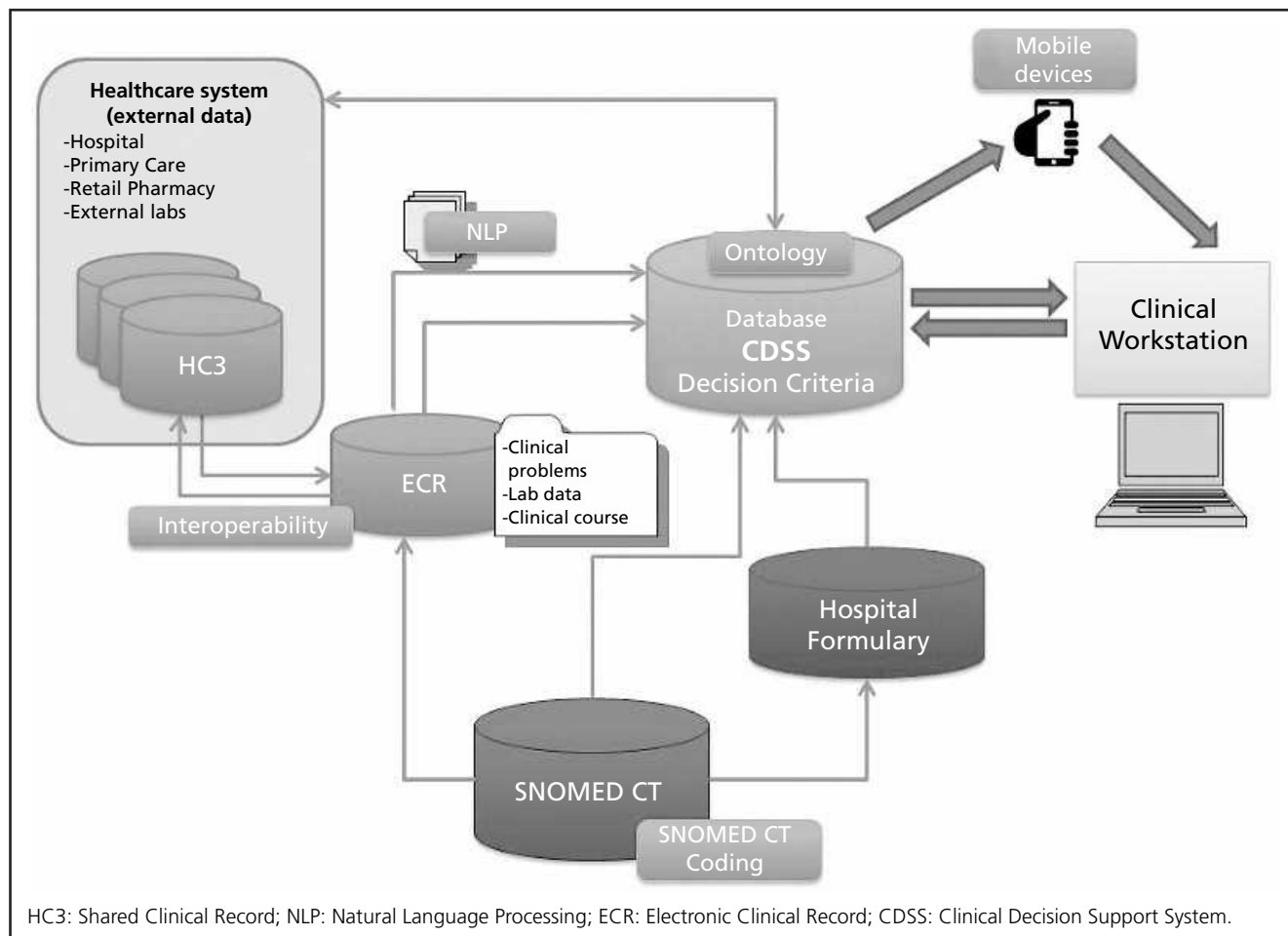
represented. Ontologies are explicit structures, and represent knowledge in a format that can be read by machines, and that humans are able to understand. The use of ontologies is growing rapidly in the setting of biomedicine, allowing the creation of databases with knowledge and links between biomedical terms that can help to optimize CDSS. There are different examples in clinical practice, such as the support system for antibiotic therapy prescription by Bright *et al.*, which uses an ontology where patient data, sensitivities and resistances are entered, in order to provide the most adequate antibiotic therapy in each case<sup>31</sup>. These are also being used in order to improve the alert systems for pharmacological interactions in polymedicated patients<sup>68</sup>, to create adverse effect databases, or even to create tools for medication conciliation<sup>69,70</sup>. These tools provide an improvement in the use of computer systems and databases, in order to have more robust and better linked information, and provide more reliable data in the patient care process.

Another tool which can be useful for obtaining the clinical information necessary for the use of CDSS is the **Natural Language Processing (NLP)**. Many of the data included in clinical records are expressed through text editors and not coded; therefore, it is difficult for our currently available CDSS to incorporate the information included. NLP tools allow to extract automatically the information elements from sources that are not designed for computer extraction, structuring them in a codified manner, and understandable for computer systems. With promising results, these tools have started to be used to prepare databases of medications linked with their indications, based on different information sources<sup>71,72</sup>. The association between patient health problems and the drugs in the electronic clinical record can be used to improve the quality of information and reduce the medication errors associated with the indication of these drugs. These tools could be used to make CDSS more specific at the time of alert, because they would be able to obtain the clinical information required to ensure the adequate use of a drug.

The incorporation of these new computer applications can allow us to create more robust systems that will help us to monitor patient clinical parameters, with the necessary information, alerting only in those cases in which patient safety can be at risk, providing treatment as individualized as possible, and avoiding alert fatigue. Besides, those smart systems that incorporate information automatically will allow a more efficient maintenance, with lower need for updates, and a reduction in information errors. Figure 3 shows an example of the interrelation between the different prescription support tools available, and the clinical workstation.

## 3. Creating awareness about CDSS

The **publication** of the follow-up and evaluation outcomes of the functioning of these tools can help to



**Figure 3.** Integration of the different prescription support tools.

optimize their implementation. Making these outcomes public, both among the users of the tool as well as for general scientific knowledge, is essential in order to promote and improve the development of these systems. Scientific societies and **work groups** specialized in new technologies will have a critical role in this transmission of knowledge.

## Conclusions

The experience published so far supports the use of CDSS as competent tools in the setting of patient safety. However, in order to obtain an efficient implementation of these systems, it will be essential to focus all efforts in overcoming the barriers that hinder their widespread use, to share the knowledge and experiences conducted in different centres, and to conduct studies that evaluate the effect of CDSS on clinical outcomes, workload and process efficiency, satisfaction of patient and users.

The design of CDSS must be adapted to the context and setting where they will be used. It is essential to take into account the workflow of professionals, and avoid alert fatigue. The adequate monitoring of the entire pro-

cess, evaluating variables of use and response, can help to enhance the implementation, with a high level of adherence to recommendations.

The incorporation of new technologies and smart systems will provide more reliable and concise information, which can increase the efficacy of these tools. Different CDSS have been currently developed, but there is a great heterogeneity among them. Once the problem of interoperability between systems has been solved, and making the most of the common exportability patterns, we must be able to use and evaluate CDSS at a multicentre level, thus making these evaluation studies more robust, and with the potential to be extrapolated to other centres.

The creation of a multidisciplinary group within the healthcare institutions and centres is an essential element in order to address the implementation of these new technologies. The pharmacist must play a leading outstanding role in the process of CDSS development and implementation. Their knowledge about drugs and their use, and the fact that the pharmacist leads the safety programs for medication use and, on many occasions, the management of the quality systems of the



hospital, provide them with the knowledge required to be the leader in this new line of work.

## Funding

Article without funding.

## Conflict of interests

The authors declare not having any conflict of interests in terms of writing this article.

## Acknowledgements

We are sincerely grateful for the collaboration by the TECNO Work Group in the preparation of this article, for all their comments and contributions.

## Bibliography

- Aspden P, Corrigan JM, Wolcott J, Erickson SM, editors. Patient safety: achieving a new standard for care. Institute of Medicine. National Academy Press (Washington DC); 2004.
- Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organization [internet]. National patient safety goals. [acceso 12 septiembre 2014] Disponible en: [[http://www.jointcommission.org/standards\\_information/npsgs.aspx/](http://www.jointcommission.org/standards_information/npsgs.aspx/)]
- National Patients Safety Foundation [internet]. [acceso 14 septiembre 2014]. Disponible en [<http://www.npsf.org/>].
- American Medical Informatics Association [internet] [acceso 14 septiembre 2014] Disponible en: [<http://www.amia.org/>].
- National Quality Forum [internet]. [acceso 14 septiembre 2014] Disponible en: [<http://www.nfq.org/>].
- Healthcare Information and Management Systems Society [internet] [acceso 14 septiembre 2014] Disponible en: [[www.himss.org/](http://www.himss.org/)].
- Plan Nacional de Calidad. Ministerio de Sanidad y Política Social. [internet]. [acceso 13 enero 2009]. Disponible en: [<http://www.msps.es/organizacion/sns/planCalidadSNS/tic00.htm>]
- Bermejo Vicedo T, Perez Menendez Conde C, Alvarez A, Condina C, TECNO G. *et al.* The application of new technologies to hospital pharmacy in Spain. *Farm Hosp.* 2007;31(1):17-22.
- Bermejo Vicedo T, TECNO G. Role of the hospital pharmacist in new health care technologies. *Farm Hosp. Spain*; 2010;34(2):56-8.
- Bates DW, Spell N, Cullen DJ, Burdick E, Laird N, Petersen LA, *et al.* The costs of adverse drug events in hospitalized patients. Adverse Drug Events Prevention Study Group. *JAMA*; 1997;277(4):307-11.
- Bates DW, Cullen DJ, Laird N, Petersen LA, Small SD, Servi D, *et al.* Incidence of adverse drug events and potential adverse drug events. Implications for prevention. ADE Prevention Study Group. *JAMA*; 1995;274(1):29-34.
- Bobb A, Gleason K, Husch M, Feinglass J, Yarnold PR, Noskin GA. The epidemiology of prescribing errors: the potential impact of computerized prescriber order entry. *Arch Intern Med*; 2004;164(7):785-92.
- Aranaz-Andrés JM, Aibar-Remón C, Vitaller-Murillo J, Ruiz-López P, Limón-Ramírez R, Terol-García E. Incidence of adverse events related to health care in Spain: results of the Spanish National Study of Adverse Events. *J Epidemiol Community Health*. 2008;62(12):1022-9.
- McCoy AB, Waitman LR, Lewis JB, Wright J a, Choma DP, Miller R a, *et al.* A framework for evaluating the appropriateness of clinical decision support alerts and responses. *J Am Med Inform Assoc*. 2012;19(3):346-52.
- Kaushal R, Shojania KG, Bates DW. Effects of computerized physician order entry and clinical decision support systems on medication safety: a systematic review. *Arch Intern Med*. 2003;163(12):1409-16.
- Agrawal A. Medication errors: prevention using information technology systems. *Br J Clin Pharmacol*. 2009;67(6):681-6.
- Bright TJ, Wong A, Dhurjati R, Bristow E, Bastian L, Coeytaux RR, *et al.* Effect of clinical decision-support systems: a systematic review. *Ann Intern Med*. 2012;157(1):29-43.
- Chaffee BW, Zimmerman CR. Developing and implementing clinical decision support for use in a computerized prescriber-order-entry system. *Am J Health Syst Pharm*. 2010;67(5):391-400.
- Tamblyn R, Huang A, Taylor L, Kawasumi Y, Bartlett G, Grad R, *et al.* A randomized trial of the effectiveness of on-demand versus computer-triggered drug decision support in primary care. *J Am Med Inform Assoc*. 2008;15(4):430-8.
- Kuperman GJ, Bobb A, Payne TH, Avery AJ, Gandhi TK, Burns G, *et al.* Medication-related clinical decision support in computerized provider order entry systems: a review. *J Am Med Inform Assoc*. 2007;14(1):29-40.
- Siska MH, Tribble DA. Opportunities and challenges related to technology in supporting optimal pharmacy practice models in hospitals and health systems. *Am J Health Syst Pharm*. 2011;68(12):1116-26.
- Eppenga WL, Derijks HJ, Conemans JM, Hermens WA, Wensing M, De Smet PA. Comparison of a basic and an advanced pharmacotherapy-related clinical decision support system in a hospital care setting in the Netherlands. *J Am Med Inform Assoc*. 2012;19(1):66-71.
- Otero-Lopez MJ, Dominguez Gil A. Acontecimientos adversos por medicamentos: Una patología emergente. *Farm Hosp*. 2000;24(4):258-66.
- Evans RS, Pestotnik SL, Classen DC, Horn SD, Bass SB, Burke JP. Preventing adverse drug events in hospitalized patients. *Ann Pharmacother*. 1994;28(4):523-7.
- Bates DW, Gawande AA. Improving safety with information technology. *N Engl J Med*. 2003;348(25):2526-34.
- Schedlbauer A, Prasad V, Mulvaney C, Phansalkar S, Stanton W, Bates DW, *et al.* What evidence supports the use of computerized alerts and prompts to improve clinicians' prescribing behavior? *J Am Med Inform Assoc*. 2009;16(4):531-8.
- Durieux P, Trinquart L, Colombet I, Nies J, Walton R, Rajeswaran A, *et al.* Computerized advice on drug dosage to improve prescribing practice. *Cochrane Database Syst Rev*. 2008;(3)(3):CD002894.
- Garg AX, Adhikari NK, McDonald H, Rosas-Arellano MP, Devereaux PJ, Beyene J, *et al.* Effects of computerized clinical decision support systems on practitioner performance and patient outcomes: a systematic review. *JAMA*. 2005;293(10):1223-38.
- Field TS, Rochon P, Lee M, Gavendo L, Baril JL, Gurwitz JH. Computerized clinical decision support during medication ordering for long-term care residents with renal insufficiency. *J Am Med Inform Assoc*. 2009;16(4):480-5.
- Galanter WL, Thambi M, Rosencranz H, Shah B, Falck S, Lin FJ, *et al.* Effects of clinical decision support on venous thromboembolism risk assessment, prophylaxis, and prevention at a university teaching hospital. *Am J Health Syst Pharm*. 2010;67(15):1265-73.
- Bright TJ, Yoko Furuya E, Kuperman GJ, Cimino JJ, Bakken S. Development and evaluation of an ontology for guiding appropriate antibiotic prescribing. *J Biomed Inform*. 2012;45(1):120-8.
- Van der Linden CMJ, Jansen PAF, van Marum RJ, Grouls RJE, Egberts TCG, Korsten EHM. An electronic system to document reasons for medication discontinuation and to flag unwanted re-prescriptions in geriatric patients. *Drugs Aging*. 2012;29(12):957-62.
- Upperman JS, Staley P, Friend K, Neches W, Kazimer D, Benes J, *et al.* The impact of hospitalwide computerized physician order entry on medical errors in a pediatric hospital. *J Pediatr Surg*. 2005;40(1):57-9.
- Colpaert K, Claus B, Somers A, Vandewoude K, Robays H, Decruyenaere J. Impact of computerized physician order entry on medication safety: a systematic review. *Arch Intern Med*. 2003;163(12):1409-16.

- dication prescription errors in the intensive care unit: a controlled cross-sectional trial. *Crit Care*. 2006;10(1):R21.
35. Clyne B, Bradley MC, Hughes C, Fahey T, Lapane KL. Electronic prescribing and other forms of technology to reduce inappropriate medication use and polypharmacy in older people: a review of current evidence. *Clin Geriatr Med*. 2012;28(2):301–22.
  36. Bell GC, Crews KR, Wilkinson MR, Haidar CE, Hicks JK, Baker DK, et al. Development and use of active clinical decision support for preemptive pharmacogenomics. *J Am Med Inform Assoc*. 2014;21(e1):e93–9.
  37. Ozdas A, Miller RA. Care provider order entry (CPOE): a perspective on factors leading to success or to failure. *Yearb Med Inform*. 2007;128–37.
  38. Sittig DF, Wright A, Osheroff JA, Middleton B, Teich JM, Ash JS, et al. Grand challenges in clinical decision support. *J Biomed Inform*. 2008;41(2):387–92.
  39. Sociedad Española de Farmacia Hospitalaria. Grupo Tecno. [Internet] [acceso 10 marzo 2015] Disponible en: [http://gruposdetrabajo.sefh.es/tecono/index.php]
  40. Sociedad Española de Farmacia Hospitalaria. Grupo 2020. [Internet] [acceso 10 marzo 2015] Disponible en [http://gruposdetrabajo.sefh.es/2020]
  41. Líneas estratégicas y objetivos 2020. Sociedad Española de Farmacia Hospitalaria. Grupo 2020. [internet] [acceso 10 marzo 2015] Disponible en: [http://gruposdetrabajo.sefh.es/sefh/images/stories/documentos/archivos/objetivos\_lineas\_estrategicas.pdf]
  42. HIGEA CDS. [internet] [acceso 20 abril 2016]. Disponible en: [http://static.athento.com/site\_media/descargas/Product\_Sheet\_Gestion\_de\_alertas\_Sanitarias\_HIGEA.pdf]
  43. CheckTheMeds. [internet] [acceso 20 abril 2016]. Disponible en: [https://www.checkthemed.com/]
  44. Alto Medicamentos. [Internet] [acceso 20 abril 2016]. Disponible en [https://www.altomedicamentos.es/]
  45. Bates DW, Kuperman GJ, Wang S, Gandhi T, Kittler A, Volk L, et al. Ten commandments for effective clinical decision support: making the practice of evidence-based medicine a reality. *J Am Med Inform Assoc*. 2003;10(6):523–30.
  46. Wright A, Sittig DF, Ash JS, Sharma S, Pang JE, Middleton B. Clinical decision support capabilities of commercially-available clinical information systems. *J Am Med Inform Assoc*. 2009;16(5):637–44.
  47. Wright A, Goldberg H, Hongsermeier T, Middleton B. A description and functional taxonomy of rule-based decision support content at a large integrated delivery network. *J Am Med Inform Assoc*. 2007;14(4):489–96.
  48. Valls Montal C, Solà Bonada N, Basagaña Colomer G, Gómez Martí P, Caro Gómez S, Codina Jané C. Implantación de un sistema de ayuda a la prescripción para el ajuste posológico de fármacos en insuficiencia renal. Libro de Comunicaciones. p. 110. 57 congreso Nacional SEFH. 2-5 oct 2012. Bilbao. Disponible en: [http://www.sefh.es/sefhpublicaciones/documentos/57-congreso/Congreso-SEFH-comunicaciones-2012.pdf]
  49. Osheroff JA. Improving medication use and outcomes with clinical decision support: a step-by-step guide. The Healthcare Information and Management Systems Society, editor. Chicago, IL. 2009. p. 60.
  50. Judge J, Field TS, DeFlorio M, Laprino J, Auger J, Rochon P, et al. Prescribers' responses to alerts during medication ordering in the long term care setting. *J Am Med Inform Assoc*. 2006;13(4):385–90.
  51. Van der Sijts H, Mulder A, van Gelder T, Aarts J, Berg M, Vulto A. Drug safety alert generation and overriding in a large Dutch university medical centre. *Pharmacoepidemiol Drug Saf*. 2009;18(10):941–7.
  52. Chaudhry B, Wang J, Wu S, Maglione M, Mojica W, Roth E, et al. Systematic review: impact of health information technology on quality, efficiency, and costs of medical care. *Ann Intern Med*. 2006;144(10):742–52.
  53. Koppel R, Metlay JP, Cohen A, Abaluck B, Localio AR, Kimmel SE, et al. Role of computerized physician order entry systems in facilitating medication errors. *JAMA*. 2005;293(10):1197–203.
  54. Ash JS, Berg M, Coiera E. Some unintended consequences of information technology in health care: the nature of patient care information system-related errors. *J Am Med Inform Assoc*. 2004;11(2):104–12.
  55. Strom BL, Schinnar R, Aberra F, Bilker W, Hennessy S, Leonard CE, et al. Unintended effects of a computerized physician order entry nearly hard-stop alert to prevent a drug interaction: a randomized controlled trial. *Arch Intern Med*. 2010;170(17):1578–83.
  56. HL7 Spain [Internet][acceso 15 febrero 2014]. Disponible en: [http://hl7spain.org/]
  57. HL7Spain Subcomité Técnico Farmacia. Guía de Implementación Farmacia.[internet] 2007.[acceso 23 febrero 2014]. Disponible en: [http://www.hl7spain.org/guias-implementacion.html]
  58. The Microsoft Health Common User Interface [Internet]. [acceso 18 abril 2016] Disponible en: [http://www.mscai.net/]
  59. International Health Terminology Standards Development Organization [Internet]. 2007 [acceso 23 febrero 2014]. Disponible en: [http://www.ihtsdo.org]
  60. Cooperation with other Standards Organizations. IHTSDO [internet].2007 [acceso 24 marzo 2014]. Disponible en: [http://ihtsdo.org/fileadmin/user\_upload/Docs\_01/Publications/SNOMED\_CT/SnomedCt\_Cooperation\_20140219.pdf ]
  61. MSSSI. Historia Clínica Digital del SNS, área de recursos semánticos. Qué es SnomedCT [Internet]. [acceso 17 marzo 2014] Disponible en: [http://www.msssi.gob.es/profesionales/hcdsns/areaRecursosSem/snomed-ct/preguntas.htm#p11]
  62. Jiang G, Solbrig HR, Chute CG. ADEpedia: a scalable and standardized knowledge base of Adverse Drug Events using semantic web technology. *AMIA Annu Symp Proc*. 2011;2011:607–16.
  63. Farfán Sedano FJ, Terrón Cuadrado M, García Rebolledo EM, Castellanos Clemente Y, Serrano Balazote P, Gómez Delgado A. Implementation of SNOMED CT to the medicines database of a general hospital. *Stud Health Technol Inform*. 2009;148:123–30.
  64. Aungst TD. Medical applications for pharmacists using mobile devices. *Ann Pharmacother*. 2013;47(7-8):1088–95.
  65. Martínez-Pérez B, de la Torre-Díez I, López-Coronado M. Mobile health applications for the most prevalent conditions by the World Health Organization: review and analysis. *J Med Internet Res*. 2013;15(6):e120.
  66. Boulos MNK, Brewer AC, Karimkhani C, Buller DB, Dellavalle RP. Mobile medical and health apps: state of the art, concerns, regulatory control and certification. *Online J Public Health Inform*. 2014;5(3):229.
  67. Whetzel PL. NCBO Technology: Powering semantically aware applications. *J Biomed Semantics*. 2013;4 Suppl 1:S8.
  68. Grando A, Farrish S, Boyd C, Boxwala A. Ontological approach for safe and effective polypharmacy prescription. *AMIA Annu Symp Proc*. 2012;2012:291–300.
  69. Markowitz E, Bernstam E V, Herskovic J, Zhang J, Shneiderman B, Plaisant C, et al. Medication Reconciliation: Work Domain Ontology, prototype development, and a predictive model. *AMIA Annu Symp Proc*. 2011 Jan;2011:878–87.
  70. Jiang G, Wang L, Liu H, Solbrig HR, Chute CG. Building a knowledge base of severe adverse drug events based on AERS reporting data using semantic web technologies. *Stud Health Technol Inform*. 2013;192:496–500.
  71. Wei W-Q, Cronin RM, Xu H, Lasko TA, Bastarache L, Denny JC. Development of an ensemble resource linking Medications to their Indications (MEDI). *AMIA Summits Transl Sci Proc*. 2013;2013:172.
  72. Fung KW, Jao CS, Demner-Fushman D. Extracting drug indication information from structured product labels using natural language processing. *J Am Med Inform Assoc*. 2013;20(3):482–8.

## Introducción

En las últimas décadas se ha producido un importante avance en el desarrollo de tecnologías aplicadas al ámbito sanitario. Diversas organizaciones internacionales y nacionales, como el Institute of Medicine<sup>1</sup>, Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organizations<sup>2</sup>, National Patient Safety Foundation<sup>3</sup>, American Medical Informatics Association<sup>4</sup>, National Quality Forum<sup>5</sup>, Healthcare Information and Management Systems Society<sup>6</sup> o el Ministerio de Sanidad y Política Social<sup>7</sup>, abogan por que las organizaciones sanitarias dispongan de sistemas de información que mejoren la calidad, la seguridad y el coste-efectividad en el cuidado del paciente.

La prescripción electrónica asistida (PEA), los sistemas automatizados de dispensación de medicamentos (SAD), la historia clínica electrónica (HCE) y los registros electrónicos en la administración de medicamentos son claros ejemplos de cómo las tecnologías se van incorporando en el proceso asistencial incrementando la calidad, seguridad y eficiencia de cada etapa asistencial<sup>8,9</sup>. El 50% de los acontecimientos adversos relacionados con errores de medicación son evitables y la implantación de estas tecnologías pueden ayudar a disminuirlos<sup>10-12</sup>. En nuestro país, el estudio ENEAS demostró que un 42,8% de los eventos adversos eran evitables, y que más de un tercio de estos eventos adversos estaban relacionados con la medicación<sup>13</sup>.

Muchos sistemas de HCE y PEA incorporan además sistemas de soporte a la decisión clínica (SSDC)<sup>14</sup>. Estos SSDC son herramientas informáticas diseñadas para ayudar a los profesionales sanitarios en la toma de decisiones clínicas y terapéuticas, con la finalidad de mejorar la atención a los pacientes. Pueden incorporarse en cualquiera de las etapas del proceso de atención sanitaria, como el diagnóstico, el tratamiento o la prevención, así como a cualquier profesional del equipo asistencial. No obstante, en el campo de la utilización del medicamento y en concreto en la etapa de prescripción farmacológica, es donde más han evolucionado.

El objetivo de este artículo es describir las características de los SSDC y las recomendaciones para su diseño, implantación y seguimiento.

## Definición y características de los SSDC

Los SSDC son un grupo de herramientas informatizadas que integran información sobre medicamentos y datos relacionados con los procesos clínicos de los pacientes<sup>15,16</sup>. Estos sistemas combinan de manera inteligente el conocimiento clínico y la información de los pacientes, presentando recomendaciones al profesional adecuado, en el momento preciso, y ofreciendo alternativas relacionadas específicamente con las características del paciente<sup>17</sup>.

El diseño de estos sistemas, se basa en la combinación de los datos clínicos incluidos en la HCE de los pacientes, con la información disponible sobre la utilización de un medicamento. Mediante criterios de decisión, estructurados dentro del sistema informático, éste activa los procesos de alerta en los casos en que la utilización de un medicamento requiere una acción determinada según las características clínicas del paciente. Estos sistemas pueden dirigirse a todas las fases del proceso de utilización de los medicamentos: prescripción, validación, administración, seguimiento, etc., aunque son más efectivas en las fases tempranas del mismo, como es la prescripción<sup>11</sup>.

Existen diferentes formas de clasificar los SSDC (Tabla 1):

En función de la configuración, diseño y/o funcionamiento, los sistemas de apoyo a la prescripción se pueden clasificar en pasivos o activos<sup>18</sup>. Los primeros son de selección voluntaria, donde el usuario debe seleccionar la visualización de la información de forma proactiva en el sistema, mientras que en los activos se dispara un aviso de forma automática frente a unas determinadas condiciones. Estos son los que han demostrado tener un mayor impacto en la detección de problemas relacionados con la medicación<sup>19</sup>. Por otra parte estos procesos de alerta pueden tener solo carácter informativo o promover la interrupción de la acción. Estos últimos están destinados a interrumpir el proceso que se está desarrollando, permitiendo al médico finalizar o no la prescripción en función del grado de importancia de la recomendación. Kupperman GJ et al, definieron dos tipos de SSDC. Los SSDC básicos, en los que se generan alertas sobre alergias, interacciones entre fármacos, dosis máximas o mínimas, o duplicidades farmacológicas, y los SSDC avanzados que contienen datos de los pacientes (parámetros de laboratorio, situaciones clínicas, etc.), guías de práctica clínica estructuradas, protocolos y que permiten selección y dosificación de fármacos según comorbilidades. Además facilitan la conciliación entre niveles asistenciales y la detección automática de eventos adversos basados en síntomas, datos de laboratorio, resultados diagnósticos y anotaciones sobre el paciente<sup>20,21</sup>. Los sistemas avanzados emiten una mayor proporción de alertas clínicamente relevantes que los sistemas básicos<sup>22</sup>.

**Tabla 1.** Clasificación de los SSDC atendiendo a diferentes aspectos

Tipo de clasificación	SSDC
Clasificación según la fase de atención a la que están dirigidos	Prescripción Validación Administración
Clasificación según la actuación de la alerta en el proceso	Pasivo Activo
Clasificación según la Interrupción del proceso	Interruptivos No interruptivos

## Impacto de los SSDC en la seguridad del paciente

La posibilidad de integrar guías de práctica clínica, alertas que indiquen cambios de dosis o sugerencias de pautas más adecuadas en función del estado del paciente, puede llevar a la prevención de errores de medicación y a un aumento en la eficiencia de los tratamientos<sup>20, 23</sup>. Uno de los primeros estudios que demostró la prevención de acontecimientos adversos relacionados con los medicamentos con un programa de alertas informatizado fue desarrollado por Evans et al<sup>24</sup>. En él, se encontró una reducción significativa de reacciones adversas gracias a la generación de alertas sobre alergias a los fármacos durante su prescripción. En otros estudios más recientes se describen sistemas que han sido perfeccionados con los que se ha observado una disminución en los errores de medicación<sup>25</sup>, mejora en la adecuación de la prescripción a las condiciones clínicas de los pacientes<sup>26</sup>, disminución de errores en la dosificación de fármacos<sup>27</sup> e incluso disminución de la estancia hospitalaria<sup>28</sup>. Estudios más específicos muestran cómo la implantación de sistemas de soporte a la decisión clínica puede evitar que el paciente reciba una dosis de un fármaco contraindicada según su función renal<sup>29</sup>; permitir que los pacientes reciban el tratamiento adecuado para la profilaxis del tromboembolismo venoso con heparina<sup>30</sup>, o que se seleccionen los antibióticos en función de las sensibilidades y resistencias bacterianas<sup>31</sup>. Estos sistemas también pueden diseñarse para focalizar la atención en poblaciones de mayor riesgo, como pueden ser los pacientes ancianos<sup>32</sup>, pediátricos<sup>33</sup>, pacientes ingresados en unidades de cuidados intensivos<sup>34</sup> o pacientes polimedcados en los que la probabilidad de errores de medicación es mayor<sup>35</sup>.

Durante los últimos años, en estos sistemas, se está incorporando la farmacogenética para incrementar la seguridad en el proceso de prescripción de fármacos de alto riesgo<sup>36</sup>.

## Diseño e implantación de SSDC

La implantación de estos sistemas se inició hace más de 20 años, siendo en Estados Unidos donde más se han desarrollado<sup>37</sup>. Aunque su implantación se propuso como una meta a alcanzar rápidamente, impulsada por las autoridades sanitarias de EEUU, su progreso ha seguido un ritmo lento, debido en parte a la complejidad de su desarrollo<sup>16, 38</sup>. Actualmente, en muchos países se están promoviendo iniciativas para abordar este reto.

En España, la experiencia publicada en la implantación de estos sistemas es menor que en otros países, por ello varios grupos de trabajo de la Sociedad Española de Farmacia Hospitalaria (SEFH) están realizando esfuerzos para incrementar su desarrollo<sup>39, 40</sup>.

De hecho uno de los objetivos de las líneas estratégicas del Grupo 2020 de la SEFH, es que el 80% de los hospitales disponga de un sistema de prescripción electrónica asistida, conectado y/o integrado en la historia clínica, que incluya bases de datos de información de medicamentos para la toma de decisiones clínicas. Según los resultados de la encuesta inicial realizada por este grupo en el año 2010, solamente disponían parcialmente de esta tecnología un 5, 4% de los hospitales encuestados<sup>41</sup>.

Durante los últimos años se han desarrollado diferentes sistemas de soporte a la prescripción y validación farmacéutica en hospitales de nuestro país como son el sistema "HIGEA", implantado en el Hospital Gregorio Marañón (Madrid-España)<sup>42</sup>, o los aplicativos "Check-TheMeds"<sup>43</sup> o "AltoMedicamentos"<sup>44</sup> disponibles en diferentes hospitales de España, como el hospital Ramón y Cajal de Madrid o el hospital Nacional de Paraplégicos, respectivamente.

## Claves para el diseño y la implantación de los SSDC

En el diseño e implementación de los SSDC deben considerarse 3 etapas, que se resumen a continuación en la figura 1:

### 1. Constituir un equipo de trabajo pluridisciplinar

La creación de un equipo de trabajo multidisciplinar integrado por diferentes profesionales es imprescindible para el diseño, implantación, mantenimiento y seguimiento de los SSDC. Es importante que este equipo esté formado tanto por los profesionales informáticos que participan en el diseño/creación de estas herramientas, como por los usuarios que las utilizan (médicos, farmacéuticos y el resto de personal sanitario implicado) y que pueden indicar las necesidades a desarrollar. El mantenimiento de las bases de datos que respaldan el sistema debe ser continuo, y la información y las alertas en el sistema deben estar consensuadas por todos los miembros de este equipo<sup>38, 45</sup>.

Este equipo de trabajo ha de estar liderado por el farmacéutico. Sus conocimientos técnicos en sistemas de información aplicados al proceso de utilización de medicamentos y su participación activa con otros profesionales sanitarios y no sanitarios en este contexto, es clave para realizar la selección más adecuada de las tecnologías, estimando el valor y contribución de cada una de ellas en la mejora del proceso de atención sanitaria. El farmacéutico tiene una posición privilegiada para abordar la selección y evaluación de los sistemas que más se ajustan a cada situación, formar parte de los grupos de trabajo de diseño e implantación, ser el interlocutor entre usuarios, diseñadores, programadores y evaluar los resultados de la implantación y el efecto sobre la atención que pueden aportar estos sistemas<sup>9</sup>.

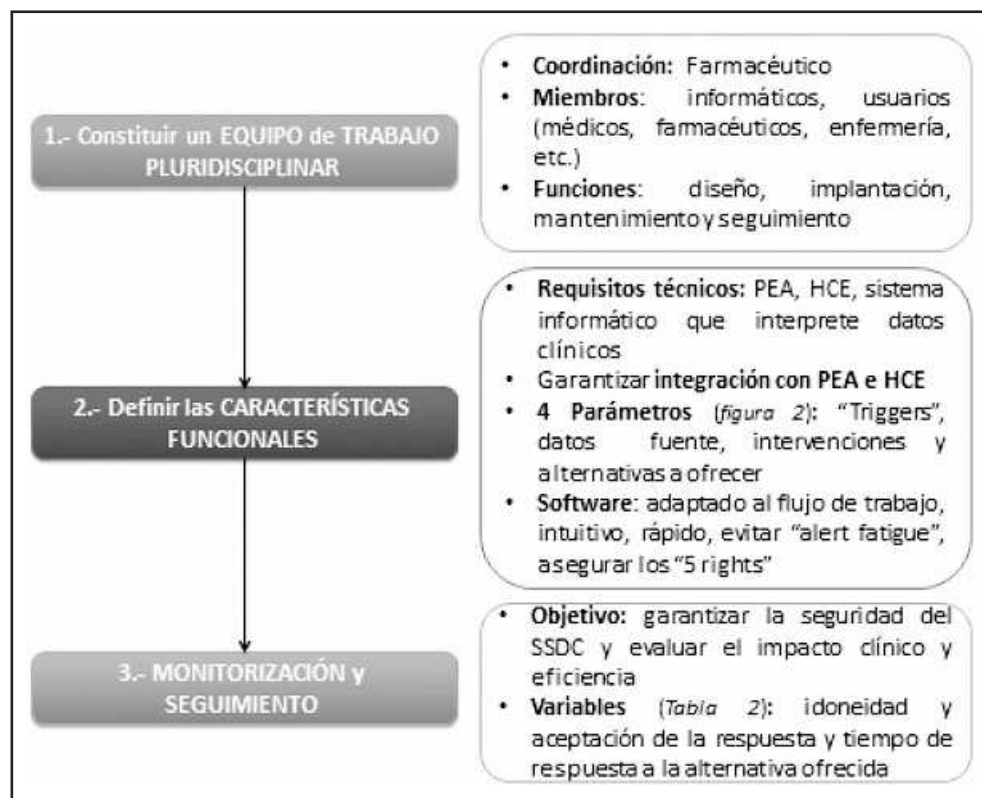


Figura 1. Esquema para el diseño e implantación de un SSDC.

## 2. Definir las características funcionales

Para poder diseñar e implantar un SSDC es necesario disponer de los siguientes requisitos:

- Prescripción Electrónica Asistida.
- Historia Clínica informatizada.
- Sistema informático capaz de reconocer/interpretar los datos clínicos necesarios para crear los criterios de decisión.

Una vez asegurados estos requisitos, el diseño de los SSDC debe contemplar fundamentalmente 4 parámetros: los datos fuente, los "triggers" o parámetros de

alerta, las intervenciones y las alternativas a ofrecer<sup>46, 47</sup> (Figura 2).

A modo de ejemplo, los elementos necesarios para implantar un SSDC sobre la dosificación de fármacos en insuficiencia renal, serían<sup>48</sup>:

- Datos fuente: medicamentos que deben ajustarse por función renal, el valor del aclaramiento de creatinina a partir del cual debe ajustarse la dosis de fármaco y la dosis recomendada del fármaco cuando la función renal está alterada.
- Trigger o parámetro de alerta: valor del aclaramiento de creatinina disponible en la analítica más reciente,

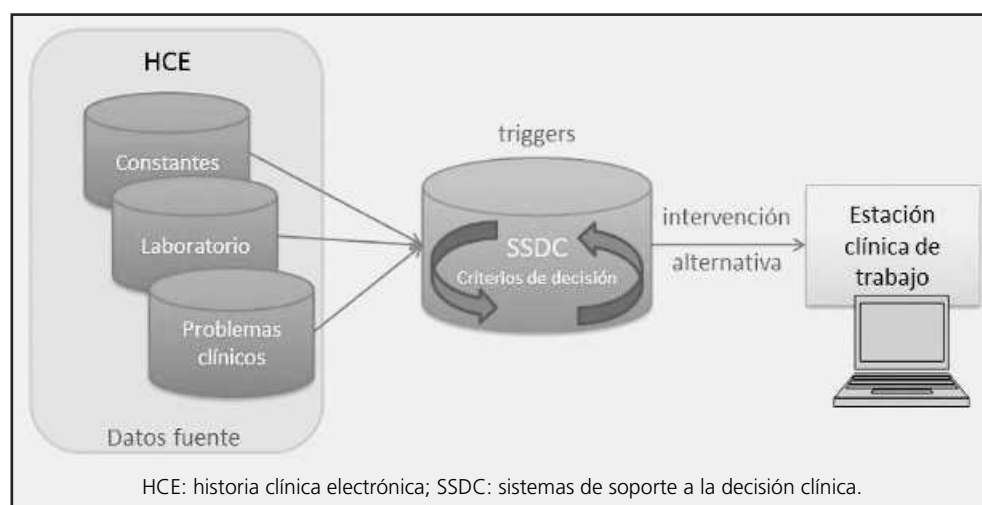


Figura 2. Esquema funcional básico SSDC.

correspondiente al episodio de ingreso/atención del paciente.

- Intervención: señal de alerta de que se ha prescrito un fármaco que requiere ajuste de dosis en insuficiencia renal. El método y momento de la intervención es variable y modificable, pudiendo alertar en el momento de selección del fármaco, en el momento de prescribir la dosis o solamente como mensaje informativo.
- Alternativa a ofrecer: informar de la dosis recomendada en función del aclaramiento de creatinina del paciente.

Para que su uso se consolide, el diseño y las características de estos sistemas deben adaptarse de forma adecuada a los sistemas de prescripción existentes en el centro. La implantación de estos sistemas informáticos no puede concebirse como un sistema estático, sino como un sistema complejo y dinámico que debe coordinarse con el proceso de prescripción. El software debe encajar perfectamente dentro del flujo de trabajo del clínico, ser intuitivo y maximizar el ahorro de tiempo en su uso, actuando en tiempo real.

Es imprescindible que el SSDC asegure que se cumplan los "5 rights" o "5 verdades" de los SSDC<sup>49</sup>:

- Información correcta-
- Persona/profesional correcto.
- Formato de la intervención correcto.
- Vía de comunicación correcta.
- Momento correcto en el flujo de trabajo.

Debe tenerse especial precaución en evitar la emisión excesiva de alertas en situaciones clínicas irrelevantes ("alert fatigue" o "fatiga de alertas"), ya que la interrupción continua del flujo de trabajo del prescriptor condu-

ce a una mayor omisión global de las alertas, omitiendo incluso aquellas consideradas más importantes<sup>50, 51</sup>.

### 3. Monitorización y seguimiento del funcionamiento de los SSDC

El objetivo principal de realizar una monitorización y seguimiento de los SSDC es garantizar la seguridad de estos sistemas. Pero además, la monitorización de todos los aspectos relacionados con la generación de las alertas es esencial para poder evaluar su impacto clínico y su eficiencia. Entre los parámetros a evaluar se encuentra el correcto funcionamiento de la herramienta, la idoneidad en el contexto clínico del paciente, la aceptación de las alternativas propuestas por el sistema o tiempo de respuesta<sup>14</sup>.

En la tabla 2 se presentan una serie de variables que pueden utilizarse como indicadores del correcto funcionamiento de la herramienta y que pueden ayudar a medir la eficiencia de estos sistemas:

#### Dificultades en la implantación

El diseño e implantación de los SSDC no han evolucionado de la forma esperada debido a la existencia de ciertas barreras o dificultades:

- La **falta de interoperabilidad e integración entre sistemas**, que interfiere en la correcta obtención e interpretación de los datos clínicos para poder ser utilizados. La integración de diferentes sistemas implica que estos trabajen conjuntamente compartiendo los datos, mientras que la interoperabilidad permite que diferentes sistemas interactúen intercambiando datos de diferentes fuentes. De esta manera, el objetivo óptimo es la integración entre sistemas, siendo el más

**Tabla 2.** Variables de monitorización para la evaluación de SSDC

	Aspecto a monitorizar	Medida de evaluación de la alerta	Aproximación de cálculo
Idoneidad de la alerta	Generación de la alerta en el momento necesario.	Tasa de alertas en el momento correcto.	Alertas generadas en el tiempo correcto / Total Alertas
	Generación de la alerta con la información y datos necesarios.	Tasa de alertas con información correcta	Alertas con información correcta / Total alertas
	Alternativas propuestas adecuadas.	Tasa de alertas con alternativa adecuada	Alertas con alternativa adecuada / Total alertas
Aceptación de la alertas	Omisión de las alertas generadas, por parte del usuario	Tasa de omisión	Alertas omitidas / Alertas generadas
	Relevancia clínica de las omisiones	Tasa de omisiones con relevancia clínica	Alertas omitidas con relevancia clínica(*) / Total alertas omitidas
	Aceptación de las recomendaciones de la alerta por parte del usuario	Tasa de aceptación	Recomendaciones aceptadas / Total alertas
Tiempo de respuesta	Tiempo de respuesta hasta la consecución del cambio promovido por la alerta	Tiempo desde que se genera la alerta hasta la respuesta obtenida	Tiempo respuesta – Tiempo generación alerta.

(\*)Alertas omitidas con relevancia clínica, se entienden aquellas alertas que, por ser omitidas, han causado un efecto adverso o un error de medicación grave con consecuencias clínicas para el paciente.

difícil de conseguir. En algunos casos, conseguir la interoperabilidad de los sistemas es suficiente para la implantación de ciertos SSDC.

- **Dificultad para gestionar la información clínica** procedente de las distintas bases de datos. Esto se debe principalmente a la falta de estandarización de la terminología utilizada, que conlleva, en ocasiones, a la obtención de datos desde texto libre o lenguaje natural dificultando el procesamiento de la información de los pacientes para alertar de forma adecuada.
- El **mantenimiento y actualización** constante de la información, con cambios requeridos según la utilización y evaluación de las alertas.
- El **coste elevado** de implantación y mantenimiento.
- **Evidencia disponible insuficiente.** La mayor parte de las experiencias publicadas se basan en evaluaciones de un único centro que ha desarrollado e implantado internamente un SSDC. Esto, unido a la heterogeneidad de los estudios en cuanto a metodología, variables estudiadas, etc., hace que los datos disponibles no sean suficientes para asegurar que la utilidad de estos sistemas sea extrapolable a otros centros<sup>52</sup>.
- Posibilidad de **provocar consecuencias negativas en la seguridad** de los pacientes. La evaluación de la implantación de los SSDC no siempre ha demostrado una mejora en los resultados en salud. Aunque el sistema está diseñado para evitar errores, una vez implantado, puede inducir consecuencias inesperadas durante su utilización, e incluso afectar directamente a la seguridad de los pacientes, generando nuevos tipos de errores<sup>53, 54</sup>. Un estudio realizado por Strom et al., en el que se implantó un sistema de alertas para reducir la administración concomitante de warfarina junto a cotrimoxazol y evitar así la interacción, tuvo que ser suspendido prematuramente porque esta intervención provocó una demora en el tratamiento de 4 pacientes que fue considerada inaceptable por los clínicos evaluadores<sup>55</sup>.
- Una de las causas principales de los efectos no deseados de los SSDC es la omisión de las alertas. Existen estudios que describen omisiones de entre un 49-

96% de los casos<sup>17</sup>. Las principales razones por las que hay una baja respuesta por parte de los clínicos a las alertas automáticas son la gran cantidad de alertas de baja relevancia ("fatiga de alertas") y el diseño pobre de las mismas. Los clínicos tienden a obviar las alertas por la falta de especificidad de las mismas y porque creen que falta el conocimiento clínico adicional de la situación clínica dentro del contexto del paciente<sup>19</sup>.

### Futuro del desarrollo de los SSDC

En el futuro, los esfuerzos deben ir encaminados a buscar soluciones a estas barreras que dificultan el desarrollo de los SSDC.

En este sentido, actualmente se dispone de nuevos avances tecnológicos en sistemas de salud, que pueden ayudar a mejorar algunas de las dificultades encontradas y que resumen en la tabla 3.

#### 1. Interoperabilidad e integración

Un obstáculo hasta ahora difícil de superar es la interoperabilidad e integración entre sistemas informáticos. El intercambio de información clínica es básico para obtener unos sistemas sólidos de ayuda a la prescripción. Por este motivo existen organizaciones mundiales, como **HL7**, centradas en desarrollar estándares globales para facilitar el intercambio electrónico de información. Esta organización, que cuenta con la participación de más de 50 países, tiene como objetivo proveer estándares para el intercambio de información clínica, asistencial, administrativa y logística entre los diferentes sistemas de salud<sup>56</sup>. HL7Spain, la organización que representa nuestro país en el ámbito internacional, regula y adapta los estándares mundiales al ámbito nacional y promueve el uso de esta estandarización. Entre los trabajos realizados destacan la "Guía de Implementación en Farmacia", donde se detalla un modelo de datos para el intercambio de información entre los distintos sistemas implicados en la prescripción, dispensación y administración de los fár-

**Tabla 3.** Soluciones para disminuir las dificultades de la implantación y desarrollo de los SSDC

Dificultad/Barrera	Solución	Herramientas
Falta de adaptación y comunicación entre sistemas	Interoperabilidad	HL7 (Health Level Seven)
		Snomed CT
		Dispositivos móviles
Gestión de la información clínica	Sistemas inteligentes	Ontologías
		Procesamiento de Lenguaje Natural (PLN)
Consecuencias negativas en la seguridad/fatiga de alertas		Monitorización y seguimiento del funcionamiento de los SSDC (indicadores, evaluación, feedback)
Evidencia disponible insuficiente	Difundir/compartir experiencias	Publicaciones
		Grupos de trabajo

macos, o su participación en un documento de estandarización para la implantación de la receta electrónica<sup>57</sup>.

Otra guía de recomendaciones sobre la normalización de los elementos de los sistemas de información clínica es "The Microsoft Health Common User Interface"(MSCUI)<sup>58</sup>. Esta guía desarrollada por Microsoft con colaboración de la Joint Commission, se basa en una serie de principios de seguridad y recomendaciones sobre normalización para que los profesionales de la salud puedan intercambiar información entre distintas aplicaciones, aumentando la eficacia de la información clínica y la mejora de la seguridad del paciente.

Otra estrategia para resolver al problema de la interoperabilidad, es la utilización de una terminología común en todos los sistemas. Un ejemplo es **SNOMED CT** (Systematized Nomenclature of Medicine – Clinical Terms), una terminología clínica internacional, que contiene más de 300.000 conceptos y más de 700.000 descripciones organizados en jerarquías y relacionados entre sí. Estos conceptos están dotados de un código numérico que permite que sistemas informáticos, que no fueron diseñados para ello, reciban e integren información procedente de otros sistemas de forma comprensible, respetando el significado original, sin necesidad de intervención humana. SNOMED CT, desarrollado por la IHTSDO (International Health Terminology Standards Development Organisation)<sup>59</sup>, se está utilizando en más de 50 países de todo el mundo. La IHTSDO también trabaja conjuntamente con la OMS y con HL7 para codificar sus estándares con esta terminología<sup>60</sup>. En España, SNOMED CT se utiliza ya en numerosos proyectos de normalización para sistemas de información clínica<sup>61, 62</sup> y se puede emplear para codificar la medicación disponible y así disponer de un código de enlace entre las diferentes bases de datos de medicamentos<sup>63</sup>.

Utilizando estas estrategias podemos dotar a los SSDC de un acceso más eficaz a la información clínica necesaria para una atención de mayor calidad e incluso contribuir a disminuir los costes asociados a la implantación de estos sistemas.

Los "Smartphones" y las "tablets" se están posicionando como nuevos dispositivos de hardware que pueden intervenir en el proceso de atención clínica. Estos dispositivos proporcionan información de manera personalizada e instantánea y ofrecen una comunicación rápida entre usuarios. Durante los últimos años se ha observado un aumento en la utilización de aplicaciones focalizadas a proporcionar ayudas en la atención clínica: calculadoras clínicas, guías de utilización/información de fármacos, interacciones, diagnóstico, etc<sup>64, 65</sup>. La conectividad de estas aplicaciones con los datos clínicos, podría incrementar su rentabilidad, permitiendo un acceso automático a los datos necesarios y a los sistemas de alerta, proporcionando un punto extra de atención a pie de cama. No obstante, se debe seguir un proceso de regulación y encriptación exhaustivo para garantizar

la seguridad de los datos introducidos, tanto personales como de pacientes, asegurando una *interface* segura entre los distintos sistemas operativos<sup>66</sup>.

## 2 *Sistemas inteligentes para la gestión de la información clínica*

La complejidad de la información clínica que contempla el sistema sanitario, su variabilidad a lo largo del tiempo y la gran heterogeneidad de datos que contiene, hace difícil su formalización y representación en modelos informáticos precisos. No obstante, actualmente están apareciendo nuevas herramientas inteligentes que permiten mejorar la gestión de este tipo de datos y diseñar sistemas dinámicos y continuos con capacidad de aprender de sí mismos.

Las **ontologías** aparecen como una vía para resolver este problema<sup>67</sup>. Una ontología es una estructura de conocimiento donde se representan un conjunto de conceptos y las relaciones semánticas entre ellos de manera formal. Las ontologías se estructuran de forma explícita y representan el conocimiento en un formato legible por las máquinas, que los humanos somos capaces de entender. La utilización de ontologías está aumentando rápidamente en el ámbito de la biomedicina, permitiendo crear bases de datos con conocimiento y relaciones entre términos biomédicos que pueden ayudar a optimizar los SSDC. En la práctica clínica existen diferentes ejemplos como el sistema de ayuda para la prescripción de terapia antibiótica de Bright et al. en el que se utiliza una ontología que se nutre de datos del paciente, sensibilidades y resistencias para proporcionar la terapia antibiótica más adecuada en cada caso<sup>31</sup>. También se están utilizando para mejorar los sistemas que alertan de interacciones farmacológicas en pacientes con polifarmacia<sup>68</sup>, para crear bases de datos de efectos adversos o incluso para crear herramientas para la conciliación de la medicación<sup>69, 70</sup>. Estas herramientas proporcionan una mejora en la utilización de los sistemas informáticos y las bases de datos para tener una información más robusta, mejor relacionada y proporcionar datos más fiables en el proceso de atención al paciente.

Otra herramienta que puede contribuir a obtener información clínica necesaria para optimizar el uso de los SSDC, es el **procesamiento de lenguaje natural (PLN)**. Muchos de los datos incluidos en las historias clínicas se encuentran expresados mediante procesadores de texto y no están codificados, de manera que es difícil que los SSDC que disponemos hasta ahora sean capaces de incorporar la información incluida en ellos. Las herramientas de PLN permiten extraer de forma automática los elementos de información de fuentes que no están diseñadas para que sean extraíbles informáticamente, estructurándolos de forma codificada, y entendibles para los sistemas informáticos. Con resultados prometedores, se han empezado a utilizar estas herramientas para hacer bases de datos de medicamentos relaciona-



dos con sus indicaciones a partir de diferentes fuentes de información<sup>71, 72</sup>. La relación entre los problemas de salud de los pacientes y los fármacos en la historia clínica electrónica se puede emplear para mejorar la calidad de la información y disminuir los errores de medicación relacionados con la indicación de dichos fármacos. Estas herramientas podrían utilizarse para dotar a los SSDC de una mayor especificidad en el momento de alertar, ya que serían capaces de obtener la información clínica necesaria para asegurar la correcta utilización de un fármaco.

La incorporación de estas nuevas aplicaciones informáticas nos puede permitir crear sistemas más robustos, que nos ayuden realmente a monitorizar los parámetros clínicos de los pacientes, con la información necesaria, alertando solamente en aquellos casos en los que la seguridad del paciente se vea comprometida, aportando un tratamiento lo más individualizado posible y evitando la fatiga de alertas. Además, los sistemas inteligentes que se alimentan de la información de forma automática permiten que el mantenimiento sea más eficiente, con menor necesidad de actualizaciones y disminución de

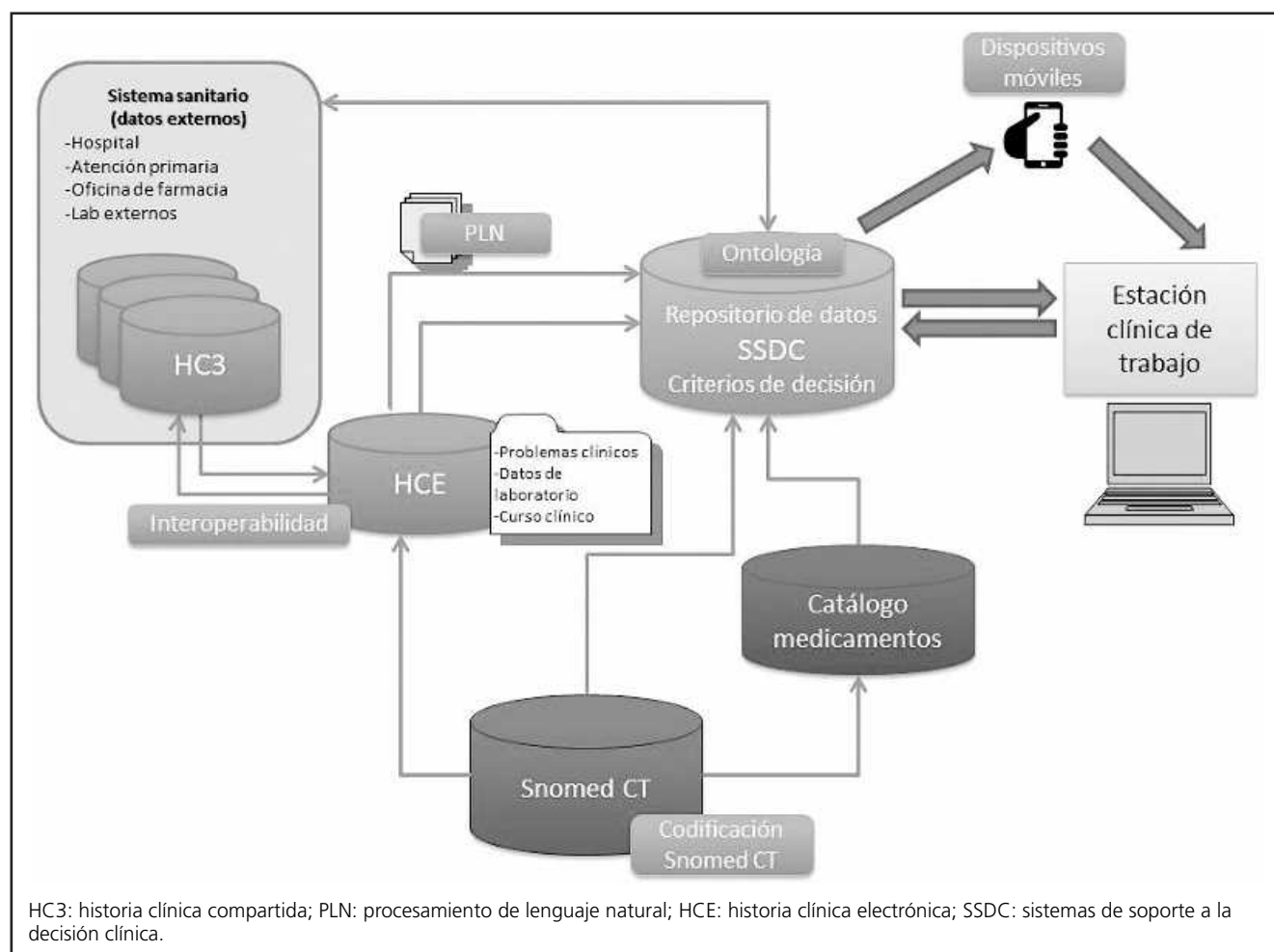
errores de información. La figura 3 muestra un ejemplo de la interrelación entre las diferentes herramientas disponibles de ayuda a la prescripción y la estación clínica de trabajo.

### 3. Difusión del conocimiento sobre SSDC

La **publicación** de los resultados del seguimiento y evaluación del funcionamiento de estas herramientas puede ayudar a optimizar su implantación. La difusión pública de estos resultados, tanto entre los propios usuarios de la herramienta como para el conocimiento científico general, es indispensable para promover y mejorar el desarrollo de estos sistemas. Las sociedades científicas y los **grupos de trabajo** especializados en nuevas tecnologías tienen un papel crucial en esta transmisión de conocimiento.

## Conclusiones

La experiencia publicada hasta ahora avala la utilidad de los SSDC como herramientas competentes en el marco de seguridad del paciente. No obstante, para conse-



**Figura 3.** Integración de las diferentes herramientas de ayuda a la prescripción.

guir una implantación eficiente de estos sistemas es primordial focalizar los esfuerzos en sobrepasar las barreras que dificultan el uso extendido de estas herramientas, compartir el conocimiento y experiencias realizadas en los centros y realizar estudios para evaluar el efecto de los SSDC sobre resultados clínicos, carga de trabajo y eficiencia del proceso, satisfacción del paciente y usuarios.

El diseño de los SSDC debe estar adaptado al contexto y entorno en el que se van a utilizar. Es imprescindible tener en cuenta el flujo de trabajo de los profesionales y evitar la fatiga de alertas. Una correcta monitorización de todo el proceso, evaluando variables de utilización y respuesta, puede ayudar a una implantación más ágil y competente y con un elevado nivel de adherencia.

La incorporación de nuevas tecnologías y sistemas inteligentes dotan a estos sistemas de información más fiable y concisa, lo cual puede aumentar la eficiencia de estas herramientas. Existen actualmente diferentes SSDC desarrollados, pero con gran heterogeneidad entre ellos. Una vez solventado el problema de la interoperabilidad entre sistemas y aprovechando los patrones comunes de exportabilidad, debemos ser capaces de utilizar y evaluar los SSDC a nivel multicéntrico, dotando a los estudios de evaluación de una mayor robustez y pudiendo ser extrapolables a otros centros.

La creación de un grupo pluridisciplinar dentro de las entidades y centros sanitarios es un elemento fundamental para abordar la implantación de estas nuevas tecnologías. El farmacéutico debe adoptar un papel destacado en el proceso de desarrollo e implantación de los SSDC. Su conocimiento sobre fármacos y su utilización, y el hecho de que el farmacéutico lidera los programas de seguridad en el uso de medicamentos y, en muchas ocasiones, la gestión de los sistemas de calidad del hospital, le proporciona los conocimientos necesarios para asumir el liderazgo en esta nueva línea de trabajo.

## Financiación

Artículo sin financiación.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés en la redacción de este artículo.

## Agradecimientos

Agradecemos sinceramente la colaboración del grupo TECNÓ en la realización del artículo por todos los comentarios y aportaciones.

## Bibliografía

- Aspden P, Corrigan JM, Wolcott J, Erickson SM, editors. Patient safety: achieving a new standard for care. Institute of Medicine. National Academy Press (Washington DC); 2004.
- Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organization [internet]. National patient safety goals. [acceso 12 septiembre 2014] Disponible en: [http://www.jointcommission.org/standards\_information/npsgs.aspx./]
- National Patients Safety Foundation [internet]. [acceso 14 septiembre 2014]. Disponible en [ http://www.npsf.org].
- American Medical Informatics Association [internet] [acceso 14 septiembre 2014] Disponible en: [http://www.amia.org].
- National Quality Forum [internet]. [acceso 14 septiembre 2014] Disponible en: [http://www.nfq.org].
- Healthcare Information and Management Systems Society [internet] [acceso 14 septiembre 2014] Disponible en: [www.himss.org].
- Plan Nacional de Calidad. Ministerio de Sanidad y Política Social. [internet]. [acceso 13 enero 2009]. Disponible en: [http://www.msps.es/organizacion/sns/planCalidadSNS/tic00.htm]
- Bermejo Vicedo T, Perez Menendez Conde C, Alvarez A, Condina C, TECNÓ G. et al. The application of new technologies to hospital pharmacy in Spain. *Farm Hosp.* 2007;31(1):17-22.
- Bermejo Vicedo T, TECNÓ G. Role of the hospital pharmacist in new health care technologies. *Farm Hosp. Spain*; 2010;34(2):56-8.
- Bates DW, Spell N, Cullen DJ, Burdick E, Laird N, Petersen LA, et al. The costs of adverse drug events in hospitalized patients. *Adverse Drug Events Prevention Study Group.* *JAMA*; 1997;277(4):307-11.
- Bates DW, Cullen DJ, Laird N, Petersen LA, Small SD, Servi D, et al. Incidence of adverse drug events and potential adverse drug events. Implications for prevention. *ADE Prevention Study Group.* *JAMA*; 1995;274(1):29-34.
- Bobb A, Gleason K, Husch M, Feinglass J, Yarnold PR, Noskin GA. The epidemiology of prescribing errors: the potential impact of computerized prescriber order entry. *Arch Intern Med*; 2004;164(7):785-92.
- Aranaz-Andrés JM, Aibar-Remón C, Vitaller-Murillo J, Ruiz-López P, Limón-Ramírez R, Terol-García E. Incidence of adverse events related to health care in Spain: results of the Spanish National Study of Adverse Events. *J Epidemiol Community Health.* 2008;62(12):1022-9.
- McCoy AB, Waitman LR, Lewis JB, Wright J a, Choma DP, Miller R a, et al. A framework for evaluating the appropriateness of clinical decision support alerts and responses. *J Am Med Inform Assoc.* 2012;19(3):346-52.
- Kaushal R, Shojania KG, Bates DW. Effects of computerized physician order entry and clinical decision support systems on medication safety: a systematic review. *Arch Intern Med.* 2003;163(12):1409-16.
- Agrawal A. Medication errors: prevention using information technology systems. *Br J Clin Pharmacol.* 2009;67(6):681-6.
- Bright TJ, Wong A, Dhurjati R, Bristow E, Bastian L, Coeytaux RR, et al. Effect of clinical decision-support systems: a systematic review. *Ann Intern Med.* 2012;157(1):29-43.
- Chaffee BW, Zimmerman CR. Developing and implementing clinical decision support for use in a computerized prescriber-order-entry system. *Am J Health Syst Pharm.* 2010;67(5):391-400.
- Tamblyn R, Huang A, Taylor L, Kawasumi Y, Bartlett G, Grad R, et al. A randomized trial of the effectiveness of on-demand versus computer-triggered drug decision support in primary care. *J Am Med Inform Assoc.* 2008;15(4):430-8.
- Kuperman GJ, Bobb A, Payne TH, Avery AJ, Gandhi TK, Burns G, et al. Medication-related clinical decision support in computerized provider order entry systems: a review. *J Am Med Inform Assoc.* 2007;14(1):29-40.
- Siska MH, Tribble DA. Opportunities and challenges related to technology in supporting optimal pharmacy practice models in hospitals and health systems. *Am J Health Syst Pharm.* 2011;68(12):1116-26.
- Eppenga WL, Derijks HJ, Conemans JM, Hermens WA, Wensing M, De Smet PA. Comparison of a basic and an advanced pharmacotherapy-related clinical decision support system in a hos-

- pital care setting in the Netherlands. *J Am Med Inform Assoc.* 2012;19(1):66–71.
23. Otero-Lopez MJ, Dominguez Gil A. Acontecimientos adversos por medicamentos: Una patología emergente. *Farm Hosp.* 2000;24(4):258-66.
  24. Evans RS, Pestotnik SL, Classen DC, Horn SD, Bass SB, Burke JP. Preventing adverse drug events in hospitalized patients. *Ann Pharmacother.* 1994;28(4):523–7.
  25. Bates DW, Gawande AA. Improving safety with information technology. *N Engl J Med.* 2003;348(25):2526–34.
  26. Schedlbauer A, Prasad V, Mulvaney C, Phansalkar S, Stanton W, Bates DW, et al. What evidence supports the use of computerized alerts and prompts to improve clinicians' prescribing behavior? *J Am Med Inform Assoc.* 2009;16(4):531–8.
  27. Durieux P, Trinquart L, Colombet I, Nies J, Walton R, Rajeswaran A, et al. Computerized advice on drug dosage to improve prescribing practice. *Cochrane Database Syst Rev.* 2008;(3):CD002894.
  28. Garg AX, Adhikari NK, McDonald H, Rosas-Arellano MP, Devreux PJ, Beyene J, et al. Effects of computerized clinical decision support systems on practitioner performance and patient outcomes: a systematic review. *JAMA.* 2005;293(10):1223–38.
  29. Field TS, Rochon P, Lee M, Gavendo L, Baril JL, Gurwitz JH. Computerized clinical decision support during medication ordering for long-term care residents with renal insufficiency. *J Am Med Inform Assoc.* 2009;16(4):480–5.
  30. Galanter WL, Thambi M, Rosencranz H, Shah B, Falck S, Lin FJ, et al. Effects of clinical decision support on venous thromboembolism risk assessment, prophylaxis, and prevention at a university teaching hospital. *Am J Health Syst Pharm.* 2010;67(15):1265–73.
  31. Bright TJ, Yoko Furuya E, Kuperman GJ, Cimino JJ, Bakken S. Development and evaluation of an ontology for guiding appropriate antibiotic prescribing. *J Biomed Inform.* 2012;45(1):120–8.
  32. Van der Linden CMJ, Jansen PAF, van Marum RJ, Grouls RJE, Egberts TCG, Korsten EHM. An electronic system to document reasons for medication discontinuation and to flag unwanted prescriptions in geriatric patients. *Drugs Aging.* 2012;29(12):957–62.
  33. Upperman JS, Staley P, Friend K, Neches W, Kazimer D, Benes J, et al. The impact of hospitalwide computerized physician order entry on medical errors in a pediatric hospital. *J Pediatr Surg.* 2005;40(1):57–9.
  34. Colpaert K, Claus B, Somers A, Vandewoude K, Robays H, Decruyenaere J. Impact of computerized physician order entry on medication prescription errors in the intensive care unit: a controlled cross-sectional trial. *Crit Care.* 2006;10(1):R21.
  35. Clyne B, Bradley MC, Hughes C, Fahey T, Lapane KL. Electronic prescribing and other forms of technology to reduce inappropriate medication use and polypharmacy in older people: a review of current evidence. *Clin Geriatr Med.* 2012;28(2):301–22.
  36. Bell GC, Crews KR, Wilkinson MR, Haidar CE, Hicks JK, Baker DK, et al. Development and use of active clinical decision support for preemptive pharmacogenomics. *J Am Med Inform Assoc.* 2014;21(e1):e93-9.
  37. Ozdas A, Miller RA. Care provider order entry (CPOE): a perspective on factors leading to success or to failure. *Yearb Med Inform.* 2007;128–37.
  38. Sittig DF, Wright A, Osheroff JA, Middleton B, Teich JM, Ash JS, et al. Grand challenges in clinical decision support. *J Biomed Inform.* 2008;41(2):387–92.
  39. Sociedad Española de Farmacia Hospitalaria. Grupo Tecno. [Internet] [acceso 10 marzo 2015] Disponible en: [http://gruposedetrabajo.sefh.es/tecno/index.php]
  40. Sociedad Española de Farmacia Hospitalaria. Grupo 2020. [Internet] [acceso 10 marzo 2015] Disponible en [http://gruposedetrabajo.sefh.es/2020]
  41. Líneas estratégicas y objetivos 2020. Sociedad Española de Farmacia Hospitalaria. Grupo 2020. [internet] [acceso 10 marzo 2015] Disponible en: [http://gruposedetrabajo.sefh.es/sefh/images/stories/documentos/archivos/objetivos\_lineas\_estrategicas\_pdf]
  42. HIGEA CDS. [internet] [acceso 20 abril 2016]. Disponible en:[http://static.athento.com/site\_media/descargas/Product\_Sheet\_Gestion\_de\_alertas\_Sanitarias\_HIGEA.pdf]
  43. CheckTheMeds. [internet] [acceso 20 abril 2016]. Disponible en: [https://www.checkthemed.com/]
  44. Alto Medicamentos. [Internet] [acceso 20 abril 2016]. Disponible en [https://www.altomedicamentos.es/]
  45. Bates DW, Kuperman GJ, Wang S, Gandhi T, Kittler A, Volk L, et al. Ten commandments for effective clinical decision support: making the practice of evidence-based medicine a reality. *J Am Med Inform Assoc.* 2003;10(6):523–30.
  46. Wright A, Sittig DF, Ash JS, Sharma S, Pang JE, Middleton B. Clinical decision support capabilities of commercially-available clinical information systems. *J Am Med Inform Assoc.* 2009;16(5):637–44.
  47. Wright A, Goldberg H, Hongsermeier T, Middleton B. A description and functional taxonomy of rule-based decision support content at a large integrated delivery network. *J Am Med Inform Assoc.* 2007;14(4):489–96.
  48. Valls Montal C, Solà Bonada N, Basagaña Colomer G, Gómez Martí P, Caro Gómez S, Codina Jané C. Implantación de un sistema de ayuda a la prescripción para el ajuste posológico de fármacos en insuficiencia renal. Libro de Comunicaciones. p. 110. 57 congreso Nacional SEFH. 2-5 oct 2012. Bilbao. Disponible en: [http://www.sefh.es/sefhpublicaciones/documentos/57-congreso/Congreso-SEFH-comunicaciones-2012.pdf]
  49. Osheroff JA. Improving medication use and outcomes with clinical decision support: a step-by-step guide. The Healthcare Information and Management Systems Society, editor. Chicago, IL. 2009. p. 60.
  50. Judge J, Field TS, DeFlorio M, Laprino J, Auger J, Rochon P, et al. Prescribers' responses to alerts during medication ordering in the long term care setting. *J Am Med Inform Assoc.* 2006;13(4):385–90.
  51. Van der Sijs H, Mulder A, van Gelder T, Aarts J, Berg M, Vulto A. Drug safety alert generation and overriding in a large Dutch university medical centre. *Pharmacoepidemiol Drug Saf.* 2009;18(10):941–7.
  52. Chaudhry B, Wang J, Wu S, Maglione M, Mojica W, Roth E, et al. Systematic review: impact of health information technology on quality, efficiency, and costs of medical care. *Ann Intern Med.* 2006;144(10):742–52.
  53. Koppel R, Metlay JP, Cohen A, Abaluck B, Localio AR, Kimmel SE, et al. Role of computerized physician order entry systems in facilitating medication errors. *JAMA.* 2005;293(10):1197–203.
  54. Ash JS, Berg M, Coiera E. Some unintended consequences of information technology in health care: the nature of patient care information system-related errors. *J Am Med Inform Assoc.* 2004;11(2):104–12.
  55. Strom BL, Schinnar R, Aberra F, Bilker W, Hennessy S, Leonard CE, et al. Unintended effects of a computerized physician order entry nearly hard-stop alert to prevent a drug interaction: a randomized controlled trial. *Arch Intern Med.* 2010;170(17):1578–83.
  56. HL7 Spain [Internet][acceso 15 febrero 2014]. Disponible en: [http://hl7spain.org/]
  57. HL7Spain Subcomité Técnico Farmacia. Guía de Implementación Farmacia.[internet] 2007.[acceso 23 febrero 2014]. Disponible en: [http://www.hl7spain.org/guias-implementacion.html]
  58. The Microsoft Health Common User Interface [Internet].[acceso 18 abril 2016] Disponible en: [http://www.mscai.net/]
  59. International Health Terminology Standards Development Organisation [Internet]. 2007 [acceso 23 febrero 2014]. Disponible en: [http://www.ihtsdo.org]
  60. Cooperation with other Standards Organizations. IHTSDO [internet].2007 [acceso 24 marzo 2014]. Disponible en: [http://ihtsdo.org/fileadmin/user\_upload/Docs\_01/Publications/SNOMED\_CT/SnomedCt\_Cooperation\_20140219.pdf ]

61. MSSSI. Historia Clínica Digital del SNS, área de recursos semánticos. Qué es SnomedCT [Internet]. [acceso 17 marzo 2014] Disponible en: [<http://www.msssi.gob.es/profesionales/hcdsns/areaRecursosSem/snomed-ct/preguntas.htm#p11>]
62. Jiang G, Solbrig HR, Chute CG. ADEpedia: a scalable and standardized knowledge base of Adverse Drug Events using semantic web technology. *AMIA Annu Symp Proc.* 2011;2011:607–16.
63. Farfán Sedano FJ, Terrón Cuadrado M, García Rebolledo EM, Castellanos Clemente Y, Serrano Balazote P, Gómez Delgado A. Implementation of SNOMED CT to the medicines database of a general hospital. *Stud Health Technol Inform.* 2009;148:123–30.
64. Aungst TD. Medical applications for pharmacists using mobile devices. *Ann Pharmacother.* 2013;47(7-8):1088–95.
65. Martínez-Pérez B, de la Torre-Díez I, López-Coronado M. Mobile health applications for the most prevalent conditions by the World Health Organization: review and analysis. *J Med Internet Res.* 2013;15(6):e120.
66. Boulos MNK, Brewer AC, Karimkhani C, Buller DB, Dellavalle RP. Mobile medical and health apps: state of the art, concerns, regulatory control and certification. *Online J Public Health Inform.* 2014;5(3):229.
67. Whetzel PL. NCBO Technology: Powering semantically aware applications. *J Biomed Semantics.* 2013;4 Suppl 1:S8.
68. Grando A, Farrish S, Boyd C, Boxwala A. Ontological approach for safe and effective polypharmacy prescription. *AMIA Annu Symp Proc.* 2012;2012:291–300.
69. Markowitz E, Bernstam E V, Herskovic J, Zhang J, Shneiderman B, Plaisant C, et al. Medication Reconciliation: Work Domain Ontology, prototype development, and a predictive model. *AMIA Annu Symp Proc.* 2011 Jan;2011:878–87.
70. Jiang G, Wang L, Liu H, Solbrig HR, Chute CG. Building a knowledge base of severe adverse drug events based on AERS reporting data using semantic web technologies. *Stud Health Technol Inform.* 2013;192:496–500.
71. Wei W-Q, Cronin RM, Xu H, Lasko TA, Bastarache L, Denny JC. Development of an ensemble resource linking MEDications to their Indications (MEDI). *AMIA Summits Transl Sci Proc.* 2013;2013:172.
72. Fung KW, Jao CS, Demner-Fushman D. Extracting drug indication information from structured product labels using natural language processing. *J Am Med Inform Assoc.* 2013;20(3):482–8.