

PREVENTIVE CONSERVATION STRATEGIES FOR WAX BODIES IN SCIENTIFIC UNIVERSITY COLLECTIONS

Alicia Sánchez Ortiz^{*} , Sandra Micó Boró

Painting and Restoration Department, Fine Arts Faculty
Complutense University, Madrid, Spain

Keywords: wax, scientific collections, deterioration, conservation

1. Anatomical waxes: from teaching objects to cultural heritage

Scientific collections are closely linked to research practice at universities, as evidenced by the interest shown by researchers and teachers in the objects that compose them. Much of the material in university museums comes from the disinterested enthusiasm of a person or group, determined to maintain this educational and scientific legacy. Their work can be understood as a form of conservation, vocational in nature, because it is through their efforts that these historic and scientific heritage collections have been cared for. Each piece of a collection is, in itself, an essential element of great value in determining the materials used in a particular professional practice, as there have been scientific advances throughout the history of each discipline.

This type of wax anatomical model did not signify the total disappearance of the practice of anatomical dissection. They were teaching resources that could be used during lectures regardless of the availability of corpses, pieces that preserved the human body and reproduced it faithfully, acting as operational mediators between physical reality and the cognitive process in the construction of anatomical knowledge. When other techniques (such as photography) were introduced, waxworks were no longer useful and were placed in showcases in museums attached to the chairs of anatomy and surgery in higher education institutions (Figure 1).

These museums may be considered areas that enhance historical thought and help to shape thinking about a particular discipline, because of the richness and variety of the exhibits in their halls. Their collections are a reflection of the activity of the institutions in which they are formed. They are living witnesses of a past; cabinets open to society, spaces that preserve the scientific, technical and professional memory.

In 21st century society, this type of space has ceased to have an exclusively student audience and responds to a growing demand for links with the outside world. This involvement with society has led many university collections to undertake a museological process to contextualize the pieces in order to exhibit them, under the best possible

^{*} Corresponding author: alicansan@art.ucm.es



Figura 1. General view of the “Javier Puerta” Anatomy Museum, Faculty of Medicine, Complutense University of Madrid (UCM).

conditions, to a wider audience, and evidently not the original intention of the display. Since 1987 many initiatives have been implemented to introduce new management policies and methods, including global plans for the collections and conservation strategies. As part of this process UMAC (University Museums and Collections) was created. Its aims are to promote the exchange of ideas and intervention methodologies, paying particular attention to the exhibition of collections for higher education and the scientific community¹. Within this line of action the European Universeum Project, which is part of the Culture 2000 Programme², should also be mentioned. Its incentives have been essential to raising awareness of the importance of university collections and it has contributed to furthering cooperation between institutions in Europe.

2. Main agents of deterioration

Artificial anatomical preparations in wax, like other elements in our cultural heritage, are susceptible to damage caused by the action of specific agents, both intrinsic and extrinsic to the collection and its use. The main component of the sculpture, a waxy paste that acts as a support, has very specific characteristics that differ from those of the other organic materials used in artworks, and it therefore requires different measures for its proper conservation.

2.1. Intrinsic agents of deterioration

Among the materials used by artists for various purposes, wax has enjoyed an important role, being used to make preparatory sketches, statues, portraits, medals,

and so on. Each wax model is a work in itself, so that a study designed to propose a preventive conservation plan needs to bear in mind the peculiarities of the object. The identification of the heterogeneous materials that make up these sculptures can help with our understanding of the various manufacturing methods, and is a major factor in determining procedures for their conservation.

From a chemical perspective, the term wax refers to a specific family of natural compounds consisting of a mixture of various substances, including acid and alcoholic esters, alcohols, free fatty acids and long chain hydrocarbons[1]. The predominant presence in waxes of a combination of saturated substances is responsible for their high chemical inertia to any alteration, especially to oxidation or polymerization.

In the field of ceroplastics, beeswax has been the material most often chosen to produce models copied from nature and, above all, to represent the human body, because it was considered capable of expressing a sense of life. Although this was the most commonly used type of wax, it was rarely used alone but often mixed with other waxes, for example carnauba, which, added in small quantities, made it possible to increase the hardness and raise the melting point. In the mid-nineteenth century paraffin and stearin were used as a substitute for wax. The former is a mixture of n-alkanes obtained from the distillation of oil, while the latter is a material synthesized from the saponification of animal fats, which also enables one to modify the malleability of the paste.

Tallow, lard, and olive oil are cited in the recipes as fatty substances used as additives, all of them materials that make the wax more malleable. They are fats composed of triglycerides, esters of glycerol, and saturated and unsaturated fatty acids. Tallow and lard are distinguished by the presence of a small amount of C₁₇ fatty acid. The aging of this fatty material involves the partial hydrolysis of esters, with the formation of palmitic and stearic acid, and also diglycerides and monoglycerides[2].

Natural resins can be added to the wax to increase its hardness and add some colour, especially turpentine and rosin. Both diterpenic resins are formed by tricyclic compounds (abietanes and pyrans) and bicyclic compounds (labdanes). Frequently carboxylic acids are also used; in the case of abietanes, they are abietic, neoabietic, laevopimaric and palustric acid. In ancient resins dehydroabietic acid and 7-oxo-dehydroabietic acid are detected, appearing as a result of the degradation of abietadienic acids [1].

From the 19th century onward it was customary to add starch to the waxy pastes. It is a polysaccharide composed of two polymers of glucose: amylose (20-25%) which has a linear structure, and amylopectin (75-80%), with a highly branched structure. It's important to point out that, if the artist added starch in large quantities, it could lead to structural weaknesses in the sculpture.

The heterogeneity of the materials used in the production of waxy paste (waxes, resins, pigments, fats, etc.), the elements added to give the figure more realism (human hair for the hair, horse hair for the eyelashes and eyebrows, glass for the eyes to give transparency to the pupils, or fabrics in clothing), other materials used in the skeleton or internal structure of the sculpture (bones, wood, iron) or tissues of various types used in the decorative elements, make each wax piece a particular case and determine a different behaviour with respect to natural aging. Although these objects are unique and we need precise information about them, a simple visual observation may help us to plan possible measures to solve existing problems (Figure 2).



Figure 2. Full-term pregnancy, first rotation, inv. no.146."Javier Puerta" Anatomy Museum,(UCM). Detail of the desizing hair of the basis.

Various physical and chemical processes are responsible for the changes in the wax, especially the hydrolysis of esters, the chemical transformation of flavonoids and the sublimation of some compounds present in the fresh wax, or products of degradation processes[1-3]. In particular, the latter is responsible for the change of alkanes so that it especially affects the lighter hydrocarbons. The sublimation of palmitic acid, formed by the hydrolysis of esters, may explain why they are absent in archaeological samples in which the alcohols, always resulting from hydrolysis, are present.

The decrease in the low molecular weight esters -these being the first to hydrolyse- results in an increase of acids and free alcohols. Accordingly, an increase in acidity, an increase of polarity and hardening occur, similar to what occurs in oil driers, except for the fact that no polymeric structure exists. The sublimation of low molecular weight alcohols could also take place. Furthermore, an increase in hydroxyl (C_{16} - C_{24}) and diol (C_{24} - C_{32}) acids is noted, relative to the percentages of esters (mono, di-and tri-); the most abundant hydroxy formed is 15-hydroxydecanoic acid, and there is a reduction in unsaturated hydrocarbons. Light hydrocarbons may be missing either as a result of a sublimation reaction stimulated by dry weather or because of a preparation of wax requiring fusion.

Moreover, organic dyes are very sensitive to ozone oxides and show a great tendency to undergo discoloration or blackening. Metallic pigments and chalk powder, which were sometimes used by some wax-sculptors in the preparation of 19th century waxy pastes, may also cause major alterations.

Visual changes may arise due to all of these physical and chemical modifications:

- formation of a whitening crystallization due to either the presence of palmitic and stearic acid derived from the hydrolysis of triglycerides which may have been add-

- ed, to the presence of stearin, or to surface migration of lighter alkanes;
- mould because of the presence of starch;
 - oily exudation owing to tallow and lard;
 - colour alterations caused by surface deposits of dust and by degradation of the dyes or pigments added.

2.2. Extrinsic agents of deterioration

External factors must also be considered together with the natural aging of the wax, and although none of them should be underestimated, undoubtedly, some of them have a more decisive influence than others.

2.2.1. Fluctuations in relative humidity and temperature

One of the properties that artists have valued in wax has been its plasticity, which increases with heat. Although its melting point is around 60-64 °C, it becomes sticky at about 40 °C and, therefore, becomes malleable[4]. Consequently, heat can be responsible for severe and irreversible changes, since the material softens at a temperature barely above 30 °C [5-6]. The danger of a fall in temperature is also to be noted, especially if it occurs abruptly, because, in this case, the wax will harden, shrink and become more fragile, tending to break in the presence of mechanical stress such as vibrations. It is precisely this lack of mechanical resistance to external changes which has led to the loss of many pieces made with this material.

Excessive or insufficient humidity in itself has no influence on the wax, since it is hydrorepellent and non- hygroscopic; however, it can promote hydrolysis of the ester bonds and, in the case of alkaline humidity, saponification [5-6]. The more the material is aged, the stronger the effect of an alkaline pH. The degree of saponification, besides the ester content, depends on the strength of the base and the hydrolysis conditions (time, temperature). It is worth mentioning that some waxes are particularly sensitive.

Other materials that may be associated with wax in the case of some artworks also respond to the presence of humidity in the atmosphere; among these, wood stands out. Used as a support, by expanding and contracting, it can cause separations and fractures in the wax to which it is attached. The formation of cracks (Figure 3) in the waxy material is a sign of fragility that shows dimensional changes due to climatic fluctuations. Far more frequently than one would hope, this damage is caused by negligence or storage of the sculptures in inadequate conditions. In these cases urgent preventive measures are needed to improve the environmental situation.

A high RH favours the formation of mould. Wax could also be biologically harmed by fungi that cause flaking, whitening in appearance, and powdering. It is noteworthy that such deterioration does not appear in red or green waxy pastes, due to the pigments used; in the first case, vermilion (red mercury sulfide), and the second verdigris (basic copper acetate).



Figure 3. Anatomical Venus, inv. no. 138. “Javier Puerta” Anatomy Museum, (UCM). Detail of the back of the right leg where a deep crack is visible.

2.2.2. Action of light

Light is an essential agent because it allows us to capture visual information from the world around us. In the realm of art, it makes the visual perception of colours, textures and shapes possible in each artwork. Moreover, it is one of the factors that may cause further damage to artistic materials[5, 7]. The radiation associated with light can trigger a series of transformation processes that result in changes in the physical or chemical composition of objects.

In general, there are two main types of damage related to illumination. First of all, the photochemical effect, a process by which the absorption of one photon can provide a molecule with the required energy to trigger a chemical reaction. Secondly, the thermal effect, which may influence the form and the speed of the above process and cause other physical changes resulting from the alteration of the environmental parameters.

Wavelengths above and below the visible range, IR and UV respectively, are the cause of significant damage. It must be taken into consideration that the smaller the wavelength, the greater the effect of discoloration in the materials. Damage is

often localized, especially on the surface and is due to loss of tone in the organic dyes used to colour the wax or to the adulteration of the material with plasticizers and hardeners.

In some cases, the tendency for heavy pigment to gravitate to the lower parts of the mould used by the craftsmen when making the sculptures can be detected. This process occurs during the cooling of the wax, after it has been poured into the container while still liquid. Consequently we may observe differences in colour and texture between the deepest parts and the shallower ones in some pieces; and also the appearance of dark spots on the highest areas of relief or where the texture of the wax is more granular.

2.2.3. *Pollutants*

Most wax anatomical models belonging to university collections are exhibited in wooden cabinets, provided with glass windows. These showcases provide physical protection for the sculptures but not an effective barrier against possible changes in the surrounding environment or the action of potential pollutants[8] (Figure4).

The latter, if transported by air, are of anthropogenic and natural origin, and are always related to industrial or urban areas. The solid particles deposited on objects cause a significant aesthetic alteration and can cause abrasions on the smooth surfaces of sculptures due to friction(Figure 5). Moreover, the absence, at times, of a final protective film, makes wax particularly prone to the concentration of dirt (dust, smoke and grease), all of them factors that have a very negative effect on its original aesthetic qualities.

The accumulation of these particles of dirt can also provide an attractive habitat for insects or generate mould [9]. Organic materials are characterized by their high hygroscopicity; if the space is poorly ventilated and HR values higher than 65%, the humidity content of objects made from such materials will increase and they may be exposed to the growth of microorganisms, which generate metabolic water during their development, further increasing the water content of the material. The presence of this agent of deterioration involves alterations in physical, chemical and mechanical properties, in addition to changes in the appearance of the artworks. Likewise, the constituent compounds of the wood used for construction of the cabinet, may vary the inner pH affecting the exhibit and facilitating the proliferation of biological contamination [10].

Oxygen is involved in many organic material degradation processes, although it is not necessarily the initiator. The alteration is caused by the oxidation of a compound which has been photo-excited by ultraviolet light or visible radiation. This deterioration causes physical changes such as cracking and weakening, or chemical transformations, such as yellowing and discoloration of the dyes or pigments, and additives that may be contained in the waxy pastes.

Acetic acid (found in buildings) is a factor to take into account when analysing the problems in hermetic spaces. On the other hand, nitric acid, nitrogen dioxide and sulphur cause discoloration of some pigments. Ozone is a powerful oxidant that can attack the materials used in artworks, causing the breakdown of any double bond between carbon atoms.



Figure 4. The cabinet which houses the seated figure of Venus also shows a mismatch in the door, leaving the sculpture more exposed to environmental changes. "Javier Puerta" Anatomy Museum, (UCM).



Figure 5. Lifesize anatomical model, skinned man, inv. no. 281. "Javier Puerta" Anatomy Museum, (UCM). Detail of the superficial dirt accumulated on the artwork along time.

If a contaminant comes into direct contact with an object, it can produce a stain or discoloration; the level of damage will depend on the number and extension of contaminants on the original material, and also the porosity or reactivity of the surface it comes into contact with. If the object is very porous and fragile, these spots can be persistent and difficult to remove.

2.2.4. Exhibition halls

The buildings that house museums and collections in wax are usually located in historic centres and subject to intense vehicle traffic, one of the most complex problems to solve. They are also ancient sites, built with materials that receive and transmit all kinds of vibrations, whether due to external traffic or the flow of visitors. In addition, potential restructuring tends to be very complicated because these premises are often considered buildings of special historical and architectural interest [11].

2.2.5. Inappropriate handling

When the artwork is removed from its place of display (base or case), it is exposed to accidents that can cause irreversible damage to both its surface and its structure (Figure6). Normally overconfidence is the factor that leads one to overlook a potentially dangerous situation.

3. Preventive conservation strategies on wax anatomies

Given the importance of university collections for the scientific community and society in general, it is necessary to ensure their preservation for the enjoyment of future generations.



Figure 6. Full-term pregnancy, brow presentation, inv. no. 145. “Javier Puerta” Anatomy Museum, (UCM). Damage caused by improper handling while moving the artwork.

Preventive conservation strategies³ propose systematic methods aimed at identifying, evaluating, detecting and controlling risks that can lead to the deterioration of objects, collections and any cultural asset.

They include actions to attack the source of the problem and thereby eliminate or minimize those risks[12]. These factors are often external and their control prevents damage or loss by offering tools that help reduce the need to undertake drastic and expensive treatments that must be applied directly to the artworks. The following must be considered when implementing an effective prevention policy:

- an in depth knowledge of the nature of the object to be preserved;
- the location and environment of the object (space, microclimate, pollutants, human influence, etc.);
- the relationship between the two;
- any additional or unforeseen factors that could alter the equilibrium in this relationship.

It is to be noticed that wax sculptures require the best possible protection: on the one hand, they are objects in use and are therefore exposed to risks (many are still used for educational purposes); on the other, they are objects that belong to museum collections.

Having a protocol based on the ongoing evaluation of risk agents allows the person responsible for conservation to create a strategy to optimize resources. A careful study of the factors causing deterioration is the first stage in tackling the problem. It is important to obtain information not only regarding the material characteristics of the artworks, which will respond differently depending on the nature of their components and structure, but also to verify the kind of exhibition (permanent or temporary) and the item's spatial location in the hall or in the warehouse. This evaluation is based on direct observation of the surface of the pieces, so that major physical, chemical or biological changes can be identified, including those brought about by previous restoration. The data obtained will be analysed in the light of existing environmental conditions in the display space.

The resulting data will be transferred to paper in order to plan the conservation strategy to be implemented. For example, it may be useful to include the most important parameters, and to estimate the period needed to see changes, the effectiveness of the measures and future needs (Figure 7). Periodic inspections should try to determine progressive damage; they can be weekly, monthly or annual, depending on the object, the environmental conditions and the staffing of the museum. High-resolution micro-photography is very effective for the detection of alterations which are not immediately visible. Images obtained under identical conditions can be superimposed by a computer program and the occurrence of small changes mathematically estimated (Figure 8).

3.1. Control of Temperature and RH (Halls and Cabinets)

It is essential to know the effects of environmental parameters on the constituent materials of wax anatomical models in the sites where they have been preserved, as they are organic in nature.

The acquisition of such data through the use of specific tools is extremely important to correct climatic parameters if they are considered unsuitable, so as to ensure the proper conservation of the models. Thermohygrographs and data loggers allow us to obtain graphs recording the maximum and minimum values of T and RH, and consequently calculate annual average values (Figure 9).



Universidad Complutense de Madrid
 Proyecto I+D+I HAR2009-10879
 Museo de Anatomía "Javier Puerta"
 Facultad de Medicina (UCM)
 Departamento de Anatomía y Embriología Humana I

FICHA TÉCNICA

LUGAR DE PROCEDENCIA
 (INSTITUCIÓN/ORGANISMO/ENTIDAD PÚBLICA O PRIVADA)

Nº INVENTARIO

DENOMINACIÓN ESPECÍFICA

TIPOLOGÍA

UBICACIÓN

DATACIÓN

AUTOR

ESUELA ITALIANA FRANCESA ESPAÑOLA

DESCRIPCIÓN FORMAL

DESCRIPCIÓN MÉDICO-ANATÓMICA

MATERIA

TÉCNICA

DIMENSIONES

PESO

CALIBRE

OBSERVACIONES:
 Etiquetas de papel
 Incisiones
 Rayos / Signos / Marcas
 Elementos metálicos

Sistema expositivo:
 Placa de madera
 Placa de metal
 Placa de otro material
 Otro

Material añadido:
 Pelo
 Ojos de vidrio
 Otros

Material: aluminio madera otros



ESTADO DE CONSERVACIÓN

Historia material

Sistema expositivo:
 Placa de madera
 Placa de metal
 Placa de otro material
 Otro

Microorganismos:
 Compacta
 Fragmentación
 Recuperado
 No recuperado
 Erosión superficial
 Alteraciones químicas:
 Biodeterioro:

Zonas pigmentadas:
 Fracturas
 Fieuras
 Pérdida de estratos
 Evolución

Veladuras:
 Pérdidas de material:
 Pérdida de estratos

Fracturas:
 Fieuras
 Pérdida de estratos
 Evolución

Película de protección:
 Suspensión superficial
 Protección con barniz
 Erosión superficial
 Alteraciones químicas:

Elementos añadidos:
 Pelo
 Ojos de vidrio
 Otros

Material añadido:
 Pérdida superficial
 Desplazamiento
 Quemado
 Enmudecido
 Sin brillo

Tecni:
 Decoloración
 Deshidratación
 Deformaciones en trama y/o urdimbre
 Pérdida de trama y/o urdimbre
 Biodeterioro:
 Alteraciones químicas:

DOCUMENTACIÓN FOTOGRAFICA

General: Frontal
 Posterior
 Superior

Detalle: Sistema expositivo
 Alteraciones

Lateral izquierdo:
 Lateral derecho
 Inferior

Nº Inventario:

Nº Inventario:

Figure 7. Technical data used for the study of the conservation condition of wax anatomical models in the "Javier Puerta" Anatomy Museum (UCM) Collectio



Figure 8. Full-term pregnancy, brow presentation, inv. no. 145. "Javier Puerta" Anatomy Museum (UCM). Damage chart of the protection film.

The following table shows the data from two months of 2011, August and December. Both temperature and relative humidity varied substantially, not only when comparing the summer to the winter, but also within the same month (Table 1).

As mentioned previously, excessive heat constitutes a problem for wax and may indeed create difficulties for the conservation of this type of collection. Rigorous attention needs to be paid to the temperature, which should be maintained between 15 and 20 °C, avoiding temperature fluctuations in general where possible, and in particular heat concentration on any part of the artwork, especially if it is above the permitted threshold. Otherwise, the material may begin to soften and parts of the piece may become deformed. Similarly, a very sharp decrease in temperature can also play an important role in the deterioration of a sculpture, as the waxy paste will become more fragile as a result of mechanical stress and weaker areas that are subject to tension may be at greater risk of rupture.

A showcase is a relatively restricted microclimate and the values of relative humidity or temperature can easily be stabilized [13-14]. Microclimatic control inside the cabinet is particularly important, even if not entirely necessary, in cases where sculptures are in an unsuitable climatic environment which is difficult to modify. However, it needs to be continuously monitored, as an operating error or failure in the instruments used for measuring (even for a short time) can cause immediate and serious damage.

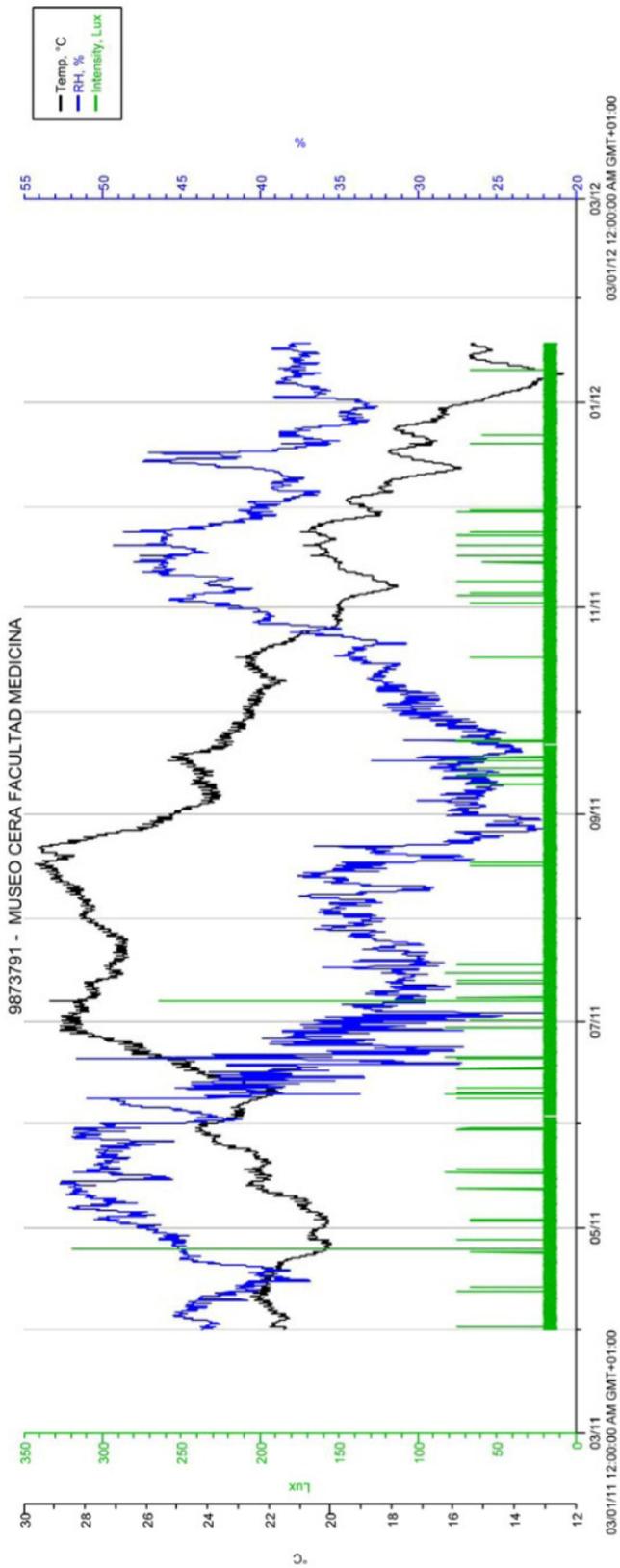


Figure 9. Thermohygrographic graphic of the control system installed in the “Javier Puerta” Anatomy Museum (UCM) hall.

Table 1. A comparison table of the data from temperature, relative humidity and lighting, corresponding to August and December, taken in the "Javier Puerta" Anatomy Museum (UCM) hall.

		August	December
T (°C)	max	29,615	19,508
	min	25,113	15,461
	average	27,984	17,309
	deviation	1,206	0,974
HR (%)	max	37,665	47,476
	min	21,960	32,513
	average	30,813	37,985
	deviation	4,579	3,212
Illumination (lux)	max	67,0	67,0
	min	11,8	11,8
	average	17,4	16,3
	deviation	4,1	4,3

One effective control system is to place a humidity buffering material in the cabinet, such as Art-sorb, Pro-sorb or silica gel, accompanied by an indicator. The first two are different types of amorphous silica (silicon dioxide) with small amounts of hygroscopic salts (lithium chloride). They are easy to install and handle in a dry or wet environment, as needed, helping to create a stable situation. Prior to their placement it is necessary to know the air volume of the cabinet in order to calculate the proper amount required for the conservation of the pieces.

3.2. Illumination control

3.2.1. Illumination of exhibition halls

To control ultraviolet radiation it is important to take into account the choice of light sources and the form of light[15]. Fluorescent lighting has fluorescence emission around 49µw/lumen, the traditional incandescent bulb emits 75µw/lumen and some halogen lamps reach 100µw/lumen when unprotected. As far as possible, light transmission systems such as optical fibres are always best. Filters should be avoided because they may influence lighting parameters such as colour temperature or colour index rendering.

The question of lighting in museum halls or within a historic building must be resolved in a balanced manner, taking into account the interaction between light, object and observer, so as to facilitate proper functioning of the visual process. Importantly, temperature control involves the exclusion of all heat sources which are not controllable. Sunlight, direct or not, should be avoided by lowering the blinds or by placing a filter or protective film on the windows. It is also advisable not to use incandescent lamps, especially if directed locally or placed too close to the object. Light levels should not exceed 150/200 lux.

It is also necessary to reduce exposure time to light, which can be achieved by turning off lights when objects are not in use or are not being viewed, using time switches or motion sensors. As a general rule, the estimated direct exposure time recommended is a maximum range of 3000-5000 hours per year. This period should be adjusted upwards or downwards, based on whether surface quality is more or less absorbent (pigments or unstable dyes, degraded layers, etc.).

As for the lighting in the hall of the “Javier Puerta” Anatomy Museum, the above graph shows that there is little variation, because the lights are rarely switched on using maximum power, as the museum is not yet being visited.

3.2.2. *Interior illumination of the cabinets*

The cabinets could have their own illumination system or use the general room lighting. In any case, the kind of light, and its direction and proximity to the cabinet must be verified. If the light source comes into direct contact with the glass surface and the showcase is hermetically closed, many problems could arise, depending on the nature of the source, on the insulation achieved by the glass and on the characteristics of the piece. Heat reaching the glass surfaces will be absorbed and passed to the inside, creating a “greenhouse” effect, and giving rise to a high risk microclimate for the most delicate materials, such as wax sculptures, even if the intensity of radiation is low, because of the accumulation of heat that may occur if the case is exposed for long periods. This effect will be even greater if incandescent light sources are used or electronic components are placed inside and positioned very close to the surfaces of the windows.

One of the most practical devices for these situations are LEDs that use a halogen generator with a colour temperature close to 3000°K and are equipped with filters for infrared and ultraviolet radiation. They are capable of transmitting light without loss of intensity through PMMA polymer optical fibres. Their main advantage is that the generator can be placed outside the cabinet, so heat transmission through the fibre is negligible.

3.3 *Control of pollutants*

Dust and dirt deposits in general change the visual appearance of objects [16]. Any control strategy designed to maintain low levels of contamination on their surfaces will be beneficial to their conservation, since the cleaning of porous and fragile pieces could be very complex, requiring a great deal of time, and is always a delicate process that requires a qualified restorer.

Preventive measures will consist of reducing airborne pollutants to a certain level, thus reducing the risk or rate of deterioration of the objects exposed to their action.

Avoiding, blocking, diluting and filtering/absorbing are approaches which may be adopted.

Dust accumulation could be monitored with appropriate equipment. A detailed analysis of the nature of dust using an optical microscope can help identify the main source of harmful emissions [17-18].

If HR levels are low and the air is kept clean, the growth of microorganisms will be prevented. Consequently, proper ventilation can be highly effective, for example if air conditioners that filter polluted air are installed. Establishing a number of air changes per hour in an enclosed space can inhibit the growth of fungi and bacteria, while reducing their activity both in contaminated environments and in historical materials.

In the case of direct contact with the object by transferred pollutants, the control strategy will be to avoid inappropriate products or materials, to block the migration of these harmful agents at certain contact points and to reduce the extent of their action.

If the level of protection provided by the windows is not sufficient, chemical elements which react with the contaminant detected could be included inside the showcase, for example activated carbon, so as to block acid emissions. This substance is effective for a certain time, depending on the preparation and presentation of the product. However, it requires maintenance or frequent replacement because, if saturated, it can produce the reverse effect and become a transmitter of noxious emissions.

Similarly, treatments applied to eliminate biological contamination and some restoration treatment such as consolidation/fixation procedures, or the application of protective coatings, could cause the emission of compounds retained inside the showcases. After a certain period they may even come to react with the original compounds, thereby accelerating the transformation of the material.

On the assumption that the wood of the cabinet does not provide a good insulation system, an effective measure will consist of applying a barrier or sealing product which isolates it from the exhibit in order to avoid the direct action of possible emanations on compound substances in the artwork.

To seal existing joints in the glazed surfaces of cabinets silicone is often used. This polymer, composed of silicon and carbon, is in principle colourless, odourless, inert and stable at high temperatures (250°C). However, industrial silicone sealant products, such as normal silicic acid, have a strong odour and emit high levels of acetic acid. Even in basic silicone, emissions of ammonia and methanol have been detected, making it a dangerous substance for artworks and its use is not recommended for sealing closed or unventilated compartments. In the present case, the cabinets in which wax anatomical models are displayed can be considered semi-hermetic without a climate conditioning device.

Various materials could be used as a barrier to gas contaminants. For example, Marvelseal 360, which basically consists of layers of aluminium film covered on one side with nylon and on the other by polyethylene. It has the advantage that it can be affixed or sealed by heat and adapts well to the spaces that may need to be isolated. Another, less expensive method, but also effective, is to apply a polyethylene film, using this chemically stable and readily available polymer.

When, for the aesthetics of the installation, the sealant must remain hidden, surfaces may be coated with polyester laminate, Mylar or Melinex R, with a neutral pH cardboard or a cotton or linen fabric overlay, chosen with an appropriate colour and texture for the design of the exhibition.

A more fundamental transformation is required if the exhibit has undergone consoli-

dation treatment or the sculpture has been disinfected with chemicals, as it is essential to prevent product emissions over a long period. The showcase should be made hermetic with forced air renovation, which can be achieved by injecting fresh air into the showcase using a small, low-power, low-noise electronic fan application and subsequently expelling it through the top using another small fan.

3.4. Measures affecting the building (exhibition halls)

As already indicated, restructuring historic buildings is complicated because they are often considered cultural properties in themselves. If modifying the environment is not possible, the use of showcases should at least be evaluated as anti-vibration dampers, while protection against this kind of deterioration will be improved if cabinets are arranged in proximity to the main walls or in those areas where the floor has no direct contact with a supporting wall.

With regard to exhibition halls, periodic measurements are recommended at different times of the year to develop a record and, taking financial constraints into account, determine if there is scope for improvement regarding insulation and the control of conditions. It would be of interest to carefully examine window fastenings and the entrances, checking their state of repair, the hermetic capacity of the closures and, in general, their function as an isolating barrier.

The data obtained from measurements made during 2011 in the “Javier Puerta” Anatomy Museum at the Complutense University of Madrid, as previously seen, confirm the need to revise T and RH parameters for better conservation of the exhibits. The results suggest that an air conditioning system would be appropriate, to maintain the temperature, the most important parameter to be controlled, at around 20°C.

Regular and thorough cleaning of the room is also recommended to avoid dirt deposits. This process must be performed by personnel with conservation knowledge and carried out using gloves, low-power vacuum cleaners, soft hair brushes, etc. The proper use of products to clean the floors and walls of the exhibition halls is very important because most of them include in their composition varying amounts of acidic or basic compounds that can damage the exhibits [19].

3.5. Recommendations for handling artworks

The first rule when moving a wax sculpture is to minimize handling and proceed with extreme caution. Obviously, the less an object is moved, the safer it will be. It is therefore essential to study the reasons for moving an object and whether it is really necessary. It is also essential to know the phases of the operation: where it will start, why pieces are going to be moved and where they will be taken.

Prior to moving the sculpture a number of basic rules should be considered:

- check the stability of the artwork to make sure that its state of conservation allows the move to be made without risk;
- plan the moves to be made, always seeking to minimize handling so as to reduce the time for the move and with it the risk;
- estimate how many people are required to move the artwork and the need for the use of special equipment such as aerial work platforms, boom crane, etc. by qualified personnel. Never drag the piece. For full body sculptures, platforms that can support heavy weights are needed, with the surface prepared so as not to cause abrasions. Pieces should be fastened with straps or ropes; a pad should be placed

under them to reduce pressure and abrasions on the surface of the artwork (for example, polyethylene foam wrapped in tissue or Cell-plast);

- always use both hands to prevent the piece from slipping or falling;
- hold the artwork at its base and its solid parts, and avoid holding it at the salient points (nose, arms, legs, hands, fingers or accessories), which could lead to cracks, tears or the detachment of important parts, since they are less resistant and are unable to withstand the weight of the whole (Figure 10);
- if the sculpture is small or medium size, check whether it has a base, and ensure that it is firmly secured to avoid risks during handling and transfer;
- use latex, polyvinyl or cotton gloves must be worn due to the fact that skin grease can leave stubborn marks on the surface of objects.

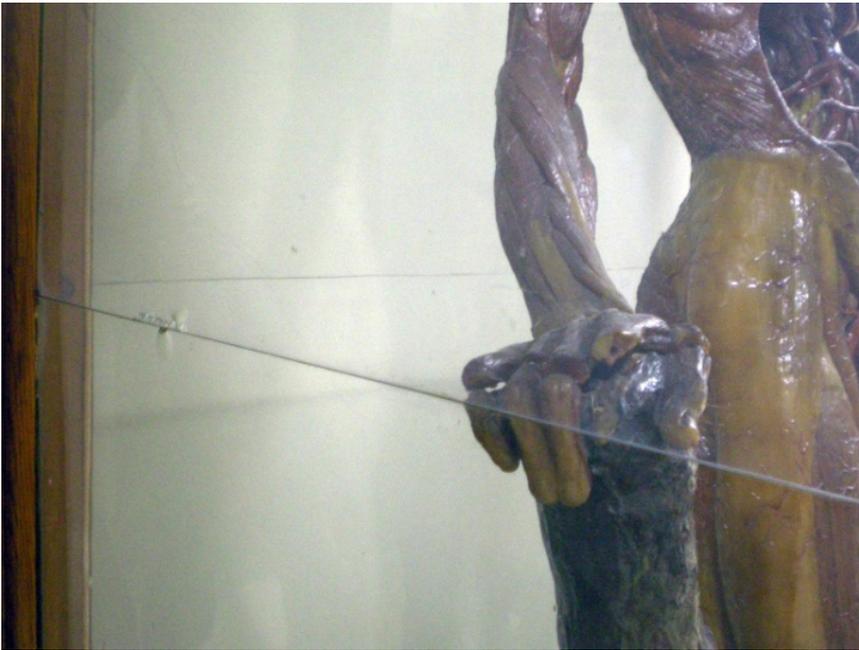


Figure 10. Lifesize anatomical model, skinned man, inv. no. 281. "Javier Puerta" Anatomy Museum (UCM). Detail of the broken fingers of the right hand. The panel formed of two panes, one above the other, is also apparent.

Acknowledgements

This research has been carried out under the National Scientific Research, Development and Technological Innovation Plan (Ref: HAR2009-10679), funded by the Ministry of Science and Innovation.

Notes

- ¹ The UMAC now has 130 members from 35 countries. There is a website: <http://www.publicus-culture-huberlin.de/umac/> in which a directory of university museums and collections around the world is included, along with institutional information.
- ² The UNESCO journal, *Museum International*, that same year, edited two special issues devoted to analysing the complex situation of these collection sand to show the most innovative projects.
- ³ In the specific case of collections of pieces, objects or figures in wax, these recommendations are the result of the project *Wax Moulages: A valuable handicraft threatened with extinction*, carried out by a group of experts on the history of medicine, natural sciences and conservation and restoration, during 2008-2010 in the Deutsches Hygiene-Museum in Dresden. BAUMER, U. et al. 2009. *Recommendations for the Preservation of Wax Moulages at Universities and Hospitals and in Museums and other Collections*. Dresden: Deutsches Hygiene-Museum. http://www.dhmd.de/fileadmin/user_upload/moulagen/Empfehlungen_Wachsmoulagen_2010_ENG_web.pdf (accessed January 10, 2012).

References

- [1] BERZIOLI, M. et al., 2010, *Verificia analitica dell'idoneità delle soluzioni acquose nella pulitura di sculture in cera*, Quaderno Cesmar 7, 7, Padova, Il Prato.
- [2] KUZNESOF, P.M., 2005, *Beeswax*, in Chemical and Technical Assessment 65th JECFA, Roma, Food and Agriculture Organization of the Union Nations, <http://www.fao.org/fileadmin/templates/agns/pdf/jecfa/cta/65/beeswax.pdf> [Accessed January 26, 2012].
- [3] REGERT, M. et al., 2001, *Chemical alteration and use of beeswax through time: accelerated ageing tests and analysis of archeological samples from various environmental contexts*, *Archeometry*, 43-4, pp. 549-569.
- [4] BUCHWALD, M.D. et al., 2008, *The thermal properties of beeswaxes: unexpected findings*, *The Journal of Experimental Biology*, 211, pp. 121-127.
- [5] DANTI, C., 1990, *Per una migliore conservazione ed esposizione: il controllo della situazione ambientale*, *OPD Restauro*, 2, pp. 105-109.
- [6] GABBRIELLINI, C. et al., 2009, *La collezione di cere del Museo di Anatomia Patologica di Firenze. Note sulle vicende storiche, sulla tecnica esecutiva e sui restauri*, *OPD Restauro*, 21, pp. 51-70.
- [7] FELLER, R.L., 1964, *Control of deteriorating effects to light upon museum objects*, *Museum*, 17-2, pp. 71-98.
- [8] TÉTREAU, J., 2003, *Guidelines for Pollutant Concentrations in Museums*, *CCI Newsletter*, 31, pp. 3-5.
- [9] VALENTÍN, N., GARCÍA, R., 1999, *El biodeterioro en el museo*, *Arbor*, 645, pp. 85-107.
- [10] MANDRIOLI, P., CANEVA, G., (ed.), 1998, *Aerobiologia e beni culturali. Metodologia e tecniche di misura*, Florence, Nardini Editore.
- [11] BALZAROTTI-KÄMMLEIN, R., 2009, *Lo Spazio Fisico del Museo*. Museo delle cere anatomiche "Luigi Cattaneo", Bologna, Sistema Museale d'Ateneo, Alma Mater Studiorum Università di Bologna.
- [12] HERRÁEZ, J.A., RODRÍGUEZ-LORITE, M.A., 1999, *La conservación preventiva de las obras de arte*, *Arbor*, 645, pp. 1-11.
- [13] BODDI, R. et al. 1988. Per una migliore conservazione ed esposizione: il riadattamento dei vecchi contenitori museali. *OPD Restauro* 3 (1st serie): 90-93.
- [14] CASTELLI, P. et al. 1989. Per una migliore conservazione ed esposizione: la progettazione di nuovi contenitori espositivi. *OPD Restauro* 1: 102-107.

- [15] MICHALSKY, S., 1989, *Lighth and Conservation Guidelines*, Ottawa, Canadian Conservation Institute.
- [16] LORUSSO S., NATALI A., MATTEUCCI C., 2007, *Colorimetry applied to the field of cultural heritage: examples of study cases*, *Conservation Science in Cultural Heritage*, 7, pp. 187-220
- [17] GIGLIONI C., NATALI A., 2009, *Laser scattering methodology for measuring particulates in the air*, *Conservation Science in Cultural Heritage*, 9, pp. 157-169
- [18] ALTERIO S., BARBARO S., CAMPIONE F.C., CAMPODONICO A., NICASTRI E., 2010, *Microclimate Management for the Preservation of Cultural Heritage*, *Conservation Science in Cultural Heritage*, 10, pp. 71-100
- [19] LORUSSO S., NATALI A., MATTEUCCI C., SAVIGNI R., 2008, *Diagnosis and digitization of Dantesque Code "Phillipps 9589"*, *Conservation Science in Cultural Heritage*, 8, pp. 49-63

Strategie di conservazione preventiva dei corpi di cera nelle collezioni scientifiche dell'università

Parole chiave: cera, collezioni scientifiche, deterioramento, conservazione

1. Le cere anatomiche: da oggetto didattico a patrimonio culturale

Le collezioni scientifiche sono strettamente legate alla pratica della ricerca nelle università, come è emerso soprattutto dall'interesse mostrato da ricercatori e docenti per gli oggetti che le compongono. Molti dei materiali dei musei universitari provengono dall'entusiasmo disinteressato di una persona o di un gruppo fermamente deciso a mantenere un legato didattico e scientifico. La loro opera può essere intesa come una forma di conservazione, di natura vocazionale, perché queste collezioni del patrimonio storico e scientifico sono state conservate attraverso i loro sforzi. Ogni pezzo collezionato è, di per sé, un elemento essenziale di grande valore per determinare i materiali usati in una determinata pratica professionale dal momento che il progresso scientifico ha avuto luogo nella storia di ogni disciplina.

Questo tipo di oggetto non ha implicato la totale scomparsa della pratica della dissezione anatomica. I modelli anatomici di cera erano risorse didattiche che si potevano utilizzare durante le lezioni prescindendo dalla disponibilità di cadaveri, opere d'arte che preservavano il corpo umano e lo mostravano fedelmente, e che si comportavano da mediatori attivi tra la realtà fisica ed il processo cognitivo nella costruzione della conoscenza anatomica. Quando sono state introdotte altre tecniche (come quella fotografica), i corpi di cera non sono più stati utili e sono finiti in contenitori espositivi nei musei assegnati alle cattedre di anatomia e chirurgia delle istituzioni dell'educazione superiore (Figura 1). Questi musei si potrebbero considerare aree che esaltano il pensiero storico ed aiutano a plasmare una riflessione su una particolare disciplina grazie alla ricchezza e varietà degli oggetti esposti nelle loro sale. Le loro collezioni sono il riflesso dell'attività delle istituzioni in cui vengono costituite. Sono testimoni viventi di un passato, contenitori espositivi aperti sulla società, spazi che preservano la memoria scientifica, tecnica e professionale.

Nella società del XXI secolo, questo tipo di spazio non è più diretto a un pubblico composto esclusivamente di studenti e risponde alla crescente domanda di collegamenti con il mondo esterno. Questo coinvolgimento con la società ha fatto sì che molte collezioni universitarie intraprendessero un processo museologico per contestualizzare gli oggetti da esporre, nelle migliori condizioni possibili, per un pubblico più ampio che non si era pensato di coinvolgere in un primo momento. Dal 1987 sono state portate avanti molte iniziative per introdurre nuove politiche e metodi di gestione compresi piani globali per le collezioni e le strategie di conservazione. Come parte di questo processo, è stata creata la UMAC (Musei e Collezioni Universitarie). Il suo obiettivo è quello di promuovere lo scambio di idee e metodologie di intervento, prestando particolare attenzione all'esposizione di collezioni per l'educazione superiore e per la comunità scientifica¹. All'interno di questa linea

d'azione bisognerebbe menzionare anche il Progetto Europeo Universeum, che fa parte del Programma Cultura 2000². I suoi incentivi sono stati fondamentali per far aumentare la consapevolezza dell'importanza delle collezioni universitarie ed ha contribuito alla cooperazione tra istituzioni in Europa.

2. Principali agenti di deterioramento

I prodotti anatomici artificiali di cera, come altri elementi nei nostri beni culturali, rischiano di essere danneggiati a causa dell'azione di agenti specifici, sia intrinseci che estrinseci, sulla collezione e sul suo uso. Il principale componente della scultura, una pasta di cera che funziona da supporto, ha caratteristiche molto specifiche che differiscono da quelle di altri materiali organici utilizzati nelle opere d'arte, e quindi richiede misure diverse per la sua giusta conservazione.

2.1. Agenti intrinseci di deterioramento

Tra i materiali usati dagli artisti per gli scopi più svariati, la cera ha avuto un ruolo importante, dal momento che è stata usata per realizzare schizzi preparatori, statue, ritratti, medaglie, ecc. Ogni modello di cera è un'opera a sé, quindi uno studio atto a proporre un piano di conservazione preventiva deve tener conto delle particolarità dell'oggetto. L'identificazione di materiali eterogenei che compongono queste sculture può facilitare la nostra comprensione dei vari metodi di fabbricazione ed è un fattore importante nella determinazione delle procedure per la loro conservazione.

Dal punto di vista chimico, il termine cera si riferisce ad una specifica famiglia di composti naturali che consistono nella mescolanza di varie sostanze, inclusi esteri di acidi e alcoli, alcoli, acidi grassi liberi e idrocarburi a lunga catena [1]. La presenza dominante, nelle cere, di una combinazione di sostanze sature è responsabile della loro elevata inerzia chimica rispetto a qualsiasi alterazione, specialmente all'ossidazione o alla polimerizzazione.

Nel campo delle cereplastiche, la cera d'api è stato il materiale scelto più spesso per produrre modelli copiati dalla natura e, soprattutto, per rappresentare il corpo umano, perché si considerava in grado di esprimere una sensazione di vitalità. Anche se questo era il tipo di cera più comunemente usato, raramente veniva usato da solo ma spesso veniva mescolato ad altre cere, come la cera carnauba che, aggiunta in piccole quantità, permette di aumentare la durezza ed alza il punto di fusione. Nella metà del XIX secolo la paraffina e la stearina si utilizzavano come sostituto della cera. La prima è una miscela di n-alcani ottenuti dalla distillazione dell'olio, mentre la seconda è un materiale sintetizzato dalla saponificazione dei grassi animali, che permette anche di modificare la malleabilità della pasta.

Il sego, il lardo e l'olio d'oliva vengono citati nelle ricette come sostanze grasse usate come additivi, tutti materiali che rendono la cera più malleabile. Sono grassi composti da trigliceridi, esteri di glicerolo ed acidi grassi saturi ed insaturi. Il sego e il lardo si distinguono per la presenza di una piccola quantità dell'acido grasso C17. L'invecchiamento di questo materiale grasso implica una parziale idrolisi degli esteri, con la formazione di acido palmitico ed acido stearico, ed anche dei digliceridi e dei monogliceridi[2].

Le resine naturali si possono unire alla cera per aumentarne la durezza e darle un po' di colore, in particolare la trementina e la colofonia. Entrambe le resine diterpeniche sono formate da composti triciclici (abietani e pirani) e composti biciclici (labdani). Con frequenza vengono usati anche acidi carbossilici; nel caso degli abietani, sono l'acido abietico, neo-abietico, laevopimarico e palustrico. Nelle antiche resine si rilevano l'acido deidroabietico e l'acido 7-osso-deidroabietico, che appaiono come il risultato della degradazione degli acidi abietadienici[1].

Dal XIX secolo in poi, era consuetudine aggiungere amido agli impasti di cera. Si tratta di un polisaccaride composto da due polimeri di glucosio: l'amilosio (20-25%), che ha una struttura lineare, e l'amilopectina (75-80%), con una struttura altamente ramificata. È importante far notare che, se l'artista aggiungeva amido in grandi quantità, questo poteva provocare una debolezza strutturale nella scultura.

L'eterogeneità dei materiali usati nella produzione della pasta di cera (cere, resine, pigmenti, grassi, ecc.), gli elementi aggiunti per dare alla figura maggior realismo (capelli umani per i capelli, criniera per ciglia e sopracciglia, vetro negli occhi per dare trasparenza alle pupille, o tessuti per i vestiti), altri materiali usati come scheletro o struttura interna della scultura (ossa, legno, ferro) o tessuti di vario tipo come elementi decorativi rendono ogni pezzo di cera un caso particolare e determinano

un diverso comportamento per quanto riguarda l'invecchiamento naturale. Anche se questi oggetti sono unici ed abbiamo bisogno di informazioni precise su di essi, una semplice osservazione visiva potrebbe servire a pianificare possibili misure per risolvere i problemi esistenti (Figura 2).

Diversi processi fisici e chimici sono responsabili dei cambiamenti nella cera, specialmente l'idrolisi degli esteri, la trasformazione chimica dei flavonoidi e la sublimazione di alcuni composti presenti nella cera fresca o dei prodotti dei processi di degrado [1-3]. In particolare, quest'ultima è responsabile della trasformazione degli alcani, per cui interessa specialmente gli idrocarburi più leggeri. La sublimazione dell'acido palmitico, generato dall'idrolisi degli esteri, potrebbe spiegare perché questi sono assenti nei campioni archeologici in cui sono presenti gli alcoli, che risultano sempre dall'idrolisi.

La diminuzione di esteri a basso peso molecolare -essendo questi i primi ad essere soggetti a idrolisi- porta all'aumento di acidi ed alcoli liberi. Di conseguenza, si producono un aumento dell'acidità, un aumento della polarità ed un indurimento, fenomeno in tutto simile a quello che succede negli oli più secchi, salvo per il fatto che non si riscontra una struttura polimerica. Potrebbe, inoltre, avere luogo la sublimazione di alcoli a basso peso molecolare. In più, si nota un aumento degli acidi ossidrilici (C_{16} - C_{24}) e degli acidi diolici (C_{24} - C_{32}) in relazione alla percentuale di esteri (mono, di- e tri-); l'idrossido più abbondante prodotto è l'acido 15-idrossidecenoico e si verifica una riduzione degli idrocarburi insaturi. Gli idrocarburi leggeri potrebbero mancare o come risultato di una reazione di sublimazione provocata dal tempo atmosferico secco o per via della preparazione della cera che richiede una fusione.

Inoltre, i coloranti organici sono molto sensibili all'ozono e mostrano un'alta tendenza a subire processi di scoloramento o annerimento. I pigmenti metallici e la polvere di gesso, che a volte erano usati da alcuni scultori di cera nella preparazione degli impasti nel XIX secolo, potrebbero anche causare considerevoli alterazioni.

Alterazioni visive potrebbero derivare da tutte queste variazioni fisiche e chimiche:

- formazione di una cristallizzazione sbiancante dovuta alla presenza di acido palmitico o stearico derivato dall'idrolisi di trigliceridi che potrebbero essere stati aggiunti, alla presenza di stearina o alla migrazione superficiale di alcani più leggeri;
- muffa a causa della presenza di amido;
- trasudamento oleoso dovuto al sego e al lardo;
- alterazione dei colori per il deposito superficiale di polvere e per la degradazione dei coloranti o pigmenti aggiunti.

2.2. Agenti estrinseci di deterioramento

Oltre al naturale invecchiamento della cera, si deve tener conto anche di fattori esterni e, sebbene nessuno di loro dovrebbe essere sottovalutato, indubbiamente alcuni di essi hanno una maggiore influenza rispetto ad altri.

2.2.1. Oscillazioni dell'umidità relativa e della temperatura

Una delle proprietà che gli artisti hanno apprezzato nella cera è stata la sua plasticità, che aumenta con il calore. Anche se il suo punto di fusione è intorno ai 60-64 °C, si fa appiccicosa intorno ai 40 °C e, quindi, diventa malleabile[4]. Di conseguenza, il calore può essere responsabile di cambiamenti notevoli ed irreversibili, poiché il materiale si ammorbidisce ad una temperatura appena intorno ai 30°C [5-6]. Bisogna anche far notare il danno dovuto a un abbassamento della temperatura, specialmente se avviene bruscamente perché, in quel caso, la cera si indurrà, si ritirerà e diventerà più fragile, tendendo a rompersi in presenza di uno stress meccanico, come le vibrazioni. È precisamente la mancanza di resistenza meccanica ai cambiamenti esterni che ha portato alla perdita di molti pezzi realizzati con questo materiale.

L'umidità eccessiva o insufficiente di per sé non influisce sulla cera, dal momento che è idrorepellente e non igroscopica; in ogni caso, può favorire l'idrolisi dei legami degli esteri e, nel caso di umidità alcalina, saponificazione [5-6]. Quanto più il materiale è invecchiato, tanto maggiore è l'effetto di un pH alcalino. Il grado di saponificazione, oltre che dal contenuto di estere, dipende dalla forza della base e dalle condizioni dell'idrolisi (tempo, temperatura). Vale la pena aggiungere che alcune cere sono particolarmente sensibili.

Anche altri materiali che potrebbero essere associati alla cera nel caso di alcune opere d'arte reagiscono alla presenza di umidità nell'atmosfera; tra questi, si distingue il legno. Usato come supporto, espandendosi e contraendosi può causare separazioni e fratture nella cera a cui è fissato. La formazione di incrinature (Figura 3) nel materiale ceroso è segno di una fragilità che mostra cambiamenti dimensionali dovuti alle oscillazioni climatiche. Con molta più frequenza di quella sperata, questo danno è causato dalla negligenza o dalla conservazione delle sculture in condizioni inadeguate. In questi casi, si rendono necessarie urgenti misure preventive per migliorare la situazione ambientale.

Un'alta RH favorisce la formazione di muffa. La cera potrebbe anche essere danneggiata biologicamente da funghi che causano sfaldamento, sbiancamento superficiale e riduzione in polvere. È degno di nota che un simile deterioramento non si produce in paste di cera verde o rossa per via dei pigmenti usati; nel primo caso, il vermiglione (solfuro di mercurio), e nel secondo il verderame (acetato basico di rame).

2.2.2. Azione della luce

La luce è un agente essenziale perché ci permette di catturare l'informazione visiva dal mondo che ci circonda. Nel regno dell'arte, permette la percezione visiva del colore, della consistenza e della forma in ogni opera d'arte. Inoltre, è uno dei fattori che può causare ulteriori danni ai materiali artistici [5, 7]. La radiazione associata alla luce può innescare una serie di processi di trasformazione che portano a cambiamenti della composizione fisica o chimica degli oggetti.

In generale, ci sono due tipi principali di danni legati alla luce. Innanzitutto, l'effetto fotochimico, un processo attraverso cui l'assorbimento di un fotone può fornire ad una molecola l'energia necessaria per innescare una reazione chimica. In secondo luogo, esiste l'effetto termico, che potrebbe influire sul tipo e sulla velocità di detto processo e causare altri cambiamenti fisici dovuti all'alterazione dei parametri ambientali.

Le lunghezze d'onda al di sopra e al di sotto del campo visibile, rispettivamente IR e UV, sono la causa di danni significativi. Bisognerebbe tener conto del fatto che, quanto più piccola è la lunghezza d'onda, tanto maggiore è l'effetto di scolorimento nei materiali. Il danno è spesso localizzato, specialmente sulla superficie, ed è dovuto alla perdita di tono nei coloranti organici usati per tingere la cera o all'adulterazione del materiale con plastificanti o indurenti.

In alcuni casi, si può rilevare la tendenza di pigmenti pesanti a gravitare verso le parti inferiori della forma usata dagli artisti quando realizzano la scultura. Questo processo si verifica durante il raffreddamento della cera, dopo che è stata colata nel recipiente mentre è ancora liquida. Di conseguenza, in alcuni pezzi potremmo osservare differenze nel colore e nella consistenza tra le parti più profonde e quelle meno profonde; come anche la comparsa di punti neri nelle aree di maggior rilievo o dove la consistenza della cera è più granulosa.

2.2.3. Inquinanti

La maggior parte dei modelli anatomici che appartengono a collezioni universitarie vengono esposti in contenitori espositivi di legno provvisti di finestre in vetro. Questi contenitori proteggono fisicamente le sculture ma non costituiscono una barriera efficace contro possibili cambiamenti nell'ambiente circostante o contro l'azione di potenziali agenti inquinanti [8] (Figura 4).

Questi ultimi, se trasportati dall'aria, sono di origine antropogenica e naturale e sono sempre legati alle aree industriali ed urbane. Le particelle solide che si depositano sugli oggetti causano una significativa alterazione estetica e possono provocare abrasioni sulle superfici lisce delle sculture a causa dell'attrito (Figura 5). Inoltre, a volte, l'assenza di una pellicola protettiva esterna rende la cera particolarmente soggetta alla concentrazione dello sporco (polvere, fumo e unto), tutti fattori che hanno un effetto molto negativo sulle sue qualità estetiche originali.

L'accumulo di queste particelle di sporco può anche fornire un habitat allettante per gli insetti o produrre muffa [9]. I materiali organici si caratterizzano per la loro alta igroscopicità; se lo spazio è poco ventilato ed i valori di umidità relativa sono superiori al 65%, la percentuale di umidità di oggetti fatti con tali materiali potrebbe aumentare e questi potrebbero essere esposti alla comparsa di microrganismi che

generano acqua metabolica durante il loro sviluppo, facendo ulteriormente aumentare la percentuale d'acqua nel materiale. La presenza di questo agente di deterioramento implica alterazioni delle proprietà fisiche, chimiche e meccaniche, oltre a cambiamenti nell'aspetto delle opere d'arte. Allo stesso modo, i componenti costitutivi del legno usato per la costruzione dei contenitori potrebbero variare il pH interno, il che potrebbe incidere sull'oggetto esposto e favorire l'aumento della contaminazione biologica [10].

L'ossigeno è coinvolto in molti processi di degradazione del materiale organico, anche se non ne è necessariamente il propulsore. L'alterazione è causata dall'ossidazione di un composto che è stato sollecitato attraverso l'assorbimento di fotoni mediante la luce ultravioletta o la radiazione visibile. Questo deterioramento causa cambiamenti fisici, come incrinatura ed indebolimento, o trasformazioni chimiche, come ingiallimento e scolorimento dei coloranti o pigmenti e additivi che potrebbero essere presenti negli impasti di cera.

L'acido acetico (presente negli edifici) è un fattore da prendere in considerazione quando si analizzano i problemi negli spazi ermetici. D'altro canto, l'acido nitrico, il biossido di azoto e di zolfo provocano lo scolorimento di alcuni pigmenti. L'ozono è un potente ossidante che può attaccare i materiali usati nelle opere d'arte e causare, così, la rottura dei doppi legami tra atomi di carbonio.

Se la sostanza contaminante entra in contatto diretto con un oggetto, può provocare una macchia o scolorimento; la gravità del danno dipende dal numero di contaminanti e dalla loro mobilità rispetto al materiale originale, così come dalla porosità e reattività della superficie con cui entra in contatto. Se l'oggetto è molto poroso e fragile, questi punti possono essere persistenti e difficili da rimuovere.

2.2.4. Sale d'esposizione

Gli edifici che ospitano musei e collezioni di cera si trovano di solito nei centri storici e sono soggetti ad un intenso traffico di veicoli, uno dei problemi più complicati da risolvere. Ci sono anche locali antichi, costruiti con materiali che ricevono e trasmettono qualsiasi tipo di vibrazione, dovuta o al traffico esterno o al flusso di visitatori. Inoltre, le potenziali ristrutturazioni tendono ad essere molto complicate perché quei locali sono spesso considerati edifici di speciale interesse storico ed architettonico [11].

2.2.5. Maneggio inappropriato

Quando l'opera d'arte viene rimossa dal suo luogo di esposizione (base o contenitore), viene esposta ad incidenti che possono causare danni irreversibili tanto alla sua superficie come alla sua struttura (Figura6). Normalmente, l'eccessiva sicurezza è il fattore che porta a sottovalutare una situazione potenzialmente pericolosa.

3. Strategie di conservazione preventiva sui modelli di cera anatomica

Data l'importanza delle collezioni universitarie per la comunità scientifica e per la società in generale, è necessario garantire la loro conservazione per il godimento delle future generazioni.

Le strategie di conservazione preventiva³ propongono metodi sistematici finalizzati ad identificare, valutare, rilevare e controllare i rischi che possono portare al deterioramento di oggetti, di collezioni e di qualsiasi bene culturale. Queste strategie comprendono azioni che attaccano la radice del problema e, quindi, eliminano o minimizzano questi rischi [12]. Questi fattori sono spesso esterni ed il loro controllo previene danni o perdite attraverso strumenti che servono a ridurre la necessità di avviare trattamenti drastici e costosi che devono essere applicati direttamente sulle opere d'arte. Per attuare una politica di prevenzione effettiva bisogna tener conto dei seguenti fattori:

- una conoscenza profonda della natura dell'oggetto che si deve conservare;
- l'ubicazione e l'ambiente dell'oggetto (spazio, microclima, agenti inquinanti, influenza umana, ecc.);
- la relazione tra entrambi;
- qualsiasi fattore addizionale o imprevisto che potrebbe alterare l'equilibrio di questa relazione.

Bisogna considerare che le sculture di cera richiedono la migliore protezione possibile: da un lato, sono oggetti in uso e sono, quindi, esposti a rischi (molti sono ancora usati a scopo didattico); dall'altro, ci sono oggetti che appartengono a collezioni di musei.

Avere un protocollo basato sulla continua valutazione degli agenti di rischio

permette alla persona responsabile della conservazione di pianificare una strategia di ottimizzazione delle risorse. Uno studio attento dei fattori che causano il deterioramento è il primo passo per affrontare il problema. È importante ottenere informazioni non solo sulle caratteristiche materiali delle opere d'arte, che reagiranno in maniera diversa in funzione della natura dei loro componenti e della loro struttura, ma anche verificare il tipo di esposizione (permanente o temporanea) e la collocazione spaziale dell'oggetto nella sala o nel magazzino. Questa valutazione si basa sull'osservazione diretta della superficie degli oggetti, così che si possano identificare i cambiamenti fisici, chimici o biologici rilevanti, e quelli provocati da un restauro precedente.

I dati risultanti saranno trasferiti su carta per pianificare la strategia di conservazione da applicare. Per esempio, potrebbe essere utile includere i parametri più importanti e stimare il periodo di tempo necessario per vedere i cambiamenti, l'efficacia dei provvedimenti e le necessità future (Figura 7). Ispezioni periodiche potrebbero cercare di determinare i danni progressivi; potrebbero essere settimanali, mensili o annuali in funzione dell'oggetto, delle condizioni ambientali e del personale del museo. La micro-fotografia ad alta risoluzione è molto efficace per il rilevamento di alterazioni che non sono immediatamente visibili. Le immagini ottenute in identiche condizioni si possono sovrapporre attraverso un programma informatico e si può stimare matematicamente il verificarsi di piccoli cambiamenti (Figura 8).

3.1. Controllo della temperatura ed RH (sale e contenitori)

È fondamentale conoscere gli effetti dei parametri ambientali sui materiali costitutivi dei modelli di cera anatomica nei luoghi in cui sono stati conservati dal momento che sono di natura organica.

L'acquisizione di questi dati attraverso l'uso di strumenti specifici è estremamente importante per correggere i parametri climatici se si considerano inadeguati in modo da garantire la corretta conservazione dei modelli. I termoigrografi ed i registratori di dati ci permettono di ottenere grafici che registrano i valori massimi e minimi di T ed RH e, di conseguenza, calcolano la media annuale dei valori (Figura 9).

La seguente tabella mostra i dati di due mesi del 2011, agosto e dicembre. Tanto la temperatura come l'umidità relativa sono notevolmente cambiate, non solo quando si paragonano l'estate e l'inverno, ma anche nello stesso mese (Tabella 1).

Come si è detto precedentemente, il calore eccessivo rappresenta un problema e potrebbe davvero creare delle difficoltà per la conservazione di questo tipo di collezioni. Si deve prestare la massima attenzione alla temperatura, che dovrebbe essere mantenuta tra i 15 e i 20°C, cercando di evitare oscillazioni in generale, sempre che sia possibile, e, in particolare, la concentrazione di calore su parti dell'opera d'arte, soprattutto se è al di sopra della soglia consentita. Altrimenti, il materiale potrebbe cominciare ad ammorbidirsi e parti dell'opera si potrebbero deformare. Allo stesso modo, anche una forte diminuzione della temperatura può avere un ruolo importante nel deterioramento di una scultura perché l'impasto di cera diventerà più fragile come risultato dello stress meccanico e le aree più deboli soggette a tensione potrebbero essere seriamente a rischio di rottura.

Un contenitore espositivo costituisce un microclima relativamente ristretto ed i valori dell'umidità relativa e della temperatura possono essere facilmente stabilizzati [13-14]. Il contenitore climatizzato è particolarmente importante, anche se non assolutamente necessario, nei casi in cui le sculture si trovano in un ambiente climatico inadatto difficile da modificare. In ogni caso, deve essere continuamente monitorato dal momento che un errore operativo o un'avaria degli strumenti di misurazione (anche per poco tempo) possono causare danni seri ed immediati.

Un sistema di controllo efficace consiste nell'installazione, nel contenitore, di un materiale che assorbe l'umidità, come Art Sorb, Pro sorb osilica gel, accompagnato da un indicatore. I primi due sono diversi tipi di gel di silice amorfa (biossido di silicio) con piccole quantità di sali igroscopici (cloruro di litio). Sono facili da installare e maneggiare in un ambiente secco o umido, secondo le esigenze, ed aiutano a creare una situazione stabile. Prima della loro installazione, è necessario conoscere il volume d'aria del contenitore per calcolare la giusta quantità richiesta per la conservazione dei pezzi.

Tabella 1. Tabella comparative dei dati di temperatura, umidità relativa e illuminazione, corrispondenti ai mesi di agosto e dicembre, misurati nella sala del Museo di Anatomia "Javier Puerta" (UCM)

		August	December
T (°C)	max	29,615	19,508
	min	25,113	15,461
	average	27,984	17,309
	deviation	1,206	0,974
HR (%)	max	37,665	47,476
	min	21,960	32,513
	average	30,813	37,985
	deviation	4,579	3,212
Illumination (lux)	max	67,0	67,0
	min	11,8	11,8
	average	17,4	16,3
	deviation	4,1	4,3

3.2. Controllo dell'illuminazione

3.2.1. Illuminazione delle sale d'esposizione

Per controllare la radiazione ultravioletta è importante tener conto della scelta delle fonti di luce e del tipo di luce[15]. L'illuminazione fluorescente ha un'emissione di fluorescenza intorno ai 49 μ w/lumen; la tradizionale lampadina fluorescente emette 75 μ w/lumen ed alcune lampade alogene raggiungono i 100 μ w/lumen se non sono rivestite. Nei limiti del possibile, i sistemi di trasmissione della luce, come le fibre ottiche, sono sempre i migliori. Si dovrebbero evitare i filtri perché potrebbero influire sui parametri luminosi come l'interpretazione della temperatura di colore o dell'indice di colore.

La questione dell'illuminazione nelle sale di un museo o in un edificio storico deve essere risolta in maniera equilibrata, tenendo conto dell'interazione tra luce, oggetto e osservatore, così da facilitare il corretto funzionamento del processo visivo. Soprattutto, il controllo della temperatura implica l'esclusione di tutte le fonti di calore che non sono controllabili. Si dovrebbe evitare la luce del sole, diretta o meno, abbassando gli avvolgibili o posizionando un filtro o una pellicola protettiva sulle finestre. È altresì consigliabile non usare lampadine incandescenti, specialmente se orientate sulla zona o posizionate troppo vicino all'oggetto. I livelli di illuminazione non dovrebbero superare i 150/200 lux.

È anche necessario ridurre il tempo d'esposizione alla luce, cosa che si può ottenere spegnendo le luci quando gli oggetti non sono in uso o non vengono visionati, utilizzando interruttori temporizzati o sensori di movimento. Come regola generale, il tempo stimato consigliato per l'esposizione diretta è di una estensione massima di 3000-5000 ore all'anno. Questo periodo di tempo dovrebbe essere regolato verso l'alto o verso il basso in funzione della qualità della superficie più o meno assorbente (pigmenti o coloranti instabili, strati degradati, ecc.).

Come per l'illuminazione nella sala del museo oggetto di discussione ("Javier Puerta" AnatomyMuseum), il grafico che si vede sopra mostra che c'è solo una piccola variazione perché le luci sono accese alla massima potenza in rare occasioni, dal momento che il museo non viene ancora visitato.

3.2.2. Illuminazione all'interno dei contenitori espositivi

I contenitori espositivi possono avere un proprio sistema di illuminazione o possono avvalersi dell'illuminazione generale della stanza. In ogni caso, si deve verificare il tipo di luce, la sua direzione e la prossimità al contenitore. Se la fonte di luce è a contatto diretto con la superficie di vetro e il contenitore è chiuso ermeticamente, potrebbero sorgere molti problemi in funzione del tipo di fonte, dell'isolamento termico raggiunto dal vetro e delle caratteristiche del pezzo. Il calore che raggiunge la superficie del vetro verrà assorbito e passerà all'interno creando un effetto "serra" e producendo un microclima ad alto rischio per i materiali più delicati, come le sculture di cera, anche se l'intensità della radiazione è bassa, a causa dell'accumulo di calore che può aver luogo nel caso di esposizione per lunghi periodi. Questo effetto sarà ancora maggiore se si usano fonti di luce incandescente o se vengono installati componenti elettronici all'interno del contenitore che vengono posizionati molto vicino alle superfici delle finestre.

Alcuni degli apparecchi più pratici in queste situazioni sono i LED, che usano un generatore alogeno con una temperatura di colore vicina ai 3000 °K e provvisti di filtri per raggi infrarossi ed ultravioletti. Sono in grado di trasmettere luce senza perdita di intensità attraverso le fibre ottiche polimeriche in PMMA. Il principale vantaggio è che il generatore si può installare all'esterno del contenitore e la trasmissione del calore attraverso la fibra è irrilevante.

3.3 Controllo degli agenti inquinanti

La polvere e lo sporco in genere cambiano l'aspetto visivo degli oggetti [16]. Qualsiasi tipo di strategia di controllo disegnata per mantenere livelli bassi di contaminazione sulla loro superficie sarà vantaggiosa per la loro conservazione, dal momento che la pulizia dei pezzi porosi e fragili potrebbe essere molto complicata perché richiede una gran quantità di tempo, ed è sempre un processo delicato che necessita dell'intervento di un restauratore qualificato.

I provvedimenti preventivi consisteranno nella riduzione degli inquinanti trasportati dall'aria fino ad un certo livello, così da ridurre il rischio o la velocità del deterioramento degli oggetti esposti alla loro azione. Eludere, bloccare, attenuare e filtrare/assorbire sono approcci che si potrebbero tentare.

L'accumulo di polvere potrebbe essere controllato con un'attrezzatura appropriata. Un'analisi dettagliata del tipo di polvere attraverso un microscopio ottico può servire ad identificare la fonte principale delle emissioni dannose [17-18].

Se i livelli di HR sono bassi e l'aria si mantiene pulita, si preverrà la comparsa di microrganismi. Di conseguenza, una corretta ventilazione può essere altamente efficace, per esempio, se vengono installati apparecchi di aria condizionata che filtrino l'aria inquinata. Stabilire un numero di cambiamenti d'aria all'ora in uno spazio al chiuso può inibire la comparsa di funghi e batteri mentre riduce la loro attività in ambienti contaminati e nei materiali storici.

Nel caso di contatto diretto con l'oggetto attraverso agenti inquinanti trasferiti, la strategia di controllo consisterà in evitare prodotti e materiali inappropriati, bloccare la migrazione di questi agenti dannosi a certi punti di contatto e ridurre il loro raggio d'azione.

Se il livello di protezione offerto dalle finestre non è sufficiente, gli elementi chimici che reagiscono con gli agenti contaminanti rilevati potrebbero essere introdotti nel contenitore, come per esempio il carbonio attivato, così da bloccare le emissioni acide. Questa sostanza è efficace per un certo periodo di tempo che dipende dalla preparazione e dalla presentazione del prodotto. Comunque, richiede manutenzione o frequente sostituzione perché, se si satura, potrebbe avere l'effetto contrario e diventare un trasmettitore delle emissioni nocive.

Allo stesso modo, i trattamenti messi in atto per eliminare la contaminazione biologica e qualche intervento di restauro, come le procedure di consolidamento/fissaggio, o l'applicazione di rivestimenti protettivi potrebbero causare l'emissione di composti contenuti all'interno del contenitore. Dopo un certo periodo di tempo potrebbero addirittura arrivare ad avere una reazione con i composti originali, accelerando, così, la trasformazione del materiale.

Riguardo l'ipotesi che il legno del contenitore non garantisce un buon sistema di isolamento, un provvedimento effettivo consisterà nell'applicazione di una barriera o un prodotto sigillante che lo isoli dall'oggetto esposto per evitare l'azione diretta di possibili emanazioni su sostanze composte nell'opera d'arte.

Per sigillare giunzioni esistenti sulla superficie invetriata del contenitore si usa

spesso il silicone. Questo polimero, composto da silicio e carbonio, è, in teoria, incolore, inodore, inerte e stabile alle alte temperature (250 °C). Comunque, le confezioni a tenuta stagna di silicone industriale, come il normale acido silicico, hanno un odore forte ed emettono alti livelli di acido acetico. Perfino nel silicone base sono state rilevate emissioni di ammoniaca e metanolo che lo rendono una sostanza dannosa per le opere d'arte ed il suo uso non è consigliato per sigillare compartimenti chiusi o non ventilati. In questo caso, i contenitori in cui sono esposti modelli di cera anatomica si possono considerare semi-ermetici senza un apparato di aria condizionata.

Diversi materiali si possono usare come barriera contro i gas contaminanti. Per esempio, il Marvelseal 360, che è composto basicamente da strati di pellicola di alluminio, coperti da un lato dal nylon e dall'altro dal polietilene. Ha il vantaggio che si può attaccare o sigillare con il calore e si adatta bene agli spazi che potrebbero aver bisogno di essere isolati. Un altro metodo, meno costoso ma ugualmente efficace, consiste nell'applicare una pellicola di polietilene, usando questo polimero chimicamente stabile e facilmente disponibile.

Quando, per ragioni estetiche di montaggio, il sigillante deve rimanere nascosto, le superfici possono essere ricoperte con un laminato di poliester, Mylan o Melinex R, con un cartone di pH neutro o con un rivestimento in tessuto di cotone o lino scelto con colore e consistenza appropriati per l'esposizione.

Si richiede una trasformazione più importante se l'oggetto esposto ha subito un trattamento di consolidamento o se la scultura è stata disinfettata con prodotti chimici, dal momento che è necessario prevenire l'emissione di sostanze per un lungo periodo. Il contenitore dovrebbe essere costruito ermeticamente con rinnovamento forzato dell'aria che si può ottenere mediante l'iniezione d'aria fresca nel contenitore usando una elettroventola piccola, poco potente e poco rumorosa, espellendo poi l'aria dall'alto attraverso un'altra piccola ventola.

3.4 Misure che riguardano l'edificio (sale d'esposizione)

Come già indicato, ristrutturare edifici storici è complicato perché sono spesso considerati, di per sé, beni culturali. Se modificare l'ambiente non è possibile, si dovrebbe almeno valutare l'uso di contenitori come valvole anti-vibrazione mentre si migliorerà la protezione contro il deterioramento se i contenitori si sistemano in prossimità delle pareti principali o in quelle zone in cui il pavimento non è in contatto diretto con un muro portante.

Per quanto riguarda le sale d'esposizione, si consigliano misurazioni periodiche in diversi periodi dell'anno per avere un dossier di dati e, tenendo conto delle restrizioni finanziarie, determinare se c'è possibilità di miglioramento per quanto riguarda l'isolamento ed il controllo delle condizioni. Sarebbe interessante prestare attenzione al fissaggio delle finestre ed alle entrate, controllando lo stato della ristrutturazione, la capacità ermetica delle chiusure e, in generale, la loro funzione come barriera isolante.

I dati ottenuti dalle misurazioni effettuate nel 2011 nel Museo Anatomico "Javier Puerta" dell'Università Complutense di Madrid, come si osservava in precedenza, confermano la necessità di rivedere i parametri di T ed RH per una migliore conservazione degli oggetti esposti. I risultati suggeriscono che sarebbe appropriato un sistema di aria condizionata per mantenere la temperatura, il parametro più importante da tenere sotto controllo, intorno ai 20°C.

Si raccomanda, inoltre, la pulizia regolare e completa della stanza per evitare depositi di sporco. Questo processo deve essere riservato a personale con conoscenze di conservazione e deve essere realizzato con l'uso di guanti, un aspirapolvere poco potente, spazzole morbide, ecc. L'uso corretto di prodotti per pulire i pavimenti e le pareti delle sale d'esposizione è molto importante perché molti di questi prodotti presentano nella loro composizione diverse quantità di composti acidi o basici che possono danneggiare gli oggetti esposti [19].

3.5. Consigli per maneggiare le opere d'arte

La prima regola quando si sposta una scultura di cera è di ridurre al minimo il maneggio e di procedere con la massima cautela. Ovviamente, quanto meno si muove un oggetto, più sicuro sarà. È quindi essenziale studiare i motivi dello spostamento di un oggetto e se è realmente necessario farlo. È, inoltre, fondamentale conoscere le fasi dell'operazione: dove comincerà, perché i pezzi devono essere spostati e come si devono prendere.

Prima di spostare una scultura bisogna tener conto di una serie di regole basilari:

- *controllare la stabilità dell'opera d'arte per assicurarsi che il suo stato di conservazione permetta di spostarla senza rischi;*
- *pianificare gli spostamenti che si realizzeranno cercando sempre di ridurre al minimo il maneggio per ridurre, così, il tempo necessario per lo spostamento e, con esso, ogni possibile rischio;*
- *stimare quante persone sono necessarie per spostare l'opera d'arte e la necessità di ricorrere ad apparecchiature speciali come piattaforme aeree, gru portatili, ecc., da parte di personale qualificato. Non trascinare mai i pezzi. Per le sculture a corpo intero, c'è bisogno di piattaforme che sopportino pesi notevoli, con la superficie preparata in maniera tale da non causare abrasioni. I pezzi dovrebbero essere assicurati con cinghie o corde; sotto di essi si dovrebbe collocare un rivestimento per ridurre la pressione e le abrasioni sulla superficie dell'opera d'arte (per esempio, gomma di polietilene avvolta in tessuto o polistirolo);*
- *usare sempre entrambe le mani per evitare che i pezzi scivolino e cadano;*
- *prendere l'opera d'arte dalla base o dalle sue parti più solide ed evitare di prenderla dalle sporgenze (naso, braccia, gambe, mani, dita ed accessori), il che potrebbe provocare incrinature, lacerazioni o distacco di parti importanti dal momento che sono meno resistenti e non sono in grado di sopportare il peso di tutta la scultura (Figura 10);*
- *se la scultura è di piccole o medie dimensioni, controllare se ha una base ed assicurarsi che sia fissata saldamente per evitare rischi durante il maneggio e lo spostamento;*
- *usare guanti in latex, polivinile e cotone perché il grasso della pelle può lasciare macchie ostinate sulla superficie degli oggetti.*

Note

- 1 *L'organizzazione UMAC ha attualmente 130 membri di 35 paesi. Dispone di una pagina web (<http://www.publicus-culture-huberlin.de/umac>) in cui è incluso un elenco di musei e collezioni universitarie nel mondo oltre a informazione istituzionale.*
- 2 *La rivista dell'UNESCO Museum International ha editato, quello stesso anno, due numeri speciali dedicati all'analisi della complessa situazione di queste collezioni e alla presentazione dei progetti più innovativi.*
- 3 *Nel caso specifico di pezzi, oggetti o figure di cera, queste raccomandazioni sono il frutto del progetto Moulage di cera: artigianato di valore a rischio di estinzione, portato avanti da esperti in storia della medicina, scienze naturali e conservazione e restauro, tra il 2008 e il 2010, nel DeutschesHygiene-Museum di Dresda. BAUMER, U. et al. 2009. Recommendations for the Preservation of Wax Moulages at Universities and Hospitals and in Museums and other Collections. Dresden: Deutsches Hygiene-Museum. http://www.dhmd.de/fileadmin/user_upload/moulagen/Empfehlungen_Wachsmoulagen_2010_ENG_web.pdf (accessed January 10, 2012).*

Summary

In recent years, university museums have been subject to growing interest from the scientific community. Their collections are composed of objects whose nature varies, allowing the visitor and the researcher to make a visual tour of the different scientific disciplines. This paper analyses the main agents of deterioration that affect a specific type of cultural heritage exhibit, the anatomical models made of organic materials (wax, natural hair, horsehair, vegetable fibres, dyes, natural resins, etc.), which are highly sensitive to environmental agents, and it proposes strategies for the preventive conservation of collections consisting of such items. The Faculty of Medicine at the Complutense University of Madrid (UCM) has one of the most important collections of such models in Europe, containing true works of art which combine scientific rigor with the aesthetic taste of the 18th century.

Riassunto

Negli ultimi anni, i musei universitari sono stati oggetto di un sempre crescente interesse da parte della comunità scientifica. Le loro collezioni sono composte da oggetti di varia natura, il che permette al visitatore e al ricercatore di fare un giro visivo tra le diverse discipline scientifiche. Questo articolo analizza i principali agenti di deterioramento che interessano un tipo concreto di esposizione di beni culturali, i modelli anatomici fatti di materiali organici (cera, capelli umani, crine di cavallo, fibre vegetali, coloranti, resine naturali, ecc.) altamente sensibili agli agenti ambientali, e propone strategie per la conservazione preventiva di collezioni composte da tali elementi. La Facoltà di Medicina dell'Università Complutense di Madrid (UCM) ha una collezione di questi modelli tra le più importanti in Europa, collezione che contiene vere e proprie opere d'arte che combinano il rigore scientifico ed il gusto estetico del XVIII secolo.

Résumé

Dans ces dernières années, les musées universitaires ont été l'objet d'un intérêt de plus en plus grand de la part de la communauté scientifique. Leurs collections sont composées d'objets de nature diverse, ce qui permet au visiteur et au chercheur de faire un tour visuel entre les différentes disciplines scientifiques. Cet article analyse les principaux agents de détérioration qui intéressent un type concret d'exposition de biens culturels, les modèles anatomiques faits en matériaux organiques (cire, cheveux humains, crin de cheval, fibres végétales, colorants, résines naturelles, etc.) hautement sensibles aux agents environnementaux et propose des stratégies pour la conservation préventive de collections composées de ces éléments. La Faculté de Médecine de l'Université Complutense de Madrid (UCM) a une collection de ces modèles parmi les plus importantes en Europe, collection qui contient des véritables œuvres d'art qui associent la rigueur scientifique au goût esthétique du XVIIIème siècle.

Zusammenfassung

In den vergangenen Jahren stießen Universitätsmuseen bei der wissenschaftlichen Gemeinschaft auf immer größeres Interesse. Ihre Sammlungen bestehen aus Gegenständen unterschiedlichster Natur, was dem Besucher und Forscher die Möglichkeit zu einem visuellen Rundgang durch unterschiedliche wissenschaftliche Disziplinen verleiht.

Dieser Artikel analysiert die wichtigsten Verwitterungsursachen, denen ein konkreter Typ an Kulturgütern ausgesetzt ist, der aus extrem witterungsempfindlichen organischen Materialien bestehenden anatomischen Modelle (Wachs, menschliches Haar, Pferdemaße, pflanzlichen Fasern, Farbstoffen, Naturharzen, usw.) besteht, und bietet Strategien zur vorbeugenden Erhaltung von aus solchen Elementen gebildeten Sammlungen an.

Die Fakultät für Medizin der Universität Complutense in Madrid (UCM) verfügt über eine der europaweit wichtigsten Sammlungen solcher Modelle mit wahrhaftigen Kunstwerken, die die kombinierte wissenschaftliche Strenge mit dem optischen Geschmack des 18. Jhs. widerspiegeln.

Resumen

En los últimos años, los museos universitarios han sido objeto de un interés cada vez mayor por parte de la comunidad científica. Sus colecciones incluyen objetos de varia naturaleza, lo que permite al visitante y al investigador dar una vuelta visiva por las distintas disciplinas científicas. Este artículo analiza los principales agentes de deterioro que afectan una tipología concreta de bienes culturales expuestos: los modelos anatómicos realizados en materiales orgánicos (cera, pelo humano, crin de caballo, fibras vegetales, colorantes, resinas naturales, etc.) muy sensibles a los agentes medioambientales y sugiere estrategias para la conservación preventiva de colecciones formadas por dichos elementos. La Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid (UCM) posee una colección de estos modelos considerada entre las más importantes en Europa, una colección que conserva verdaderas obras de arte que combinan el rigor científico con el gusto estético del siglo XVIII.

Резюме

В последние годы университетские музеи стали объектом все время возрастающего интереса со стороны научного сообщества. Их коллекции составляют предметы различной природы, что позволяет посетителям и исследователям совершить визуальный тур среди различных научных дисциплин. Данная статья анализирует главные агенты ухудшения, касающиеся определенного типа экспонатов, принадлежащих культурному наследию: анатомические модели из органического материала (воск, человеческие волосы, конские гривы, растительные волокна, красители, натуральные смолы и т.д.) сверхчувствительного к агентам окружающей среды, и предлагает стратегии для предупредительной консервации коллекций, состоящих из таких элементов. Факультет медицины Мадридского университета Комплутенсе (МУК) владеет одной из важнейших в Европе коллекций таких моделей, которая содержит настоящие произведения искусства, соединяющие в себе научную строгость и эстетический вкус XVIII века.

Ամփոփում

Վերջին տարիներին համալսարանական թանգարանները աճող հետաքրքրության աղբյուր են դարձել գիտական համայնքի կողմից: Իրենց հավաքածուներում, որ կազմված են տարբեր թեմաներից, թույլ են տալիս, որ այցելուն և հետազոտողը տեսողական էքսկուրսիա կատարի տարբեր գիտական առարկաների թեմաներով: Այս հոդվածը վերլուծում է վատթարացման հիմնական գործակալները, որոնք ազդում են որոշակի տեսակի մշակութային բացահայտման մոդելները պատրաստված օրգանական նյութերից (մոմ, մարդու մազեր, ձիու մազ, բուսական մանրաթելեր, ներկեր, բնական խեժը և այլն), բարձր զգայուն բնապահպանական գործակալներ, և առաջարկում ռազմավարություններ հավաքածուի կանխարգելիչ պահպանման համար, կազմված նման տարրերից: Մադրիդի Մոմպլտենսե (UCM) համալսարանի բժշկական Ֆակուլտետը ունի այդ մոդելների շարքում Եվրոպայի համար ամենակարևորը համարվող հավաքածու, որը պարունակում է իրական արվեստի գործեր, որ համատեղել են տասնութերորդ դարի գիտական խստությունը ու ճաշակը