

2019, Volumen 4, Número 1: 51-62

Materiales de almacenamiento de las colecciones paleontológicas del IANIGLA-CCT CONICET Mendoza (Argentina)

Susana M. Devincenzi¹ y Esteban R. Azar²

¹Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales CONICET, Mendoza, Argentina. sdevincenzi@mendoza-conicet.gob.ar

²Instituto Argentino de Investigaciones de Zonas Áridas CONICET, Mendoza, Argentina. cazar@mendoza-conicet.gob.ar



Materiales de almacenamiento de las colecciones paleontológicas del IANIGLA-CCT CONICET Mendoza (Argentina)

S.M. Devincenzi¹ y E.R. Azar²

¹Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales CONICET, Mendoza, Argentina. sdevincenzi@mendoza-conicet.gob.ar

²Instituto Argentino de Investigaciones de Zonas Áridas CONICET, Mendoza, Argentina. eazar@mendoza-conicet.gob.ar

RESUMEN. El deterioro al que están expuestas las colecciones paleontológicas es minimizado a menudo hasta por la propia comunidad científica y muchas veces, particularmente en Argentina, es desconocido. El objetivo de este trabajo es reseñar algunos conceptos sobre la conservación preventiva de las colecciones paleontológicas, relacionados con los materiales utilizados (plásticos, adhesivos, papel y tinta), y presentar los avances realizados, en ese sentido, en el almacenamiento de los ejemplares tipo de las colecciones de Paleoinvertebrados, Paleovertebrados y Paleobotánica que se encuentran resguardados en el repositorio del IANIGLA-CCT CONICET Mendoza. Este repositorio almacena actualmente 10 holotipos y 46 paratipos procedentes de sedimentitas paleozoicas y mesozoicas del centro-oeste de Argentina, y un holotipo y un paratipo procedentes de secuencias sedimentarias cámbricas de México. Si bien la falta de financiamiento institucional específico para cualquier colección paleontológica representa un impedimento para neutralizar los daños potenciales que deba afrontar, también lo es la desinformación sobre el comportamiento de los materiales de almacenamiento. Por ello, es importante que, en Argentina, la Ciencia de los Materiales pueda incursionar en el campo de la conservación de este tipo de colecciones de historia natural, tal como sucede desde hace décadas en otros países.

Palabras clave: *Materiales de conservación preventiva, Colecciones paleontológicas, IANIGLA*

ABSTRACT. **Storage materials in the paleontological collections of IANIGLA-CCT CONICET Mendoza (Argentina).** The deterioration to which paleontological collections are exposed is often minimized even by the scientific community itself and, particularly in Argentina, it is often unknown. The aim of this paper is to review some concepts about preventive conservation of paleontological collections, particularly with respect to the materials used (plastics, adhesives, paper and ink), and to present the advances made in that regard, for the storage of type specimens in the Paleoinvertebrates, Paleovertebrates and Paleobotany collections, stored in the repository of IANIGLA-CCT CONICET Mendoza. This repository currently houses 10 holotypes and 46 paratypes from Paleozoic and Mesozoic sediments of central-western Argentina, as well as one holotype and one paratype from Cambrian sedimentary sequences of Mexico. Although the lack of specific institutional funding in any paleontological collection hinders the neutralization of potential damage to be met, so is the lack of information on the behavior of storage materials. Therefore, it is important that Materials Science be included in

the field of conservation for this type of natural history collections in Argentina, as it has been for decades in other countries.

Key words: *Preventive conservation materials, Paleontological collections, IANIGLA*

RESUMO: Materiais de armazenamento das coleções paleontológicas do IANIGLA-CCT CONICET Mendoza (Argentina). A deterioração à qual estão expostas as coleções paleontológicas é frequentemente minimizada por sua própria comunidade científica e, muitas vezes, particularmente na Argentina, é desconhecida. O objetivo deste trabalho é sumarizar alguns conceitos sobre a conservação preventiva das coleções paleontológicas, relacionados com os materiais utilizados (plásticos, adesivos, papel e tinta), e apresentar os avanços realizados, neste sentido, no armazenamento dos espécimes tipo das coleções Paleoinvertebrados, Paleovertebrados e Paleobotânica que estão abrigadas no repositório do IANIGLA-CCT CONICET Mendoza. Este repositório armazena atualmente 10 holótipos e 46 parátipos procedentes de rochas sedimentares paleozóicas e mesozóicas do centro-oeste da Argentina, e um holótipo e um parátipo procedentes de sequências sedimentares cambrianas do México. Apesar da falta de financiamento institucional específico para qualquer coleção paleontológica representar um impedimento para neutralizar os possíveis danos enfrentados, a desinformação sobre o comportamento dos materiais de armazenamento também o é. Por isso, é importante que, na Argentina, a Ciência dos Materiais possa incursionar no campo da conservação deste tipo de coleções de história natural, como tem sido feito há décadas em outros países.

Palavras-chave: *Materiais de conservação preventiva, Coleções paleontológicas, IANIGLA*

Introducción

El conocimiento sobre la conservación de las colecciones paleontológicas en Argentina es acotado y más aún su enseñanza en los claustros académicos. Si bien algunas colecciones paleontológicas preservan estructuras orgánicas (e.g. ADN, proteínas fósiles), básicamente almacenan material inorgánico por lo que la problemática asociada quizás sea menos considerada que la que afecta a otras colecciones biológicas y, por lo tanto, suele creerse que no hay posibilidad de deterioro. Waddington (2000) sostenía que el deterioro causado en ejemplares fósiles era minimizado incluso por algunos paleontólogos. Sin embargo, este tipo de colecciones de historia natural es vulnerable y su conservación depende de diferentes factores. Las condiciones ambientales controladas de humedad, luz, temperatura, agentes biológicos y polvo atmosférico, y las características adecuadas de los materiales utilizados para el transporte, la preparación y/o el almacenaje de los fósiles permitirán un envejecimiento adecuado de la unidad de colección (el ejemplar y su información), convirtiéndose en pilares de la conservación preventiva (Howie 1979, 1984; Collinson 1986; Doyle 1987; Fitzgerald 1989; Buttler 1994; Child 1994; Andrew 1996; Muñoz-Saba & Simmons, 2005).

El vocablo “conservación preventiva” apareció en la década de 1950, al parecer impulsado por conservadores y restauradores anglosajones; el objetivo era garantizar la permanencia de los objetos artísticos en las instituciones culturales y contó con el progresivo interés hacia la valorización de las colecciones científicas (García Fernández 2013). Howie (1978), sin embargo, dudaba de que todos los curadores de colecciones de historia natural fueran permeables a la problemática ambiental de este tipo de colecciones. Conceptualmente, el término conservación preventiva fue mutando y, más allá de las definiciones que los distintos autores han ensayado (Guichen 1999; ECCO 2002; ICOM-CC 2008), se puede entender *sensu lato* como el conjunto de estrategias que tienen por objetivo prolongar la vida útil de un bien patrimonial. La conservación preventiva requiere además la organización de la colección y de su documentación, la formación de los recursos humanos, la educación de los usuarios y la planificación ante el riesgo, entre otros.

Por lo tanto, el conocimiento sobre las características de los contenedores (armarios, cajas, bolsas), adhesivos, papeles y tintas que estén en contacto con la unidad de colección y, particularmente, sobre las

sustancias perjudiciales que pudieran emitir constituye una herramienta para la conservación preventiva de las colecciones paleontológicas.

Esta contribución pretende enmendar, en cierta medida, la falta de información al respecto existente en Argentina, presentando una breve reseña sobre la conservación preventiva de colecciones paleontológicas referida a los materiales utilizados para su manejo y a los avances realizados en el almacenamiento del material de las colecciones de Paleoinvertebrados, Paleovertebrados y Paleobotánica del IANIGLA-CCT CONICET Mendoza, principalmente de los ejemplares tipo.

Materiales y Métodos

Este trabajo se enfoca en la conservación de los fósiles de las colecciones paleontológicas del Repositorio del IANIGLA, con especial énfasis en los materiales tipo almacenados en ellas, que consisten en siete holotipos y 44 paratipos procedentes de secuencias sedimentarias paleozoicas y mesozoicas del centro-oeste de Argentina (Devincenzi 2016); tres holotipos y dos paratipos del Mesozoico de la provincia de Mendoza; y un holotipo y un paratipo de sedimentitas cámbricas del Cerro El Mogallón (México), todos ellos de incorporación reciente (Gnaedinger *et al.* 2015; Agnolin *et al.* 2016; Beresi *et al.* 2017; Gouiric-Cavalli *et al.* 2017).

El tratamiento dado a estos ejemplares y a la colección en general ha seguido los conocimientos actualizados en materia de conservación preventiva de colecciones de historia natural y particularmente de colecciones paleontológicas, de acuerdo a cada tipo de material considerado, tal como se expone a continuación.

Contenedores

En 1899, Loftus St. George Byne describió el deterioro causado sobre las conchillas de moluscos de la National Collection of South Kensington (Londres). En su trabajo, Byne informó ... "*The shells in the cabinet drawers are in many instances either partially or entirely destroyed, the surface being corroded and covered with a fine white powdery substance...*" y atribuyó las eflorescencias observadas, fundamentalmente, a la acción del ácido butírico resultante de la descomposición de los restos orgánicos. Los naturalistas de la época apoyaron su hipótesis que fue conocida como "Byne's disease". Las investigaciones posteriores (Nicholls 1934; Tennent & Baird 1985), sin embargo, concluyeron que el daño estaba asociado al uso de mobiliario de madera para el almacenaje de los ejemplares, debido a los vapores de ácido acético y ácido fórmico emitidos principalmente por las maderas más corrosivas (*e.g.* roble, castaño, alerce). Estos vapores generan, en contacto con carbonato de calcio, eflorescencias blanquecinas compuestas por sales dobles de acetato-formiato de calcio que dañan el ejemplar. El origen de las emanaciones de ácido acético sería, por un lado, su presencia como compuesto libre en la madera original y, por otro, la hidrólisis de los grupos acetato presentes en la hemicelulosa de la madera (Cano Díaz 2001). Así mismo, en la elaboración de productos derivados de la madera (MDF, aglomerados), pueden utilizarse adhesivos con formaldehído ureico que se oxida para dar ácido fórmico. La manera más eficiente para combatir este deterioro es evitar el uso de mobiliario que emita vapores ácidos, mantener condiciones de humedad del 40-50%, valores de temperatura entre 16°C y 21°C y evitar las fluctuaciones térmicas (Caracanhas Cavallari *et al.* 2014). Este daño es esperable en el caso de colecciones oológicas y malacológicas, pero también en aquellos fósiles en los que la materia orgánica haya sido reemplazada por carbonato de calcio.

El uso de contenedores de plástico (*e.g.* cajas, bolsas) es habitual en el almacenamiento de colecciones de historia natural, con el objetivo de proteger la unidad de colección (el ejemplar y su etiqueta) del polvo, las plagas, la luz y el agua. La elección del tipo de plástico recae sobre aquéllos que sean inertes, estables y suficientemente transparentes para ver el contenido. Aquellos plásticos que solo contengan carbono, oxígeno e hidrógeno en su composición (*e.g.* polietileno, polipropileno) tienden a ser más estables y menos reactivos que aquéllos que incluyan, además, cloro, flúor o azufre (*e.g.* policloruro de vinilo, policloruro de vinilideno) y por

lo tanto deberían ser evitados (Williams *et al.* 1998). La idoneidad de algunos plásticos para ser usados en conservación ha sido publicada por Blank (1990). En particular, Montero & Diéguez (1991, 1998) informaron el reemplazo de las cajas de cartón y el uso de contenedores de polietileno y de poliestireno en las colecciones paleontológicas del Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid (Figura 1a) y Benamy & Daeschler (1992) señalaron el uso del foam (espuma de polietileno expandido) en las colecciones de paleovertebrados y paleoinvertebrados de la Academy of Natural Sciences of Philadelphia. El foam se utiliza como elemento amortiguador y como barrera ante un daño potencial entre un ejemplar y un soporte inadecuado (Figura 1b). Corral (1999) resumió los atributos de estos plásticos, remarcando además la capacidad del policarbonato y del tereftalato de polietileno para la conservación del ámbar. El policarbonato es un plástico que presenta una alta capacidad de absorción de los rayos ultravioletas, los cuales originan la oxidación fotoquímica de la resina. El tereftalato de polietileno se caracteriza por su baja permeabilidad al oxígeno, lo que evita la oxidación de la resina y su consecuente agrietamiento, opacamiento y aspecto pulverulento. La Tabla 1 indica para cada uno de los plásticos mencionados en el texto y ordenados alfabéticamente, sus abreviaturas y sus fórmulas estructurales.

Tabla 1. Abreviaturas y fórmulas estructurales de los distintos plásticos mencionados en el texto y ordenados alfabéticamente (Universidad Politécnica de Valencia, *on line*).

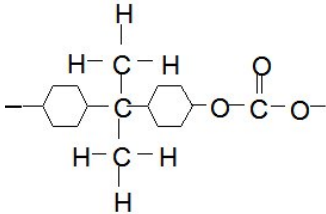
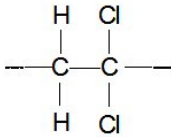
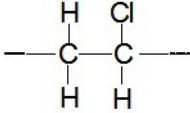
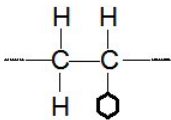
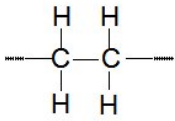
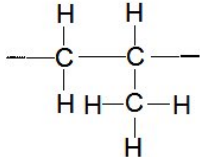
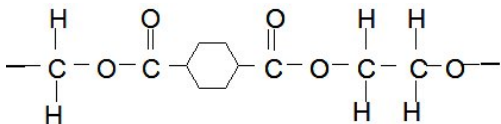
Plástico	Abreviatura	Fórmula estructural (Universidad Politécnica de Valencia, <i>on line</i>)
Policarbonato	PC	
Policloruro de vinilideno	PVPS	
Policloruro de vinilo	PVC	
Poliestireno	PS	
Polietileno	PE	
Polipropileno	PP	
Tereftalato de polietileno	PET	



Figura 1. a) Ejemplo del uso de cajas de polietileno rígido, bolsas de polietileno y cajas de poliestireno transparente en la Colección de Paleoinvertebrados del Museo Nacional de Ciencias Naturales (MNCN), Madrid; b) Ejemplo de placas de foam utilizadas como soporte en la Colección de Paleovertebrados del MNCN, Madrid; c) IANIGLA-PB 292, ejemplar de *Dicroidium* sp. pegado con Paraloid B 72 en acetona, Colección de Paleobotánica del IANIGLA; d) Aplicación de una capa inferior de Paraloid B 72 en acetona, para rotular encima, en el ejemplar IANIGLA-PB 690 de la Colección de Paleobotánica del IANIGLA; e) Tarjeta con deterioro del papel en la Colección de Bioarqueología del Museo "Juan Cornelio Moyano" de Mendoza (foto: P. Novellino); f) Ejemplo de tinta escrita sobre polietileno en proceso de desvanecimiento, Colección de Paleovertebrados del IANIGLA.

Adhesivos

Los adhesivos utilizados también intervienen en la conservación de un fósil y han reflejado históricamente el estado de conocimiento de la química para tal fin. El término adhesivo se entiende aquí como aquel material cuya finalidad es unir, consolidar o permitir rotular un ejemplar, y requiere de una elección apropiada basada en el tipo de tarea, el tamaño del ejemplar, el grado de preservación y la experiencia de quien lo manipule. Una elección inadecuada de un adhesivo puede causar fallas en las juntas y el deterioro sobre el ejemplar. Los adhesivos han sido ampliamente estudiados en el campo de la conservación de objetos de arte y se dividen en dos grupos básicos: los adhesivos en solución (e.g. Paraloid B 72, Butvar B 96, Butvar B 98), que se endurecen por evaporación del solvente en el que se diluyeron, y los adhesivos de reacción (cianocrilatos y epoxis), que se endurecen por reacciones químicas, originando una red rígida de polímeros que tienen propiedades químicas y conductas de envejecimiento diferentes (Davidson & Alderson 2009). Uno de los adhesivos ampliamente utilizado en la Paleontología es el Paraloid B 72, un copolímero de metacrilato de etilo y acrilato de metilo (70:30) que se disuelve en acetona y se seca por la evaporación de la misma. Tiene una dureza intermedia, se caracteriza por su reversibilidad y su excelente envejecimiento. Posee una temperatura de transición vítrea (Tg) relativamente alta, lo que lo convierte en un material que no fluye en condiciones ambientales moderadas (Davidson & Brown 2012). Este adhesivo se utiliza para consolidar ejemplares y pegar pequeños fragmentos (Figura 1c); pero también como base para rotular (Figura 1d), en cuyo caso se cubre el ejemplar con una capa inferior de Paraloid B72 al 10% en acetona, se deja secar 24 hs y, sobre ella, se aplica una tinta a base de carbón. Posteriormente, se superpone una capa superior de Paraloid B 72 al 5% en acetona (com. pers. Fátima Marcos Fernández 2017). La capa inferior sella la superficie e impide que la tinta penetre sobre el ejemplar y

además permite borrar el rótulo en caso de necesidad. Otra opción propuesta por Collection Trust (2008) es la utilización de Paraloid B 72 al 20% en acetona como capa inferior y de Paraloid B 67 (copolímero de metacrilato de isobutilo) en *white spirit* (disolvente extraído del petróleo) como capa superior, ya que se reduce el riesgo de disolución de la barrera de B 72.

El uso de adhesivos a base de nitrato de celulosa (*e.g.* Duco cement, Durofix, UHU) para la conservación a largo plazo ha sido motivo de controversia. Koob (1982) señaló que este tipo de adhesivos no sería recomendable, ya que la exposición a la luz ultravioleta daría como resultado una pérdida de nitrógeno y del peso molecular del compuesto, que culminaría con el amarilleamiento del adhesivo. Shashoua *et al.* (1992) informaron de su utilización en el British Museum de Londres para la reparación de antigüedades y estimaron que estos adhesivos podrían ser estables por lo menos durante 30 años y aún hasta 100 años en un ambiente de museo protegido de temperaturas y valores de humedad extremos. Por su parte, Elder *et al.* (1997) indicaron que la volatilización de los plastificantes en el adhesivo podría generar su contracción y el daño potencial del objeto.

Otros autores como Davidson *et al.* (2006) señalaron que para rotular ejemplares debe evitarse la utilización de adhesivos comerciales como esmalte de uñas (nitrato de celulosa) y corrector líquido, pues una vez secos sobre la superficie del ejemplar se convierten en una sustancia frágil que puede descascararse.

Papel

Idealmente, la etiqueta que se asocia al ejemplar debe tener la mayor longevidad posible, es decir, que el papel y la tinta utilizados deben tener un envejecimiento adecuado. En Europa y hasta mediados del siglo XIX, el empleo de lino, cáñamo o algodón (vegetales de fibras largas y contenido entre 95% y 100 % de celulosa) para la elaboración del papel minimizaba las causas intrínsecas de su deterioro. La difusión de la imprenta y el aumento de la demanda del papel implicaron el uso de la pulpa de madera, que contiene lignina como materia prima, y del alumbre-colofonia, utilizado durante la elaboración para encolar, siendo ambos compuestos ácidos que conllevan al debilitamiento estructural del papel (Crespo & Viñas 1985); a ello se suma la oxidación de la lignina por exposición a la luz y el consecuente amarilleamiento del papel (Figura 1e). La Sociedad para la Preservación de las Colecciones de Historia Natural (SPNHC) recomienda, según la norma ISO 11108: 1996 (Information and documentation-Archival Paper-Requirements for permanence and Durability), la utilización de papel con un pH 7.0-10, una resistencia al desgarro de 5.25 mNm² / g (durabilidad) y, en el caso de papeles elaborados a partir de pulpa de madera, el contenido de una reserva alcalina de 2% de carbonato de calcio y no más de 1% de lignina con número Kappa (coeficiente que indica la cantidad de lignina remanente en la pulpa de celulosa después de la cocción) no mayor a 7. El National Park Service (2005) sugiere, para las tarjetas de colecciones de historia natural, el uso de papel neutro o ligeramente alcalino (pH 6-pH 8) y un contenido de lignina menor al 0.3%. El almacenaje de ejemplares en cajas de cartón también requiere que este material sea libre de ácido. Muñoz-Saba & Simmons (2005) señalaron que un papel común puede lograr una durabilidad menor a los 50 años, mientras que el papel libre de ácido puede tener una vida útil entre 200 y 400 años. El aumento de la humedad y la temperatura, la exposición a la luz y las fluctuaciones térmicas son factores que aceleran el deterioro del papel común.

Tintas

La tinta utilizada tanto para confeccionar las tarjetas como para rotular debe ser libre de ácido, resistente al agua y a la luz, y el pigmento recomendado es el carbón. Las tintas comerciales suelen elaborarse a base de colorantes (*dye based-ink*) que, a pesar de que se conozcan como tintas permanentes, se decoloran si se exponen a la luz (Davidson *et al.* 2006). Muñoz-Saba & Simmons (2005) desaconsejan el uso de algunas tintas comunes (*e.g.* Pilot V®, Sharpies) en las colecciones, debido a que no aseguran una duración a largo plazo. Las tintas recomendadas por la SPNHC son Steadtler® Pigment Liners, Pigma® pens y FABER CASTELL PITT artist pen (https://spnhc.biowikifarm.net/wiki/Labeling_Natural_History_Collections#Pens). La lapicera FABER

CASTELL PITT Artist pen, además de escribir sobre papel, representa una opción posible para rotular fósiles de vertebrados utilizando Paraloid B-72 en acetona, dada su compatibilidad con esta sustancia; otras lapiceras, aún con calidad archivo, pueden desvanecerse (Davidson & Fox 2011). Para superficies oscuras, Davidson *et al.* (2006) recomendaron el uso de tinta blanca a base de óxido de titanio y advirtieron que las marcas de tintas sobre foam o polietileno pueden ser ilegibles con el tiempo (Figura 1f). El uso de lápiz para la confección de tarjetas no satisface las necesidades del etiquetado, porque el trazo se va disipando (Muñoz-Saba & Simmons 2005).

La tabla 2 resume las características de los materiales recomendados para la conservación (Blank 1990; Corral 1999; Chapman & Mason 2003; Davidson & Alderson 2009; Davidson & Brown 2012) y utilizados en las colecciones paleontológicas del IANIGLA.

Tabla 2. Materiales utilizados en el almacenamiento del material tipo de las colecciones paleontológicas del IANIGLA-CCT CONICET Mendoza.

Material	Características
Polietileno (bolsas)	<ul style="list-style-type: none"> -termoplástico traslúcido u opaco, pero también transparente en hojas finas -rígido o flexible por la adición de plastificantes; ligero -puro es bastante estable, dando hidrocarburos inocuos de bajo peso molecular como productos de degradación -baja permeabilidad a la humedad -presenta una resistencia térmica adecuada para su uso en colecciones -lo afecta la exposición prolongada a la luz; -con el envejecimiento se vuelve quebradizo -el dióxido de azufre lo degrada -resistencia apropiada a los ácidos y a disolventes orgánicos
Poliestireno (cajas)	<ul style="list-style-type: none"> -termoplástico incoloro, transparente, rígido y quebradizo -bastante estable -baja permeabilidad a la humedad -lo afecta la exposición prolongada a los rayos ultravioleta -es atacado por las cetonas, bencilalcohol e hidrocarburos aromáticos y clorados -su limitación es el poder disolvente de su principal producto de degradación (estireno) sobre las resinas naturales
Polipropileno (bolsas)	<ul style="list-style-type: none"> -plástico estable, ligero y transparente -permite la lectura de las tarjetas
Foam (calado)	<ul style="list-style-type: none"> -espuma de polietileno reticulado, expandido por inyecciones de nitrógeno a presión -es inerte -puede ser deformado por exposición a la luz -se usa como base de amortiguación -se utiliza calado para proteger especímenes por su facilidad para cortarlo -se presenta en densidades y grosores variados -también conocido comercialmente como Ethafoam o Plastazote
Film alveolar o plástico de burbujas	<ul style="list-style-type: none"> -las pequeñas burbujas de aire proporcionan amortiguación ante golpes -utilizado para embarlar -constituye una barrera al polvo atmosférico
Paraloid B 72 (solvente: acetona)	<ul style="list-style-type: none"> -copolímero de metacrilato de etilo y acrilato de metilo -adhesivo en solución: se solidifica por evaporación de su solvente -ampliamente aceptado en el campo de la conservación -resistente a la degradación en condiciones normales -reversible y soluble en un aspecto amplio de solventes (acetona, tolueno, xileno, acetato de etilo, alcohol de diacetona) -presenta un equilibrio entre su flexibilidad y su rigidez -tiene un excelente envejecimiento (con el tiempo no se contrae, no se rompe, no pierde solubilidad y no toma color amarillo) -limitación: sensible a valores altos de humedad -Tg (temperatura vítrea de transición) 40°C
Papel libre de ácido	<ul style="list-style-type: none"> -pH=8.25

Tinta a base de carbón	-marca comercial FABER CASTELL PITT artista pen, compatible con Paraloid B 72 -máxima resistencia a la luz, resistente al agua, libre de ácido, pH neutro -se debe almacenar en posición horizontal
Tinta blanca	-tinta permanente, marca comercial Winsor & Newton

Resultados

El proceso de conservación preventiva en las colecciones paleontológicas del IANIGLA, siguiendo las recomendaciones antes mencionadas, se ha enfocado en primer lugar en los ejemplares tipo. Los ejemplares de tamaño pequeño se almacenaron en foam calado, introducidos en cajas de poliestireno rígido transparente con tapas y/o bolsas de polietileno con cierre hermético, tipo Ziploc, a fin de evitar el ataque de plagas, el polvo atmosférico y las variaciones de temperatura y humedad. Se tuvo especial cuidado con la eliminación de vapores en el almacenaje de los ejemplares rotulados con Paraloid B 72 en acetona, debido a que el poliestireno es atacado por este solvente (Figura 2a). De igual manera, las preparaciones microscópicas se guardaron en foam calado y cajas de poliestireno transparente, y de manera preventiva en posición horizontal ya que algunas resinas usadas como medio de montaje pueden ser un poco inestables, aún las diseñadas para montajes permanentes (Goodway 1992). Los fósiles grandes de vertebrados están ubicados en estanterías metálicas, sobre pallets o, eventualmente, sobre el suelo y cubiertos con plástico de burbujas con el objetivo de minimizar su contacto con el polvo atmosférico. Muchas veces, este agente ambiental es minimizado como factor de riesgo; sin embargo, en ocasiones puede llegar a impedir la observación de rasgos morfológicos y, por tanto, influir en el estudio del fósil.

En caso de pequeñas rupturas, se utilizó Paraloid B 72 en acetona como adhesivo. Uno de los problemas más usuales de las colecciones es el deterioro de las tarjetas que llevan la información del ejemplar, debido a la utilización de papel y tintas inapropiados. Para evitar ambos daños, se reelaboraron todas las etiquetas de los ejemplares tipo que habían sido confeccionadas anteriormente con cartulina común y se utilizó papel libre de ácido, con pH neutro (marca Fabriano). A fin de ratificar los atributos de este papel, se lo trituró y se preparó una pasta con el agregado de 80 ml de agua destilada ajustada a pH= 7.00 (+/- 0.1) y se dejó macerar a temperatura ambiente. Se calibró el peachímetro (marca HACH, modelo Sension TM pH 3) a tres puntos (pH 4, pH 7 y pH 10) con *buffers* apropiados y se realizó la medición de la pasta por lectura directa, obteniendo un pH= 8.25 (Figura 2b). La tinta utilizada para indicar la información del ejemplar sobre la etiqueta fue FABER CASTELL PITT artist pen; las nuevas tarjetas se colocaron en bolsas de polipropileno y se adjuntaron de manera solidaria a cada uno de los ejemplares (Figura 2c).

La aplicación de rótulos a los ejemplares debe ser segura, reversible y discreta, pero visible (Collections Trust 2008). Para rotular los ejemplares que ingresaron a la colección sin identificación, se usó Paraloid B 72 en acetona (capas superior e inferior). La colocación de la segunda capa de Paraloid B 72 se hizo por goteo, ya que se experimentó el desvanecimiento de la tinta si se aplicaba con pincel. La tinta utilizada fue FABER CASTELL PITT artist pen por su compatibilidad con el Paraloid B 72 en acetona (Figura 2a), ya que el uso de otras tintas puede generar un aspecto borroso al aplicar la segunda capa (Davidson & Fox 2011). En caso de ejemplares oscuros, se utilizó tinta blanca permanente Winsor & Newton (com. pers. Fátima Marcos Fernández 2017) (Figura 2d).

Los avances en el almacenamiento de los ejemplares de las tres colecciones paleontológicas del IANIGLA no solo se han limitado a los materiales tipo; la totalidad de los ejemplares están guardados individualmente en bolsas de polietileno tipo Ziploc, con sus tarjetas respectivas, colocados en estanterías metálicas y con una organización física que obedece mayormente a un criterio stratigráfico. En el caso de la colección de Paleobotánica, la mayor parte de los especímenes están ya acompañados de tarjetas elaboradas con papel libre de ácido y para su rotulado se usó Paraloid B 72 y tinta FABER CASTELL PITT artist pen.

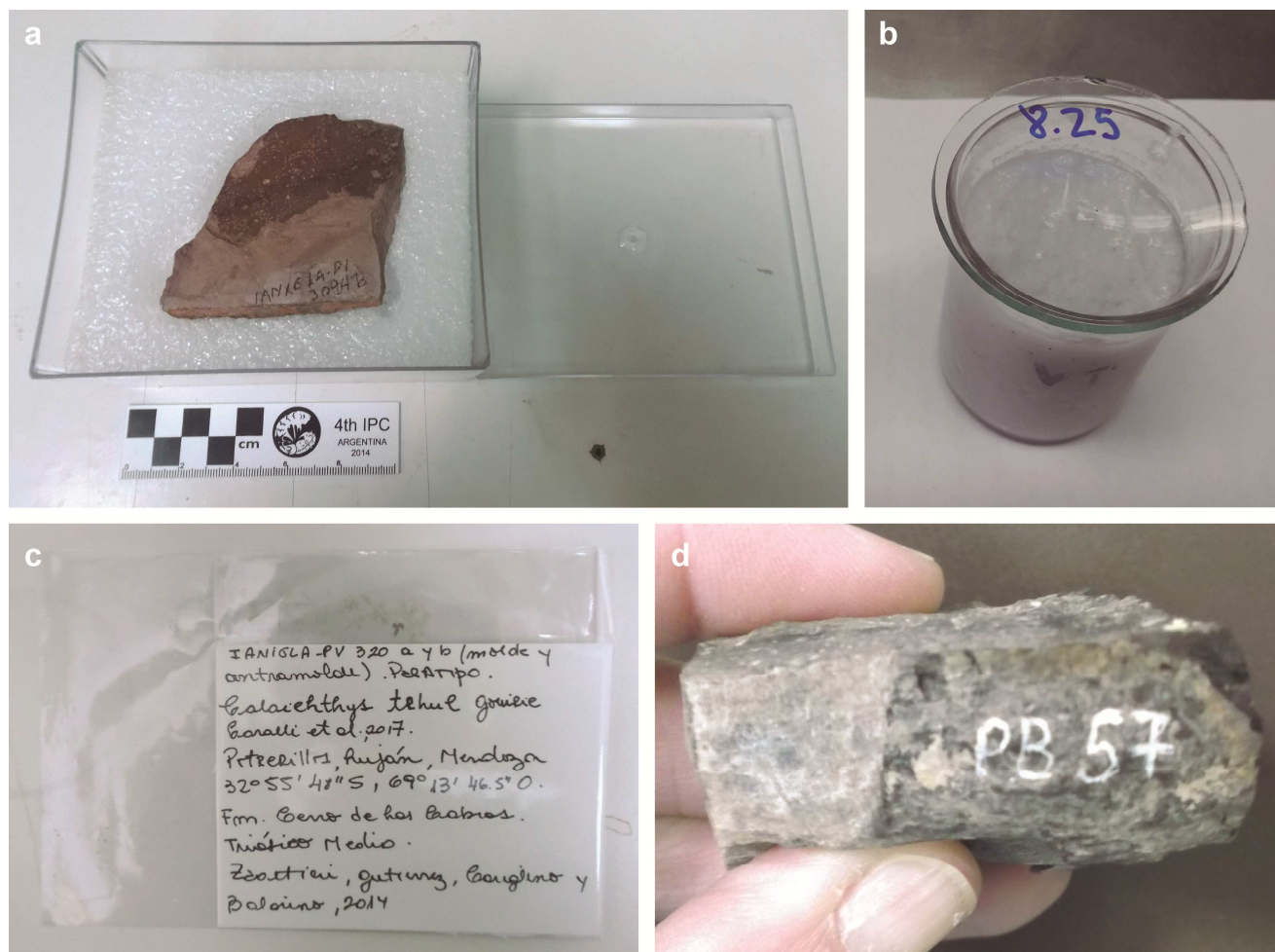


Figura 2. a) Ejemplar rotulado con capas inferior y superior de Paraloid B 72 y, en medio, tinta a base de carbón (FABER CASTELL PITT artist pen), almacenado en caja de poliestireno transparente y foam calado; IANIGLA-PI 3094, *Valospongia sonorensis* Beresi *et al.* 2017, holotipo, Colección de Paleoinvertebrados del IANIGLA; b) Pasta para la determinación del pH del papel libre de ácido utilizado (marca Fabriano); c) Tarjeta de papel libre de ácido y tinta a base de carbón en bolsa de polipropileno, IANIGLA-PV 320, *Calaichthys tehul* Gouiric-Cavalli *et al.* 2017, paratipo, Colección de Paleovertebrados del IANIGLA; d) Ejemplar rotulado con tinta blanca (marca Winsor & Newton), IANIGLA-PB 57, *Podocarpoxylon atuelensis* Gnaedinger 2015, holotipo, Colección de Paleobotánica del IANIGLA.

Conclusiones

La falta de financiamiento y la imposibilidad de acceder a elementos importados durante los últimos años retardaron la aplicación de prácticas de conservación adecuadas a una colección de historia natural, lo cual se ha ido revirtiendo paulatinamente, mejorando la puesta en valor del patrimonio paleontológico alojado en el IANIGLA, en particular en las colecciones de Paleovertebrados, Paleoinvertebrados y Paleobotánica.

La totalidad del material tipo de tamaño reducido se ha almacenado en plásticos apropiados y sus tarjetas se han confeccionado con el papel y la tinta adecuados. Esto último se ha ampliado ya a todos los ejemplares (no solo los tipos) de la Colección de Paleobotánica. Si bien se han utilizado polietileno, poliestireno y polipropileno en el almacenamiento del material, es recomendable monitorear su comportamiento, ya que la incorporación de aditivos durante la manufactura de estos plásticos puede ocasionar un envejecimiento pobre, originado por la eliminación de sustancias contaminantes y representado por el amarilleamiento, la pegajosidad o la presencia de olores inusuales (Williams 1998). La falta de mobiliario adecuado para los fósiles grandes y la utilización de cajas de cartón común como elementos que contienen las cajas de poliestireno y/o las bolsas de polietileno representan una debilidad en el almacenamiento de estas colecciones.

Las condiciones ambientales generales del repositorio son buenas, aunque queda pendiente la disposición de un espacio físico más amplio, en función del crecimiento paulatino que se vislumbra para las colecciones paleontológicas del IANIGLA (Devincenzi 2018) y la adquisición de mobiliario moderno que maximice el espacio disponible. Así mismo, el proceso de acondicionamiento, iniciado con todo el material tipo y otros ejemplares de Paleobotánica, debe extenderse al resto de las colecciones, especialmente con el cambio de etiquetas y el uso de papel libre de ácido y tinta a base de carbón.

Si bien la situación económica en Argentina dificulta el acceso a los materiales óptimos para la conservación, la desinformación sobre el comportamiento de los materiales también contribuye a incrementar los riesgos potenciales a los que se enfrentan las colecciones paleontológicas. Por ello es importante incorporar en Argentina, como sucede en otros países desde hace décadas, los aportes de la Ciencia de los Materiales en el campo de la conservación de las colecciones de historia natural y particularmente en el campo de las colecciones paleontológicas y, a la vez, potenciar los estudios interdisciplinarios en este sentido y la interacción entre curadores e investigadores.

Agradecimientos

Nuestro agradecimiento a Esperanza Cerdeño por la lectura del manuscrito y sus valiosas sugerencias. A Stella Maris Álvarez (Fundación Azara-CONICET-Univ. Maimónides) por sus comentarios sobre conservación preventiva. A José D' Angelo, Tomás Pedernera, Marcelo Bourguet (IANIGLA), Enrique Mas (Laboratorio de Fitoquímica del IADIZA-CCT CONICET) y Paula Novelino (Museo "J. C. Moyano") por sus respectivas contribuciones. Susana Devincenzi extiende su agradecimiento a CONICET por la Beca Externa CPA 2016 y al Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid, particularmente a Jorge Morales Romero, Mario García Paris, Susana Fraile Gracia y Celia Santos; así mismo, su sincero reconocimiento a Fátima Marcos Fernández (Universidad Complutense de Madrid) por haber compartido de manera desinteresada una vasta bibliografía. A los revisores que aportaron a la calidad del manuscrito.

Bibliografía

- Agnolin, F., Bogan, S., Brisson Egli, F., Novas, F., Isasi, M., Marsicano, C., Zavattieri, A.M. & Mancuso, A. (2016) "A new lungfish (dipnoi) from the late Triassic of South America", *The Journal of Vertebrate Paleontology* DOI: 10.1080/02724634.2017.1245665
- Andrew, K.J. (1996) "A summary of the care and preventive conservation of sub-fossil bone for non-specialist or Pleistocene problems-sub-fossil bone-scenario", *The Biology Curator*, pp. 24-28.
- Benamy, E. & Daeschler, J. (1992) "Simple ways to use archival foams in paleontological collections storage" *7 th Annual Meeting. Society of Preservation of Natural History Collections. University of Nebraska. Abstract*, p.12.
- Beresi, M.S., Botting, J., Palafox, J.J. & Buitrón Sánchez, B.E. (2017) "New reticulous sponges from the middle Cambrian of Sonora, México", *Acta Palaeontologica Polonica*, 62(4), pp. 691-703.
- Blank, S. (1990) "An introduction to plastics and rubbers in collections", *Studies in conservation* 35(2), pp. 53-63.
- Buttler, C.J. (1994) "Environmental effects on geological material: Damage to sub-fossil bone". En: Child, R (ed.) *Conservation of Geological Collections*, London, Archetype Publications, pp. 9-13.
- Byne, L. (1899) "The corrosion of shells in cabinets", *The Journal of Conchology*, 9(6), pp. 172-178.
- Cano Díaz, E. (2001) "Efecto de los vapores de ácido acético y fórmico en la degradación y patinado de cobre". Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid. 270 pp. ISBN 84-669-1881-7.
- Caracanhas Cavallari, D., Brincalpe Salvador, R. & Rodrigues da Cunha, B. (2014) "Dangers to malacological collections: Bynesian decay and pyrite decay", *Collection Forum* 28(1-2), pp. 35-46.
- Chapman, S. & Mason, D. (2003) "Literature review: The use of Paraloid B 72 as a surface consolidant for stained glass", *Journal of the American Institute of Conservation* 42, pp. 381-392.

- Child, R. (1994) "The effects of the museum environment on geological collections" En: Child, R (ed.) *Conservation of Geological Collections*, London, Archetype Publications, pp. 1-13.
- Collinson, M. (1986) "Special problems in the conservation of paleobotanical material", *The Geological Curator* 4(7), pp. 439-445.
- Collections Trust (2008) "Labelling and marking museum objects booklet", pp.1-17. Disponible en <https://collectionstrust.org.uk/resource/labelling-and-marking-museum-objects-booklet/>(accedido 10/12/2018).
- Corral, C.J. (1999) "La conservación del ámbar. Revisión de los principales agentes de deterioro y soluciones publicadas.", *Est.Mus.Cienc.Nat.de Alava* 14(2), pp. 23-32. Disponible en: www.academia.edu/11955204/ (accedido 4/10/2018).
- Crespo, C. & Viñas, V. (1984) "La preservación y restauración de documentos y libros en papel: un estudio del RAMP con directrices preparado para el Programa General de Información y UNISIST", Paris, Unesco, 109 pp.
- Davidson, A & Alderson, S. (2009) "An introduction to solution and reaction adhesives for fossil preparation". En: Brown, Kane & Parker (eds.) *Methods of fossil preparation*. Proceedings of the First Annual Fossil Preparation and Collections Symposium, pp. 53-62.
- Davidson, A. & Fox, M. (2011) "The Pitt Pen, a possible option for labeling fossil vertebrates", *Society for the Preservation of Natural History Collections SPNHC Newsletter*, pp. 23-28.
- Davidson, A. & Brown, G. (2012) "Paraloid B 72: Practical tips for the vertebrates fossil preparator", *Collection Forum* 26(1-2), pp. 99-119.
- Davidson, A, Alderson, S. & Fox, M. (2006) "Assembling an archival marking kit for paleontological specimens. 66th Annual Society of Vertebrate Paleontology Meeting, Ottawa, Canadá. Disponible en http://vertpaleo.org/For-Members/Preparators-Resources/-PDF-files/Davidson_et_al_2006.aspx (accedido 22/11/2018)
- Devincenzi, S. (2016) "Catálogo de ejemplares tipo de las Colecciones Paleontológicas del Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales (IANIGLA), Mendoza, Argentina", *Revista del Museo de La Plata* 1(2), pp. 83-108.
- Doyle, A.M. (1987) "The conservation of sub-fossil bone", *The Geological Curator* 4(7), pp. 463-465.
- ECCO European Confederation of Conservator-Restorers'Organisations. (2002) "Professional Guidelines", Asamblea General, Bruselas. Disponible en http://www.ecco-eu.info/matador/eccosite/ecco_contents.php?doc_id=170 (accedido 22/11/2018).
- Elder, A., Madsen, S., Brown, G., Herbel, C., Collins, C., Whelan, S., Wenz, C., Alderson, S. & Kronthal, L. (1997) "Adhesives and consolidants in geological and paleontological conservation: a wall chart", *SPNHC Leaflets* 1(2).
- Fitzgerald, G. (1989) "Form fitted pallets for the storage of large fossils, *Geological Curator* 5(2), pp. 72-76.
- García Fernández, I.M. (2013) "Historia de la conservación preventiva", *Ge-conservación* 5, Parte I, ISSN: 1989-8568
- Gnaedinger, S., García Massini, J.L., Bechis, F. & Zavattieri, A.M. (2015) "Coniferous woods and Wood decaying fungi from the El Freno Formation (Lower Jurassic), Neuquén Basin, Mendoza Province, Argentina", *Ameghiniana* 52, pp. 447-467.
- Goodway, M. (1992) Storage system for microscopical preparations. STASHc (Storage Techniques for Art, Science & History Collections). Foundation of the American Institute for Conservation. Disponible en <http://stashc.com/the-publication/containers-2/boxes/storage-system-for-microscopical-preparations/> (accedido 7/1/2019).
- Gouiric-Cavalli, S., Zavattieri, A., Gutierrez, P., Carigliano, B. & Balarino, L. (2017) "Increasing the fish diversity of the Triassic faunas of Gondwana: a new Redfieldiiforme (Actinopterygii) from the Middle Triassic of Argentina and its palaeobiogeographical implications", *Papers in Palaeontology*, pp. 1-23.
- Guichen, G. de (1999) "La conservación preventiva: ¿simple moda pasajera o cambio trascendental?" En: *Museum International*, Paris, UNESCO 201(LI).
- Howie, F. (1978) "Storage environmen and the conservation of geological material", *The Conservator* 2, pp. 13-19. ISSN 0140-0096
- Howie, F. (1979) "Museum Climatology and the Conservation of Palaeontological Material". En: Basset, M.G. (ed.) *Curation of Palaeontology Collections, Special Papers in Palaeontology* 22, pp. 103-125.
- Howie, F. (1984) "Materials used for conserving fossil specimens since 1930; a review". En: Bromelle, N.S., Pye, E.M., Smith, P., & Thompson, G. (eds.), *Adhesives and Consolidants*, Preprints of the Contributions to the Paris Congress, IIC, pp. 92-98.
- ICOM-CC. (2008) "Terminología para definir la conservación del patrimonio cultural tangible". 15º Conferencia Trienal del International Council of Museum-Committee of Conservation, Nueva Dheli, 22-26 septiembre 2008. Disponible en http://www.icom-cc.org/242/about/terminology-for-conservation/#.W_bIBmdeeXY (accedido 22/11/2018).
- Koob, S. (1982) "The instability of cellulose nitrate adhesives", *The Conservator* 6(1), pp. 31-34. doi 10.1080/01410096.1982.9994961
- Montero, A. & Diéguez, C. (1991) "Rehousing of paleontological collection in the Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid, Spain", *Collection Forum* 7(1), pp. 10-12.
- Montero, A. & Diéguez, C. (1998) "Plásticos usados en contenedores individuales de colecciones. Su uso en el Museo Nacional de Ciencias Naturales", *Boletín de la ANABAD* 48(2), pp.289-294. ISSN 0210-4164
- Muñoz-Saba, Y. & Simmons, J. (2005) "Materiales". En: John E. Simons & Muñoz-Zaba (eds) *Cuidado, manejo y conservación de las Colecciones Biológicas*, Conservación Internacional, Serie Manuales de Campo, Bogotá, Colombia, pp.138-161.

- National Park Service (2005) "Labeling Natural History Specimens". *Conserv O Gram*, n° 11/6. Disponible en <https://www.nps.gov/museum/publications/conservogram/11-06.pdf> (accedido 3/12/2018).
- Nicholls, J.R. (1934) "Deterioration of shells when stored in oak cabinets", *Journal of the Society of Chemical Industry* 53(1), pp. 1077-1078.
- Shashoua, Y., Bradley, S.M. & Daniels, V. (1992) "Degradation of cellulose nitrate adhesive", *Studies in conservation* 37(2), pp. 113-119. Disponible en <https://www.jstor.org/stable/pdf/1506403.pdf> (accedido 27/11/2018).
- SPNHC (The Society for the Preservation of Natural History Collections). "Labeling Natural History Collections". Disponible en https://spnhc.biowikifarm.net/wiki/Labeling_Natural_History_Collections#Pens (accedido 22/11/2018).
- Tennent, N. & Baird, T. (1985) "The deterioration of Mollusca Collection: identification of shell efflorescence", *Studies in Conservation* 30(2), pp. 73-85.
- Universidad Politécnica de Valencia. Materiales poliméricos y compuestos. En: Fundamentos de Ciencias de los Materiales. Disponible en https://www.upv.es/materiales/Fcm/Fcm15/fcm15_3.htm (accedido 21/1/2019).
- Waddington, J. (2000) "Conservation Guidelines for Invertebrate Paleontology Collections", *The Paleontological Society Special Publications* 10, pp. 93-104. doi:10.1017/S2475262200009011
- Williams, R.S., Brooks, A., Williams, S. & Hinrichs, R. (1998) "Guide to the identification of common clear plastic films", *Society for the Preservation of Natural History Collections SPNHC Newsletter SPNHC Leaflets* 3, pp. 1-4.